

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes



Tese

Extração de mucilagem, qualidade fisiológica e sanitária de sementes de pitaia

Jacqueline Barcelos da Silva

Pelotas, 2022

Jacqueline Barcelos da Silva

Extração de mucilagem, qualidade fisiológica e sanitária de sementes de pitaia

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ciências

Orientador: Dra. Andreia da Silva Almeida

Coorientadores: Prof. Dra. Adriane Marinho de Assis

Prof. Dra. Lilian Vanuzza Madruga de Tunes

Pelotas, 2022

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S586e Silva, Jacqueline Barcelos da

Extração de mucilagem, qualidade fisiológica e sanitária de sementes de pitaia / Jacqueline Barcelos da Silva ; Andreia da Silva Almeida, orientadora ; Adriane Marinho de Assis, Lilian Vanuzza Madruga de Tunes, coorientadoras. — Pelotas, 2022.

78 f.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2022.

1. *Hylocereus undatus*. 2. *Hylocereus polyrhizus*. 3. Cactáceas. 4. Embebição. I. Almeida, Andreia da Silva, orient. II. Assis, Adriane Marinho de, coorient. III. Tunes, Lilian Vanuzza Madruga de, coorient. IV. Título.

CDD : 631.521

Jacqueline Barcelos da Silva

EXTRAÇÃO DE MUCILAGEM, QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE
SEMENTES DE PITAIA

Tese aprovada, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 23/05/2022

Banca examinadora:

Prof. Dr. Andréia da Silva Almeida (Orientador) Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas.

Prof. Dr. Adriane Marinho de Assis Doutora em Fitotecnia pela Universidade Estadual de Londrina.

Prof. Dr. Lilian Vanuzza Madruga de Tunes Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria.

Dr. Andrea Bicca Noguez Martins Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas.

Prof. Dr. Leticia dos Santos Holbig Harter Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus pela vida, saúde por ter me permitido passar por essa trajetória e vencer as dificuldades que porventura surgiram durante a pós-graduação.

Aos meus pais Valdenir e Odete, pessoas humildes, dignas que me ensinaram valores que levarei para toda a vida. Pessoas que me deram oportunidades, as quais não tiveram, agradeço por todo esforço que fizeram para me dar a formação que hoje tenho. Apesar de todas as dificuldades, nunca deixaram de priorizar minha educação, ao longo da vida, formando dois filhos Engenheiros Agrônomos.

Ao meu irmão Vagner (*in memoriam*), que mesmo não estando presente, sei que sempre torceu por minha vitória. Seus ensinamentos e puxões de orelha ficarão na minha memória eternamente.

À Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel - Universidade Federal de Pelotas, da qual me despeço, por hora, depois dos mais de dez anos de convívio intenso e recompensador. Foi um imenso prazer estudar, trabalhar e alcançar meus objetivos em uma instituição pública tão renomada.

À professora e orientadora Dr^a Andréia da Silva Almeida, pela confiança e ensinamentos transmitidos durante esse período.

À professora e coorientadora Dr^a Adriane Marinho de Assis, pela atenção, dedicação e, acima de tudo, o conhecimento que me foi dado.

Às minhas amigas (do laboratório para a vida) Vanessa Pinto Gonçalves, Carla Dias Tunes, Josiane Cantuária Figueiredo, que tive o prazer de conviver, obrigada pela amizade, paciência e carinho. À Sheila Bigolin Teixeira, Francielen Lima e Mariana Salbego, pela amizade e parceria de séries, sem vocês essa experiência não teria sido tão maravilhosa.

À estagiária e amiga Lidiane Duarte Nalério, pela ajuda na realização dos trabalhos.

Aos demais amigos que sempre me apoiaram em todas as horas e estiveram presentes nos momentos difíceis, sempre me apoiando.

Muito obrigada.

Resumo

Silva, Jacqueline Barcelos. **Extração de mucilagem, qualidade fisiológica e sanitária de sementes de pitaia**. 2022. 78p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil.

A pitaia (*Hylocereus undatus*) é uma das frutíferas que vem se destacando no mercado, o que demanda informações científicas mais detalhadas sobre o estabelecimento da cultura, a fim de aprimorar sua produção. Assim, foram realizados quatro experimentos, sendo que no primeiro, objetivou-se estudar o efeito de diferentes métodos de extração de mucilagem de pitaia rosa de polpa vermelha na germinação e vigor das sementes. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2, sendo quatro formas de extração da mucilagem das sementes (água, areia, fermentação e liquidificador) e dois tempos de avaliação pelo teste de envelhecimento acelerado (48 e 72 horas). As variáveis analisadas foram germinação, primeira contagem da germinação, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado. O segundo experimento foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar a curva de embebição para sementes de pitaia de polpa branca. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, utilizando quatro repetições de 25 sementes. A curva foi determinada por pesagens em intervalos sistematizados, até a protrusão da raiz primária de pelo menos 50% das sementes. O terceiro experimento foi realizado com objetivo de propor uma metodologia para avaliação da viabilidade em sementes de *Hylocereus polyrhizus* pelo teste de tetrazólio. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições composta de 100 sementes cada. Inicialmente foi realizada a avaliação da qualidade das sementes pelos testes de germinação e primeira contagem da germinação. Para a adequação do teste de tetrazólio as sementes de pitaia foram submersas nas soluções, nas respectivas concentrações de 0,075%; 0,1%;0,25% e 0,5% por 2 horas na BOD a 40°C, temperatura. O quarto experimento foi realizado com objetivo avaliar a influência do período de armazenamento na sanidade das sementes de pitaia de polpa rosa e polpa branca. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3 (2 cultivares e três períodos de armazenamento: 6 meses, 1 ano e 2 anos), com doze repetições de 50 sementes em cada gerbox. O teste foi realizado utilizando o método do papel-de-filtro (*Blotter-test*) para quantificação da porcentagem de sementes infestadas por patógenos de sementes. O quinto experimento foi realizado com objetivo de avaliar a profundidades de semeadura no teste de emergência de plântulas de pitaia (*Hylocereus polyrhizus*, *Hylocereus undatus*). O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, composto por duas cultivares submetidas a três tratamentos (1,5; 2,5 e 3,5 cm de profundidade), e quatro repetições de 50 sementes cada tratamento. No primeiro experimento, concluiu-se que a extração de mucilagem em sementes de pitaia (*Hylocereus polyrhizus*) pode ser realizada através do método de água e areia. No experimento dois, A semente de pitaia apresenta um padrão trifásico de embebição. A fase I foi caracterizada pela permanência em média de seis horas, seguido da fase II, com média de 19 horas, e concluindo o padrão trifásico com a emissão da radícula, fase III, após 36 horas. No experimento três, concluiu-se que o teste de tetrazólio conduzido na concentração de 0,075% a 40 °C por 2 horas é eficiente para avaliar a viabilidade das sementes de *Hylocereus polyrhizus*, bem como para diferenciar lotes com qualidades fisiológicas distintas. No experimento quatro, concluiu-se que o armazenamento de *Hylocereus*

undatus e *Hylocereus polyrhizus* em câmara fria pode ser realizado por até um ano. No experimento cinco, A semeadura de pitiaia (*Hylocereus polyrhizus* e *Hilocereus undatus*) pode ser realizada em bandejas com areia a 1,5 e 2,5 cm de profundidade.

Palavras-chave: *Hylocereus undatus*; *Hylocereus polyrhizus*; cactáceas; embebição; viabilidade.

Abstract

Silva, Jacqueline Barcelos. **Mucilage extraction, physiological and sanitary quality of pitaya seeds**. 2022. 78p. Thesis (Doctorate) - Postgraduate Program in Seed Science and Technology. Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil.

The pitaya (*Hylocereus undatus*) is one of the fruit that has been standing out in the market, which demands more detailed scientific information about the establishment of the culture, in order to improve its production. Thus, four experiments were carried out, and in the first one, the objective was to study the effect of different methods of extracting mucilage from pink pitaya with red pulp on seed germination and vigor. The experimental design used was completely randomized, in a 4x2 factorial scheme, with four ways of extracting the mucilage from the seeds (water, sand, fermentation and blender) and two evaluation times by the accelerated aging test (48 and 72 hours). The variables analyzed were germination, first germination count, electrical conductivity and accelerated aging. The second experiment was developed with the objective of characterizing the imbibition curve for pitaya seeds with white pulp. The experimental design used was completely randomized, using four replications of 25 seeds. The curve was determined by weighing at systematic intervals, until the primary root protrusion of at least 50% of the seeds. The third experiment was carried out with the objective of proposing a methodology for evaluating the viability of *Hylocereus polyrhizus* seeds by the tetrazolium test. The experimental design was completely randomized with four replications composed of 100 seeds each. Initially, the quality of seeds was evaluated by germination tests and first germination count. For the adequacy of the tetrazolium test, pitaya seeds were submerged in the solutions, in the respective concentrations of 0.075%; 0.1%; 0.25% and 0.5% for 2 hours in the BOD at 40°C, temperature. The fourth experiment was carried out with the objective of evaluating the influence of the storage period on the health of pitaya seeds with pink and white pulp. The experimental design was completely randomized, in a 2x3 factorial scheme (2 cultivars and three storage periods: 6 months, 1 year and 2 years), with twelve replications of 50 seeds in each gerbox. The test was performed using the filter paper method (Blotter-test) to quantify the percentage of seeds infested by seed pathogens. The fifth experiment was carried out to evaluate the seeding depth in the pitaya (*Hylocereus polyrhizus*, *Hylocereus undatus*) seedling emergence test. The experiment was carried out in a completely randomized design, consisting of two cultivars submitted to three treatments (1.5, 2.5 and 3.5 cm depth), and four replications of 50 seeds each treatment. In the first experiment, it was concluded that the extraction of mucilage from pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) seeds can be performed using the water and sand method. In experiment two, pitaya seed shows a three-phase pattern of imbibition. Phase I was characterized by an average permanence of six hours, followed by phase II, with an average of 19 hours, and concluding the three-phase pattern with the emission of the radicle, phase III, after 36 hours. In experiment three, it was concluded that the tetrazolium test conducted at a concentration of 0.075% at 40 °C for 2 hours is efficient to evaluate the viability of the seeds of *Hylocereus polyrhizus*, as well as to differentiate lots with different physiological qualities. In experiment four, it is concluded that the storage of *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus* in a cold chamber can be carried out for up to 1 year. In experiment five, pitaya (*Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus*) sowing can be carried out in trays with sand at 1.5 and 2.5 cm depth.

Keywords: *Hylocereus undatus*; *Hylocereus polyrhizus*; cactus; imbibition; viability

Lista de Figuras

Figura 1. Fruto de pitaia de polpa branca (<i>Hylocereus undatus</i>). Pelotas-RS 2020.	17
Figura 2. Fruto de pitaia de polpa rosa (<i>Hylocereus polyrhizus</i>). Pelotas-RS 2020..	17
Figura 3. Frutos de pitaia de polpa branca e vermelha repartidas ao meio evidenciando a presença das sementes. Pelotas-RS 2020.....	18
Figura 4. Flor de pitaia. Imagem: Google 2022.	18
Figura 5. Flor de pitaia após polinização. Arroio do Padre-RS 2020.	19
Figura 6. Processo de germinação de sementes de pitaia após retirada da mucilagem. Pelotas-RS 2020.	23
Figura 7. Fruto de pitaia de polpa vermelha (<i>Hylocereus polyrhizus</i>). Pelotas-RS 2020.	37
Figura 8. A (sementes extraídas por água), B (sementes extraídas por areia), C (sementes extraídas por fermentação) e D (sementes extraídas por liquidificador). Secagem de sementes de pitaia submetidas a diferentes formas de extração. Pelotas-RS 2020.....	38
Figura 9. Sementes de pitaia sem a presença de mucilagem. Pelotas-RS 2020.	38
Figura 10. Adaptação com voal utilizado para o envelhecimento acelerado com sementes de pitaia. Pelotas-RS 2020.	39
Figura 11. Amostra de uma repetição composta de 25 sementes de pitaia em processo de pesagem após secar em papel toalha. Pelotas-RS 2021.....	46
Figura 12. Curva de embebição de sementes de <i>Hylocereus undatus</i> . Pelotas-RS 2021.	47
Figura 13. Incisão longitudinal através do tegumento e cotilédones em sementes de pitaia. Pelotas-RS 2020.	51
Figura 14. Caracterização inicial da germinação e primeira contagem da germinação de lotes de sementes de pitaia.	52
Figura 15. Padrões de coloração do teste de tetrazólio em sementes de pitaia. Pelotas-RS 2020.	53
Figura 16. Sementes de pitaia coloridas pelo sal de tetrazolio. Pelotas-RS 2020....	54
Figura 17. Visualização de plântulas de pitaia coloridas pelo sal de tetrazolio visualizadas por lupa. Pelotas-RS 2020.	55
Figura 18. Visualização de plântulas de pitaia coloridas pelo sal de tetrazolio sob concentração de 0,5 e 0,25 por uma hora. Pelotas-RS 2020.....	56

Figura 19. Incidência de fungos em sementes de pitaia de polpa rosa em diferentes períodos de armazenamento (6 meses, 1 ano e 2 anos). Pelotas-RS 2021.	60
Figura 20. Incidência de fungos em sementes de pitaia de polpa branca em diferentes períodos de armazenamento (6 meses, 1 ano e 2 anos). Pelotas-RS 2021.	61
Figura 21. Bandejas de plástico contendo areia e semeadas com sementes de pitaia de polpa rosa e polpa branca. Pelotas-RS 2020.	64
Figura 22. Avaliação de plântulas de pitaia emergidas em areia. Pelotas-RS 2020.	65

Lista de Tabelas

Tabela 1. Composição nutricional de frutos de quatro espécies de pitaia. (Adaptação)	20
Tabela 2. Resumo da análise de variância para as variáveis, primeira contagem, germinação, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado. Pelotas-RS 2020.	41
Tabela 3. Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) das sementes de pitaia a partir de diferentes métodos de extração. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2020.	41
Tabela 4. Plântulas normais provenientes de sementes extraídas a partir de diferentes métodos e submetidas ao teste de envelhecimento acelerado em diferentes temperaturas e tempos de exposição. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2020.	42
Tabela 5. Porcentagem de sementes viáveis submetidas ao teste de tetrazólio com quatro concentrações. Pelotas-RS 2021.	54
Tabela 6. Porcentagem de germinação (G%) de sementes de pitaia de polpa branca e polpa rosa após o armazenamento (6,12 e 24 meses). Pelotas-RS 2021.	62
Tabela 7. Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de pitaia polpa rosa em diferentes profundidades de sementeiras. Pelotas-RS, 2021.	66
Tabela 8. Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de pitaia polpa branca em diferentes profundidades de sementeiras. Pelotas-RS, 2021.	66
Tabela 9. Resumo da análise de variância para as variáveis primeira contagem, plântulas normais, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado.	78

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	13
1.1. Revisão bibliográfica	14
1.1.1. <i>Importância socioeconômica da pitiaia</i>	14
1.1.2. <i>Origem e descrição botânica</i>	15
1.1.3. <i>Propagação</i>	20
1.1.4. <i>Extração de mucilagem em sementes</i>	22
1.1.5. <i>Curva de embebição</i>	24
1.1.6. <i>Tetrazólio</i>	24
1.1.7. <i>Profundidade de semeadura</i>	25
1.1.8. <i>Patologia de sementes</i>	26
1.2. Referências bibliográficas	27
2. CAPÍTULO I - Germinação e vigor de sementes de pitiaia (Hylocereus polyrhizus) submetidas a diferentes formas de extração de mucilagem.....	36
2.1. Introdução	36
2.2. Material e métodos.....	37
2.3. Resultados e discussão	40
2.4. Conclusões	43
3. CAPÍTULO II - Curva de embebição de sementes de pitiaia (Hylocereus undatus (Haw.) Britton & Rose).....	44
3.1. Introdução	44
3.2. Material e métodos.....	45
3.3. Resultados e discussão	47
3.4. Conclusão	48
4. ARTIGO 3 - Teste de tetrazólio em sementes de pitiaia.....	49
4.1. Introdução	49
4.2. Material e métodos.....	50
4.2.1. <i>Local do experimento e aquisição das sementes</i>	50
4.2.2. <i>Caracterização da qualidade inicial dos lotes</i>	50
4.2.3. <i>Adequação do teste de tetrazólio</i>	51
4.3. Resultados e discussão	52
4.4. Conclusão	56
5. ARTIGO 4 - Sanidade em sementes de pitiaia em diferentes períodos de armazenamento	57
5.1. Introdução	57
5.2. Material e métodos.....	58
5.3. Resultados e discussão	59

5.4. Conclusões	62
6. CAPÍTULO V - Diferentes profundidades de semeadura para o teste de emergência de plântulas de pitaia	63
6.1. Introdução	63
6.2. Material e métodos.....	63
6.3. Resultados e discussão	65
6.4. Conclusão	66
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
8. REFERÊNCIAS	68
9. Apendice	78

1. INTRODUÇÃO GERAL

A procura cada vez maior por uma alimentação saudável e balanceada tem levado a um aumento no consumo de frutas e verduras, e a uma maior diversificação pelos consumidores. Um fruto exótico, a pitaita, conhecida como “fruto do dragão” tem chamado a atenção dos consumidores, em virtude de suas características sensoriais e de seu aspecto incomum (CHAGAS et al., 2014).

A pitaita é uma planta originária da América, encontra-se entre as frutíferas tropicais pouco conhecidas, sendo a amarela (*Selenicereus*) possivelmente da Colômbia ou Equador, enquanto a vermelha (*Hylocereus undatus*) é encontrada no México e Guatemala, Costa Rica e El Salvador. Essas plantas pertencem à família *Cactaceae*, e as espécies comerciais são principalmente duas: a de casca vermelha (*Hylocereus undatus*) Britton & Rose e a de casca amarela (*Selenicereus megalanthus*) (Schum ex. Vaupel, Moran) (DONADIO, 2009).

Cactácea epífita, perene e suculenta, a pitaita apresenta caule tipo cladódio, de onde partem numerosas raízes adventícias que permitem o crescimento da planta sobre árvores e pedras em ambientes sombreados de florestas tropicais da América (HERNÁNDEZ, 2000). O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, ficando atrás apenas de China e Índia e na frente dos Estados Unidos (DERAL, 2020).

De acordo os dados do PROHORT, em 2018, avaliando os estados que mais comercializaram pitaita para as CEASAS (Centrais de abastecimento) do Brasil foram: São Paulo (658.750 kg), Rio Grande do Sul (101.246 Kg), Minas Gerais (70.093 Kg), Paraná (55.446 Kg), Santa Catarina (29.718), Espírito Santo (14.306 Kg), Pará (10.902 Kg), Goiás (10.761 Kg), Ceará (1.512), Distrito Federal (218 Kg) e Bahia (141 Kg).

No Rio Grande do Sul tem aproximadamente 650 estabelecimentos agropecuários com cultivo de pitaita, porém o estado é responsável por apenas por 5,80% da produção nacional da fruta (IBGE, 2018).

Para a expansão nas áreas de produção é fundamental a utilização de mudas de qualidade. No caso da pitaita, a reprodução pode ser por meio de sementes ou vegetativa. Porém, as plantas obtidas por sementes podem assemelhar-se a qualquer um dos progenitores, a ambos, ou a nenhum (PIMENTA, 1990), ou seja, é conveniente porque se obtém material com diferente informação genética, apresentando características diversas que podem ser aproveitadas. Assim, as plantas originadas por

meio da propagação sexuada apresentam grande variabilidade, o que torna possível a seleção de materiais com características desejáveis, tais como produtividade, aparência externa, coloração de polpa e melhor adaptação às diferentes condições climáticas (ANDRADE, 2008).

Vários fatores influenciam na propagação da pitiaia, tais como: genótipo, condições fisiológicas da planta-matriz e condições ambientais (PIO et al., 2006). Além disso, ao usar a semente para a propagação a presença de mucilagem, segundo Oliveira et al., (2012), é uma barreira que impede a eficácia do metabolismo das sementes, principalmente por constituir de alguns compostos capazes de inibir a passagem de oxigênio dificultando o processo germinativo. A remoção da mesma mantém potencial fisiológico, sendo um fator de extrema importância para o desenvolvimento da cultura culturas, uniformidade das populações, vigor das plântulas e ausência de doenças.

Considerando a importância de disponibilizar informações mais detalhadas sobre a propagação sexuada dessa cultura, foram realizados experimentos que serão apresentados na forma de capítulos, sendo:

Capítulo 1 - Germinação e vigor de sementes de pitiaia (*Hylocereus polyhizus*) submetidas a diferentes formas de extração de mucilagem

Capítulo 2 - Curva de embebição de sementes de pitiaia (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose)

Capítulo 3 - Teste de tetrazólio em sementes de pitiaia

Capítulo 4 - Sanidade em sementes de pitiaia em diferentes períodos de armazenamento

Capítulo 5 - Diferentes profundidades de semeadura para o teste de emergência de plântulas de pitiaia

1.1. Revisão bibliográfica

1.1.1. Importância socioeconômica da pitiaia

Foi na década de 1990 que se iniciou o cultivo da pitiaia no Brasil, com o plantio da espécie *Hylocereus undatus* no estado de São Paulo, pioneiro no cultivo dessa frutífera, sendo a região de Catanduva a principal produtora. Em meados de 2000 outras espécies do mesmo gênero foram introduzidas no país, como *Hylocereus polyrhizus*, além da descoberta de uma pitiaia nativa do país, denominada pitiaia do

Cerrado ou “Saborosa” (*Selenicereus setaceus*) (Junqueira et al., 2002), registrada também em regiões de brejo de altitude no estado da Paraíba (Torres et al., 2009).

Atualmente São Paulo, Pará, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Ceará, Paraná, Minas Gerais e Goiás destacam-se como os maiores produtores, com São Paulo responsável por 80% da quantidade comercializada na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) em 2019, sendo o 116º produto mais comercializado (CEAGESP, 2020).

Em São Paulo, a pitáia é produzida em 49 municípios, com algumas regiões em destaque de produção, devido a quantidade produzida tais como: Amparo, Presidente Prudente e São José do Rio Preto são as mais importantes, e as cidades de Itupeva, Narandiba, Cedral, Arthur Nogueira e Ourinhos, juntas, são responsáveis por mais de 50% da produção do estado (QUERUBIM, 2019).

No Rio Grande do Sul, a produção da pitáia no nicho é uma opção para a diversificação da produção, chegando a ser comercializada por cerca de R\$ 30,00 o quilo. Os frutos, de modo geral, são os que apresentam maior importância econômica, e podem ser comercializados na forma de fruta fresca e polpa, ou industrializados, na forma de geleias, doces, bebidas e sorvetes. Nesse Estado, os municípios de Arroio do Padre, Novo Hamburgo, Vale do Taquari, Boa Esperança produzem as espécies *Hylocereus undatus*, *Hylocereus polyrhizus* e alguns produtores cultivam a pitaya ‘Golden’ (Híbrido entre *Hylocereus undatus* x *Selenicereus*), que embora seja pouco conhecida no mercado; porém apostam no seu crescimento devido a sua característica de não possuir espinhos.

1.1.2. Origem e descrição botânica

A pitáia (*Hylocereus* spp.) pertence à família das Cactaceae, a qual apresenta aproximadamente 84 gêneros e 1.400 espécies, originárias das Américas (Norte, Central e Sul) abrangendo desde as zonas costeiras, passando pelas montanhas e florestas tropicais, sendo adaptáveis a novos ambientes (LUDERS; MC MAHON, 2006). É conhecida por ter sido utilizada durante milhares de anos pelos povos indígenas das Américas (ORTIZ-HERNÁNDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012), tendo seu centro de origem em regiões áridas e semi-áridas do México, Peru, Argentina e Chile (WALLACE; GIBSON, 2002). Em meados do século XIX, a pitáia foi introduzida por sacerdotes franceses na “Indochina”, formada por Vietnã, Laos e Camboja.

As palavras “pitaia” e “pitahaya” são originárias do idioma taíno, pertencente à família linguística arahuaca, e significa fruta escamosa (SILVA, 2014). Descrito pela autora Silva, o primeiro registro escrito sobre as pitaias data do ano 1494, em que Pedro Mártir de Anglería, estudioso e historiador do descobrimento das Américas pelos espanhóis, relatou: “Hay otro árbol que nace en las hendeduras de las piedras, no en buen suelo; se lla-ma pytahaya”.

Na América Latina existem diferentes espécies cultivadas que são comumente denominadas pitaias, o que torna a classificação botânica difícil. No entanto, todas as espécies estão agrupadas em quatro gêneros principais: *Stenocereus* (BRITTON & ROSE), *Cereus* (Mill), *Selenicereus* (RICCOB) e *Hylocereus* (BRITTON & ROSE) (Britton; Rose, 1963). As mais conhecidas são a pitaia ‘amarela’ ou ‘colombiana’ [*Selenicereus megalanthus* (K. Schum. Ex Vaupel) Moran], que possui a casca amarela, com espinhos, e polpa branca, e a pitaia ‘vermelha’, cujos frutos podem possuir casca vermelha e polpa branca [*Hylocereus undatus* (HAWORTH) Britton & Rose ex Britton] ou vermelha (*Hylocereus polyrhizus* F.A.C. Weber ex. K. Schumann) Britton & Rose. Há ainda uma subespécie de *H. undatus* (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britt. & Rose subsp. *luteocarpus*) que possui a casca amarela e polpa branca, e apresenta frutos alongados.

No Brasil, as cactáceas estão caracterizadas por 37 gêneros, ocorrendo em ambientes diversos como Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica (CALVENTE, 2010). As espécies dessa família são adaptadas a ambientes quentes ou áridos, apresentando variação anatômica e capacidade fisiológica de conservar água. O cladódio que consiste em uma modificação caulinar na presença de ramos especializados, morfologicamente similares a folhas, que garantem, assim como as folhas, funções de respiração, fotossíntese e reserva de nutrientes. No país, há uma espécie nativa do Cerrado brasileiro, conhecida como pitaya ‘baby’ ou ‘saborosa’, [*Hylocereus setaceus* (Salm Dyck ex DC.) Ralf Bauer], que apresenta casca vermelha, com espinhos, e polpa branca (Junqueira et al., 2002), e que já está sendo cultivada em pequenas áreas.

Lima (2013) caracterizou a pitaia como sendo uma planta perene, que geralmente cresce sobre árvores, muros ou pedras. As plantas desenvolvem numerosas raízes adventícias que contribuem na absorção de nutrientes e na fixação da planta à estrutura. Os cladódios (segmentos de caules) são triangulares, suculentos e apresentam espinhos com 2 a 4 mm de comprimento.



Figura 1. Fruto de pitaia de polpa branca (*Hylocereus undatus*). Pelotas-RS 2020.



Figura 2. Fruto de pitaia de polpa rosa (*Hylocereus polyrhizus*). Pelotas-RS 2020.

Os frutos são globosos ou subglobosos, com diâmetro variável, podendo ser de coloração amarela ou vermelha, coberto com brácteas ou espinhos. Sua polpa pode apresentar a coloração branca ou rosa e é rica em fibras com excelentes qualidades digestivas e de baixo teor calórico. As sementes são negras, obovadas, de 2-3 mm de largura, em grande quantidade e com elevada capacidade de germinação (ORTIZ-HERNÁNDEZ, 2000).



Figura 3. Frutos de pitaya de polpa branca e vermelha repartidas ao meio evidenciando a presença das sementes. Pelotas-RS 2020.

As pitaias apresentam flores hermafroditas, grandes (cerca de 30 cm de comprimento), aromáticas e brancas (BARBEAU, 1990), com numerosos estames, arranjados em duas fileiras ao redor do pistilo, formado por 14 a 28 estiletos de cor creme. O pólen é abundante e de cor amarela (DONADIO, 2009). A coloração das sépalas é variável com a espécie, podendo ser totalmente esverdeadas ou apresentar os ápices avermelhados. De modo geral, o estigma é mais elevado que as anteras, impedindo a autopolinização, porém há muita variabilidade. A antese ocorre à noite, iniciando-se no fim da tarde, e as flores só abrem uma vez. O fechamento ocorre na manhã seguinte, sendo que em dias nublados leva-se mais tempo para que ocorra seu fechamento.



Figura 4. Flor de pitaya. Imagem: Google 2022.



Figura 5. Flor de pitaia após polinização. Arroio do Padre-RS 2020.

É uma espécie que possui picos de florada no verão e apresenta um florescimento médio durante o ano, chegando a registrar de 4 a 6 picos dependendo da região, pois é uma espécie dependente do fotoperíodo, caracterizando-se como de dias longos (LUDERS; MC MAHON, 2006) e para se ter uma boa floração, alguns fatores são determinantes como umidade, luz, temperatura e macro e micronutrientes. A polpa dos frutos é formada a partir do desenvolvimento do ovário e a casca a partir do receptáculo que circunda o ovário (MIZRAHI; NERD, 1999).

Os frutos de pitaia são fonte de vitaminas e minerais, apresentando alto teor de potássio (Tabela 1) (SILVA, 2014).

No Brasil até o presente momento, no que diz respeito à polinização foram verificadas abelhas e mariposas, e em algumas variedades ou espécies pode haver autopolinização, o que leva à busca, nos dias atuais, de variedades auto férteis, pois com isso, ocorre a diminuição da mão de obra, deixando o cruzamento por conta dos insetos. Porém algumas variedades necessitam de polinização cruzada, por serem auto incompatíveis. Contudo, os produtores de pitaia optam, em seus novos plantios, por variedades que tenham sua fecundação sem a interferência do homem (pela polinização manual) para a obtenção de produções comerciais, garantindo assim que haja fecundação das plantas e a máxima frutificação no pomar.

As plantas de pitaia originárias de semente apresentam dois tipos de raízes: a principal, que se desenvolve a partir da radícula e, depois de algum tempo, se atrofia, e raízes adventícias, basais e aéreas. As raízes adventícias basais são originárias de parte do cladódio que está abaixo do substrato. São compridas, delgadas, ramificadas e se distribuem superficialmente sobre o solo. As aéreas aparecem distintamente ao longo dos cladódios, principalmente em sua base mais plana, as quais servem, para

fixar as plantas ao tutor, e também absorvem água e nutrientes, (HERNÁNDEZ CRISANTO, 2006). As pitaias propagadas vegetativamente por meio de estacas apenas desenvolvem raízes adventícias, carecendo de raiz principal. As raízes são originadas da região do periciclo, e se dirigem à epiderme, passando pelo córtex (CAVALCANTE, 2008).

Tabela 1. Composição nutricional de frutos de quatro espécies de pitaias. (Adaptação)

Composição nutricional (100g de polpa)	<i>H. undatus</i>	<i>H. polyrhizus</i>	<i>H. megalanthus</i>	<i>H. setaceus</i>
Água (g)	85,93 -89,4	82,5-86,13	85,4-89,4	77,23-81,39
Proteínas (g)	0,5-1,92	0,159-1,13	0,5	1,48-1,70
Gorduras (g)	0,1	0,21-0,61	0,1	0
Carboidratos (g)	11,6-12,4	11,69-12,99	9,2	14,75-16,51
Fibras (g)	0,31-0,43	0,33-0,37	0,3	0,74-0,90
Cinzas (g)	0,06-0,9	0,35-0,37	0,5	0,74-0,90
Cálcio (mg)	6-7,5	0	6,0-10	28,46-30,74
Fósforo (mg)	19	0	16-19	10,38-14,62
Ferro (mg)	0,4	0	0,3	2,28-2,32
Potássio (mg)	272,6	0	0	323,01-329,19
Magnésio (mg)	36,6	0	0	264,58-267,02
Niamicina (mg)	0,2	0	0,2	0
Vit.C (mg)	25-32,27	8-34,24	4,0-25	17,31
Sólidos Solúveis (°brix)	7,5-12,5	10,99-18,48	16,3-17,3	13,4-15,8
pH	4,64-5,70	5,31-5,34	4,85-5,08	5,14-5,25

Fonte: Castillo Martínez e Calix de Dios, 1996; Crane e Balerdi, 2003; Rodrigues, 2010, Choo e Yong, 2011; Brunini e Cardoso, 2011; Abreu et al., 2012; Lima et al., 2013

1.1.3. Propagação

A pitaias pode ser propagada por via sexuada e assexuada (vegetativa), sendo utilizada a propagação via semente na área de melhoramento, uma vez que plantas geradas por este método, além de apresentarem variabilidade, gerando desuniformidade, apresentam um tempo mais longo para a frutificação, o que não é desejado em cultivos comerciais (FRANZON, 2010).

As sementes apresentam grande capacidade de germinação, com valores superiores a 80%, e germinam em uma ampla faixa de temperatura (ELA 'OBEIDY,

2006, KATAOKA et al., 2013). As sementes podem ser armazenadas por um ano, mantendo alta germinação, se mantidas em ambiente seco e sob temperatura de 4°C (KATAOKA et al., 2013).

Outra possibilidade para a multiplicação da pitaia é a propagação vegetativa, que possibilita manter as características genéticas da planta matriz. As mudas podem ser produzidas por meio de estacas provenientes da segmentação do cladódio (caule fotossintetizante), plantadas diretamente no campo ou em viveiros exclusivos para a sua produção (LONE et al., 2020).

Dentre os métodos de propagação assexuada, a estaquia é uma forma de propagação comumente realizada para a pitaia, por ser uma forma rápida e barata, utilizando-se, muitas vezes, materiais residuais da poda. Geralmente, os próprios produtores realizam a multiplicação de suas plantas quando desejam aumentar a área de cultivo, selecionando materiais de plantas que apresentem as características desejadas (SILVA, 2014).

Plantas oriundas de estacas iniciam o florescimento entre um e dois anos após o plantio. Além da precocidade na produção, a propagação por estaquia é a forma mais prática para a obtenção de pomares uniformes, devido à manutenção das características fenológicas e de qualidade de frutos, necessárias para facilitar o mercado (GUNASENA et al., 2007). Para a estaquia, podem ser utilizados cladódios inteiros (GUNASENA et al., 2007) ou segmentos (SILVA et al., 2006, Bastos et al., 2006, CAVALLARI et al., 2008, Marques et al., 2011b), utilizados quando a quantidade de material vegetativo é escassa, não sendo necessária a prévia cura do material vegetativo (ANDRADE et al., 2007) nem a aplicação de reguladores vegetais exógenos para o sucesso do enraizamento (SANTOS et al., 2010).

A enxertia é uma prática muito utilizada na fruticultura sendo, nas cactáceas, realizada principalmente em espécies ornamentais (MONDRAGON-JACOBO; BORDELON, 1996). Com a união das partes de duas plantas, que podem ser de uma mesma espécie ou até mesmo de gêneros diferentes, há a junção de características favoráveis, como vigor e tolerância com outros fatores bióticos e abióticos adversos das plantas enxertadas. Esta prática ainda não é utilizada comercialmente, porém, em virtude das vantagens que proporciona, apresenta potencial para utilização em condições específicas.

A propagação *in vitro* também é uma opção de propagação assexuada, sendo indicado em ocasiões quando o material vegetativo que se deseja multiplicar é muito

escasso e de grande importância, uma vez que é um método relativamente caro e que necessita de uma estrutura e profissionais especializados, podendo ser um método utilizado para a conservação de germoplasma. Vários autores relatam que é possível a propagação *in vitro*, com sucesso, de *H. undatus* (MOHAMED-YASSEN, 2002; DAHANAYAKE; RANAWAKE, 2011), *H. polyrhizus* (KARI et al., 2010), *H. costaricensis* (VIÑAS et al., 2012) e *H. megalanthus* (PELAH et al., 2002; CREUCÍ et al., 2011).

1.1.4. Extração de mucilagem em sementes

O uso de sementes com alto potencial fisiológico e qualidade sanitária é um fator de suma importância para o sucesso da cultura por meio da uniformidade da população, ausência de doenças transmitidas por sementes, vigor das plantas e produtividade (ÁVILA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2012). No entanto, a obtenção de lotes com elevado potencial fisiológico pode ser afetada pela presença da mucilagem aderida às sementes.

A presença dessa mucilagem pode ser prejudicial à germinação e ao desenvolvimento das plântulas por favorecer a incidência de micro-organismos ou conter substâncias inibidoras do metabolismo germinativo (CARMONA et al., 1994; FREITAS et al., 2011), uma vez que, essa mucilagem pode servir como meio de disseminação para esses micro-organismos (MARTINS et al., 2004). Além disso, compostos presentes na mucilagem, como é o caso do fenol, pode ser uma das causas da dormência em algumas sementes de frutíferas carnosas, limitando o suprimento de oxigênio necessário para o embrião durante a germinação (TAYLORSON; HENDRICKS, 1977). Assim sendo, a remoção da mucilagem pode contribuir para a manutenção do potencial fisiológico das sementes.

Em sementes de maracujazeiro a germinação é influenciada pela ação de substâncias reguladoras do crescimento presentes na mucilagem e no arilo que envolve as sementes, contribuindo assim para uma germinação desuniforme, a mucilagem e o arilo devem ser retirados, objetivando assim máxima germinação e emergência de plântulas (PEREIRA; DIAS; 2000).

Em trabalhos desenvolvidos por De Aguiar (2014) e Alves (2012), em estudo com retirada de mucilagem em sementes de maracujazeiro e pitaita, resultados que corroborando assim, com as afirmações que a remoção da mucilagem influencia a germinação e vigor das sementes.

Camargo et, al (2017), também obteve bons resultados ao uso de areia para extração de mucilagem, obtendo resultados satisfatórios na emergência e no desenvolvimento de plântulas, sendo estes procedimentos de fácil execução, colaborando para otimização do processo produtivo, sendo indicados.

De maneira análoga aos resultados citados, as sementes de tomateiro *Solanum lycopersicum*, a mucilagem interfere na germinação desuniforme, prejudicando o crescimento e desenvolvimento da planta, susceptível a micro-organismos (DE PAULO et al., 2019).

Dentre os métodos utilizados, a utilização de ácido, é comumente empregada para retirada de mucilagem, torna-se perigoso, uma vez que o manuseio incorreto pode causar riscos e comprometer a integridade física do manipulante, assim como danos ao meio ambiente (DE PAULO et al., 2019).

Assim sendo, a retirada da mucilagem por meio de métodos rápidos e práticos se faz necessária para otimizar o sistema de produção sem causar riscos ao produtor e o meio ambiente, melhorando ainda a sua renda. Deste modo, estudos que evidenciem melhores métodos de retirada de mucilagem por meios naturais ou alternativos, de baixo custo e que evidencie melhoria na qualidade fisiológica das sementes, assim como o do presente trabalho.



Figura 6. Processo de germinação de sementes de pitaia após retirada da mucilagem. Pelotas-RS 2020.

1.1.5. Curva de embebição

O processo de absorção de água pelas sementes é uma etapa primordial para o início da germinação, caracterizada pela protrusão da raiz primária, que apenas se completa quando o teor de água da semente exceder um valor crítico que possibilite a ativação dos processos metabólicos (CANGUSSU et al., 2012).

Esse processo segue um padrão trifásico em que a fase inicial (fase I) constitui um fenômeno físico. Na segunda etapa (fase II) ocorrem atividades metabólicas e as reservas são convertidas em compostos mais simples para serem utilizados na germinação (BEWLEY; BLACK, 1994). A absorção nessa fase é lenta, de 8 a 10 vezes menos intensa que a anterior a curva de embebição está relacionada com o estudo de permeabilidade do tegumento, e na determinação do período de absorção em sementes tratadas com reguladores vegetais, condicionamento osmótico e pré-hidratação em sementes (ALBUQUERQUE et al., 2000; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). A quantidade de água absorvida pela semente depende da espécie, cultivar, fatores ambientais e características da própria semente, como: composição química, teor de umidade inicial e a constituição do tegumento.

Para a cultura da pitia o seu comportamento quanto a curva de embebição é desconhecido, sendo necessário maiores estudos a respeito dessa etapa tão importante no que diz respeito a germinação.

1.1.6. Tetrazólio

O teste de tetrazólio surgiu como uma alternativa complementar promissora para a avaliação da germinação e vigor das sementes, visto que nesse teste não ocorre a germinação das sementes e os microrganismos danosos às plântulas não se manifestam e, geralmente não interferem nos resultados. Essa característica é mencionada por vários autores como uma limitação deste teste (DELOUCHE et al., 1976; MARCOS FILHO, 1987).

Por estar fundamentado na caracterização dos tecidos vivos da semente e por permitir a identificação de agentes causadores da redução da sua qualidade fisiológica, como os danos mecânicos (imediatos e latentes), os danos por percevejo e os danos por umidade, no caso da soja (*Glycine max*), se apresenta como uma ferramenta estratégica para a gestão da qualidade fisiológica da semente, tanto no seu processo

de produção, como na colheita, na secagem, no beneficiamento, no armazenamento e na comercialização (FRANÇA; KRZYZANOWSKI, 2018).

Em estudo desenvolvido por Sarmiento et al, (2013), sementes de de goiabeira-serrana possuem germinação lenta e desuniforme, portanto o emprego do teste de tetrazólio poderia otimizar a previsão da viabilidade das sementes, para tanto o estudo evidenciou que utilização da solução de tetrazólio com concentração de 0,5% e tempo de exposição de duas horas permitiu a leitura correta do teste, o período de imersão das sementes na solução do sal de tetrazólio permitiu intensidade e uniformidade de coloração no tecido embrionário.

Além de diagnosticar a viabilidade e o vigor dos lotes de sementes, o tetrazólio oferece descrição minuciosa das possíveis causas responsáveis pela queda da qualidade, como mencionado anteriormente. Além desses danos o teste consegue detectar ainda danos por secagem, estresse hídrico e de geada (FRANÇA et al., 1998).

O tetrazólio é um método bioquímico rápido, que fornece a viabilidade e o vigor das sementes, através da alteração da coloração dos tecidos vivos na presença da solução cloreto 2,3,5 trifeniltetrazólio, essa modificação na coloração reflete a atividade de enzimas específicas, que estão relacionados com a viabilidade e ao vigor das sementes (MARCOS et al., 1987). Cabe ressaltar a importância desse teste quanto aos seus resultados, precisão e rapidez.

1.1.7. Profundidade de semeadura

A qualidade da semeadura de uma cultura é de fundamental importância para garantir um estande final adequado. De acordo com Silva et al. (2008), um dos fatores a serem considerados em uma operação de semeadura é a profundidade de deposição das sementes, que pode afetar sua germinação, sendo condicionada pela temperatura, teor de água e tipo de solo, dentre outros fatores.

Caso essas sementes sejam semeadas em maior profundidade, poderá causar prejuízos à emergência das plântulas, decorrente do maior gasto de energia da plântula na emergência, com reflexos no vigor inicial da cultura (BOTTEGA, 2014). Enquanto que quando ficam expostas na superfície do solo, as sementes têm maior dificuldade de absorver água devido a menor superfície de contato com o solo e consequentemente interferindo negativamente no processo de germinação (DIAS-FILHO, 2012).

A profundidade de semeadura escolhida pelo produtor deve atender as demandas das sementes devido aos efeitos diretos ao número de plântulas emergidas, velocidade de emergência de plântulas. (ZUFFO et al., 2014; FREIRE et al., 2014).

Em estudo com diferentes profundidades para sementes de melão, a profundidade de semeadura mais adequada utilizada em estudo com sementes de melão Redondo Gaúcho é de 1,5 cm, havendo diminuição significativa na percentagem de plântulas emergidas e no índice de velocidade de emergência de plântulas a medida que a profundidade de semeadura adotada aumentar (STROJAKI, 2016).

Assim como estudos de Alves (2008) e Fernandes (2017), corroboram os resultados encontrados sobre a profundidade de semeadura de frutíferas, onde os resultados encontrados corroboraram com o acima citado, confirmando que quanto maior a profundidade de semeadura, menor o índice de emergência, assim como menores plantas por linha, havendo assim um estande desuniforme de plantas a campo.

1.1.8. Patologia de sementes

A qualidade das sementes é dada por um conjunto de atributos que determinam o desempenho a campo, como os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários (MARCOS FILHO, 2015).

A qualidade sanitária está relacionada à presença e ocorrência de fungos, bactérias, vírus e insetos que causam doenças ou danos e, posteriormente, reduções na qualidade e produtividade nas populações florestais (FERREIRA e BORGHETTI, 2004). Sabendo que em torno de 90% das culturas utilizadas para alimentação são propagadas por sementes, que dentre essas, nove são consideradas de grande importância: soja (*Glycine max*), trigo (*Triticum*), arroz (*Oryza sativa*), milho (*Zea mays*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), amendoim (*Arachis hypogaea*), sorgo (*Sorghum bicolor*), cevada (*Hordeum vulgare*) e beterraba (*Beta vulgaris esculenta*), e que todas podem ser afetadas por patógenos transmitidos através da semente (NEERGAARD, 1979).

Assim, os testes de sanidade têm como objetivo determinar a condição sanitária da amostra de sementes e, por inferência, a qualidade do lote, ressaltando assim a importância dos testes (OLIVEIRA et al., 2018).

A detecção de patógenos em sementes pode ser realizada por meio da observação dos protocolos descritos por Brasil (2009): *Blotter test*, plaquamento em

meio de cultura seletivo e métodos bioquímicos e abrange a utilização de Elisa (do inglês *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*), PCR e microscopia.

Apesar da relevância da sanidade para as sementes, são escassas as informações sobre a cultura da pitáia, o que ressalta a importância das pesquisas a respeito desse tema.

1.2. Referências bibliográficas

ABREU, W. C.; LOPES, C. O.; PINTO, K. M.; OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, G. B. M.; BARCELOS, M. F. P. Características físico-químicas e atividade antioxidante total de pitáias vermelha e branca. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.71, n. 4, p. 656-61, 2012.

ALBUQUERQUE, M. C. F.; RODRIGUES, T. J. D.; MENDONÇA, E. A. F. Absorção de água por sementes de *Crotalaria spectabili* Roth. determinada em diferentes temperaturas e disponibilidade hídrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v.22, n.1, p.206-215, 2000.

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**, Jaboticabal, v.29, n.1, p.183-186, 2007.

ÁVILA, M. R. et al. Componentes do rendimento, teores de isoflavonas, proteínas, óleo e qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 29, n. 3, p. 111-127, 2007.

BARBEAU, G. La pitahaya rouge, un nouveau fruit exotique. **Fruits**, Paris, v. 45, n.2, p 141-147, 1990.

BASTOS, D. C., PIO, R., SCARPARE FILHO, J. A., LIBARDI, M. N., ALMEIDA, L. F. P. D., GALUCHI, T. P. D., BAKKER, S. T. Propagação da pitaya 'vermelha' por estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v.30, n.6, p.1106-1109, 2006.

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

BOTTEGA, L. E, BRAIDO, R; PIAZZETA, H. V. P; NETO, A. M. O; GUERRA. N. Efeitos da profundidade e velocidade de semeadura na implantação da cultura do milho. *Pesquisa agropecuária de Pernambuco, Recife*, v. 19, n. 2, p. 74-78, jul./dez. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009). *Manual de Análise Sanitária de Sementes*. Brasília: Mapa/ACS, 2009 a. 200p. Disponível em:<<https://www.abrates.org.br/files/manual-de-analise-sanitaria-de-sementes.pdf>> e Acesso: 20 abril 2022.

BRITTON, N. L., ROSE, J. N. **The Cactaceae: Descriptions and Illustrations of Plants of the Cactus Family**. Devor Publications: New York, 1963.1v.

BRUNINI, M. A.; CARDOSO, S. S. Qualidade de pitaias de polpa branca armazenadas em diferentes temperaturas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p.78-84, 2011.

CANGUSSÚ, I. V. S; ASSIS, M. O; SOUZA, A. M. S; RODRIGUES, B. R. A; VELOSO, C. S; MOTA, W. F. Determinação da curva de embebição de sementes de coentro pelo método de imersão em água. **Horticultura Brasileira**, Brasília-DF, v. 30, n. 2, julho 2012.

CAVALCANTE, I. H. L. **Pitaya: propagação e crescimento de plantas**. 2008. 94 F.Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2008.

CALVENTE, A. Filogenia molecular, evolução e sistemática de *Rhipsalis* (Cactaceae). 2010. 185f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, Botânica) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

CARMONA, R.; REZENDE, L. P.; PARENTE, T. V. Extração química de sementes de gabioba (*Campomanesia adamantium* Camb.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 16, n. 1, p. 31-11, 1994.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 588p.

CAVALLARI, L. L.; SILVA, A. C. C.; HOJO, R. H.; MATINS, A. B. G. Enraizamento de estacas de pitaya. In: Reunião Anual da ISTH, 54: Vitória, ES, 2008. **Livro de Resumos da LIV Reunião Anual da Sociedade Interamericana de Horticultura Tropical, 2008**. 1 CD-ROM.

CASTILLO MARTÍNEZ, R.; CÁLIX DE DIOS, H.; Contenido nutricional de três especies de pitahaya (*Hylocereus*). **Agricultura tropical**, Colômbia, v. 33, n. 1, p.86-92, 1996.

CEAGESP. **Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo**. Dados 2020. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br>> Acesso: 20 abril 2022.

CHAGAS, E. A; FLORES, P. S; PIO, R; CHAGAS, P. C; ARAUJO, P. M.R; MAGALHÃES, P. M. Pitaya. In: Pasqual; M.; CHAGAS, E. A. (Org.). Cultura de tecidos em espécies frutíferas. Boa Vista: [s.n.], 2014.

CHOO, W. S.; YONG, W. K. Antioxidant properties of two species of *Hylocereus* fruits. **Advances in Applied Science Research**, Kumbha Nagar, v. 2, n. 3, p. 418-425, 2011.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Boletim Prohort: Redução na demanda por frutas favorece preços baixos da laranja e mamão: Brasília: **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4510-boletim-prohort-reducao-na-demanda-por-frutas-favorece-precos-baixos-da-laranja-e-mamao>. Acesso: 22 abril 2022.

CREUCÍ, M. C.; TAMOYO, F. O.; MUÑOZ, J. E.; MORALES, J. G.; SUÁREZ, R. S.; SANDOVAL, C. L.; MARTÍNEZ, M. A.; CAÑAR, D. Y.; PEÑA, R. D.; SÁNCHEZ, E.P.; GALÍNDEZ, E. M.; ROJAS, R. D.; JIMÉNEZ, J. R.. BENAVIDES, A. E.; PÉREZ, L. F. Enfoque multidisciplinario para solución en el agro colombiano: el caso pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus*. **Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas**, Colômbia, v. 23, p. 52-64, 2011.

DAHANAYAKE, N.; RANAWAKE, A. L. Regeneration of dragon fruit (*Hylecereus undatus*) plantlets from leaf and stem explants. **Tropical Agricultural Research & Extension**, Peradeniya, v. 14, n. 4, p. 85-89, 2011.

DELOUCHE, J. C.; STILL, T. W.; RASPET, M.; LIENHARD, M. O teste tetrazólio para viabilidade da semente. Tradução: Flávio F. Rocha, Brasília: AGIPLAN, 1976. 103p.

DIAS-FILHO, M. B. **Formação e manejo de pastagens**, Belem-PA: Embrapa Amazonica Oriental, 2012 . 9p. (Comunicado Técnico, 235).

DONADIO, L. C. Pitaya. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 0-0, 2009.

DUEÑAS, Y. M., NARVÁEZ, C. E., RESTREPO, L. P. Choque térmico mejora la aptitud al almacenamiento refrigerado de pitaya amarilla. **Agronomía Colombiana**, v. 27, n.1, p.105-110, 2009.

EI OBEIDY, A. A. Mass propagation of pitaya (dragon fruit). **Fruits**, Paris, v. 61, p. 313-319, 2006. Disponível em: <
<https://www.pubhort.org/members/showdocument?series=fruits&pdffile=-bs-actahort-bs-fruits-bs-pdf-bs-2006-bs-05-bs-i6027.pdf&layout=pubhort&action=showdocument&lidvan=ishs&yearfruits=2006&volume=61&issue=5&edpsref=i6027>>. Acesso: 22 abril 2022.

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

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, Documentos, 406, p. 9.1998

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. da. O teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, Documentos, 116, p. 8-18, 22-24, 58, 62. 1998.

FRANZON, R. C; CARPENEDO, S; SILVA, J. V. S. Produção de mudas: Principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Cerrados-Documentos 283, 2010. Online. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77778/1/doc-283.pdf> . Acesso: 12 maio, 2022.

FREITAS, S. J. et al. Métodos de remoção da sarcotesta na germinação de Sementes de jaracatiá. **Revista Árvore**. Viçosa-MG, v. 35, n. 1, p. 91-96, 2011.

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, 2007. p. 110-142.

HERNÁNDEZ CRISANTO, M. **Caracterización y clasificación morfológica de pitahaya roja (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose) en dos plantaciones comerciales del estado de Yucatán**. Tese (Carrera de Ingeniero Agrónomo com orientación en Fitotecnia). 2006. 92 f. Instituto tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, Tlaxcala, México, 2006.

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 – Documentos (INFOTECA-E), 2002. Online. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/566991/1/doc62.pdf> > Acesso: 21 abril 2022.

KARI, R.; LUKMAN, R. L.; ZAINUDDIN, R.; JA'AFAR, H. Basal media for in vitro germination of red-purple dragon fruit *Hylocereus polyrhizus*. **Journal of**

Agrobiotechnology, Gong Badak, v.1, p. 88-93, 2010. Available from:<<http://www.journal.unisza.edu.my>>. Acesso: 21 abril 2022.

KATAOKA; FUKUDA, S.; KOZAI, N.; BEPPU, K; YONEMOTO, Y. Conditions for Seed Germination in Pitaya. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 975, p. 281-286, 2013.

LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COHEN, K. O. GUIMARÃES, T. G. Características físico-químicas, polifenóis e flavonoides amarelos em frutos de espécies de pitaias comerciais e nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 565-570, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452013000200027> . Acesso: 24 abril 2022.

LONE, A.B.; BELTRAME, A.B.; SILVA, D.A.; GUIMARÃES, G.G.F.; HARO, M.M.; MARTINS, R.S. Cultivo de Pitaia.020. 44p. (Epagri. Boletim Técnico, 196).

LUDERS, L., MC MAHON, G. The pitaya or dragon fruit (*Hylocereus undatus*). Australia: Department of Primary Industry, Fisheries and Mines. 2006. Disponível em: https://dpiir.nt.gov.au/data/assets/pdf_file/0004/232933/778.pdf. Acesso: 22 abril 2022.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. da. **Avaliação da qualidade das sementes. Piracicaba**: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz – FEALQ, p. 111, 130, 133. 1987.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2ª edição. Londrina: ABRATES, 2015. 659p.

MARQUES, V. B.; MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A.; CRUZ, M. C. M. Tamanho de cladódios na produção de mudas de pitaya vermelha. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 50-54, 2011b.

MARTINS, C. C; BOVI, M. L. A; NAKAGAWA, J; GENTIL, G. J. Temporary storage of jussara palm seeds: effects of time, temperature and pulp on germination and vigor. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, p. 271-276, 2004.

MIZRAHI, Y.; NERD, A. Climbing and columnar cacti—new arid lands fruit crops. In: JANICK, J. (Ed.). **Perspective in new crops and new crops uses**. Alexandria: ASHS, p. 358-366, 1999.

MOHAMED-YASSEEN, Y. Micropropagation of pitaya (*Hylocereus undatus* Britton et rose). **In vitro Cellular & Developmental Biology – Plant**, Heidelberg, v. 38, n. 5, p.427-429, 2002.

MONDRAGON-JACOBO, C.; BORDELON, B. B. Cactus pear (*Opuntia* spp. Cactaceae) breeding for fruit production. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, Dakota Cir, v. 7, p. 19-35, 1996.

OLIVEIRA, L.M.; ARAÚJO, M.M.M.; FLORES, A.V.; WIELEWICKI, A.P.; POLETO, T.; FANTINEL, V.S. Análise da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes florestais. ARAÚJO, M.M.; NAVROSKI, M.C.; SCHORN, L.A. (org.) Produção de sementes e mudas: um enfoque à silvicultura. Santa Maria: Editora UFSM, 2018. p.123-143.

OLIVEIRA, G. P. et al. Avaliação física, fisiológica e sanitária de sementes de soja de duas regiões de Mato Grosso. *Revista Agrarian*, v. 5, n. 16, p. 106-114, 2012.

ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y. D. **Hacia el conocimiento y conservación de la pitahaya (*Hylocereus* sp.)**. Oaxaca, México: IPN-SIBEJ-CONACYT-FMCN, 2000. 124p.

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

OSIPI, E. A. F.; LIMA, C. B.; COSSA, C. A. Influência de métodos de remoção do arilo na qualidade fisiológica de sementes de *Passiflora alata* Curtis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, p. 680-685, 2011. Número Especial.

PELAH, D.; KAUSHIK, R. A.; MIZRAHI, Y.; SITRIT, Y. Organogenesis in the vine cactus *Selenicereus megalanthus* using thidiazuron. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 71, p. 81–84, 2002.

RODRIGUES, L. J. **Desenvolvimento e processamento mínimo de pitaia nativa (*Selenicereus setaceus* Rizz.) do cerrado brasileiro**. 2010. 164 f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

SANTOS, C. M. G.; CERQUEIRA, R. C.; FERNANDES, L. M. S.; DOURADO, F. W.N.; ONO, E. O. Substratos e regulador vegetal no enraizamento de estacas de pitaia. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 625-629, 2010.

SILVA, R. P.; CORA, J. E.; FURLANI, C. E. A.; LOPES, A. Efeito da profundidade de semeadura e de rodas compactadoras submetidas a cargas verticais na temperatura e no teor de água do solo durante a germinação de sementes de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.3, p.929-937, 2008.

SILVA, A.C.C. **Pitaia: melhoramento e produção de mudas**. 2014. 132f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2014.

SILVA, K.B. **Qualidade fisiológica de sementes de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) Penn. classificadas pelo tamanho**. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 1-4, 2015.

SILVA, M.J.S.; LISBÔA, J.F.; LEITE, D.D.F.; SILVA, V.M.; FIGUEIRÊDO, R.M.F. Pitaia: cactácea com características exóticas. In: **Anais do Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências**, CONASPEC, Campina Grande, v.1, 2016.

STROJAKI, Tiago Vinícios; ALVES, Lucas. EFEITO DA PROFUNDIDADE DE SEMEADURA EM ÍNDICES DE VIGOR DE DOIS LOTES DE SEMENTES DE MELÃO (*Cucumis melo*). **Enciclopédia biosfera**, v. 13, n. 24, 2016.

TAYLORSON, R. B.; HENDRICKS, S. B. **Dormancy in seeds**. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 28, n. 1, p. 331-354, 1977.

TORRES, L. B. V., SILVA, S. M., FÉLIX, L. P. Fruit characterization of a *Selenicereus C. F. setaceus* native from brejo micro region. Paraíba, Special Edition. **Acta Horticulturae (ISHS)**, v.811, p.149-154, 2009.

VIÑAS, M.; FERNÁNDEZ-BRENES, M.; AZOFEIRA, A.; JIMÉNEZ, V. M. In vitro propagation of purple pitahaya (*Hylocereus costaricensis* [F.A.C. Weber] Britton & Rose) cv. Cebra. **Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant**, Heidelberg v. 48, n. 5, p. 469-477, 2012.

WALLACE, R. S.; GIBSON, A. C. Evolution and systematic. In: NOBEL, P. (Editor). **Cacti, Biology and uses**. California: University of California Press, 2002. p. 1-21.

2. CAPÍTULO I - Germinação e vigor de sementes de pitaita (*Hylocereus polyrhizus*) submetidas a diferentes formas de extração de mucilagem

2.1. Introdução

A pitaita (*Hylocereus polyrhizus*) é uma planta rústica pertencente à família das Cactáceas, conhecida como “Dragon Fruit” (Fruta do Dragão). Apesar das diferentes espécies, a pitaita rosa de polpa vermelha destaca-se entre os consumidores pela sua polpa de coloração forte e doce que significa alto teor de carboidratos, além de fibras, proteínas, minerais e alto nível de antioxidantes (RUZAINAH et al., 2009; WICHIENTHOT et al., 2010).

Para a expansão da cultura é primordial o uso de mudas de qualidade. No caso dessa frutífera, a propagação pode ser realizada por meio de sementes ou estruturas vegetativas. As sementes são importantes para a obtenção de informação genética devido à sua variabilidade; porém, esse método pode resultar em desuniformidade das mudas e o início da produção de frutos é tardio, comparado ao das plantas provenientes de estacas (MARQUES, 2010). Entretanto, esse tipo de propagação é importante para obtenção de características desejáveis em programas de melhoramento genético da espécie (ELOBEIDY, 2006).

Em relação à pitaita vermelha, a mesma possui em sua polpa sementes lisas e brilhantes revestidas com mucilagem distribuídas em grande quantidade em toda a fruta, coloração negra e forma obovaladas (LE BELLEC et al., 2006).

Segundo Carmona et al. (1994), as sementes de pitaita também possuem uma condição morfológica peculiar que é a presença de mucilagem intimamente aderida a elas, o que pode ocasionar germinação desuniforme, ser prejudicial à germinação e ao desenvolvimento das plântulas por favorecer a incidência de micro-organismos ou conter substâncias inibidoras do metabolismo germinativo, pois as mucilagens são carboidratos (polímeros) de natureza complexa, com estrutura altamente ramificada e com duas frações distintas solúveis em água (THANATCHA; PRANEE, 2007).

Outro aspecto a ser considerado para que semente inicie o processo germinativo é a embebição, mas para algumas espécies a mucilagem impede que ocorra este processo (MARCOS FILHO, 2005).

Frente ao exposto, o objetivo do trabalho foi estudar o efeito de diferentes métodos de extração de mucilagem de pitaita rosa de polpa vermelha na germinação e vigor.

2.2. Material e métodos

O experimento foi realizado no Laboratório Didático de Análise de Sementes “Flávio Farias da Rocha” da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPel).

Foram utilizados frutos maduros de pitáia rosa de polpa vermelha (Figura 6), obtidos em um pomar com aproximadamente seis anos de idade, localizado na região de Arroio do Padre-RS.



Figura 7. Fruto de pitáia de polpa vermelha (*Hylocereus polyrhizus*). Pelotas-RS 2020.

Após a colheita, os frutos foram seccionados transversalmente, retirando-se a polpa com as sementes e essas foram, logo em seguida, submetidas aos seguintes tratamentos: extração manual da semente em peneira de nylon (2 mm) + água corrente; extração manual em peneira de nylon + areia com granulometria média; extração manual em peneira de nylon feita após fermentação (polpa, água, 10% sacarose durante 48 horas) e extração em peneira de nylon (polpa + água) na função pulsar no liquidificador com as paletas recobertas com fitas para proteger a semente por três segundos (Figura 7A, B, C e D).

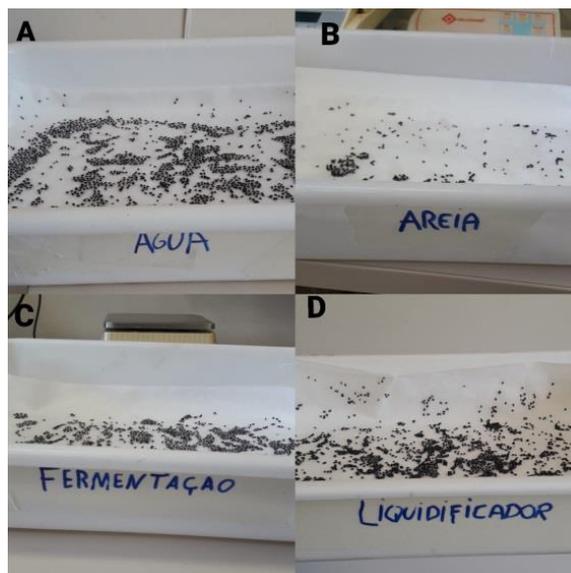


Figura 8. A (sementes extraídas por água), B (sementes extraídas por areia), C (sementes extraídas por fermentação) e D (sementes extraídas por liquidificador). Secagem de sementes de pitaia submetidas a diferentes formas de extração. Pelotas-RS 2020.

Em todos os tratamentos, após a extração da mucilagem as sementes foram lavadas em água corrente e, em seguida, colocadas sobre papel toalha e postas para secar durante 48 horas em ambiente de laboratório em temperatura em torno de 25°C. Após, foram realizados os testes de germinação, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado (vigor) com adaptação para a cultura conforme as regras de análises de sementes (BRASIL, 2009).

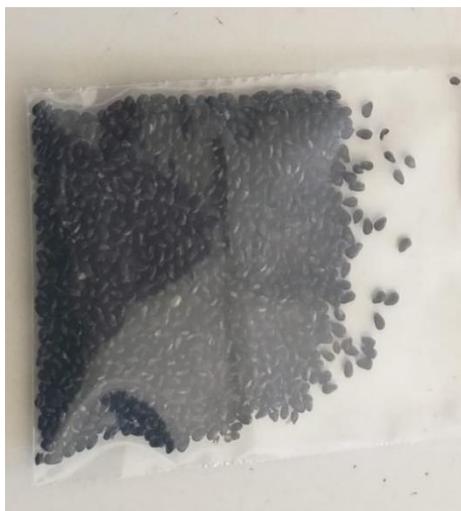


Figura 9. Sementes de pitaia sem a presença de mucilagem. Pelotas-RS 2020.

Para o teste de germinação as sementes foram distribuídas em caixas plásticas tipo “gerbox” (11 x 11 x 3,5 cm) com duas folhas de papel mata borrão previamente umedecidas com água destilada, na quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, mantidas BODs regulada a temperatura constante de 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas, utilizando-se quatro lâmpadas fluorescentes. As avaliações foram realizadas no sétimo e décimo oitavo dia após semeadura. Consideraram-se normais as plântulas com suas estruturas essenciais intactas, com raiz bem desenvolvidas e parte aérea contendo primórdios foliares.

O teste de envelhecimento acelerado foi realizado em caixas plásticas tipo “gerbox” (11 x 11 x 3,5 cm) como compartimento individual, possuindo suspensa em seu interior, tela de alumínio e, devido à dimensão da semente, foi utilizado o tecido voal sobre a tela de alumínio para impedir que ultrapassassem a tela (Figura 9), as quais foram distribuídas de maneira a formarem camada uniforme.



Figura 10. Adaptação com voal utilizado para o envelhecimento acelerado com sementes de pitaiá. Pelotas-RS 2020.

No interior de cada caixa gerbox foi adicionado 40 mL de água destilada. As caixas tampadas foram mantidas em BOD sob diferentes temperaturas (38, 41 e 43°C) e períodos (48 e 72 horas). Ao término destes períodos as sementes foram submetidas ao teste de germinação. As avaliações foram realizadas ao sétimo dia

após semeadura, e os resultados expressos em percentagem de plântulas normais para cada tratamento.

Para a condutividade elétrica foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, pesadas e acondicionadas em copos de plástico descartáveis, com capacidade para 200 mL, contendo 75 mL de água deionizada (RAS, 2009). Em seguida, os copos permaneceram em laboratório com temperatura regulada a 25 °C, e a leitura foi realizada após 24 horas de embebição, em condutivímetro (DIGIMED DM 31) sendo os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial com quatro repetições, sendo cada repetição composta de 200 sementes. Os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

2.3. Resultados e discussão

Conforme a Tabela 2, para a primeira e segunda contagem de plântulas normais estatisticamente não foi significativo quanto aos diferentes métodos de extração.

Alves (2012), ao utilizar o método extração de sementes de pitaia com água e fermentação obteve resultados semelhantes a este trabalho, visto que não houve diferenças estatísticas para a variável primeira contagem.

Os diferentes métodos de extração de semente (água corrente, água corrente + areia, fermentação durante 168 horas, centrifugação com polpa e imersão em ácido sulfúrico) de sementes de jenipapo (*Genipa americana*) avaliados por Bezerra (2015) não influenciaram na porcentagem de germinação, mantendo a viabilidade, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho quando referente a germinação. Em síntese a lavagem em água corrente, fermentação das sementes em água e o uso de areia para extração de mucilagem, além de propiciar resultados satisfatórios na germinação, são procedimentos de fácil execução, que contribuem para a otimização das atividades nas áreas de produção (CAMARGO et al., 2017).

Quando avaliada a condutividade elétrica (Tabela 3) constatou-se efeito significativo ($P > 0,05$) apenas para a variável tempo.

Lima (2017), avaliando a condutividade elétrica em brotos de palma (*Opuntia ficus-indica* Mill) da cultivar Orelha de Elefante, pertencente à família das cactáceas encontrou 6,9 μS , valor semelhante ao obtido neste estudo (7,65 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as variáveis, primeira contagem, germinação, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado. Pelotas-RS 2020.

Primeira contagem			
Fator de Variação	GL	SQ	QM
Método (M)	3	29,66	9,88 ^{NS}
CV (%)		17,81	
Germinação			
Fator de Variação	GL	SQ	QM
Método (M)	3	40,66	13,55 ^{NS}
CV (%)		11,04	
Condutividade elétrica			
Fator de Variação	GL	SQ	QM
Tempo (T)	2	137,32	68,66 *
Método (M)	3	71,97	23,99 ^{NS}
M x T	6	57,11	9,52 ^{NS}
CV (%)		35,88	
Envelhecimento acelerado			
Fator de Variação	GL	SQ	QM
Método (M)	4	136,81	34,20 *
Tempo (T)	1	27,32	27,32 *
Temperatura (P)	2	17,59	8,80 ^{NS}
M x T	3	14,77	4,92 ^{NS}
M x P	6	81,49	13,58 ^{NS}
T x P	2	333,53	166,77 *
M x T x P	5	113,35	22,67 *
CV (%)		12,50	

* e ^{NS} significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste F ($p \leq 0,05$). GL=graus de liberdade; SQ=soma de quadrados; QM=quadrado médio; CV=coeficiente de variação.

Tabela 3. Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) das sementes de pitaiá a partir de diferentes métodos de extração. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2020.

Tempo (horas)	Condutividade
24	7,65 B ^{1/}

^{1/}Médias seguidas por mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Segundo Marcos Filho et al. (2009), testes de vigor são empregues para identificar diferenças de qualidade de diferentes lotes de sementes, para se selecionar lotes mais vigorosos, com maior eficácia do estabelecimento de estande, sob vasta variação de condições ambientais. O envelhecimento acelerado é considerado um dos

testes mais utilizados para a avaliação de vigor e os resultados estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Plântulas normais provenientes de sementes extraídas a partir de diferentes métodos e submetidas ao teste de envelhecimento acelerado em diferentes temperaturas e tempos de exposição. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2020.

Método	Temperatura					
	38°C		41°C		43°C	
	48h	72h	48h	72h	48h	72h
Água	22 Aa ^{1/NS}	22 Aa	23 Aa*	19 Aa	15 Bb ^{NS}	19 Aa
Areia	20 Aa*	25 Aa	22 Aa*	19 Ab	22 ABa ^{NS}	21 Aab
Fermentação	18 Aa ^{NS}	22 Aa	23 Aa*	16 Ab	21 ABa*	22 Aa
Liquidificador	14 Ab*	25 Aa	24 Aa ^{NS}	21 Aa	23 Aa ^{NS}	21 Aa

¹Médias seguidas por mesma letra maiúscula na coluna e médias seguidas por mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). * e ^{NS} significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste “t” ($p \leq 0,05$).

Na temperatura de 38°C e 41°C, nos tempos de exposição de 48 e 72 horas os métodos de extração de sementes não diferenciaram entre si, Santos et al (2018) quando utilizou o método de extração com água corrente, na temperatura de 42°C para o envelhecimento acelerado alcançou um elevado índice de vigor. Em relação aos métodos de extração só houve diferença significativa quando se utilizou a temperatura de 43°C no período de 48 horas, no método com liquidificador e água, sendo os outros tratamentos intermediários.

Na extração feita com água na temperatura de 41°C foi significativa no período de 48 horas de exposição (23%), enquanto nas temperaturas de 38 e 43°C não houve significância no mesmo período, aferindo um maior vigor quando comparado as outras temperaturas, enquanto que no período de 72 horas não foi significativo. Quando comparamos os métodos de extração cabe ressaltar a importância de retirar a mucilagem da semente para obtenção de lotes com elevada qualidade fisiológico (ALVES et al., 2012).

Quando extraída pelo método com areia não apresentou significância no período de 48 horas, porém às 72 horas foi significativo, evidenciando que quando exposto a temperatura de 38°C a 72 horas, o resultado obtido foi satisfatório com relação as demais temperaturas. Todavia quando utilizado o método de extração por

fricção com areia pode ocasionar dano a integridade física do embrião (CAVALCANTE et al., 2014) afetando diretamente a germinação.

No método de fermentação nas 48 horas não houve significância, enquanto no período de 72 horas na temperatura de 41°C foi significativo, apresentando o menor vigor entre eles. Colombo (2019), avaliando a fermentação com polpa e açúcar (10%) para extração de sementes de *Passiflora edulis* Sims obteve resultado de germinação de 37%.

Na extração de sementes com o método do liquidificador no período de 48 horas na temperatura de 38°C (para o envelhecimento acelerado) foi significativo, diferente do período de 72 horas no qual não apresentou diferença estatística. O baixo percentual de germinação deste tratamento além da temperatura e tempo de exposição, também pode ter sofrido interferência devido a forma de extração, pois ao utilizar o liquidificador as sementes podem ter sofrido danos devidos as paletas de metal que compõem o equipamento (CAVALCANTE et al., 2014).

Em síntese, verifica-se que a extração de mucilagem em pitáia não apresentou diferença estatística entre os métodos quanto a germinação, o que é vantajoso, pois o produtor pode optar pelo método mais barato para efetuar tal procedimento. Por outro lado, em relação ao vigor, independentemente do método de extração adotado recomenda-se e a realização do teste de envelhecimento acelerado na temperatura de 38°C por até 72 horas de exposição.

2.4. Conclusões

A extração de mucilagem em sementes de pitáia pode ser realizada utilizando o método com água e areia.

3. CAPÍTULO II - Curva de embebição de sementes de pitaia (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose)

3.1. Introdução

A pitaia é uma cactácea epífita, perene, suculenta que apresenta caule do tipo cladódio, onde surge numerosas raízes adventícias, que permite o crescimento da planta em árvores e pedras situadas em ambientes sombreados de florestas tropicais da América. Está distribuída na Costa Rica, Venezuela, Panamá, Uruguai, Brasil, Colômbia e México, sendo os dois últimos países, os principais produtores mundiais (DONADIO, 2009; ORTIZ-HERNÁNDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012).

No Brasil, a pitaia ainda é pouco cultivada, o que faz com que boa parte do produto disponível no mercado seja importada, aumentando assim seu preço final para o consumidor. Santa Catarina encerrou a safra de pitaia no ano de 2020 com volume estimado em mil toneladas comercializadas, representando um crescimento em torno de 60% em comparação à safra 2019/2020 (EPAGRI, 2021).

A espécie pode ser propagada por sementes ou estruturas vegetativas. Quando propagada via sexuada, há desuniformidade das mudas e o início da produção de frutos é tardio, comparado ao das plantas provenientes de estacas; no entanto, a propagação por sementes é utilizada para a obtenção de variabilidade e em programas de melhoramento da espécie (MARQUES, 2008).

Apesar da importância da semente existem muitos gargalos em relação ao potencial fisiológico destas mesmas; inclusive, pouco se sabe sobre o desempenho de sementes de pitaia produzidas no estado do Rio Grande do Sul.

No que se refere ao processo de embebição, a atividade fisiológica das sementes inicia-se pela absorção de água, da qual resulta na reidratação dos tecidos e desencadeamento dos eventos metabólicos da germinação (ATAIDE et al., 2014). Nesse sentido, o conhecimento das condições ideais para a germinação de sementes, bem como a caracterização do processo germinativo são relevantes para compreender as respostas diferenciadas que possam apresentar em função de fatores ambientais e genéticos.

Diante do exposto, o trabalho objetivou caracterizar a curva de embebição para sementes de pitaia de polpa branca.

3.2. Material e métodos

O estudo foi realizado no Laboratório pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Pelotas.

Os frutos de pitáia de polpa branca (*Hilocereus undatus*) foram provenientes de um pomar localizado em Arroio do Padre-Rio Grande do sul. Após a colheita dos frutos, os mesmos foram deixados durante três dias em laboratório com temperatura ambiente, logo em seguida foi realizada a extração de sementes dos frutos pelo método de extração com peneira de nylon de 2 mm em água corrente.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, utilizando quatro repetições de 25 sementes.

Após a obtenção das sementes de pitáia foi determinada a curva de embebição. Inicialmente, as sementes foram homogeneizadas e, em seguida, procedeu-se a determinação do teor de água pelo método em estufa a $105\pm 3^\circ$ por 24 horas (BRASIL, 2009) com três repetições com 2 gramas de sementes (Figura 10).

A porcentagem de umidade foi calculada com base no peso úmido da semente, aplicando a seguinte equação:

$$\% \text{ Umidade}(U) = \frac{100(P - p)}{P - t}$$

Em que:

P = peso inicial (g), peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;

p = peso final (g), peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;

t = tara (g), peso do recipiente com sua tampa.

O teor de água inicial das sementes de pitáia foi de 10,9%.

A determinação da curva foi elaborada a partir de sementes colocadas para embeber em três camadas de papel do tipo mata borrão em caixa do tipo “gerbox” saturadas com água destilada. A quantidade de água foi determinada utilizando-se 2,5 vezes a massa do papel seco. Foi utilizado 25 sementes por repetição. Em seguida, as sementes foram levadas a câmara de incubação do tipo B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*) Modelo SL-224/U, regulada para manter a temperatura constante de 25 °C e com fotoperíodo de 12 h, durante todo o experimento.

Inicialmente, as sementes foram pesadas utilizando uma balança analítica de precisão (0,0001 g) Modelo MARK M 214A, com intervalo de 60 minutos, entre as pesagens, durante as seis primeiras horas de embebição, após esse tempo o monitoramento do ganho de água foi realizado a cada 2 horas até a protusão da radícula de pelo menos 50% das amostras de cada repetição (Figura 10).

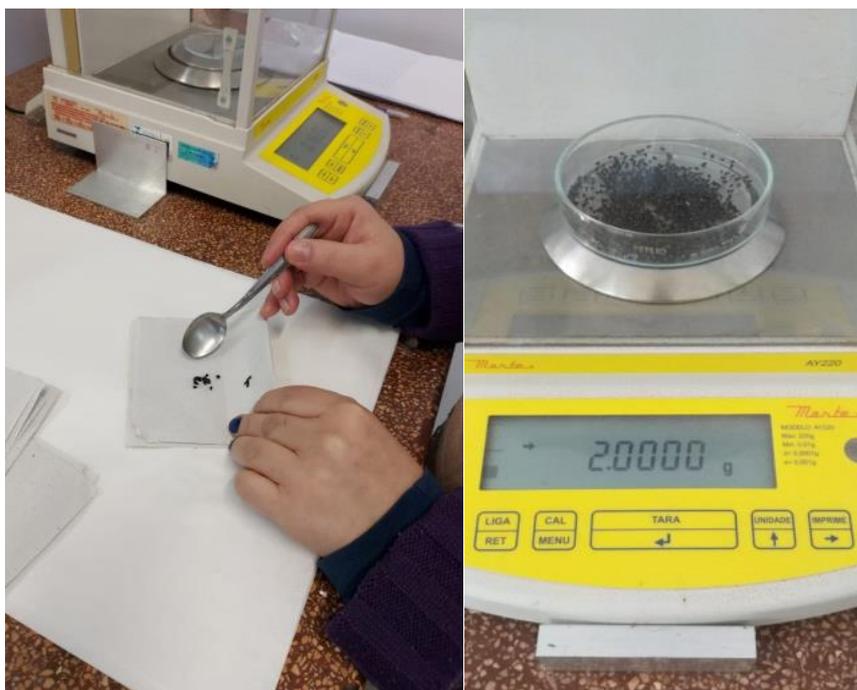


Figura 11. Amostra de uma repetição composta de 25 sementes de pitaia em processo de pesagem após secar em papel toalha. Pelotas-RS 2021.

O teor de água das sementes foi calculado de acordo com a Equação 2:

$$TA = \sum \left(\frac{P_f - P_i}{P_i} \right) \times 100$$

Em que:

Pf = peso final, em gramas (ganho de umidade a cada período de embebição);

Pi = peso inicial, em gramas, das sementes antes da embebição.

Após a obtenção dos dados, estes foram organizados em planilha Excel®, sendo gerado gráfico de regressão, para identificação das fases da germinação.

3.3. Resultados e discussão

A curva de embebição, para a espécie apresentou um comportamento padrão trifásico de absorção de água (Figura 11).

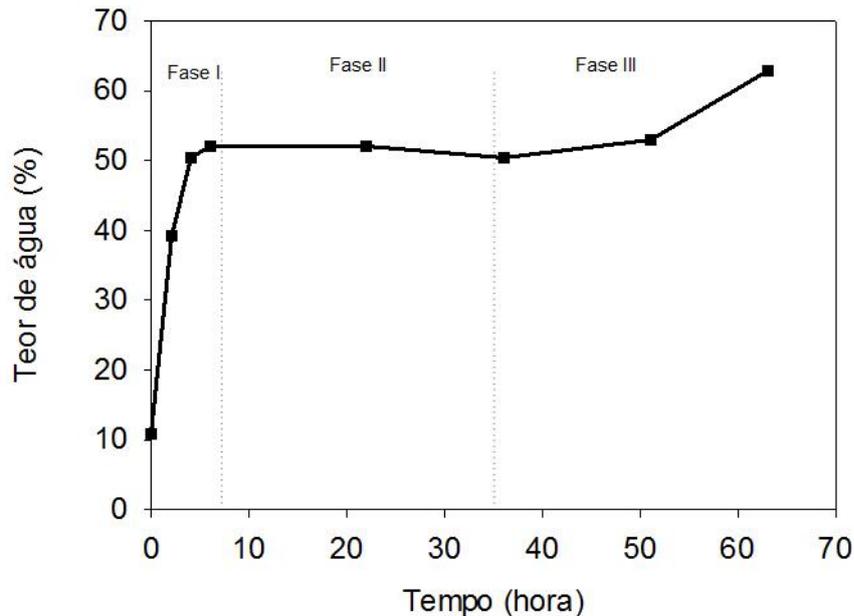


Figura 12. Curva de embebição de sementes de *Hylocereus undatus*. Pelotas-RS 2021.

Segundo Bewley; Black (1994), o período de duração de cada fase de embebição pode variar a depender da espécie, pois este processo é dependente de características inerentes às sementes, como espessura do tegumento e composição química.

Em relação à fase I, nota-se que durou cerca de 6 h, após o início da embebição, onde pôde ser visto que as sementes apresentaram um incremento contínuo e acentuado de 0,28 g de água, dentro do intervalo de tempo de 0-38 h. Nessa fase, a absorção de água dá-se de maneira física, por meio do potencial matricial da semente, provocando a reativação dos sistemas pré-existentes (SILVA; DANTAS, 2016).

Após este período, a embebição das sementes ocorre de forma mais lenta, dando indícios de que a fase estacionária (fase II) iniciou-se. Para esta segunda fase percebe-se que seu início se deu após 6 h de embebição e prolongou-se até

aproximadamente 36 h, com duração de 30 h, sendo necessário cerca de 0,40 g de água. Cabe ressaltar que esse período ocorre devido a um equilíbrio entre o balanço do potencial osmótico e o potencial de pressão, existindo a síntese de enzimas responsável pelo início do processo de degradação das substâncias de reserva (ARAUJO et al., 2018).

O início da protrusão radicular, etapa que marca o final da fase II e início da fase III, esta fase é descrita pelo crescimento da plântula. A última fase (Fase III) teve início após 36 h, onde verificou-se uma leve acentuação na curva, indicando a retomada da embebição, principal característica desta fase.

Nessa fase identifica-se que os processos metabólicos responsáveis pelo crescimento do embrião são estimulados e com isso é concluído o processo germinativo, com o alongamento da protrusão radicular (DANTAS et al., 2008).

Identificar o comportamento germinativo da semente é importante para compreender a ocupação de uma espécie em determinados ambientes, e segundo Melo et al. (2018), a rápida germinação é característica prevalente em espécies estrategistas, pois estas aproveitam as condições ideais para a sua germinação e desenvolvimento.

3.4. Conclusão

A semente de pitaia apresenta um padrão trifásico de embebição.

A fase I foi caracterizada pela permanência em média de seis horas, seguido da fase II, com média de 19 horas, e concluindo o padrão trifásico com a emissão da radícula, fase III, após 36 horas.

4. ARTIGO 3 - Teste de tetrazólio em sementes de pitaiá

4.1. Introdução

Considerada uma cultura promissora, a *Hylocereus polyhizus*, conhecida como pitaiá, é uma fruteira exótica pertencente à família *Cactaceae* originada da América Tropical e Subtropical (RUTHS et al., 2019).

No Brasil, o consumo desta fruta tem aumentado não apenas por sua aparência exótica, mas também por suas características organolépticas, como doçura, sabor suave e baixo teor de acidez (MOREIRA, 2012), bem como suas propriedades antioxidantes, alto valor comercial e rusticidade (MARQUES et al., 2011; RUTHS et al., 2019).

Nesse sentido, a busca por frutos de qualidade e com elevado valor de mercado deve ser visada, sendo a produção de mudas o primeiro passo para tal (FERNANDES; COUTINHO, 2019). Dessa forma, o estudo para aprimorar a propagação torna-se de fundamental importância quando se busca novas técnicas para o incremento do cultivo e produção de pitaiá.

Comercialmente, a propagação assexuada de *Hylocereus* spp., geralmente é feita usando cladódios (LE BELLEC et al., 2006), ou cultura in vitro (VIÑAS et al. 2012; HUA et al. 2015). No entanto, a multiplicação via sementes é importante para o melhoramento genético e conservação de recursos genéticos vegetais (LE BELLEC et al., 2006; ORTIZ-HERNÁNDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012).

O uso de sementes de qualidade proporciona rápida emergência e uniformidade das mudas no campo, possibilitando um adequado estabelecimento do estande. No entanto, ainda não há padronização metodológica para avaliação da viabilidade e da qualidade fisiológica para a espécie.

Dentre os vários procedimentos utilizados para esta finalidade destaca-se o teste de tetrazólio, amplamente utilizado por empresas produtoras de sementes em diferentes etapas de produção, agilizando a tomada de decisão (WALTER et al., 2020).

O teste é baseado na coloração dos tecidos da semente, resultante da reação das enzimas desidrogenases com o sal de tetrazólio para formar um composto de cor vermelha não difusível denominado formazan (ELIAS et al., 2012; FRANÇA-NETO; KRZYŻANOWSKI, 2019). As diferenças na coloração permitem a distinção entre tecidos vivos, deteriorados e mortos, e a classificação das sementes em viáveis ou

não viáveis (BRASIL, 2009).

Considerando que a eficiência do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade de sementes depende do desenvolvimento de um método adequado para cada espécie, o objetivo do trabalho foi propor uma metodologia para avaliação da viabilidade em sementes de *Hylocereus polyhizus* pelo teste de tetrazólio.

4.2. Material e métodos

4.2.1. Local do experimento e aquisição das sementes

O trabalho foi realizado no período de abril a agosto 2021, no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Departamento de Fitotecnia – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas. Utilizando-se frutos maduros de pitaia rosa de polpa vermelha, obtidos em pomares da região.

No LAS, foi realizado o beneficiamento de forma manual, com abertura dos frutos e extração das sementes. Após o beneficiamento, para a remoção da mucilagem e obtenção dos lotes, as sementes foram submetidas aos seguintes tratamentos: extração manual da semente em peneira de nylon (2 mm) + água corrente (L1), extração manual em peneira de nylon + areia (L2) E extração da semente em peneira de nylon (polpa + água) na função pulsar no liquidificador (L3).

Em todos os tratamentos as sementes foram lavadas em água corrente com peneira para a retirada dos restos placentários e dos materiais utilizados (sacarose e areia), em seguida, foram colocadas sobre papel toalha e postas para secar durante 48 horas em ambiente de laboratório em temperatura em torno de 25°C.

4.2.2. Caracterização da qualidade inicial dos lotes

Teste de germinação: conduzido em caixas plásticas tipo gerbox, cujas sementes foram semeadas sobre papel mata-borrão, umedecido com volume de água equivalente a capacidade de retenção do papel. As caixas contendo as sementes foram mantidas em câmara de crescimento tipo BOD regulada à temperatura de 25 °C com fotoperíodo de 12 horas, utilizando-se quatro lâmpadas fluorescentes. As avaliações foram realizadas no sétimo e décimo oitavo dia após semeadura. Consideraram-se normais as plântulas com raiz bem desenvolvida e parte aérea contendo primórdios foliares.

Primeira contagem da germinação: constou no registro do número de plântulas normais obtidas no sétimo dia após o início do teste de germinação, com os resultados expressos em porcentagem.

4.2.3. Adequação do teste de tetrazólio

Pré-acondicionamento: Foram imersas em água 1 grama de sementes por tratamento e mantidas nestas condições por um período de 12 horas, na temperatura de 25 °C.

Coloração: Após o pré-condicionamento, as sementes foram seccionadas longitudinalmente através do centro do eixo embrionário com o auxílio de uma lâmina (Figura 12) colocadas em frascos tipo becker, totalmente submersas na solução de tetrazólio, nas respectivas concentrações (0,075%; 0,1%;0,25% e 0,5%) por 2 horas na BOD a 40°C, temperatura.



Figura 13. Incisão longitudinal através do tegumento e cotilédones em sementes de pitaia. Pelotas-RS 2020.

Lavagem da Amostra: Após alcançada a coloração desejada as sementes foram retiradas da solução de tetrazólio, lavadas em água corrente, e mantidas submersas até o momento da avaliação.

Avaliação: Foi utilizado estereoscópico (10x) para a interpretação. Foram avaliadas quatro repetições de 50 sementes para cada concentração e consideradas

as seguintes classificações: rosa brilhante: tecido vivo e vigoroso e branco leitoso: tecido morto.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições composta de 100 sementes cada. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Após confirmação da distribuição normal dos erros pelo teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Além disso, foram calculados os coeficientes de correlação simples de *Spearman* para todas as combinações entre o teste de tetrazólio e o teste de germinação.

4.3. Resultados e discussão

Os resultados do teste de germinação e primeira contagem da germinação indicaram uma separação em dois grupos quanto à qualidade, ou seja, os lotes 1 e 2 foram classificados como de qualidade fisiológica superior e lote 3 como de qualidade inferior (Figura 14).

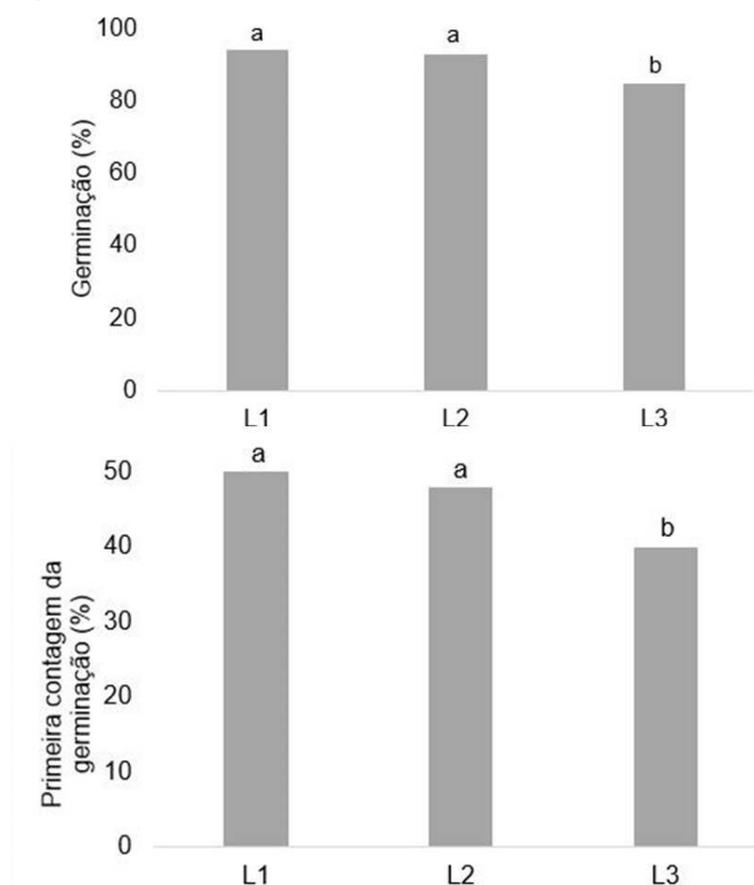


Figura 14. Caracterização inicial da germinação e primeira contagem da germinação de lotes de sementes de pitaia.

A obtenção de resultados relacionados à qualidade inicial das sementes é importante para a realização do teste de tetrazólio. Assim, o objetivo é obter respostas complementares às fornecidas pelos testes de germinação e/ou emergência, o que possibilita a obtenção de informações consistentes que auxiliem na escolha do melhor tratamento a ser utilizado (OHLSON et al., 2010).

Salienta-se que em estudos desta natureza é fundamental a utilização de lotes com qualidade diferenciada, pois uma determinada metodologia deve ser suficientemente sensível e ao mesmo tempo robusta para detectar diferenças sutis entre os lotes tanto de alta quanto de baixa qualidade.

Os padrões de coloração encontrados estão apresentados na Figura 15 e Figura 16, sendo possível observar variações na tonalidade de vermelho intenso (Figura 15 a), rosa esbranquiçado, sendo consideradas sementes inviáveis (Figura 15 b) e rosa brilhante, superficial, uniforme e sem lesões do embrião (Figura 15 c).

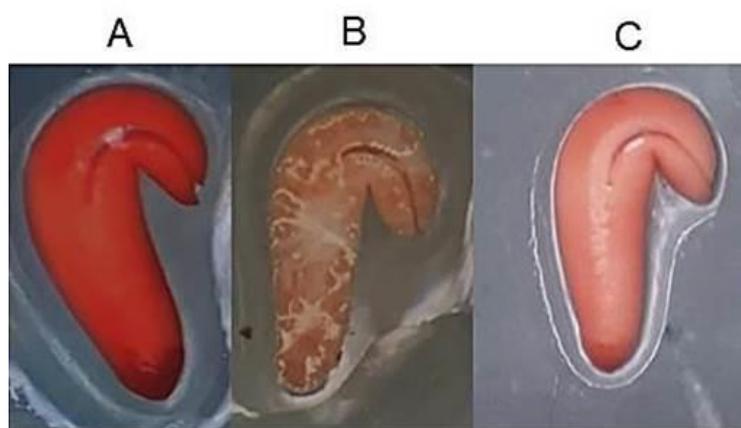


Figura 15. Padrões de coloração do teste de tetrazólio em sementes de pitaia. Pelotas-RS 2020.

Observou-se que, com o uso da solução a 0,075% de sal de tetrazólio os resultados foram semelhantes com aqueles obtidos pelo teste de germinação (Tabela 5), classificando os lotes 1 e 2 como de qualidade superior e o lote 3 como inferior. Além disso, o tratamento possibilitou uma melhor visualização e identificação do dano nos tecidos das sementes, concordando com o resultado obtido na correlação de *Spearman*, ou seja, correlação máxima para este tratamento.

Tabela 5. Porcentagem de sementes viáveis submetidas ao teste de tetrazólio com quatro concentrações. Pelotas-RS 2021.

Lotes	Concentrações (%)			
	0,075	0,1	0,25	0,5
L1	94 a ^{1/}	87 b	89 ab	85 a
L2	93 a	92 ab	77 b	83 a
L3	85 b	90 a	91 a	82 a
CV (%)	4,81	2,21	7,42	9,26
<i>Spearman</i> ^{2/}	0,99*	0,70 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,65 ^{ns}

^{1/}Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ^{2/} Coeficiente de correlação de *Spearman* (ρ) entre os dados médios obtidos nos testes de germinação e tetrazólio de três lotes de sementes de pitaiá. * e ^{NS} significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste "t" ($p \leq 0,05$).

A utilização de solução de tetrazólio a 0,075% (Figura 15), tem sido empregado na análise da viabilidade em sementes de várias espécies, como soja (FRANÇA NETO et al., 1998), abobrinha (BARROS et al., 2005) e melancia (BHERING et al., 2005), possibilitando a análise da viabilidade das sementes dessas espécies com grande rendimento de solução de tetrazólio durante as avaliações, uma vez que a concentração é considerada baixa.



Figura 16. Sementes de pitaiá coloridas pelo sal de tetrazólio. Pelotas-RS 2020.

No entanto, a concentração do sal de tetrazólio e o tempo de exposição variam de acordo com a espécie. Para sementes de *Eugenia uniflora* e *Eugenia involucrata* foi indicada a solução a 0,50% de tetrazólio por duas horas (KAISER et al., 2014; CRIPA et al., 2014), para *Eugenia brasiliensis*, a concentração de 0,25% por três horas, e a 0,10% por duas horas para as sementes de *Eugenia pyriformis* (LAMARCA;

BARBEDO, 2014). Para *Tabebuia roseoalba*, 0,05% por 24 horas (ABBADÉ; TAKAKI, 2014).

Quanto à coloração, as concentrações de solução de tetrazólio de 0,1% e 0,25% não foram eficientes, devido não apresentar uma coloração uniforme nos tecidos da semente, não sendo possível separar os lotes em níveis distintos de viabilidade.

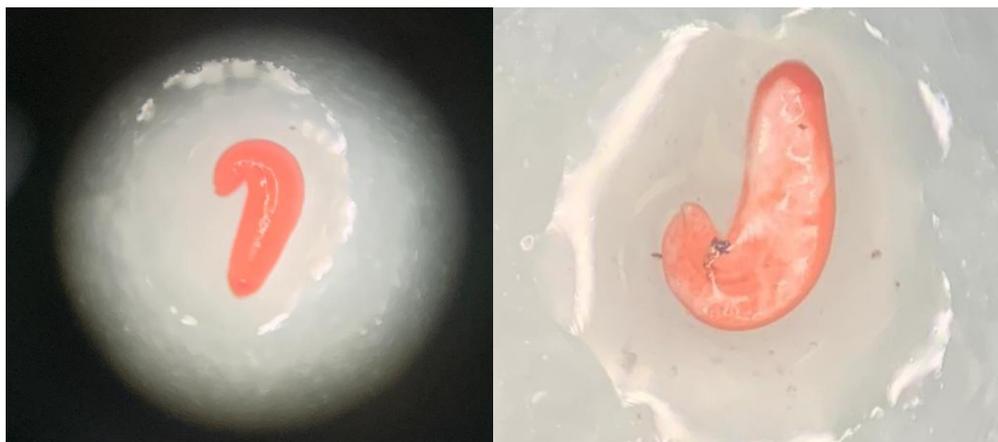


Figura 17. Visualização de plântulas de pitaia coloridas pelo sal de tetrazólio visualizadas por lupa. Pelotas-RS 2020.

Quando se empregou a solução de 0,5% (Figura 16), foi observado que a elevada concentração dificultou a interpretação da viabilidade e causou uma coloração vermelho intenso (Figura 15 a), não separando os lotes de sementes em níveis distintos de viabilidade (Figura 14). Provavelmente isto ocorreu pelo fato desta concentração ter influenciado o processo de coloração das sementes, uma vez que os tecidos do embrião ao invés de coloridos de róseo brilhante apresentaram tonalidade vermelha intensa (similar à cor dos tecidos lesionados).

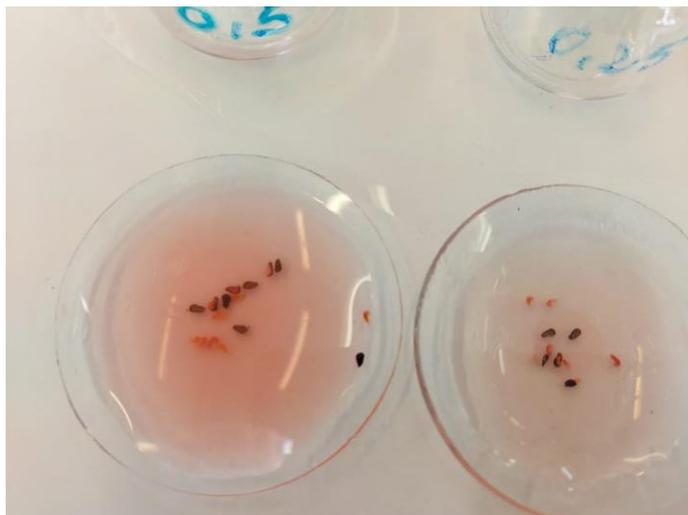


Figura 18. Visualização de plântulas de pitaia coloridas pelo sal de tetrazólio sob concentração de 0,5 e 0,25 por uma hora. Pelotas-RS 2020.

A análise de correlação corrobora os resultados obtidos (Tabela 5) indicando que há potencial de utilização do teste de tetrazólio para a identificação da viabilidade de sementes de pitaia. Além disso, observa-se que o uso da temperatura de 40 °C foi eficiente para reduzir a duração do teste de tetrazólio, possivelmente devido ao aumento da velocidade de respiração dos tecidos embrionários, atividade das enzimas desidrogenases envolvidas neste processo e a quantidade de formazan formado no interior das células, pois o aumento da temperatura acelera a reação metabólica das sementes (BRASIL, 2009; GUEDES et al., 2010; RODRIGUES et al., 2015).

4.4. Conclusão

O teste de tetrazólio conduzido na concentração de 0,075% a 40 °C por 2 horas é eficiente para avaliar a viabilidade das sementes de *Hylocereus polyhizus*, bem como para diferenciar lotes com qualidades fisiológicas distintas.

5. ARTIGO 4 - Sanidade em sementes de pitaia em diferentes períodos de armazenamento

5.1. Introdução

As espécies da família *Cactaceae* tiveram sua origem na América do Norte, Central e do Sul, sendo amplamente distribuídas desde as zonas costeiras, passando pelas montanhas e florestas tropicais (Luders e Mc Mahon 2006). Dentre as espécies, a pitaia (*Hylocereus* sp.) é uma frutífera exótica que além de representar a possibilidade de diversificação na fruticultura, é rústica e possui boa capacidade de adaptação e produção, com viabilidade econômica em terrenos de pequenas dimensões. Além disso, o fruto tem registrado um aumento acentuado de procura e de preço (TRINDADE, 2020).

Mesmo sendo uma planta rústica, com o aumento das áreas plantadas com pitaia no país, a cultura vem sofrendo com ataque de vários patógenos, dentre eles, doenças causadas por fungos e bactérias, onde destacam-se as doenças que acometem os cladódios, como cancro, podridão e antracnose, as quais podem vir a comprometer a produção, principalmente quando colonizam a área fotossintética dos cladódios, dificultando o seu desenvolvimento no campo (ORTIZ-HERNÁNDEZ & CARRIL-SALAZAR, 2012; CASTRO et al., 2017).

Assim, um dos aspectos que podem contribuir para evitar tais inconvenientes é o uso de mudas de qualidade, provenientes de sementes sadias (EPAGRI-SC, 2021). Embora muitos viveristas produzam suas mudas por meio da propagação vegetativa, a semente é essencial nos programas de melhoramento genético; portanto, as mesmas também devem estar livres de patógenos, visto que podem representar a melhor e mais eficiente via de disseminação de patógenos transmitidos por sementes (GOULART, 2018).

Com base nesses aspectos, é de suma importância o conhecimento da qualidade sanitária das sementes, provenientes de diferentes períodos de armazenamento. De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), vários fatores estão intimamente ligados à qualidade inicial da semente, como: vigor das plântulas ascendentes; condições climáticas durante a maturação das sementes; grau de maturação no momento da colheita; ataque de pragas e doenças; injúrias mecânicas, e as características ambientais como: umidade relativa do ar ou teor de água das sementes; temperatura do ar; e principalmente a ação de insetos e fungos de

armazenamento, onde estes últimos são responsáveis pela deterioração das sementes e a queda drástica do vigor e germinação .

Em função desses aspectos, quando o armazenamento das sementes é realizado aplicado de modo adequado poderá contribuir para diminuir a velocidade de deterioração das sementes, processo se caracteriza por ser irreversível (DELOUCHE et al., 1973). O armazenamento de sementes comerciais, ou seja, aquelas cujo período de armazenamento vai da colheita à sementeira no ano agrícola, pode ser por poucos dias ou por períodos maiores (6 a 12 meses).

Com o intuito de conservar a qualidade fisiológica das sementes entanto é necessário saber a influência da qualidade sanitária na manutenção de tal qualidade após o armazenamento por diferentes períodos (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Considerando a escassez de informações sobre o armazenamento das sementes de *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do período de armazenamento na sanidade das sementes de pitaita de polpa rosa e polpa branca.

5.2. Material e métodos

O experimento foi realizado no Laboratório Didático de Análise de Sementes “Flávio Farias da Rocha” da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPel) -RS. Foram utilizados frutos maduros de pitaita de polpa branca (*Hylocereus undatus*) e polpa rosa (*Hylocereus polyrhizus*) obtidos em pomares da região de arroio do Padre-RS. As sementes foram retiradas dos frutos pelo método de extração em água corrente e colocadas para secar em temperatura ambiente sobre papel toalha durante 24 horas e, logo em seguida, alocadas nos devidos tratamentos, sob armazenamento em câmara fria com temperatura de 7°C.

Foi realizado o teste de sanidade, utilizando o método do papel-de-filtro (*Blotter-test*) para quantificação da porcentagem de sementes infestadas por patógenos de sementes.

Para o método (*Blotter-test*) foram utilizadas caixas gerbox, todas foram submetidas a assepsia prévia com hipoclorito 0,1% e Álcool 70%, afim de evitar contaminações. Após a secagem em temperatura ambiente das caixas gerbox, colocou-se duas folhas “mata-borrão” previamente esterilizadas, onde foram dispostas 50 sementes por gerbox, utilizou-se restrição hídrica para umedecer os papéis 2,5x o seu peso, a fim de evitar a germinação das sementes para facilitar a

leitura do teste, a solução restritora utilizada é composta pelos seguintes componentes (3,1 g de NaCl, 4 g de KCl e 33,5 g de sacarose, para um litro de água).

Para cada tratamento utilizou-se 600 sementes, distribuídas em 12 gerbox por tratamento, os quais foram acondicionados em sala de incubação a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ com fotoperíodo de 12 horas de luz, distribuídos ao acaso de modo a proporcionar a mesma condição de luz a todos os tratamentos, após sete dias de incubação das sementes, realizou-se avaliação de cada semente.

As sementes foram examinadas, uma a uma, sob microscópio estereoscópico e os fungos presentes foram identificados e quantificados com base na esporulação, utilizou-se também material bibliográfico referencial para devida identificação. O resultado do teste foi expresso em percentagem de cada fungo detectado (BARNETT, 1972; BRASIL, 2009a).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3 (2 cultivares e três períodos de armazenamento: 6 meses, 1 ano e 2 anos), com doze repetições de 50 sementes.

5.3. Resultados e discussão

Em sementes de pitaiá de polpa rosa (Figura 19), constatou-se a ocorrência de *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Alternaria* sp., *Fusarium* sp., *Colletotrichum* sp., *Phoma* sp. e *Mucor* sp. De maneira geral, a incidência de fungos cresceu com o aumento do tempo de armazenamento, principalmente para *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp. Sabe-se que este gênero (*Aspergillus* sp) é um fungo de armazenamento (Machado, 2012).

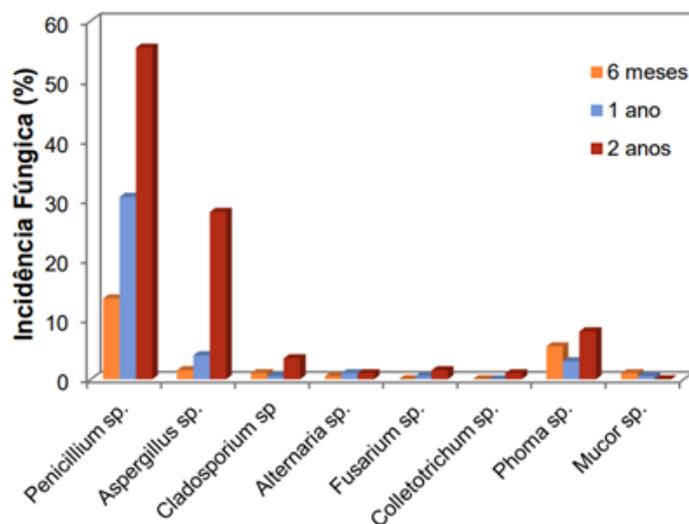


Figura 19. Incidência de fungos em sementes de pitaiá de polpa rosa em diferentes períodos de armazenamento (6 meses, 1 ano e 2 anos). Pelotas-RS 2021.

Apesar desses resultados, a incidência de alguns fungos de importância econômica para cultura não foi diagnosticada em altos índices neste trabalho. Vale salientar que fungos de campo durante o armazenamento perdem sua viabilidade, o que é demonstrado neste trabalho em relação aos fungos *Colletotrichum* sp., causador da antracnose, *Alternaria* sp. causadora da mancha de alternaria, e *Fusarium* sp. causador da podridão mole, os quais apareceram em percentuais baixos (PIERANGELI, 2019).

Além dos patógenos descritos, verificou-se que a incidência de *Mucor* sp. foi menor em comparação com os demais gêneros de fungos (Figura 20). Santos (2018), em estudo sobre a sanidade em sementes de pitaiá, relacionando com maturação dos frutos, verificou praticamente os mesmos gêneros de fungos, com exceção do *Mucor* sp., que não foi identificado. Quando avaliadas sementes de polpa branca (Figura 20), os resultados foram similares quando comparados aos diferentes tempos de armazenamento, verificando que a presença de fungos cresceu com o aumento de tempo; porém, nas sementes desta cultivar a incidência de vários fungos de importância econômica foi menor que 10%, sendo considerada uma incidência baixa.

Autores como Santos et al., (2018), observaram também baixa incidência de fungos de campo nas sementes; no entanto, esses autores avaliaram 28 dias de armazenamento, período inferior ao tempo utilizado neste estudo, onde o objetivo foi

de demonstrar a qualidade sanitária das sementes armazenadas por longos períodos de tempo.

No presente estudo identificou-se baixos índices de fungos considerados de campo (Figura 19 e 20), diferente do ocorrido com os fungos de armazenamento, o quais foram aumentando com o passar do tempo, e fungos do gênero *Aspergillus*, possuem micotoxinas que deterioram e apodrecem as sementes de forma gradativa e irreversível, causando queda no vigor e conseqüentemente no poder germinativo desta semente, mesmo sendo proveniente de sementes sadias.

Fatores como umidade da semente armazenada podem ter interferido de maneira negativa no acondicionamento das mesmas, sendo indicado segundo Gómez-Campo (2002), para conservar sementes durante longos períodos de tempo, a utilização da dessecação e manutenção em baixa temperatura, técnica simples que favorece a conservação do germoplasma vegetal.

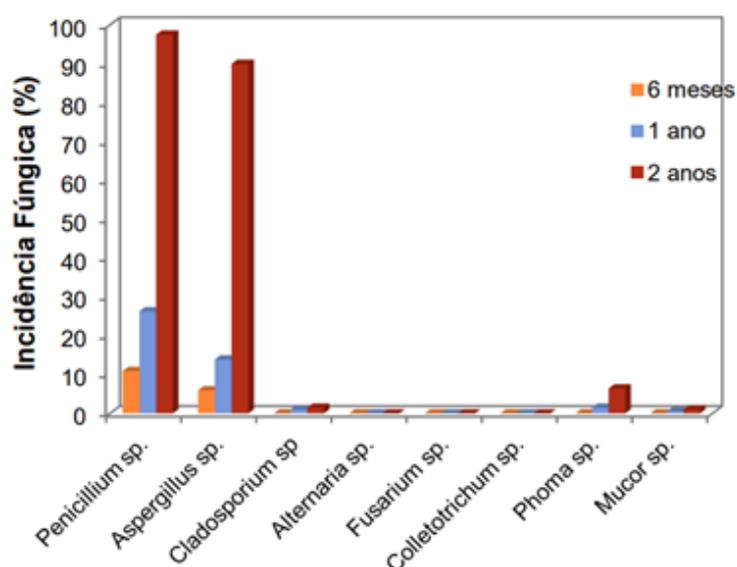


Figura 20. Incidência de fungos em sementes de pitaiá de polpa branca em diferentes períodos de armazenamento (6 meses, 1 ano e 2 anos). Pelotas-RS 2021.

Em suma, verifica-se, no presente estudo, que quanto maior o tempo de armazenamento das sementes de *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*, em câmara fria, maior a incidência de fungos de armazenamento.

Assim como citado anteriormente neste trabalho, à medida que se aumenta o período de armazenamento das sementes seus valores para a variável germinação

decrecem, o estudo analisou as sementes no período de seis a vinte quatro meses, pode-se notar que as sementes diminuem seus parâmetros a medida que o período de armazenamento aumenta (Tabela 6).

Tabela 6. Porcentagem de germinação (G%) de sementes de pitiaia de polpa branca e polpa rosa após o armazenamento (6,12 e 24 meses). Pelotas-RS 2021.

Cor da polpa	6 meses	12 meses	24 meses
Branca	93 %	88%	64%
Rosa	92%	80%	60%

Em função disso, não é indicado o armazenamento dessas sementes por dois anos, mesmo tratando-se de sementes de alta qualidade sanitária.

5.4. Conclusões

O armazenamento de *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus* em câmara fria pode ser realizado por até 1 ano.

6. CAPÍTULO V - Diferentes profundidades de semeadura para o teste de emergência de plântulas de pitáia

6.1. Introdução

A pitáia é uma planta rústica da família Cactácea, conhecida como “Dragon Fruit (Fruta-do- Dragão)”. São encontradas diferentes espécies de pitáia, sendo alguns comerciais e outras nativas. De acordo com a espécie, seus frutos podem apresentar propriedades físicas e químicas diversificadas quanto ao formato, presença de espinhos, cor da casca e da polpa, teor de sólidos solúveis e pH na polpa, reflexo da alta diversidade genética desta frutífera (LIMA et al., 2013).

No cenário nacional, com base nos dados do Censo Agropecuário 2017 o Brasil, em 2017, produziu cerca de 1.493,19 toneladas de pitáia, em 3.086 estabelecimentos agropecuários (IBGE, 2018). São Paulo com 33,66% da produção nacional em 526 estabelecimentos e Santa Catarina com 21,39% e 275 estabelecimentos, são os principais produtores. No Rio Grande do Sul tem aproximadamente 650 estabelecimentos agropecuários com cultivo de pitáia, porém o estado é responsável por apenas por 5,80% da produção nacional da fruta (IBGE, 2018).

O sucesso de uma cultura, além de uma semente com qualidade depende de uma boa semeadura. Por isso, atenção especial deve ser dada a esta etapa, com a adoção da profundidade ideal, de modo que mesma tenha contato com o solo úmido, tendo como consequência uma boa germinação (SILVA et al., 2008).

Vários autores estudaram a profundidade de semeadura de sementes de frutíferas, tais como Salles (2017), Alves (2008) e Fernandes (2017). No entanto, em se tratando da espécie de pitáia (*Hylocereus polyrhizus* e *Hylocereus undatus*) essa é uma lacuna a ser elucidada.

Com base no exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar profundidades de semeadura no teste de emergência de plântulas de pitáia (*Hylocereus polyrhizus*, *Hylocereus undatus*).

6.2. Material e métodos

O experimento foi realizado no Laboratório Didático de Análise de Sementes “Flávio Farias da Rocha” da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPel). Utilizando frutos maduros de pitáia de polpa rosa

e branca (*Hylocereus polyrhizus*, *Hylocereus undatus*), obtidos em pomares com aproximadamente seis anos de idade da região da cidade de Arroio do Padre (RS).

As sementes foram retiradas dos frutos de pitaiá pelo método de extração em água corrente, após foram colocadas para secar em temperatura ambiente sobre papel toalha durante 24 horas e logo em seguida alocadas nos devidos tratamentos.

Para o teste de germinação no substrato areia foram utilizadas bandejas (A7cm x L21cm x C29,5cm), de aproximadamente quatro litros, com 2 kg de areia de construção de granulometria média e limpa, umedecida com água destilada na proporção de 165 ml kg⁻¹ de areia, onde foram semeadas 50 sementes por bandeja (Figura 21).

Após semeadura as bandejas foram mantidas em ambiente com temperatura controlada ($\pm 25^{\circ}\text{C}$). Durante este período, avaliou-se o índice de velocidade de emergência (IVE) das plântulas de pitaiá. O IVE (índice de velocidade de emergência) foi avaliado por meio de contagens diárias até a estabilização do mesmo, e seus valores foram determinados pela seguinte equação.

$$E = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n}$$

Em que:

N1...Nn = número de dias decorridos da semeadura até a respectiva contagem;

E1...En = número de plântulas emergidas em cada dia considerado.



Figura 21. Bandejas de plástico contendo areia e semeadas com sementes de pitaiá de polpa rosa e polpa branca. Pelotas-RS 2020.

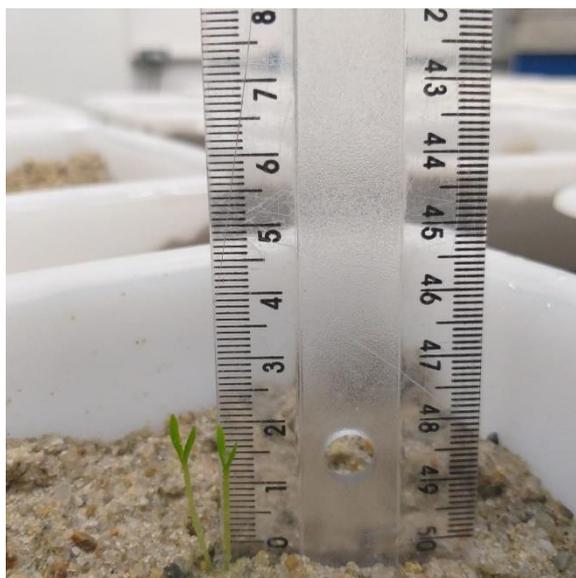


Figura 22. Avaliação de plântulas de pitaias emergidas em areia. Pelotas-RS 2020.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, composto por duas cultivares submetidas a três tratamentos (1,5; 2,5 e 3,5 cm de profundidade), e quatro repetições de 50 sementes cada tratamento. Através da análise da variância foram feitas as comparações entre as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

6.3. Resultados e discussão

Como resultado para as duas cultivares de pitaias podemos observar que o tratamento com 3,5 cm de profundidade evidenciou baixa emergência (Tabela 7 e 8). Rodrigues e Carvalho (2001) ao avaliar profundidade de semeadura em sementes de angico (*Anadenanthera macrocarpa*) encontraram resultado considerado ideal para teste de emergência semelhante a esse estudo com a profundidade de 1,5cm. Na profundidade de 1,5 e 2,5 cm não apresentaram diferença estatística, evidenciando uma profundidade satisfatória.

Alves (2008) ao estudar profundidade de semeadura em juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.) quando relacionado ao tempo médio para emergência, obteve como resultado uma emergência mais lenta e desuniforme com o aumento da profundidade de semeadura, provavelmente este resultado é devido ao maior consumo das reservas contidas na semente para conversão em energia necessária para que as plântulas conseguissem romper o impedimento físico constituído pelo substrato.

Tabela 7. Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de pitaia polpa rosa em diferentes profundidades de sementeiras. Pelotas-RS, 2021.

Profundidade	IVE
1,5	16,41 A ^{1/}
2,5	16,38 A
3,5	4,75 B
CV (%)	14,34

^{1/}Médias (de quatro repetições) seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). CV= coeficiente de variação.

Tabela 8. Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de pitaia polpa branca em diferentes profundidades de sementeiras. Pelotas-RS, 2021.

Profundidade	IVE
1,5	14,88 A ^{1/}
2,5	14,63 A
3,5	5,39 B
CV (%)	31,42

^{1/}Médias (de quatro repetições) seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). CV= coeficiente de variação.

Na cultura do pepineiro (*Cucumis sativus*), Leal (2019) registrou na profundidade de sementeira de 0,5 a 1,5 cm maiores porcentagens de germinação, e menor tempo de emergência, este resultado também foi semelhante ao deste trabalho evidenciando que no tratamento 1 (1,5 cm) apresentou resultado satisfatório quanto a emergência.

Com os resultados obtidos nesse estudo podemos inferir que a sementeira de pitaia na areia em profundidade de 3,5 cm não apresentam um IVG satisfatório quando comparado aos demais tratamentos. Napier et. al (1987) observaram que a sementeira mais profunda, além de dificultar a emergência, aumenta o período de susceptibilidade a patógenos, enquanto sementeiras rasas facilitam o ataque de predadores ou danos de correntes de irrigação, ou ainda, exposição da radícula, causando sua destruição.

6.4. Conclusão

A sementeira de pitaia (*Hylocereus polyrhizus* e *Hylocereus undatus*) pode ser realizada em bandejas com areia a 1,5 e 2,5 cm de profundidade.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pitiaia é uma frutifera que apresenta alto potencial produtivo e comercial, fazendo-se presente no setor alimenticio, farmaceutico, além da possibilidade de uso na ornamentação e no artesanato. Apesar disso, essa cultura ainda demanda de conhecimento científico, no intuito de aprimorar o sistema de produção de sementes e mudas, bem como o cultivo a campo.

Em função disso, os resultados do presente trabalho poderão contribuir com os produtores, academicos, pesquisadores e demais apreciadores dessa cultura.

8. REFERÊNCIAS

ABBADE, L. C.; TAKAKI, M. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith-Bignoniaceae, submetidas ao armazenamento. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.38, n.2, p.233-240, 2014.

DE AGUIAR, Ricardo Sfeir et al. Extração de mucilagem e substratos no desenvolvimento de plântulas de maracujazeiro-amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, p. 605-612, 2014.

ALVES, C. Z; GODOY, A. R; OLIVEIRA, N. C. Efeito da remoção da mucilagem na germinação e vigor de sementes de *Hylocereus undatus* Haw. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.7, n.4, p.586-589, out.-dez. 2012.

ALVES, E. U; ALCANTARA, R. L; ALVES, B. A. U; Adriana Ursulino ALVES, A. U; CARDOSO, E. A; DORNELLAS, C. S. Profundidades de semeadura para emergência de plântulas de juazeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v.38, n.4, p.1158-1161, jul, 2008.

ANDRADE, R. A. DE; OLIVEIRA, I. V. DE M.; MARTINS, A. B. G. Influência da condição e período de armazenamento na germinação de sementes de pitaya vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 27, n. 1, p. 168–170, abr. 2005.

ARAÚJO, M. L.; MAGALHÃES, A. C. M.; ABREU, M. G. P.; MACIEL, J. A.; FILHO, A. L. M. Efeito de diferentes potenciais osmóticos sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de feijão, enxofre. **Ensaio**, v. 22, n. 3, p. 201-204, 2018.

ATAIDE, G. M; LIMA, E. E; FLORES, A. V; CASTRO, R.V.O. Avaliação preliminar da embebição de sementes de jacarandá-da-bahia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n.78, p. 138-139, abril/junho 2014.

BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. 3.ed. Illustrated general of imperfect fungi. Minneapolis: Minnesota: Burgess Publication Co., 241p, 1972.

- BARROS, D. I.; DIAS, D. C. F. S.; BHERING, M. C. Uso do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v.27, n.2, p.165-171, 2005.
- BASTOS, D. C; PIO, R; FILHO, J. A. S; LIBARDI, N; ALMEIDA, L. F. P. A; GALUCHI, T. P. D; BAKKER, S. T. Propagação da Pitaya 'vermelha' por estaquia. **Ciência agrotécnica**, Lavras-SP, vol.30 no.6, p. 1106-1109, 2006.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BEZERRA, A. K. D; SILVA, G. Z; NASCIMENTO, L. C; BRUNO, R. L. A; MEDEIRO, J. G. F. Extração da mucilagem em sementes de *Genipa americana* L. visando o potencial fisiológico. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, vol.46, n.4, Outubro/Dezembro. 2015.
- BHERING, M. C.; DIAS, D. C. F. S.; BARROS, D. I. Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de melancia. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v.27, n.1, p.176-182, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA: ACS, 2009. 395 p.
- CAMARGO, R.R; MELLO, L. L; FROLECH, D; NADAL, M. C; SCHUCH, M. W; ASSIS, A. M. **Métodos de remoção da mucilagem e substratos na propagação sexuada de pitaya**. Encontro de pós-graduação, XIX, 2017. Pelotas, RS.
- CARMONA, R.; REZENDE, L. P.; PARENTE, T. V. Extração química de sementes de gabioba (*Campomanesia adamantium* Camb.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v.16, n.1, p.31- 11, 1994. 21 junho 2011.
- CASTRO, J. C. et al. Bioactivity of essential oils in the control of *Alternaria alternata* in dragon fruit (*Hylocereus undatus* Haw.). *Industrial Crops and Products*, [s.l], v. 97, p. 101- 109, 2017.

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

CAVALCANTE, J. A; PEREIRA, N. A. E; NOBRE, R. G; LOPES, K. P; MARQUES, K. M. Qualidade fisiológica de sementes de mamão submetidas a diferentes métodos de remoção de arilo e sarcotesta. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Pombal-PB- Brasil, v 9, n. 2, p.285-290, abril 2014.

COLOMBO, R. C; COSTA, D. S; CARVALHO, D. U; CRUZ, M. A; ROBERTO, S. R. Métodos de remoção de arilo e condições de luminosidade em sementes qualidade fisiológica de frutos de maracujá azedo. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos-SP, vol. 79, n. 3, pp. 404-409, 2019.

CRIPA, F. B; FREITAS, L. C. N.; GRINGS, A. C.; BORTOLINI, M. F. Teste de tetrazólio para estimativa de viabilidade de *Eugenia involucrata* DC. E *Eugenia pyriformis* Cambess. sementes. **Journal of Seed Science**, Londrina-PR, v.36, n.3, p.305-311, 2014.

DANTAS, B. F.; CORREIA, J. S; MARINHO, L. B.; ARAGAO, C. A. Alterações bioquímicas durante a embebição de sementes de catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.). Nota científica. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v.30, n.1, p.221-227, 2008.

DELOUCHE, J.C.; MATTHES, R.K.; DOUGHERTY, G.M. Storage of seed in sub-tropical and tropical regions. *Seed Science and Technology*, Zurich. v.1, n.3, p.671-700. 1973.

DE PAULO, I. B. REMOÇÃO DA MUCILAGEM DAS SEMENTES DE TOMATE POR MEIO DE JATO D'ÁGUA. **Anais da Semana Acadêmica do Curso de Agronomia do CCAE/UFES-SEAGRO**, 2019.

DERAL - Departamento de Economia Rural. Fruticultura: Análise da Conjuntura. 2020.

DONADIO, L. C. Pitaya. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 637-929, setembro 2009.

ELIAS, S. G; COPELAND, L. O; MCDONALD, M. B.; BAALBAKI, R. Z. 2012. **Seed testing: principles and practices**. 1st ed. Michigan. 364p.

ELOBEIDY, A. A. Mass propagation of pitaya (dragon fruit). **Fruits**, v. 61, p. 313-19. 2006.

EPAGRI. Santa Catarina colhe mil toneladas de pitaiia na safra 2020/2021. EPAGRI 2021. Disponível em <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2021/05/26/santa-catarina-colhe-mil-toneladas-de-pitaiia-na-safra-2020-2021/>. Acesso: 12 fevereiro 2022.

FERNANDES, A. C.; COUTINHO, G. Nitrogênio no desenvolvimento inicial de mudas de pitaya vermelha. **Global Science Technology**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 32-43, 2019.

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

FRANÇA NETO, J. B.; PEREIRA, L. A. G.; COSTA, N. P.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: **EMBRAPA-CNPSO**. 1998, 60p. (Série Documento, 32).

FRANÇA NETO, J. B; KRZYZANOWSKI, F. C. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: **EMBRAPA-CNPSO**. 2018, 109p. (Série Documento, 406).

GOULART, A.C.P. **Fungos em sementes de soja: detecção, importância e controle**/Augusto César Pereira Goulart. 2. red. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa. 2018.

GÓMEZ-CAMPO, C. Conservación de semillas a largo plazo: teoría y práctica. In: XI Reunión Latinoamericana de Fisiología Vegetal / XXIV Reunión Argentina de Fisiología Vegetal / I Congreso Uruguayo de Fisiología Vegetal. 22-25 de outubro de 2002. República Oriental Del Uruguay. Ediciones Del Copista. Actas, 20p. 2002.

GUEDES, R. S; ALVES, E. U; GONÇALVES, E. P; SILVA, K. B; GOMES, M.S.S. Metodologia para teste de tetrazólio em sementes de *Amburana cearenses* (Allemao) A. C. Smith. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu-SP, v. 12, n. 1, p. 120-126, 2010.

HERNÁNDEZ, Y. D. O. **Hacia el conocimiento y la conservación de la pitahaya**. Oaxaca: IPN-SIBEJ-CONACYT-FMCN, 2000. 124p.

HUA, Q; CHEN, P.; LIU, W.; MA, Y.; LIANG, R.; WANG, L.; WANG, Z.; HU, G.; QIN, Y. A protocol for rapid in vitro propagation of genetically diverse pitaiia. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, Dordrecht, v.120, n.2, p.741-745, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6966#resultado>. Acesso: 23 abril 2022.

KAISER, D. K; FREITAS, L. C. N.; BIRON, R. P.; SIMONATO, S. C.; BORTOLINI, M. F. Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para estimar a viabilidade de sementes de *Eugenia uniflora* L. durante o armazenamento. **Journal of Seed Science**, Londrina-PR, v.36, n.3, 2014.

LAMARCA, E. V.; BARBEDO, C. J. Metodologia do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade de sementes de *Eugenia brasiliensis* Lam., *Eugenia uniflora* L. e *Eugenia pyriformis* Cambess. **Journal of Seed Science**, Londrina-PR, v.36, n.4, 2014.

LEAL, N. C; ARAÚJO, R. S; CARVALHO, D. L. S; ARAÚJO, G. P; NUNES, K. N. M; SILVA, J. P. Influência da profundidade de sementeira na formação de mudas de pepino (*Cucumis sativus* L.). *Revista Sustinere*, Rio de Janeiro v.7 n., p.374- 380, julho- dezembro 2019.

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

LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N.T. Diversidade genética intra e interespecífica de pitaia com base nas características físico-químicas de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 1066-1072, 2013.

LIMA, D. P.; PEREIRA, E. M.; SILVA, P. J. N.; MAGALHÃES, W. B.; HENRIQUE, R. S. Qualidade pós-colheita em brotos de palma de diferentes cultivares. **Revista Verde - (Pombal - PB)** v. 12, n.2, p.280-283, abr.-jun., 2017.

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-PR, v. 35, n. 4, suplemento, p. 2251-2258, 2014.

LUDERS L, Mc MAHON G. 2006. The pitaya or dragon fruit (*Hylocereus undatus*). Australia: Department of Primary Industry, Fisheries and Mines. Disponível em: [<http://www.nt.gov.au/d/Content/File/p/Fruit/778.pdf>].

MACHADO, J. C. Patologia de sementes: significado e atribuições. In: CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. (Ed.). Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 2012. p. 524-590.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P.; LIMA, L. B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 31, n. 1, p. 102-112, 2009.

MARQUES, V. B.; MARQUES, V. B.; MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAUJO, N. A.; CRUZ, M. C. M. Tamanho de cladódios na produção de mudas de Pitaia vermelha. **Revista Caatinga**, Mossoró-RN, 24(4):50-54, 2011.

MARQUES, V. B. **Germinação, fenologia e estimativa do custo de produção da pitaia [*Hylocereus undatus* (Haw) Britton & Rose]**. 2010. 141 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

MARQUES, V. B. **Propagação Seminífera e vegetativa de pitaia** (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose). 2008. 110 f. Dissertação Mestrado em Agronomia. Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2008.

MELO, L. D. F. A.; MELO JUNIOR, J. L. A.; FERREIRA, V. M.; ARAÚJO NETO, J. C.; NEVES, M. I. R. S. Biometric characterization and seed germination of giant mimosa (*Mimosa bimucronata* (DC) O. Kuntze). **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, p.108-115, 2018.

MOREIRA, R. A. Cultivo da pitaia: Implantação. (**Boletim Técnico** n° 92). Universidade Federal de Lavras Departamento da Agricultura, p.1-16, 2012.

NAPIER, I. Tecnicas de viveros florestales con referència especial a centroamerica. Costa Rica, Signa Tepec: Ed. Espemacifor, 1985. 274p. NASSIF, S.M.L. Germinação de sementes: fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação. Disponível em: <http://ipef.br/especies/germinaçãoambiental>. Acesso: 25 abril 2022.

OHLSON, O. C; KRZYZANOWSKI, F. C; CAIEIRO, J. T; PANOBIANCO, M. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de trigo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 32, n. 4, p. 118-124, 2010.

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

PEREIRA, K. J. C.; DIAS, D. C. F. S. **Germinação e vigor de sementes de maracujá-amarelo** (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) submetidas a diferentes métodos de remoção da mucilagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 288-291, 2000.

PIERANGELI, EC, G. Espécies de fungos e bactérias associados à cultura da pitaia e avaliação de estádios de maturação na qualidade do fruto / Elaine Cristina Galvão Pierangeli. – TESE, Lavras - MG, 107p, 2019.

PIMENTA, B. E. **El nopal tunero**. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. México. 1990. 246p.

PIO, R; RAMOS, D. J; CHALFUN, N. N. J; GONTIJO, T. C. A; MENDONÇA, V; CARRIJO, E.P; CHAGAS, E. A. Propagação de estacas apicais de figueira: diferentes ambientes, ácido indolbutírico e tipo de estaca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 30, n. 05, p. 1021-1026, 2006.

PROHORT. Programa Brasileiro de Modernização do Mercado de Hortigranjeiro. Ministério da Agricultura. Dados 2018/2019. 2019.

QUERUBIM, L. F., Voss, S. C., & Bertoncello, A. G. (2019). PITAYA: A EVOLUÇÃO DO CULTIVO NO CENÁRIO PRUDENTINO E AS POSSIBILIDADES DESSE PLANTIO NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE. *Anais Sintagro*, 11(1). RODRIGUES, A. P. M. S; JÚNIOR, A. F. M; TORRES, S. B; Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 46, n. 3, p. 638-644, 2015.

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**, Lages-SC, v.18, n.2, p.194-201, 2019.

RUZAINAH, A. J.; RAHWAN, A. R. B. A., MAHMOD, N. Z. C.; VASUDEVAN, R. 2009. Proximate analysis of dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). **American Journal of Applied Sciences** 6 (7): 1341-1346.

SANTOS, D. N., PIO, L., FALEIRO, F., DOS SANTOS, D. N., PIO, L. A. S., & FALEIRO, F. G. (2022). Pitaya: uma alternativa frutífera.

SANTOS, J. M.; OLIVEIRA, J. A.; LIMA, J. M. E.; SILVA, H. W. Maturidade fisiológica de sementes de pitaya. **Revista Ciência Agraria**, Lavras-MG, v. 61, 2018.

SARMENTO, Marcelo Benevenga et al. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica em sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg Burret). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 270-276, 2013.

SALLES, J. S; LIMA, H. L. F; COSTA, E. Mudanças de jambolão sob níveis de sombreamento, bancadas refletoras e profundidade de semeadura. *Revista de Agricultura Neotropical*, Mato Grosso do Sul, v. 4, n. 05, 2017.

SILVA, R. P.; CORÁ, J. E.; FURLANI, C. E. A.; LOPES, A. Efeito da profundidade de semeadura e de rodas compactadoras submetidas a cargas verticais na temperatura e no teor de água do solo durante a germinação de sementes de milho. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras-MG, v.32, n.3, p.929-937, 2008.

SILVA, A. da; PEREZ, S. C. J. G. de; A.P.; PAULA, R. C. de. Qualidade fisiológica de sementes de *Psidium cattleianum* Sabine acondicionadas e armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v.33, n.2, p.197–206, 2011.

SILVA, T. F. F; NASCIMENTO, R. J; LOBATO, W. T. S; ALMEIDA, G. M; BRÍGIDA, M. S.R.S. influência da profundidade de semeadura na emergência e crescimento de plântulas de açaí (*Euterpe oleraceae* mart.). **II Congresso Internacional das Ciências Agrárias-COINTER-PVAgro 2017**.

SILVA, F. F. S. da; DANTAS, B. F. Quantification of storage proteins during seed imbibition of native species from the Brazilian Caatinga vegetation. *Semina*, Londrina, v. 37, n. 4, p. 1733-1744, jul./ago. 2016.

THANATCHA, R.; PRANEE, A. Extraction and characterization of mucilage in *Opuntia* spp. **Journal of Arid Environments**, v. 68, p. 534–545, 2007.

VIÑAS, M.; FERNÁNDEZ-BRENES, M.; AZOFEIRA, A.; JIMÉNEZ, V. M. In vitro propagation of purple pitahaya (*Hylocereus costaricensis* [F.A.C. Weber] Britton & Rose) cv. Cebra. *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant*, Columbia, v. 48, n. 5, p. 469-477, 2012.

WALTER, L. S; GABIRA, M. M.; SILVA, M. A.; NOGUEIRA, A. C.; KRATZ, D. 2020. Adjustments in the tetrazolium test methodology for assessing the physiological quality of *Jatropha mollissima* (Euphorbiaceae). **Bosque**, v.41, p.77-82.

WICHIENTHOT, S.; JATUPORNPIPAT, M.; RASTALL, R. A. 2010. Oligosaccharides of pitaya (dragon fruit) flesh and their prebiotic properties. **Food Chemistry**. 120(3), 850-857.

ZUFFO, A.M.; ANDRADE, F.R.; SILVA, L.M.A.; MENEZES, K.O.; SILVA, R.L.; PIAUILINO, A.C. Profundidade de semeadura e superação de dormência no crescimento inicial de sementes de *Brachiaria dictyoneura*. *Revista Ceres*, v. 61, n. 6, p. 948-955, 2014.

9. Apendice

Tabela 9. Resumo da análise de variância para as variáveis primeira contagem, plântulas normais, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado.

Primeira contagem			
Fator de Variação	GL	SQ	QM
Método (M)	3	29,66	9,88 ^{NS}
CV (%)		17,81	
Plântulas normais			
Fator de Variação	GL	SQ	QM
Método (M)	3	40,66	13,55 ^{NS}
CV (%)		11,04	
Condutividade elétrica			
Fator de Variação	GL	SQ	QM
Método (M)	2	137,32	68,66 *
Tempo (T)	3	71,97	23,99 ^{NS}
M x T	6	57,11	9,52 ^{NS}
CV (%)		38,88	
Envelhecimento acelerado			
Fator de Variação	GL	SQ	QM
Método (M)	4	136,81	34,20 *
Tempo (T)	1	27,32	27,32 *
Temperatura (P)	2	17,59	8,80 ^{NS}
M x T	3	14,77	4,92 ^{NS}
M x P	6	81,49	13,58 ^{NS}
T x P	2	333,53	166,77 *
M x T x P	5	113,35	22,67 *
CV (%)		12,50	

* e ^{NS} significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste F ($p \leq 0,05$).

GL=graus de liberdade; SQ=soma de quadrados; QM=quadrado médio; CV=coeficiente de variação.