

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS
CURSO DE MESTRADO**

**CONSERVAÇÃO DE SEMENTES E AVALIAÇÃO DO PÓLEN SUBMETIDO A
DESSECAÇÃO E HIDRATAÇÃO EM *Passiflora***

LAÍS REIS DE SOUZA

Cruz das Almas-BA

2022

**CONSERVAÇÃO DE SEMENTES E AVALIAÇÃO DO PÓLEN SUBMETIDO A
DESSECAÇÃO E HIDRATAÇÃO EM *Passiflora***

Laís Reis de Souza

Licenciada em Biologia, 2019

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

Dissertação submetida ao Colegiado do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e Embrapa Mandioca e Fruticultura, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais.

Orientador: Prof. Dr. Onildo Nunes de Jesus

Coorientador: Dr. Lucas Kennedy Silva Lima

Cruz das Almas-BA

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

S729c	<p>Souza, Laís Reis de.</p> <p>Conservação de sementes e avaliação do pólen submetido a dessecação e hidratação em <i>Passiflora</i> / Laís Reis de Souza._ Cruz das Almas, BA, 2022.</p> <p>73f.; il.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Onildo Nunes de Jesus. Coorientador: Dr. Lucas Kennedy Silva Lima.</p> <p>1.Maracujá – Germinação – Sementes. 2.Maracujá – Melhoramento genético – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p>CDD: 634.1</p>
-------	---

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB. Responsável pela Elaboração – Antonio Marcos Sarmiento das Chagas (Bibliotecário - CRB5 / 1615). Os dados para Catalogação foram enviados pela usuária via formulário eletrônico.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS
CURSO DE MESTRADO**

**CONSERVAÇÃO DE SEMENTES E AVALIAÇÃO DO PÓLEN SUBMETIDO A
DESSECAÇÃO E HIDRATAÇÃO EM *Passiflora***

Comissão Organizadora da Defesa de Dissertação

Laís Reis de Souza

Prof. Dr. Onildo Nunes de Jesus
Embrapa Mandioca e Fruticultura
(Orientador)

Prof^a. Dr^a. Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(Examinador Interno)

Dr. Zanon Santana Gonçalves
Universidade Estadual de Santa Cruz
(Examinador Externo)

DEDICATÓRIA

À Deus, por ser o meu “refúgio e fortaleza, e por ser o meu socorro bem presente na angústia” (trecho do Salmo 46).

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me conduzido nessa trajetória, dar forças todos os dias para seguir em frente e proporcionar coisas maiores que eu imaginava.

Aos meus pais Valdinice e Adelino, e as minhas irmãs Cleyze, Andressa e Aline, por todo amor, o constante apoio em todos os momentos da minha vida e as vibrações pelas minhas conquistas.

Ao meu esposo Ismá, por sempre me apoiar, por acreditar em mim (quando nem eu acreditava), por ter segurado na minha mão, e a ajuda nos momentos mais difíceis. De forma singular, agradeço por ter sonhado junto comigo por esta conquista.

Aos meus tios Terezinha e Domingos, os quais considero como se fossem os meus “pais.”, Agradeço por todo amor, ajuda, o carinho que sempre proporcionaram, e por sempre acreditar em minha capacidade.

Ao orientador Dr. Onildo Nunes e ao coorientador Dr. Lucas Kennedy, agradeço pela paciência, por sempre estarem dispostos a mim ajudar, e por nunca desistirem de mim mesmo com algumas dificuldades pessoais que se apresentaram ao longo desse trabalho. Sou grata por todo aprendizado, ensinamentos e, principalmente, por toda compreensão.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais (PPG-RGV) pela oportunidade de realizar esta Pós-Graduação.

À todos os professores do PPG-RGV pelos ensinamentos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. .

Ao Centro Nacional de Pesquisa em Mandioca e Fruticultura (EMBRAPA/CNPMF) por disponibilizar toda a infraestrutura e os materiais genéticos vegetais para execução dos experimentos.

Aos funcionários da Embrapa (CNPMF), por toda a ajuda concedida. Em especial, a técnica do Laboratório de Conservação e Tecnologia de Sementes, Tatiane Amorim por toda ajuda, amizade e as palavras acolhedoras. Assim como, ao Técnico do Laboratório de Cultura de Tecidos, Hélder Carvalho, Sinésio e também a analista Fabiana Aud, por toda disponibilidade e ajuda para a realização dos experimentos.

Agradeço as colegas que adquiri nessa caminhada, Edimara, Jamile, Gleice, Mileide.

À Michele, por ser tão amiga, parceira, por ter me ouvido, pelos os conselhos, por sanar minhas dúvidas, por sempre me entender e apoiar.

Aos meus colegas da “equipe de *Passiflora*”, por toda a ajuda e apoio, em especial, à Jane e Matheus por todo suporte, conversas francas e amizade.

Às minhas amigas do “coração” Cássia e Laila, por toda amizade e irmandade.

À minha psicóloga Cybele Aurelino, pela paciência, por toda troca de experiência? que me ajudou a ter forças para continuar galgando essa importante etapa da minha vida, e, principalmente, por entender toda minha dor e me ajudar a ser uma pessoa melhor a cada dia, superando os meus monstros internos.

Os Meus sinceros agradecimentos a todos que torceram por esta vitória!

CONSERVAÇÃO DE SEMENTES E AVALIAÇÃO DO PÓLEN SUBMETIDO A DESSECAÇÃO E HIDRATAÇÃO EM *Passiflora*

Resumo: *Passiflora* é um gênero muito diverso, que agrega espécies de grande importância econômica, utilizada em vários segmentos da indústria e utilização de plantas no paisagismo. Apesar da ampla variabilidade no gênero, informações relacionadas a influência de fatores abióticos na reprodução e protocolos de armazenamento de sementes ainda é pouco explorado até mesmo para a espécie de maior importância econômica (*Passiflora edulis* Sims). O presente trabalho teve como objetivo estabelecer protocolo de armazenamento apropriado de sementes de *Passiflora edulis* Sims com enfoque na conservação a médio e longo prazo, bem como, avaliar o efeito de hidratação e desidratação sucessiva na viabilidade de grãos de pólen espécies do Banco Ativo de Germoplasma de *Passiflora* (BAG-P) da Embrapa Mandioca e Fruticultura. No primeiro capítulo dessa dissertação foi avaliado a conservação de sementes de *P. edulis*, utilizado diferentes ambientes, embalagens, tipo de processamento das sementes e período de armazenamento (1 e 3 anos). Para cada tratamentos foi utilizado quatro repetições de 25 sementes. Os resultados demonstraram que até três anos de armazenamento em refrigeradores ou câmara fria, independentemente do tipo de processamento (com fermentação ou uso de mixers), as embalagens saco plástico, saco de papel e garrafa PET podem ser utilizadas no armazenamento de sementes de *P. edulis*. No que se refere ao segundo capítulo, teve como objetivo examinar o efeito de hidratação e desidratação prévia na viabilidade de grãos de pólen *in vitro* de seis espécies de *Passiflora* spp. (*P. alata*, *P. kermesina*, *P. edulis*, *P. edmundoi*, *P. gibertii* e *P. rubra*). Para isso, foi avaliado a germinação *in vitro* a partir de inoculação dos grãos de pólen desidratados e hidratados no meio de cultura SM modificado, como também, foi realizado de teste histoquímico com solução de Alexander a 2%. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, sendo avaliado três condições (dessecado, hidratado, dessecado e reidratado) perfazendo um total de dez tratamentos com três repetições cada. A dessecação prévia dos polens por 40 minutos a 35 °C, sem embebição em água, teve efeito muito satisfatório na germinação e viabilidade de grãos de pólen tanto *in vitro* como *in vivo* com formação de frutos. A hidratação de grãos de pólen a partir de 5 minutos causou efeito deletério sobre a germinação e uma redução drástica na

germinação e viabilidade de grãos de pólen. Esse estudo foi importante norteador para futuros estudos com outras espécies, bem como, conservação de grãos de pólen.

Palavras-chave: *Passiflora*, conservação, sementes, grãos de pólen; produção de frutos; fator abiótico.

SEED CONSERVATION AND EVALUATION OF POSTLENING SUBJECTED TO DESSERATION AND HYDRATION IN *Passiflora*

Abstract: *Passiflora* is a very diverse genus, which aggregates species of great economic importance, used in various segments of the industry and use of plants in landscaping. Despite the wide variability in the genus, information related to the influence of abiotic factors on reproduction and seed storage protocols is still little explored even for the most economically important species (*Passiflora edulis* Sims). This study aimed to establish an appropriate storage protocol for *Passiflora edulis* Sims seeds with a focus long-term conservation, as well as to evaluate the effect of successive hydration and dehydration on the viability of pollen grains from the Active Germplasm Bank of *Passiflora* (AGB-P) from Embrapa Mandioca e Fruticultura. In the first chapter of this dissertation, the conservation of *P. edulis* seeds was evaluated, using different environments, packaging, type of seed processing and storage period (1 and 3 years). For each treatment, four replications of 25 seeds were used. The results showed that up to three years of storage in refrigerators or cold chambers, regardless of the type of processing (with fermentation or use of mixers), plastic bag, paper bag and PET bottle packaging can be used to store *P. edulis* seed. Regarding the second chapter, the objective was to examine the effect of hydration and dehydration on the viability of in vitro pollen grains of six species of *Passiflora* spp. (*P. alata*, *P. kermesina*, *P. edulis*, *P. edmundoi*, *P. gibertii* e *P. rubra*). For this, in vitro germination was evaluated from the inoculation of dehydrated and hydrated pollen grains in the modified SM culture medium, as well as a histochemical test with 2% Alexander's solution. A completely randomized design was used, with three conditions being evaluated (dried, hydrated, desiccated and rehydrated) for a total of ten treatments with three replications each. The previous desiccation of pollens for 40 minutes at 35 °C, without imbibition in water, had a very satisfactory effect on germination and viability of pollen grains both in vitro and in vivo that had fruit formation in a tested species. The hydration of pollen grains for 5 minutes caused a deleterious effect on germination and a drastic reduction in germination and viability of pollen grains. This study was an important guide for future studies with other species, as well as the conservation of pollen grains.

Keywords: *Passiflora*, conservation, seeds, pollen grains, production of fruit; abiotic factor.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Diversidade genética do gênero <i>Passiflora</i>	15
2.2 Características gerais de <i>Passiflora</i>	16
2.3 Fenologia e Sistema Reprodutivo em <i>Passiflora</i>	18
2.4 Recursos genéticos de <i>Passiflora</i>	20
2.5 Conservação de Sementes	22
REFERENCIAS	24
Qualidade fisiológica de sementes de <i>Passiflora edulis</i> Sims avaliados com um e três anos de armazenamento	Erro! Indicador não definido.34
1. INTRODUÇÃO	366
2. MATERIAL E MÉTODOS	388
2.1. Material Biológico	388
2.2. Armazenamento de sementes em refrigerador e teor de água	388
2.3. Delineamento Experimental e Análise Estatística	39
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	400
4. CONCLUSÃO	488
REFERENCIAS	4949
DESSECAÇÃO E HIDRATAÇÃO DE GRÃOS DE PÓLEN NA GERMINAÇÃO E VIABILIDADE DE <i>PASSIFLORA</i> spp.	533
1. INTRODUÇÃO	555
2. MATERIAL E MÉTODOS	577
2.1 Local do experimento	577
2.2 Material biológico	57
2.3 Tratamentos e delineamento experimental	588
2.4 Germinação de grãos de pólen in vitro	5959
2.5 Viabilidade polínica por análise histoquímica de grãos de pólen	59
2.6 Dessecação de grãos de pólen	60
2.7 Dessecação e reidratação de grãos de pólen	600
2.8 Polinização manual	600
2.9 Análise Estatística	611
3. RESULTADOS	611
4. DISCUSSÃO	666
5. CONCLUSÃO	6959
REFERENCIAS	700

1. INTRODUÇÃO GERAL

Passifloraceae Juss. é uma família que abrange grande diversidade de plantas, englobando 20 gêneros e aproximadamente 650 espécies (FLORA DO BRASIL, 2020). Dentre os gêneros, o *Passiflora* é o mais importante do ponto de vista econômico, com espécies cujos frutos podem ser utilizados tanto na indústria alimentícia, como na fabricação de cosméticos e medicamentos, além de que, muitas espécies pertencentes a este gênero são utilizadas para fins ornamentais (BERNACCI et al., 2005; MELETTI, 2009; PAIVA et al., 2014).

A conservação da diversidade genética dos germoplasmas de passiflora é realizada principalmente por meio de coleções e/ou Bancos Ativos de Germoplasma - BAG (XX). Sendo assim, a manutenção dos BAGs é imprescindível para os programas de melhoramento genético e para assegurar a segurança alimentar, uma vez que, é possível identificar acessos com características interessantes para uso no melhoramento genético do maracujazeiro, seja na identificação de genes de resistência a doenças e pragas ou genótipos com alta produtividade (FALEIRO et al., 2004; MELETTI, 2009; JUNGHANS, 2015; SANTOS et al., 2021).

Nessa perspectiva, o BAG da Embrapa Mandioca e Fruticultura possui 343 acessos pertencentes a 43 espécies, sendo *P. edulis* Sims a espécie com o maior número de acessos (153), os quais estão divididos entre o maracujá-amarelo ou azedo, e o maracujá-roxo (JESUS et al., 2021). Essa diversidade de acessos contribui para estudos de melhoramento genético e conservação dessa espécie, e na obtenção de cultivares comerciais com características agronômicas de interesse (VIANA et al., 2016; JESUS et al., 2021; SANTOS et al., 2021).

Uma das maneiras de conservação de acessos e manutenção de BAGs é por meio de conservação e armazenamento de sementes. Alguns estudos com o gênero têm sido desenvolvidos com esse foco (OSIPI e NAKAGAWA, 2005; MAROSTEGA, et al., 2013; SOUZA e JUNGHANS, 2018; JUNGHANS, 2020; LUZ e ARAÚJO, 2020). Contudo, ainda é pouco o entendimento sobre qual a maneira mais adequada de armazenamento, considerando aspectos importantes, como a técnica de realizar o processamento dos frutos, as condições ambientais que sejam mais apropriadas como a temperatura e a umidade, e a necessidade ou não de

dessecação prévia das sementes, considerando a especificidade de cada espécie (JUNGHANS & JUNGHANS, 2016).

As sementes de *P. edulis* podem diminuir sua viabilidade de forma gradual em função do tempo de armazenamento, esse fato está intimamente relacionado pelo local, tipo de acondicionamento, umidade, condições ambientais e o tempo em que estão submetidas a conservação (CATUNDA et al., 2003; PÁDUA et al., 2011; JUNGHANS e JUNGHANS, 2016; GENEROSO et al., 2019;).

Portanto, é necessário estudos focados em estratégias de conservação de sementes, e da influência de fatores ambientais para a viabilidade, germinação e fertilidade de grãos de pólen em espécies do gênero *Passiflora* para contribuir de forma significativa na conservação e melhoramento de recursos genéticos vegetais do gênero *Passiflora* (SEREJO et al., 2012; JUNGHANS e JUNGHANS, 2016; JUNGHANS, 2020). É de suma importância o desenvolvimento de estudos que tenham como finalidade compreender as características e comportamento germinativo das sementes de *Passiflora* em condições diferenciadas de armazenamento (JUNGHANS, et al., 2019). Assim, pode-se obter mesmo após longos períodos de armazenamento, plantas e lotes de sementes com altas taxas de germinação tanto para uso na regeneração de acessos do BAG como para cruzamentos nos programas de melhoramento genético (JUNGHANS e JUNGHANS, 2016).

Além disso, o entendimento sobre a biologia reprodutiva de espécies do gênero *Passiflora*, frente a influência que os principais fatores abióticos podem exercer no processo de germinação de grãos de pólen e consequente frutificação, são importantes para planejamento e identificar o melhor momento para realizar polinização artificial, como também para o melhoramento genético e conservação de grãos de pólen.

Assim, o presente trabalho teve como objetivos: *i*) determinar condições de ambiente, influência de dessecação prévia e métodos de processamento mais apropriados e eficientes para o armazenamento e conservação de sementes de *P. edulis* Sims, principal espécie cultivada no Brasil, *eii*) avaliar viabilidade e germinação de grãos de pólen submetidos a diferentes tempos de hidratação e desidratação dos grãos de polens *in vitro* e *in vivo* de espécies pertencentes ao Banco de Germoplasma de *Passiflora* (BAG-P) da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo estabelecer

protocolo de armazenamento apropriado de sementes de *Passiflora edulis* Sims com enfoque na conservação a médio e longo prazo, bem como, avaliar o efeito de hidratação e desidratação sucessiva na viabilidade de grãos de pólen espécies do Banco Ativo de Germoplasma de *Passiflora* (BAG-P) da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Diversidade genética do gênero *Passiflora*

Muitas espécies de *Passiflora* são cultivadas para fins comerciais e são designadas para a alimentação, na produção de fármacos e cosméticos, enquanto outras espécies possuem flores exuberantes com grande potencial de uso como plantas ornamentais (ATAÍDE et al., 2012; FALEIRO et al., 2017). As espécies mais cultivadas para a produção e comercialização de frutos no Brasil é a *Passiflora edulis* Sims. (maracujá amarelo/azedo) e a *P. alata* Curtis. (maracujá doce), (OLIVEIRA et al., 2019; FALEIRO et al., 2015). Outras espécies, tais como, *Passiflora setacea* D.C. (maracujá do sono, maracujá do cerrado, maracujá pérola, maracujá sururuca, maracujá de cobra), *Passiflora cincinnata* Mast. (maracujá do mato, maracujá da caatinga), *Passiflora nitida* Kunth. (maracujá suspiro, maracujá do cerrado), *Passiflora quadrangularis* L. (maracujá gigante, maracujá de quilo) e *Passiflora maliformis* L. (cholupa, granadilla de piedra) possuem comercialização restritas ao local de ocorrência em determinadas regiões do Brasil (OLIVEIRA et al., 2019; FALEIRO et al., 2015).

Parte da diversidade desse gênero, têm sido mantidas em Bancos Ativos de Germoplasma (BAG), onde a finalidade é agregar acessos de diversas espécies de forma *ex situ* (FALEIRO et al., 2017). Os acessos podem ser conservados *in vivo* (no campo), por meio de sementes e *in vitro*, embora não seja muito frequente (MATSUMOTO et al., 2010).

A Embrapa Mandioca e Fruticultura possui o maior Banco de Germoplasma de *Passiflora* (BAG-P) do mundo, com 45 espécies representativas de 343 acessos em que são conservados em cultivo em campo (Jesus et al., 2021), telado e em sementes armazenadas em refrigerador ou câmara fria (FALEIRO et al., 2017). Neste BAG, a espécie de *P. edulis* Sims representa a maior diversidade de acessos (153), com diversidade entre maracujá-azedo, maracujá-amarelo e maracujá-roxo (Jesus et al., 2021). Sendo importante espécie a ser utilizada nos estudos de conservação e melhoramento genético, tendo em vista, que é a espécie de maior produção e comercialização.

Além do Brasil, países como Equador, Peru, África do Sul, Costa Rica, México, Venezuela, Bolívia e Austrália, cultivam espécies do gênero, com destaque para à

Colômbia, que cultiva comercialmente seis espécies: *P. edulis* Sims, *P. edulis* f. *edulis* Sims (gulupa, maracujá-roxo), *P. maliformis* L., *P. tripartita* (Juss.) *P. quadrangularis* L. e *P. ligularis* A. Juss. (granadilla), sendo essa última a mais tradicionalmente cultivada (OLIVEIRA et al., 2019; XX).

Muitas espécies de *Passiflora* originaram-se na América Tropical, sendo que cerca de 150 são nativas do Brasil (BERNACCI et al., 2015; OCAMPO et al., 2016; CERQUEIRA-SILVA et al., 2012). O cultivo no Brasil foi impulsionado na década de 70, em que a comercialização era prioritariamente *in natura* (FREITAS, 2018). Nos anos 80, a indústria começou a explorar os sucos da fruta, e conseqüentemente, expandiu a exploração do produto e comercialização da mercadoria industrializada. A partir disso, o cultivo de maracujazeiro na agricultura familiar foi estimulada, e nos anos 90 foi definido pela expansão das terras cultiváveis e área colhida do maracujá no Brasil (FREITAS, 2018).

Conforme os dados do IBGE do ano de 2020, a área plantada ou destinada ao cultivo de maracujá no Brasil, atingiu mais de 46.000 hectares, obtendo cerca de 700.000 toneladas, com valor da produção das lavouras em torno de 1,4 bilhões de reais ao ano.

Os Estados do Ceará, Bahia, Santa Catarina, Pernambuco e Minas Gerais, se destacaram, respectivamente, na produção de maracujá no Brasil no ano de 2020, sendo o Ceará e a Bahia os maiores produtores, com 199.725 e 197.160 toneladas por hectare, respectivamente (IBGE, 2020).

2.2 Características gerais do gênero *Passiflora*

O maracujazeiro é pertencente à família *Passifloraceae* Juss. que agrega 27 gêneros, totalizando cerca de 900 espécies distribuídas em zonas tropicais e subtropicais do mundo, especialmente, nos continentes da América e África (THE PLANT LIST, 2020; APG III, 2009). Dentro desta família, a subfamília Passifloroideae (*Passifloraceae sensu stricto*) é diversa em espécies e engloba 16 gêneros e mais de 700 espécies de distribuição pantropical (FLORA DO BRASIL, 2022). No Brasil há registros de quatro gêneros: *Ancistrothyrsus* Harms; *Dilkea* Mast.; *Mitostemma* Mast. e *Passiflora* L., sendo o último o mais numeroso e mais representativo da família (ARAÚJO; ALVES, 2013; BERNACCI et al., 2015).

Embora o maracujazeiro tenha origem nas Américas Tropical e Subtropical, o Brasil é um país que abriga grande diversidade, com aproximadamente 150 espécies endêmicas; destas, 31 espécies são endêmicas no Estado da Bahia. O gênero é representado por possuir ampla distribuição e ocorrência em vários biomas (BFG, 2015; NETO, 2008; OLIVEIRA et al., 2019).

Passiflora é um dos gêneros mais diversos dentro da família *Passifloraceae*, e constitui o maior de plantas trepadeiras e lianas da Região Neotropical. Esse gênero já foi anteriormente distribuído em 22 subgêneros e atualmente são reconhecidos apenas seis subgêneros, dos quais quatro ocorrem no Brasil, tais como: *P. subg. Astrophea* (DC.) Mast., *P. subg. Decaloba* (DC.) Rchb., *P. subg. Deidamioides* (Harms) Killip e *P. subg. Passiflora* (FLORA DO BRASIL, 2020).

Com relação as características fenotípicas dessas plantas, são trepadeiras herbáceas ou lenhosas de ramos cilíndricos ou quadrangulares, angulosas, suberificadas, glabras ou pilosas, podendo atingir 5 a 10 m de comprimento (TEIXEIRA, 1995; FALEIRO et al., 2017; FLORA DO BRASIL, 2022).

No Brasil, o gênero *Passiflora* tem ocorrência generalizada em todas as regiões do país, sendo que, os Domínios Fitogeográficos em que tem predominância são: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal (FLORA DO BRASIL, 2020). Entretanto, a grande maioria das espécies não sobrevivem a geadas, sendo que baixas temperaturas reduzem o metabolismo dessas plantas, e conseqüentemente reduz a taxa de crescimento e desenvolvimento, principalmente quando associados à baixa radiação solar (FLORA DO BRASIL, 2020). Portanto, a temperatura é fator determinante para o desenvolvimento da planta, desde o florescimento, fecundação, frutificação, maturação e qualidade dos frutos que são dependentes de temperaturas mais elevadas (FALEIRO et al., 2017).

Apesar disso, a maior parte das espécies do gênero apresentam um desenvolvimento proeminente, com período de florescimento e frutificação em vários meses durante o ano, sendo um fator positivo para quem o cultiva, obtendo renda em vários períodos do ano (MELETTI, 2011; FALEIRO et al., 2017).

2.3 Fenologia e Sistema Reprodutivo em *Passiflora*

No que se refere à reprodução das espécies de *Passiflora*, as flores do gênero são hermafroditas, geralmente possuem tamanhos relativamente grandes, com flores atraentes com diferentes cores, que varia desde branca, rosa, magenta, tons de vermelho, azul ou roxa e bastante perfumadas (JESUS, et al. 2015a; JESUS, et al. 2015b; FALEIRO et al. 2017). Essas características podem estar relacionadas à aspectos evolutivos da espécie, para atrair aos agentes polinizadores, obtendo sucesso na troca de material genético, considerando que as flores da maioria das espécies de *Passiflora* são auto incompatíveis (MELO, et al., 2018). Desse modo, os sistemas de polinização podem ser utilizados como ferramentas úteis para compreender os processos de evolução morfológica, fisiológica e comportamental, bem como a variabilidade genética (ACIOLI, 2003).

Uma característica inerente as flores do gênero, é uma corona formada por numerosos filamentos ou fímbrias, sendo investigada como originada por sépalas e pétalas (FALEIRO et al. 2017). O androginóforo colunar bem desenvolvido está localizado no centro, juntamente com o ovário globuloso unilocular e multiovulado. Dessa forma, a estrutura feminina contém três estiletos livres ou conectados na base com estigmas capitados, já a estrutura masculina é formada por cinco estames com filetes que podem ser livres ou conectados na base com anteras dorsofixas e versáteis (JESUS et al., 2015a; JESUS et al., 2015b; FALEIRO et al., 2017).

No que se refere a antese das flores, é variável entre as espécies, podendo ser originada pela manhã, tarde ou noite, considerando que algumas espécies pode ser sensíveis ao fotoperíodo, tendo a necessidade de dias mais longos para estimular o florescimento (JESUS et al., 2015a; JESUS et al., 2015b; FALEIRO et al. 2017). No momento em que a flor se abre os estiletos se encontram em posição vertical. Após a antese completa, os estiletos se curvam até os estigmas para ficar na mesma altura das anteras, podendo assim ser tocados pelos agentes polinizadores (BRUCKER et al. 2005). Embora as flores das espécies de *Passiflora* possuam as duas estruturas reprodutivas funcionais, a maioria são alógamas (JUNQUEIRA et al. 2001). Muitas espécies possuem incompatibilidade germinativa, ou seja, o pólen produzido em uma flor não pode se autofecundar ou fecundar de forma eficiente as demais flores produzidas nas mesmas plantas (JUNQUEIRA et al. 2001).

Os grãos de pólen são densos, e por esta razão não podem ser polinizados por agentes abióticos como o vento, portanto, dependem diretamente de insetos presentes no pomar para promover a polinização (DETTKE e SANTOS, 2009). Dessa maneira, a polinização natural das espécies de *Passiflora*, geralmente é realizada por insetos como moscas, formigas, vespas, abelhas do gênero *Xylocopa* (conhecidas popularmente como mamangavas), e também por aves como o beija-flor e mamíferos como o morcego (JUNQUEIRA et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2017).

Soares et al. (2018), verificaram em seu estudo que o grão de pólen de diferentes espécies de *Passiflora* possui formato oblato esferoidal. Esses autores observaram que a maioria das espécies analisadas apresentaram na superfície do grão de pólen substâncias lipofílicas, denominado de *pollenkit*, a qual possui função importante para a dispersão contribuindo com adesão os grãos de pólen ao corpo do agente polinizador. Desta maneira, é notório que as espécies de *Passiflora* no curso da evolução promoveram adaptações evolutivas consideradas de grande importância para a fecundação do grão de pólen e eficiência no processo de troca de material genético (MUSCHNER, 2005).

Com relação a influência das condições ambientais para o florescimento e frutificação, conforme Costa et al. (2008), a temperatura e luminosidade são fatores importantes. A temperatura adequada para o melhor florescimento e frutificação varia entre 21 °C e 23 °C tendo como temperatura ótima 23 °C e 25 °C, sendo que temperaturas acima de 35 °C prejudica a frutificação. Outro fator considerado determinante para formato de flores e frutos é a luminosidade, sendo que, acima de 11 horas diárias de luz proporciona melhores condições de florescimento (COSTA et al. 2008).

Além disso, as condições hídricas são consideradas fatores relevantes no cultivo de *Passiflora*. Uma deficiência hídrica prolongada pode provocar paralisação das atividades vegetativas e atraso no florescimento com queda de flores e de frutos e conseqüente redução da produtividade e qualidade de frutos (COSTA, et al. 2008; REZENDE, et al. 2010; FALEIRO & JUNQUEIRA, 2016).

Assim o excesso de água é também prejudicial à polinização, pois, pode provocar rompimento dos grãos de pólen (DINATO et al., 2016). Contudo, temperaturas muito altas associadas a baixa umidade podem ser prejudiciais a receptividade do estigma e ao desenvolvimento dos frutos, não havendo fecundação dos grãos de pólen e os frutos podem não vingar, além disso, correntes de ventos

quentes e muito forte podem danificar as flores (COSTA, et al. 2008; REZENDE, et al. 2010; FALEIRO & JUNQUEIRA, 2016).

Siqueira et al. (2009), não encontraram frutificação de *Passiflora edulis* com e sem introdução de abelhas do gênero *Xylocopa* em período chuvoso, o que sugere que a umidade pode ser um elemento influenciador de forma significativa no processo de fertilização do grão de pólen no estigma.

Estudos sobre biologia reprodutiva, estão relacionados de forma direta na escolha de metodologias utilizadas nos Programas de Melhoramento genético e conservação das espécies vegetais. Além disso, analisar a viabilidade de grãos de pólen torna-se imprescindível para observar, entender e resolver possíveis dificuldades de esterilidade, contribuindo efetivamente com o manejo adequado da espécie em questão (ZAMBON, et al., 2014; BRITTO, 2017; JESUS, et al., 2018).

Além disso, o entendimento sobre as características florais dos acessos disponíveis contribui com a seleção de melhores genitores para realizações de hibridizações, através do conhecimento de viabilidade de capacidade de germinações dos grãos de pólen (ZAMBON, et al., 2014; BRITTO, 2017; JESUS, et al., 2018).

Contudo, sabe-se que alguns fatores e condições ambientais (temperatura, umidade, sincronia e a receptividade do estigma de uma flor compatível) considerados relevantes influenciam de forma direta a viabilidade, germinação e polinização (ZEIGER et al., 2017) Segundo Costa et al. (2008), a temperatura e luminosidade e as condições hídricas. A partir de determinado nível esses fatores causam efeitos deletérios na polinização, mas não há até o momento estudos focados em entender como esses fatores abióticos atuam na viabilidade e germinação *in vitro* e *in vivo* em *Passiflora* spp.

2.4 Recursos genéticos de *Passiflora*

A conservação de Recursos Genéticos se refere a um conjunto de estratégias e ações pensadas com finalidade de preservar organismos biológicos que possuem valor de mercado (COSTA et al. 2012). O material biológico pode ser plantas utilizadas na alimentação e ornamentação, microrganismos aplicados nas indústrias, como também, plantas cultivadas para fabricação de móveis e utilizadas na construção civil. Portanto, o recurso genético diz respeito a todo material biológico com aplicabilidade econômica para o ser humano (COSTA et al. 2012).

A conservação de recursos genéticos preserva a diversidade e da variabilidade genética contidas em genomas de indivíduos representativos de espécies e gêneros, sendo assim, é possível preservar no ambiente natural, (denominado *in situ*), ou mantendo germoplasmas em condições fora do ambiente natural (denominado de *ex situ*) (COSTA, et al. 2012). Nesse contexto, torna-se importante entender o conceito de Germoplasma, que, segundo o Centro de Biotecnologia de Sementes (*Seed Biotechnology Center*) da Universidade da Califórnia (2020), o termo se refere a todo e qualquer tecido biológico vivo pelo qual plantas podem ser cultivadas, desde sementes ou qualquer outra parte da planta que podem ser transformadas em uma planta inteira. Sendo assim, o germoplasma contém informações para a composição genética de uma espécie, sendo considerado como um “recurso natural valioso da diversidade vegetal” (Seed Biotechnology Center, 2020).

Muitos pesquisadores e estudiosos da área agrícola, têm investigado maneiras de como utilizar desses recursos e conservá-los, de maneira a estabelecer Bancos Ativos de Germoplasma (BAG) ou coleções de Germoplasma com finalidade de conservar a biodiversidade e contribuir com programas de melhoramento genético vegetal ou outros fins (SANTONIERII & BUSTAMANTE, 2016; CABRAL et al., 2004; COSTA et al., 2011).

Sendo assim, o Banco Ativo de Germoplasma é responsável por manter uma quantidade de acessos maior que de uma coleção e representa a variabilidade genética da espécie ou gênero (VEIGA et al. 2012). A manutenção tem por finalidade conservar e regenerar, bem como, disponibilizar para utilização e intercâmbio. Os BAGs no geral estão instalados em instituições de pesquisa, ensino e extensão a nível estadual e federal destinados a pesquisa (VEIGA et al. 2012).

De acordo com Ferreira (2011), o Banco de germoplasma pode ser estruturado em instituições de pesquisa com iniciativa pública ou privada. Segundo o autor, um banco pode ser definido como um depósito de armazenamento e conservação de variabilidade genética de uma ou de várias espécies de um gênero por meio de coleções de germoplasmas em forma de sementes, explantes *in vitro* ou plantas a campo. Contudo, a conservação de germoplasma de espécies frutíferas, como o maracujá, é frequentemente realizada no campo, com poucas duplicatas de acessos de algumas espécies na forma de sementes ortodoxas ou, em alguns casos, por cultura de meristema *in vitro* (FERREIRA, 2011).

Conforme Ferreira (2005), o Brasil se destaca com maior número de coleções e acessos de *Passiflora* existentes no mundo, contendo maiores acervos de germoplasma deste gênero, com cerca de 67 espécies e aproximadamente 600 acessos distribuídos em oito coleções. Segundo o autor, as instituições que agregam maiores e melhores coleções são o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo (IAC), Universidade Estadual Paulista (UNESP) e a Embrapa.

Embora o Brasil tenha agregado grande variabilidade genética e coleções consideradas importantes, há uma preocupação com a invasão agrícola no Centro-Norte do país, que pode provocar eliminação de algumas espécies selvagens e o desaparecimento de muitos genótipos considerados importantes para os programas de melhoramento genético do gênero *Passiflora* (FALEIRO et al. 2011).

2.5 Conservação de Sementes

Floriano (2004) acredita que a finalidade do armazenamento de sementes de forma geral, vai desde a produção de lavouras comerciais até a manutenção de bancos de germoplasmas, e isso determina a duração do armazenamento (se em curto ou longo prazo). O armazenamento de sementes deve ser feito de forma segura e correta para garantir a qualidade fisiológica durante todo período de armazenamento (Silva et al., 2010). A primeira estratégia importante para a conservação *ex situ* de qualquer espécie vegetal consiste na determinação do desempenho de sementes sob armazenamento, considerando que, a sensibilidade à dessecação pode ser um fator limitante para a conservação de algumas espécies de plantas (GOLD e HAY, 2014).

A propagação de espécies de *Passiflora* pode ser feita de forma sexuada por meio de germinação de sementes, ou ainda de forma assexuada com o método de enxertia, estaquia ou cultura de tecidos (FALEIRO et al., 2019; LIMA et al., 2017). A propagação via sementes ainda é a forma mais aplicada por muitos produtores e instituições de pesquisa, e por isso, é de suma importância o conhecimento sobre o potencial de germinação e conservação de sementes desse gênero, com a finalidade de produção e/ou manejo em bancos de germoplasma (JUNGHANS, 2020). Nesse contexto, há um fator preponderante no condicionamento de sementes que consiste na tolerância à dessecação de cada espécie. As sementes podem ser classificadas

em recalcitrantes, ortodoxas ou intermediárias (GOLD e HAY, 2014; JUNGHANS, 2017).

As sementes consideradas ortodoxas são aquelas que quando são dispersas apresentam teor de água entre 5 e 15% do seu peso úmido, variando conforme espécie, toleram a dessecação a níveis abaixo de 7%. Em contrapartida, as sementes recalcitrantes apresentam um elevado teor de água e um metabolismo ativo quando dispersas, apresentam, portanto, limites de tolerância à dessecação (BARBEDO e FILHO, 1998; PAULILO; VIANA; RANDI, 2010). Já às sementes intermediárias, são aquelas que toleram a secagem de até 8% de conteúdo de água. Sementes com esse comportamento, geralmente perdem a viabilidade mais rapidamente a baixa temperatura e não suportam armazenamento a -20 °C (GOLD e HAY, 2014). Nesta perspectiva, *Passiflora edulis* é uma espécie com as sementes consideradas ortodoxas (JUNGHANS, 2017).

Diante disso, vários métodos são estudados com finalidade de obter melhores condições de armazenamento de distintas espécies de plantas, sendo notório que a principal técnica de conservação de sementes durante o armazenamento é, ainda, o retardamento do seu metabolismo ou diminuição de temperatura e água (KOHOMA et al., 2006). Variadas espécies tropicais apresentam comportamento de intolerância à dessecação aos níveis desejáveis para conservação em armazenamento, o que implica na necessidade de desenvolvimento de técnicas específicas e alternativas para sua conservação (KOHOMA et al., 2006).

Todavia, com relação ao favorecimento de propagação e conservação de espécies de *Passiflora*, é essencial o entendimento de métodos e técnicas eficientes para armazenamento de sementes, considerando as dificuldades na preservação de viabilidade após o armazenamento de sementes de muitas espécies do gênero (PEREIRA et al., 2011). Sementes de *Passiflora edulis* demonstram que ao serem armazenadas e submetidas a variações de umidade e temperatura, podem apresentar comportamento de dormência diferenciados (FONSECA, 2004; MARTINS et al., 2005).

Desta maneira, é imprescindível o conhecimento sobre o tratamento correto das sementes, para que não haja perdas e danos fisiológicos. Na literatura é notório que algumas espécies do gênero *Passiflora* ainda não possuem uma definição muito coesa quanto a sua classificação à tolerância a dessecação. Assim, uma das maneiras de conservação de recursos genéticos *ex situ* de muitas espécies vegetais

se dá com o armazenamento ao longo prazo de sementes consideradas ortodoxas (PÉREZ-GARCÍA et al., 2007). Contudo, é muito frequente espécies do gênero *Passiflora* tenham dificuldades de germinação em condições naturais (PÁDUA et al., 2011), indicando a necessidade de ampliar as informações acerca das condições de processamento das sementes, das embalagens mais apropriadas e das condições de armazenamento.

Alguns estudos com *P. edulis* apresentaram distintos tempos de armazenamento considerados eficientes na conservação de sementes dessa espécie. Carlesso et al. (2008), verificaram que as temperaturas de secagem das sementes de *P. edulis* não influenciam de forma direta na germinação, e dessa maneira o armazenamento por três e seis meses não prejudicou a qualidade fisiológica das sementes. Já os autores JUNGHANS e JUNGHANS (2016), verificaram que é possível armazenar sementes dessa espécie por longos períodos a partir de ajustes de umidade, sendo capaz de conservar pelo período de 11 anos em refrigerador com teor de água de 6,8%.

Um fator que pode influenciar na qualidade fisiológica das sementes é o método de extração da mucilagem e processamento dos frutos para obtenção de sementes. Nesse contexto, Assis et al. (2018), verificaram que os melhores métodos de extração de mucilagem foram as sementes sem fermentação e fermentação em água misturada com açúcar, independente do substrato utilizado. Severiano et al. (2018), observaram que os melhores resultados foram observados nas técnicas de remoção de arilo por meio de degomagem em água, esfregamento de areia e misturador mecânico.

Outro elemento importante a considerar no armazenamento de sementes é a embalagem a ser utilizada, assim, Carlesso et al. (2008), inferiram em seus estudos que as sementes de *P. edulis* podem ser conservadas em recipientes de vidro ou polietileno, pelos períodos de 3 e 6 meses, sem interferir na viabilidade das sementes. Catunda et al. (2003), analisaram que a embalagem adequada está intimamente ligada ao ambiente em que as sementes serão submetidas no armazenamento, sendo assim, eles verificaram que o refrigerador independente da embalagem se mostrou mais apropriado para condicionamento, seguida de câmara fria, bem como, em ambiente natural a embalagem impermeável não se apresentou adequada para o armazenamento de sementes.

3 REFERÊNCIAS

- ACIOLI, M.F. Ecologia da polinização de *Passiflora suberosa* LINNAEUS (PASSIFLORACEAE). Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003.
- ARAUJO, D.; ALVES, M. Flora da Usina São José, Igarassu, Pernambuco: Passifloraceae s.s. **Revista Rodriguésia** 64(2): 247-254. 2013.
- ASSIS, A. M.; ROBERTO, S. R.; JÚNIOR, V.C.N.; OLIVEIRA, C.L.L. G.; HOSHINO, R. T.; MASHIMA, C. H.; RAMOS, C.; ANDREAZZ, E. Yellow passion fruit tree sexual propagation by different mucilage extraction methods and substrate. **Agronomy Science and Biotechnology**, Volume 4, Issue 2, Pages 86 - 92, 2018.
- ATAÍDE, E. M.; OLIVEIRA, J. C. D.; RUGGIERO, C.. Florescimento e frutificação do maracujazeiro silvestre *Passiflora setacea* DC cultivado em Jaboticabal, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 377-381, 2012.
- Angiosperm Phylogeny Group – APG. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** 161: 105-121.
- BARBEDO, C.J.; FILHO, J.M. TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO EM SEMENTES. **Revista Acta Botanica Brasilica** 12(2): 145-164. 1998.
- BERNACCI, L.C.; CERVI, A.C.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M.A.; NUNES, T.S.; IMIG, D.C.; MEZZONATO, A.C. Passifloraceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB182>> Acesso em jul de 2020.
- BERNACCI, L.C.; MELETTI, L.M.M.; SOARES-SCOTT, M.D.; PASSOS, I.R.S.; JUNQUEIRA, N.T.V. Espécies de maracujá: caracterização e conservação da biodiversidade. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina - DF: EMBRAPA Cerrados, 2005.
- BFG - The Brazil Flora Group (2015) Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguésia** 66: 1085-1113.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Mapa; ACS, 2009. 395p.

BRITTO, F.F.. ASPECTOS REPRODUTIVOS, CRESCIMENTO in vitro E DIVERGÊNCIA GENÉTICA POR MARCADOR MOLECULAR EM Passiflora trinitae Sacco.. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós graduação em Agronomia, Vitória da Conquista, 2017.

BRUCKNER, C.H.; SUASSUNA, T.M.F.; RÊGO, M.M.; NUNES, E.S. Autoincompatibilidade do maracujá – implicações no melhoramento genético. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 316-338.

CABRAL, J.R. S.; CASTELLEN, M. S.; SOUZA, F.V.D.; MATOS, A.P.; FERREIRA, F.R.. Banco Ativo de Germoplasma de Abacaxi. **Dados eletrônicos- Boletim Embrapa Mandioca e Fruticultura**. Cruz das Almas-Ba, 2004.

CATUNDA, P.H.A.; VIEIRA, H.D.; SILVA, R.F.; POSSE, S.C.P.. INFLUÊNCIA DO TEOR DE ÁGUA, DA EMBALAGEM E DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DE SEMENTES DE MARACUJÁ AMARELO. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 25, nº 1, p.65-71, 2003.

CERQUEIRA-SILVA, C. B.; SANTOS, E. S.; SOUZA, A. M.; MORI, G. M.; OLIVEIRA, E. J.; CORRÊA, R. X.; SOUZA, A. P. (2012). Development and characterization of microsatellite markers for the wild South American Passiflora cincinnata (Passifloraceae). **American journal of botany**, v. 99, n. 4, p. e170-e172, 2012.

COSTA, A.F.S; COSTA, A.N.; VENTURA, J.A.; FANTON, C.J.; LIMA, I.M.; CAETANO, L.C.S.; SANTANA, E.N.. **Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro**. Vitória, ES: Incaper, 2008. 56 p.

COSTA, A.M.; SPEHAR, C.R.; SERENO, J.R.B.. **Conservação de recursos genéticos no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2012.

COSTA, T.S.; SILVA, A.V.C.; LÉDO A.S.; SANTOS, A.R.F.; JÚNIOR, J.F.S.. Diversidade genética de acessos do banco de germoplasma de mangaba em Sergipe. **Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.5, p.499-508, maio 2011.

CRUZ NETO, A. J. D.; ROSA, R. C. C.; OLIVEIRA, E. J. D.; SAMPAIO, S. R.; SANTOS, I. S. D.; SOUZA, P. U.; JESUS, O. N. D.. Genetic parameters, adaptability

and stability to selection of yellow passion fruit hybrids. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 16, n. 4, p. 321-329, 2016.

DETTKE, G. A.; SANTOS, R. P.. Tipos de aberturas dos grãos de pólen de espécies de *Passiflora* L. (Passifloraceae). **Acta Botanica Brasilica** 23(4): 1119-1128. 2009.

DINATO, N. B.; FAVERO, A. P. SANTOS, I. R. I.; GONÇALVES, T. M.. Importância da criopreservação de grãos de pólen em gramíneas forrageiras. **Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2016.

ENGELMANN, F. In vitro conservation of tropical plant germplasm: a review. **Euphytica**, 57, 1991.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BELLON, G.; BORGES, T.A.; ANJOS, J.R.N.; PEIXOTO, J.R.; BRAGA, M.F.; SANTOS, D.G. Diversidade genética de espécies silvestres de maracujazeiro com resistência a múltiplas doenças com base em marcadores RAPD. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29,2004.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; OLIVEIRA, E. J.; PEIXOTO, J. R.; COSTA, A.M. **Germoplasma e Melhoramento Genético do Maracujazeiro-Histórico e perspectivas**. Embrapa Cerrados, Planaltina –DF, 2011.

FALEIRO, F.G., JUNQUEIRA, N.T.V., COSTA, A.M. Ações de pesquisa e desenvolvimento para o uso diversificado de espécies comerciais e silvestres de maracujá (*Passiflora* spp.). **Embrapa Cerrados-Documentos (INFOTECA-E)**, p. 26, 2015.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; COSTA, A.M.; JESUS, O. N.; MACHADO, C. F. **Maracujá *Passiflora* spp.** Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2017.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N.; MIRANDA D.; OTONI, W. C.. Advances in passion fruit (*Passiflora* spp.) propagation. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, 2019, v. 41, n. 2.

FERREIRA, F.R.. GERMOPLASMA DE FRUTEIRAS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, Volume Especial, E. 001-006, Outubro 2011.

FLORA DA BRASIL. **Algas, Fungos e Plantas**. Disponível em:<<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>> Acesso em: 20 de Setembro de 2020.

FLORIANO, E.P.. **Armazenamento de Sementes Florestais**. Caderno Didático nº 1, 1ª ed. Santa Rosa, 2004. 10 p.

FREITAS, G.F.. Análise de viabilidade econômica da produção de maracujá azedo. Monografia (Graduação)- Universidade de Brasília, Brasília, 2018. 46p.

FONSECA, S.C.L.. Conservação de sementes de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.): Interferências do teor de água das sementes e da temperatura do ambiente. Piracicaba- SP, 2004. 32 p.

GENEROSO, A.L.; CARVALHO, V.S.; WALTER, R., CAMPBELL; G., DA SILVA ARAÚJO; L., SANTANA, J.G.S.; DA CUNHA, M. Mature-embryo culture in the cryopreservation of passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) seeds. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 256, p. 108638, 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de 2020. Disponível em :< <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>> Acesso em: 13 de abril de 2021. IBGE, 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de 2020. Disponível em :< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/pesquisa/15/0?tipo=ranking&indicador=11998>> Acesso em: 13 de setembro de 2021. IBGE, 2020.

JESUS, O.N.; OLIVEIRA, E.J.; FALEIRO, F.G.; SOARES, T.L. 2015a. **Descritores morfoagronômicos ilustrados para *Passiflora* spp.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2015a. 66p.

JESUS, O.N.; OLIVEIRA, E.J.; FALEIRO, F.G.; SOARES, T.L.; 2015b. **Manual prático para aplicação de descritores morfoagronômicos utilizados em ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de maracujazeiro doce, ornamental, medicinal, incluindo espécies silvestres e híbridos interespecíficos (*Passiflora* spp.)**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 2015b. 35p.

JESUS, C. A. S. D.; CARVALHO, E. V. D.; GIRARDI, E. A.; ROSA, R. C. C.; JESUS, O. N. D.. Fruit quality and production of yellow and sweet passion fruits in northern state of São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, 2018.

JESUS, O.N.; FALEIRO, F.G.; ARAUJO, F.P.; MELO, N.F.; JUNGHANS, T.G.. Bancos Genéticos de Maracujá. In: SILVA JUNIOR, J.F. da; SOUZA, F.V.D.; PADUA, J.G. **A arca de Noé das frutas nativas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa, 2021.

JESUS, O. N.; SANTOS, I. S.; LIMA, L. K. S.; SOARES, T. L.; OLIVEIRA, E. J.. Field assessment of a second generation backcross (BC1× *Passiflora edulis*) of passion fruit for agronomic performance and resistance to CABMV. **Plant Breeding**, v. 140, n. 1, p. 150-166, 2021.

JUNGHANS, T.G. **Guia de plantas e propágulos de maracujazeiro**. 1. ed. Cruz das Almas-BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2015. 95p.

JUNGHANS, T.G.; JUNGHANS, D.T. Conservação de sementes de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*) para fins de manutenção de germoplasma. **Embrapa Mandioca e Fruticultura, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Cruz das Almas, n. 81, p. 19, 2016.

JUNGHANS, T., COSTA, A., SOUZA, J. D. M., & de SOUZA, L. R.. Armazenamento, grau de umidade e reguladores de crescimento na superação da dormência de sementes de *Passiflora tenuifila*. **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2019.

JUNGHANS, T.G.; **Conservação in vitro de sementes de Passiflora Alata, acesso BGP220**. Cruz das Almas-BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2020.

JUNGHANS, T.G. Armazenamento, conteúdo de água e reguladores de crescimento na conservação e na superação da dormência de sementes de *Passiflora mucronata* Lam.. **Embrapa Mandioca e Fruticultura - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**. Cruz das Almas- Ba: 2020.

JUNQUEIRA, N.T.V.; VERAS, M.C.; NASCIMENTO, A.C.; CHAVES, R.C.; MATOS, A. P.; JUNQUEIRA, K. P. **A importância da polinização manual para aumentar a produtividade do maracujazeiro**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 17 p.

KOHOMA, S.; MALUF, A.M.; BILIA, D.A.C.; BARBEDO, C.J. Secagem e Armazenamento de sementes de *Eugenia brasiliensis* Lam. (Grumixameira). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.1, 2006.

LUZ, P.B.; ARAÚJO, D.S. Interferência do grau de umidade na germinação de sementes de Passiflora. **Revista Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 3, n. 4, p. 2941-2951, out./dez. 2020

MARTINS, L.; SILVA, W.R.; MELETTI, L.M.M. CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE MARACUJÁ-AMARELO (*Passiflora edulis* SIMS F.flavicarpa DEG.). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 27, nº 1, p.183-189, 2005.

MAROSTEGA, T.N.; FERRAZ, A. C. L.; ARAÚJO, L.M.; LUZ, P.B.; SOBRINHO, S. P.; NEVES, L.G. SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE *Passiflora foetida* L. **Revista Perspectiva, Erechim**. v.37, n.139, p.57-64, setembro/2013.

MATSUMOTO, K.; CARDOSO, L.D.; SANTOS, I.R.I.. **Manual de curadores de germoplasma- Vegetal: Caracterização in vitro**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. 11 p.

MELETTI, L.M.M. **Maracujá: diferencial de qualidade da cv. IAC 275 leva agroindústria de sucos a triplicar demanda por sementes**. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_3/Maracuja/Index.htm>. Acesso em 14/06/2020.

MELETTI, L.M.M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 33(SPE1), p. 83-91, 2011.

MELO. L.R.F.; GUIMARAES, B.M.C.; BARONIO, G.J.; OLIVEIRA, L.C.; CARDOSO, R.K.A.; ARAUJO, T.N.; TELLES, F.J.. Como as abelhas percebem as flores e porque isto é importante?. **Revista Oecologia Australis** 22(4): 362–389, 2018.

MUSCHNER, V.C. **Filogenia Molecular, Taxas Evolutivas, Tempo de Divergência e Herança Organelar em Passiflora L. (Passifloraceae)**. Ph.D. Thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil, August 2005.

NETO, E. M. C. Análise semântica dos nomes comuns atribuídos às espécies de *Passiflora* (Passifloraceae) no Estado da Bahia, Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 3, n. 2, p. 86-94. 2008.

OLIVEIRA, J. S.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. **As Passifloras: diversidade e importância econômica**, 2019. In: FALEIRO, F. G.; OLIVEIRA, J. S.; JUNQUEIRA,

N. T. V.; SANTOS, R. S. **Banco de Germoplasma de Passiflora L. 'Flor da Paixão' no portal Alelo Recursos Genéticos**, Brasília, DF: Embrapa, 2019.

OLIVEIRA, A. C.; OLIVEIRA, J.; MORAES, L. H. L.; ROMANELLI, N.; GIOVANNI, Y.; AZEVEDO, M. A. M.. BREVE ANÁLISE DA POLINIZAÇÃO DE PASSIFLORA ACTINIA (PASSIFLORACEAE) NO PARQUE NACIONAL DA SERRA DOS ÓRGÃOS, TERESÓPOLIS, RJ. In: 6º Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade, 2017.

OSIPI, E. A. F.; NAKAGAWA, J. AVALIAÇÃO DA POTENCIALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MARACUJÁDOCE (*Passiflora alata* Dryander) SUBMETIDAS AO ARMAZENAMENTO. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 1, p. 52-54, Abril 2005.

PADUA, J. G.; SCHWINGEL, L. C.; MUNDIM, R. C.; SALOMÃO, A. N.; ROVERIJOSÉ, S. C. B. GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Passiflora setacea* E DORMÊNCIA INDUZIDA PELO ARMAZENAMENTO. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 33, nº 1 p. 080 - 085, 2011.

PAIVA, C. L.; VIANA, A. P.; SANTOS, E. A.; SILVA, R. N. O.; OLIVEIRA, E. J.. Diversidade Genética de Espécies do gênero *Passiflora* com o uso da estratégia WARD-MLM. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 36, n. 2, p. 381 - 390, Junho 2014.

PAULILO, M. T. S.; VIANA, A. M.; RANDI, A. M.. **Fisiologia vegetal**- Florianópolis: BIOLOGIA/EAD/UFSC, 2010.

PEREIRA, W. V. S.; VIEIRA, L. M.; RIBEIRO, L. M.; SIMÕES, M. O. M.; OLIVEIRA, T. G. S.. ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE MARACUJAZEIRO. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical** v. 41, n. 2, p. 273-278, 2011.

PÉREZ-GARCÍA, F.; GONZÁLEZ-BENITO, M. E.; GÓMEZ-CAMPO, C. High viability recorded in ultra-dry seeds of 37 species of Brassicaceae after almost 40 years of storage. *Seed Science and Technology*, v.35, n.1, p.143-153, 2007.

PRITCHARD, H. W.; DAWS, M. I.; FLETCHER, C. S. G.; MSANGA, H. P.; OMONDI, W. Ecological correlates of seed desiccation tolerance in tropical African dryland trees. **American Journal of Botany**, v. 91, p. 863-870, 2004.

THE PLANT LIST. The Plant List. V. 1.1, 2013. Disponível em: <<http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Passifloraceae/>> Acesso em: Jul. de 2020.

SANTOS, I. R. I. Criopreservação: potencial e perspectivas para a conservação de germoplasma vegetal. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, p. 70-84, 2000.

SANTONIERI, L. BUSTAMANTE, P. G.. Conservação *ex situ e on farm* de recursos genéticos: desafios para promover sinergias e complementariedades. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 11, n. 3, p. 677-690, set.-dez. 2016.

SANTOS, I. S.; LIMA, L. K. S.; SAMPAIO, S. R.; SOARES, T. L.; JESUS, O. N.. Phenological precocity and resistance to CABMV in passion fruit progenies of the third generation backcross [(*P. edulis* × *P. cincinnata*) × *P. edulis*]. **Euphytica**, v. 217, n. 6, p. 1-15, 2021.

SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; PASCUALI, L. C.; SILVA, F. T. C. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.8, n.1, p.45- 56, 2010.

SIQUEIRA, K.M.M.; KIILL, L.H.P.; MARTINS, C.F.; LEMOS, I.B.; MONTEIRO, S. P.; FEITOZA, E. A.. Ecologia da polinização do maracujá-amarelo, na região do vale do submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 31, n.1, p. 001-012, 2009.

SEED BIOTECHNOLOGY CENTER, 2020. Disponível em <http://sbc.ucdavis.edu/About_US/Seed_Biotechnologies/Germplasm/> Acesso em: Jul de 2020.

SEREJO, J.A.S.; MENEZES, M.C; SOUZA, F.V.D. Efeito da desidratação na viabilidade de pólen de bananeira. Anais... Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, Belém, PA. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos.

SEVERIANO, R.L.; PINHEIRO, P.R.; JUNIOR, F.G.G; MEDEIROS, A.D.; PEREIRA, M. D. X-ray test on passion fruit seeds submitted to different aryl removal methods. **Comunicata Scientiae**, 9(3): 356-362, 2018.

SOARES, T.L.; JESUS, O.N.; SOUZA, E.H.; ROSSI, M.L.; OLIVEIRA, E.J. Comparative pollen morphological analysis in the subgenera *Passiflora* and *Decaloba*.

Annals of the Brazilian Academy of Sciences, (2018). Disponível em: <<https://core.ac.uk/reader/194779644>> Acesso em: Jul. 2020.

VEIGA, R.F.A.; BARBOSA, W.; TOMBOLATO, A.F.C.; VALLS, J.F.C.. **Bancos de germoplasma: importância e organização**. 2012 In: COSTA, A.M.; SPEHAR, C.R.; SERENO, J.R.B.. **Conservação de recursos genéticos no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2012.

VIANA, A. P.; SILVA, F. H. D. L.; GONÇALVES, G. M.; SILVA, M. G. D. M.; FERREIRA, R. T.; PEREIRA, T. N. S.; CARVALHO, G. F. D.. UENF Rio Dourado: a new passion fruit cultivar with high yield potential. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 16, p. 250-253, 2016.

ZAMBONI, C.R.; SILVA, L.F.O.; PIO, R.; FIGUEIREDO, M.A.; SILVA, K.N.. Estabelecimento de meio de cultura e quantificação da germinação de grãos de pólen de cultivares de marmeleiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol.36 no.2, 2014.

Qualidade fisiológica de sementes de *Passiflora edulis* Sims avaliados em diferentes tempos de armazenamento e embalagens

Resumo: A principal forma de propagação da *Passiflora edulis* Sims (maracujazeiro amarelo/azedo) nos pomares comerciais é por sementes, o que torna imprescindível estudos relacionados à sua germinação e conservação. Assim, foi avaliado a qualidade fisiológica de sementes de *P. edulis* armazenadas por um e três anos em diferentes ambientes e embalagens, para estabelecer um protocolo de conservação a médio e longo prazo. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes. Foi utilizado o acesso BGP418 distribuído em nove tratamentos (Trat): sementes processadas com mixer (Trat. 1), sementes fermentadas sem dessecação (Trat. 2) e sementes fermentadas com dessecação prévia (Trat. 3). Após esses processamentos, as sementes foram acondicionadas em diferentes embalagens (saco de papel [Trat. 4], saco plástico [Trat. 5] e garrafa PET [Trat. 6]) e armazenadas em diferentes ambientes (refrigerador a temperatura de 7 a 10°C [Trat. 7], câmara fria a 10°C [Trat. 8], e em bancada sob temperatura ambiente de 25 ± 5 °C [Trat. 9]) durante os períodos de um e três anos. Os resultados demonstraram que nos três anos de armazenamento o tratamento com maior porcentagem (%) de germinação foram as sementes processadas pela fermentação, embaladas em garrafa PET e acondicionadas em câmara fria, com valor superior a 90%. Os tratamentos que não tiveram muitas variações de médias entre o primeiro e terceiro ano foram o processamento de fermentação com e sem dessecação e mixer, a embalagem com saco de papel, saco plástico e garrafa PET, e as condições de refrigerador e câmara fria. O armazenamento de sementes em bancada sob temperatura ambiente foi inadequado, uma vez que inibiu por completo a germinação das sementes após três anos. O ambiente que se apresentou mais apropriado para a conservação de sementes em três anos foi o refrigerador ou câmara fria em qualquer uma das três embalagens e processamento das sementes. Nesse contexto, o presente trabalho contribui de forma significativa para o estabelecimento de informações sobre protocolos e técnicas adequadas para armazenamento apropriado de sementes de *P. edulis* no período analisado, informações importantes para agricultores e curadores de BAG de *Passiflora*.

Palavras-chave: Maracujá amarelo, embalagens para armazenamento, conservação de sementes

Physiological quality of seeds of *Passiflora edulis* Sims evaluated after one and three years of storage

Abstract: The main form of propagation of *Passiflora edulis* Sims (yellow/blue passion-fruit) in commercial orchards is by seeds, which makes studies related to their germination and conservation essential. Thus, the physiological quality of seeds of *P. edulis* stored for one and three years in different environments and packages was evaluated to establish a protocol for conservation in the medium and long term. The experiment was conducted in an entirely randomized design with four repetitions of 25 seeds. Access BGP418 was used and distributed in nine treatments (Treat): seeds processed with mixer (Trat. 1), fermented seeds without desiccation (Trat. 2) and fermented seeds with prior desiccation (Trat. 3). After these processes, the seeds were packed in different packages (paper bag [Trat. 4], plastic bag [Trat. 5] and PET bottle [Trat. 6]) and stored in different environments (refrigerator at 7 to 10°C [Trat. 7], cold chamber at 10°C [Trat. 8], and on bench under room temperature of 25 ± 5 °C [Trat. 9]) for periods of one and three years. The results showed that in the three years of storage the treatment with the highest percentage (%) of germination was the seeds processed by fermentation, packed in PET bottles and stored in cold chamber, with a value greater than 90%. The treatments that did not have many variations in averages between the first and third year were the fermentation processing with and without desiccation and mixer, the packaging with paper bag, plastic bag and PET bottle, and the conditions of refrigerator and cold chamber. Storage of seeds on a bench under room temperature was inadequate, since it completely inhibited seed germination after three years. The environment that presented itself most appropriate for seed conservation in three years was the refrigerator or cold chamber in any of the three packages and seed processing. In this context, the present work contributes significantly to the establishment of information about protocols and adequate techniques for proper storage of seeds of *P. edulis* in the analyzed period, important information for farmers and curators of *Passiflora* BAG.

Keywords: Yellow passion fruit, storage, seeds, conversation.

1. INTRODUÇÃO

Passiflora edulis Sims é uma espécie nativa do Brasil, possui alto valor nutritivo e medicinal (DHAWAN et al., 2004). Os frutos são de grande importância econômica, visto que, podem ser consumidos de forma fresca (*in natura*) ou ainda, de forma processada em produtos como sucos, geleias, além disso, possui importantes propriedades medicinais, como ação anti-inflamatória e propriedades atuantes no controle de distúrbios associados a ansiedade e insônia (KUSKOSKI et al., 2006; SOUSA et al., 2008; THOKCHOM e MANDAL, 2017).

O maracujazeiro amarelo/azedo (*P. edulis*) como é popularmente conhecido, representa uma espécie muito valiosa para os produtores, sendo a espécie mais cultivada mundialmente. O amplo interesse no cultivo desse tipo de maracujá deve-se à qualidade dos seus frutos, alta produtividade e rendimento de suco, além de apresentar precocidade produtiva em relação a outras frutíferas e rápido retorno do capital investido (COSTA et al., 2005; ARAUJO et al., 2005)

Nesse sentido, essa espécie constitui desde grandes até pequenos pomares, os quais são majoritariamente propagados sexuadamente e conservado por meio de sementes (PASSOS et al., 2004). Entretanto, diversas pragas e doenças podem interferir diretamente na produção e expansão dos pomares cultivados com essa espécie (PERUCH; COLARICCIO; BATISTA, 2018).

Assim, a conservação de plantas somente em campo pode acarretar perdas importantes devido ao ataque de patógenos e/ou mudanças abruptas de fatores ambientais, como umidade e temperatura, além disso, a conservação de acessos em campo, pelos BAGs podem apresentar elevados custos para manutenção e manejo da cultura (SOUZA et al., 2009).

Contudo, as sementes são armazenadas muitas vezes pelos pequenos agricultores até a utilização na renovação dos pomares, porém, a depender do tipo de armazenamento a qualidade fisiológica pode ser comprometida. Por tanto, muitos pomares dependem de conservação de sementes para a sua manutenção, além do que, muitas sementes conservadas são originadas de genitores com características de interesse, e em caso de perda ou danos, há possibilidade de reconstrução desse material biológico (SEBBENN, et al., 2007).

As sementes de *Passiflora* são utilizadas para manutenção de bancos de germoplasma, o que necessita de entendimento preliminar do comportamento e características das sementes, bem como de protocolos adequados para a

conservação e germinação (JUNGHANS; JUNGHANS, 2016), principalmente quando o objetivo é conservar a variabilidade genética nos bancos de germoplasma.

Muitas espécies de *Passiflora* possuem dificuldades de dormência e desuniformidade na germinação, o que acarreta grandes problemas no armazenamento visando a sua conservação (ALVES et al., 2006; PÁDUA, 2011; CARVALHO, 2017; MOURA et al., 2018). Portanto, é necessário utilizar de estratégias para manutenção da sua viabilidade, por isso, a importância de desenvolver estudos com finalidade de entender as possíveis variações e estipular ambientes e condições mais adequadas de armazenamento e conservação de sementes. Alguns estudos com sementes de *Passiflora edulis* demonstram que as sementes podem apresentar diferentes respostas de viabilidade ao serem conservadas em ambientes e embalagens distintos, com variação de umidade e temperatura (FONSECA, 2004; MARTINS et al., 2005; LIMA et al., 2019).

Desta maneira, este estudo teve como objetivos avaliar o efeito de *i*) diferentes processamentos, *ii*) tipo de embalagens e, *iii*) das, e, das condições de temperatura na qualidade fisiológica das sementes de *P. edulis* armazenadas por um e três anos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e material biológico

Essa pesquisa foi realizada na Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizada no município de Cruz das Almas, Bahia, Brasil (Latitude: 12° 39' 11" Sul, Longitude: 39° 7' 19" Oeste). Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Conservação e Tecnologia de Sementes da Embrapa. Os frutos utilizados foram provenientes do Banco de Germoplasma de Maracujá da Embrapa sendo selecionado frutos maduros coletados após a abscisão.

As sementes foram obtidas de frutos maduros colhidos de plantas pertencente a espécie comercialmente cultivada de *Passiflora edulis* e mantidas no BAG de *Passiflora* (acesso BGP418) da Embrapa.

3.2 Armazenamento de sementes e avaliação do teor de água

O processamento dos frutos foi realizado em duas etapas. Etapa 1: a polpa com o arilo foi colocada em Becker vedado com plástico filme para o processo de fermentação durante sete dias. Após esse período de fermentação as sementes foram lavadas em água corrente e imersas em água para eliminar sementes imaturas que se mantiveram em suspensão, Etapa 2: No quinto dia da fermentação (da etapa 1), a outra metade dos frutos, (ainda sem processar as sementes) foi feito a retirada da mucilagem das sementes, com aparelho mixer de alimentos com lâminas protegidas para não danificar o tegumento das sementes, em seguida, as sementes foram lavadas conforme descrito na etapa 1. As sementes da Etapa 1 e 2 foram colocadas para secar em papel sobre bancada por um período de sete dias (1 semana). Após este período, uma parte das sementes do lote fermentado foi dessecada em dessecador de vidro durante 24 horas contendo 1000g de sílica gel desumidificadora azul.

As sementes foram acondicionadas em três embalagens (saco de papel, saco plástico e garrafa PET), armazenadas em três ambientes (câmara fria a 10 °C, refrigerador de 7 a 10 °C, e em bancada sob temperatura ambiente (25 ± 5 °C) e

avaliadas com 1 e 3 anos após armazenamento. Apenas o tratamento fermentado + dessecado foi armazenado em garrafa PET (Figura 1).

Após os períodos de 1 e 3 anos de armazenamento das sementes, conforme o tratamento descrito acima, a germinação foi conduzida em caixa gerbox com papel germitest umedecido com água deionizada, em seguida, foram inseridas em câmara climatizada de germinação do tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), no escuro com temperatura alternada de 20 /30 °C.

A contagem da germinação foi realizada diariamente, a partir da semeadura até o início da germinação. As avaliações posteriores foram realizadas a cada dois dias até completar 30 dias após serem colocadas em caixa gerbox e no BOD. O teor de água das sementes foi estimado a partir de três amostras para cada tratamento, contendo 10 sementes de cada, seguindo o método de estufa a 105 °C, conforme definido por Brasil (2009).

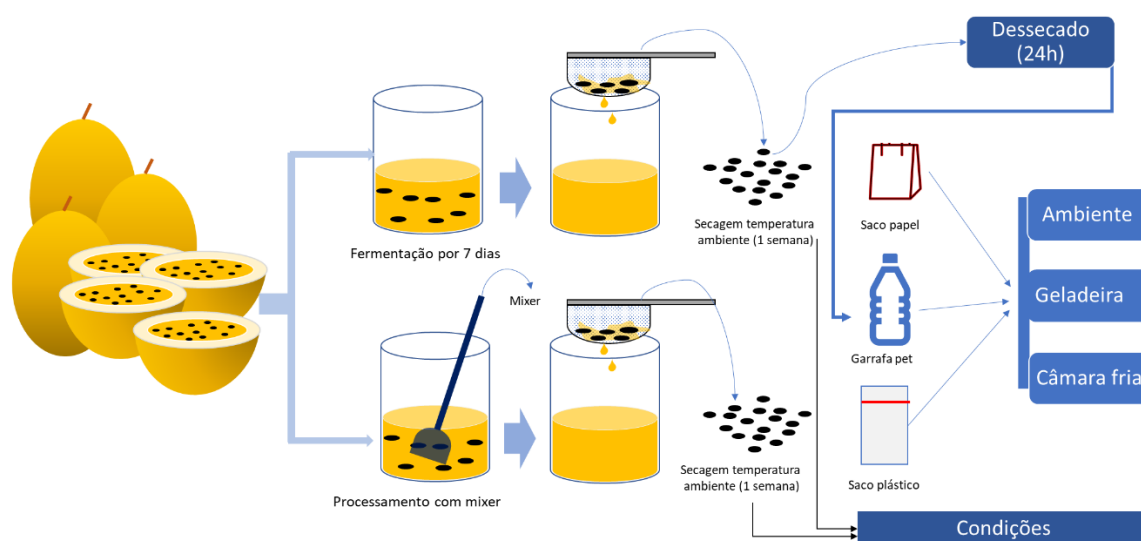


Figura 1. Etapas para o processamento das amostras (sementes) utilizadas no ensaio de viabilidade da germinação de sementes de *P. edulis* sob diferentes condições de processamento, embalagem e temperatura de armazenamento. Crédito: Onildo Nunes de Jesus

3.3 Delineamento Experimental e Análise Estatística

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, sendo dividido em nove principais tratamentos (Trat) composto por quatro repetições com 25 sementes cada, descritos a seguir: sementes processadas com mixer (Trat. 1), sementes

fermentadas sem dessecação (Trat 2) e sementes fermentadas com dessecação prévia (Trat. 3). Após esses processamentos, as sementes foram acondicionadas em diferentes embalagens (saco de papel [Trat. 4], saco plástico [Trat. 5] e garrafa PET [Trat. 6]) e armazenadas em diferentes ambientes (refrigerador a temperatura de 7 a 10°C [Trat. 7], câmara fria a 10°C [Trat. 8], e em bancada sob temperatura ambiente de 25 ± 5 °C [Trat. 9]) durante os períodos de um e três anos.

A taxa média de germinação (%) (emissão de radícula visível) das sementes foi calculada considerando XX aspectos... e apresentadas em um gráfico temporal (?) que correspondeu ao longo do período de 30 dias após semeadura (DAS). Também foi apresentada porcentagem de germinação aos sete e 30 dias após semeadura na comparação entre as condições de armazenamento, embalagem e método de processamento inicial das sementes. A comparação da taxa de germinação das sementes armazenadas por um e três anos foi realizada pelo teste F da Anova.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de *P. edulis* processadas e armazenadas sob diferentes métodos apresentaram resultados contrastantes quanto a sua germinação, sobretudo, em relação aos métodos de armazenamento. Considerando todos os tratamentos, foi observado que a menor taxa de germinação (60%) ocorreu para as sementes conservadas em bancada, enquanto as sementes armazenadas em câmara fria e geladeira apresentaram taxa de germinação acima de 85% (Figura 2A). As sementes armazenadas por um ano sob bancada, independente da embalagem, apresentaram baixa germinação com 24% e 49% aos sete e 30 DAS, respectivamente. Esse resultado de baixa germinação, pode estar associado a temperatura testada (25 °C) registrada no ambiente, considerando as possíveis variações as quais podem ter acelerado o metabolismo da semente a degradação de reservas energéticas e, conseqüentemente, do embrião (TAIZ et al. 2017). Por outro lado, as sementes conservadas em geladeira (temperatura 7°) e câmara fria (temperatura 7 a 10°) apresentaram germinação acima de 90% nas duas avaliações (Figura 2B).

Normalmente, sementes conservadas sob baixas temperaturas mantém o metabolismo em repouso, conservando as reservas para serem utilizadas quando os fatores exógenos, a exemplo de água, luz e temperatura forem adequados à sua germinação (TAIZ et al. 2017; ZIEGLER & DEMITO, 2019).

Com um ano de armazenamento nos diferentes métodos de embalagens (P = 0,68) e com tratamento prévio das sementes (P = 0,89) não afetaram a qualidade fisiológica das sementes de *P. edulis* (Figura 2C, D). Houve redução da germinação das sementes pelo método de armazenamento em bancada (Figura 2E).

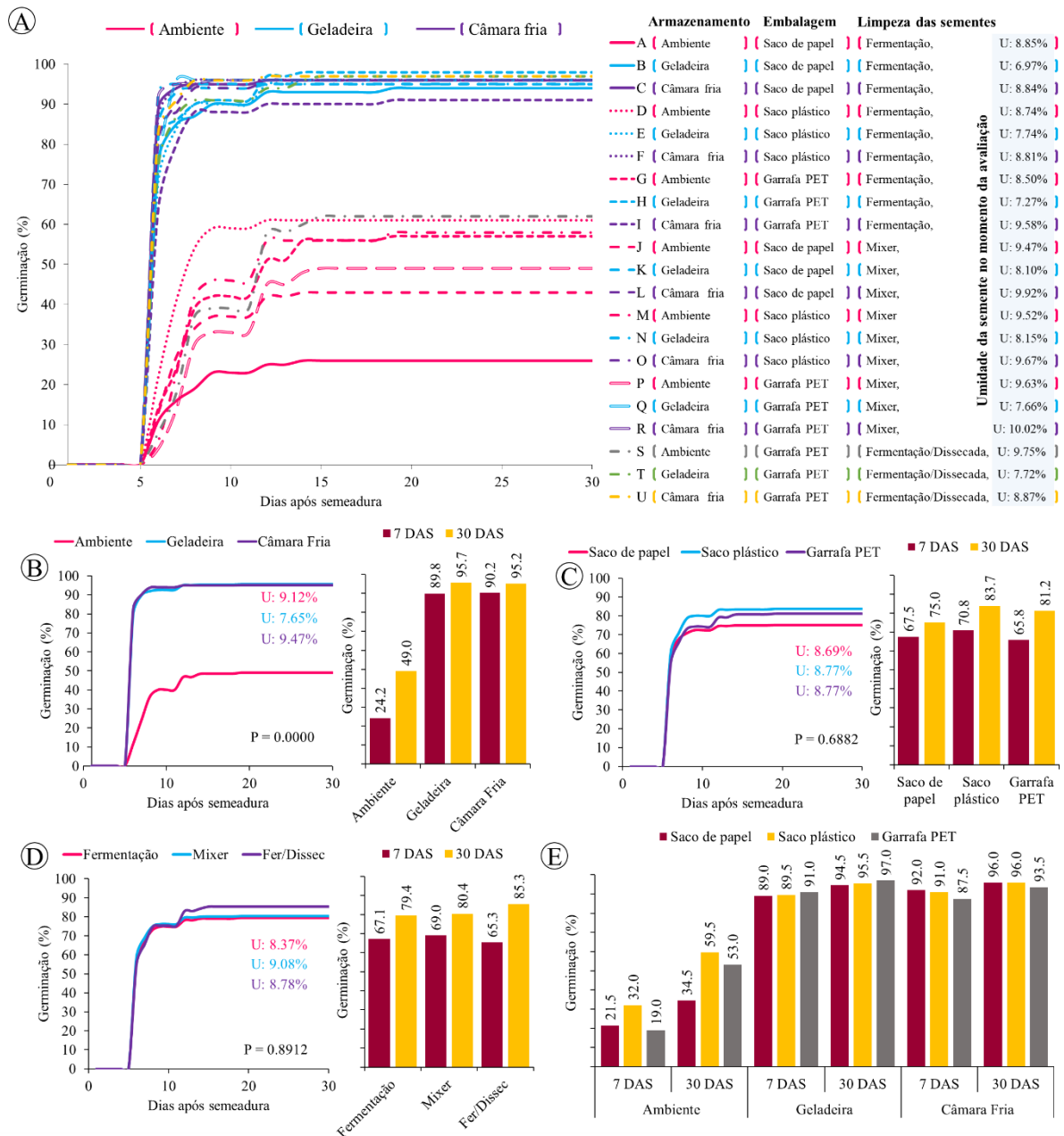


Figura 2. Percentuais de germinação após um ano de armazenamento de sementes de *Passiflora edulis* em função dos diferentes ambientes, embalagens e processamento das sementes. A) Gráfico geral contendo todos os tratamentos. B) Curva de germinação em função do ambiente de armazenamento (câmara fria, geladeira e temperatura ambiente sobre bancada) aos 30 DAS com seus respectivos

teores de água, e, gráfico em barra contendo percentuais de germinação aos 7 e 30 DAS,. C) Curva de germinação das variáveis para os métodos de embalagens (saco de papel, saco plástico e garrafa PET) e gráfico em barra contendo percentuais de germinação aos 7 e 30 DAS. D) Curva de germinação dos tratamentos para as diferentes formas de processamento das sementes (fermentação, mixer, e fermentação e dessecação), com seus respectivos teores de água, e gráfico em barra contendo percentuais de germinação aos 7 e 30 DAS. E) Gráficos em barra contendo percentuais de germinação das variáveis embalagens (saco de papel, saco plástico e garrafa PET) em função dos diferentes ambientes de armazenamento aos 7 e 30 DAS.

Na avaliação das sementes conservadas por três anos foi observado variação na porcentagem de germinação próximos a 70% para as sementes fermentadas e dessecadas previamente, acondicionadas em garrafa PET e armazenadas em geladeira, bem como, àquelas que foram processadas no mixer em garrafa PET e colocadas em câmara fria (Figura 3A). A conservação das sementes em bancada, independentemente do método de embalagem, inibiu completamente a germinação das sementes (Figura 3B). Esse resultado indica que a oscilação da temperatura ambiente proporciona aumento nas taxas de respiração da semente e, conseqüentemente, maior consumo das reservas ou morte do embrião (TAIZ et al., 2017).

Quanto menor a temperaturas, há uma redução da taxa respiratória e atividade metabólica das sementes, conseqüentemente, diminui o consumo das reservas energéticas, (pela ação das enzimas α -amilase e β -amilase), mantendo a estrutura celular e preservando a taxa de germinação (ZIEGLER & DEMITO, 2019).

O armazenamento de sementes de *P. edulis* por oito meses em geladeira e freezer são mais eficientes (com taxa de germinação de 100%), em relação a sementes armazenadas em temperatura ambiente (50%) (Pedri et al., 2020).

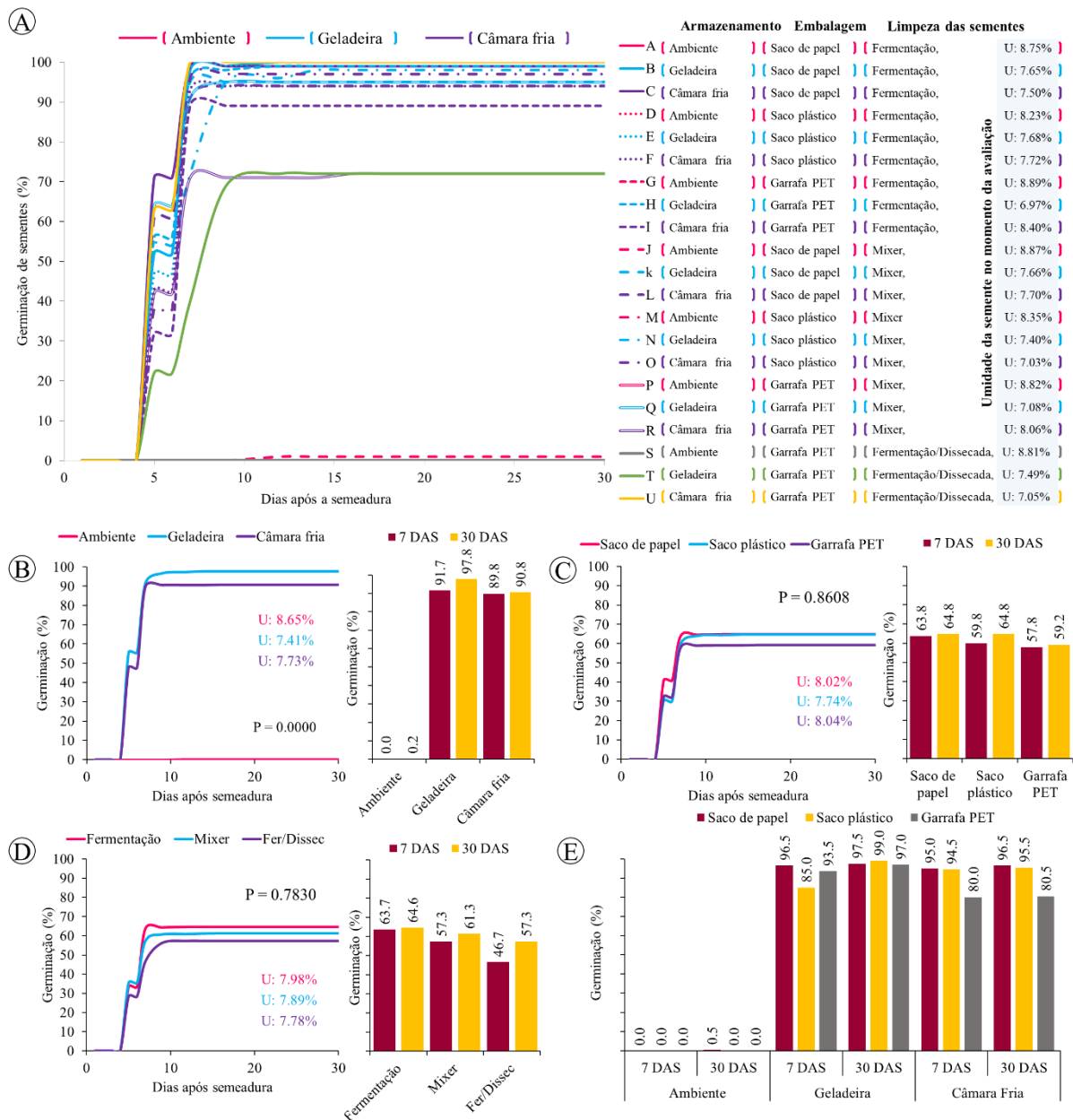


Figura 3. Percentuais de germinação após três anos de armazenamento de sementes de *Passiflora edulis* em função do ambiente, embalagem e processamento das sementes. A) Gráfico geral contendo todos os tratamentos. B) Curva de germinação em função do ambiente de armazenamento (câmara fria, refrigerador e temperatura ambiente sobre bancada) aos 30 DAS com seus respectivos teores de água, e gráfico em barra contendo percentuais de germinação aos 7 e 30 DAS. C) Curva de germinação das variáveis embalagens (saco de papel, saco plástico e garrafa PET) e gráfico em barra contendo percentuais de germinação aos 7 e 30 DAS. D) Curva de germinação dos tratamentos para as diferentes formas de processamento das sementes (fermentação, mixer e fermentação e dessecação), com seus respectivos teores de água, e gráfico em barra contendo percentuais de germinação aos 7 e 30

DAS. E) Gráficos em barra contendo percentuais de germinação das variáveis embalagens (saco de papel, saco plástico e garrafa PET) em função dos ambientes armazenados aos 7 e 30 DAS.

Os melhores tratamentos (geladeira e câmara fria) obtiveram valores de germinação muito próximos (Figuras 2B e 3B), porém, considerando o teor de água das sementes armazenadas nessas duas condições, observou-se que a geladeira apresentou teor de água 1,82% menor em relação a câmara fria (Figura 2B e 3B). Essa condição pode promover a conservação das sementes por mais tempo (JUNGHANS E JUNGHANS, 2016). O teor de água é um fator importante para a longevidade das sementes, uma vez que no processo de maturação pode ocorrer diferenciação histológica nas sementes, o qual determina a tolerância ou não à dessecação (TAIZ et al., 2017). Portanto, o teor de água (umidade) e a temperatura devem ser levados em consideração no processo de armazenamento de sementes de *P. edulis*.

As sementes de *P. edulis* com teor de água em torno de 7% (Figura B), armazenadas em câmara fria por três anos atingiu maior índice de germinação (superior a 90%), sendo essas condições satisfatórias para conservação de sementes desta espécie; dado em conformidade com JUNGHANS e JUNGHANS (2016).

. Considerando que a temperatura e umidade são fatores determinantes na escolha da embalagem, mais elevados durante o armazenamento das sementes contribuem para o processo de deterioração das sementes, pois, podem promover a desestabilização nas atividades de enzimas e a desestruturação e perda de integridade das membranas celulares, ocasionado pela peroxidação de lipídios (VIEIRA et al., 1994).

Desta maneira, com relação às embalagens de armazenamento (saco de papel, saco plástico e garrafa PET) (Figuras 2C e 3C) verificou-se que não houve variação ($P = 0.6882$) entre os três tipos de embalagens testados. Além disso, foi possível verificar que as sementes armazenadas em temperatura ambiente obtiveram índices de germinação significativamente inferior $P = 0.000$ em relação aos demais, sendo mais discrepante nos três anos de armazenamento (Figuras 2E e 3E).

Catunda et al. (2003), relataram que sementes de *P. edulis* acondicionadas em embalagens permeáveis em refrigerador e câmara fria não sofreram prejuízos na taxa de germinação. De forma semelhante, no armazenamento de sementes de *P. edulis* independente da embalagem utilizada a germinação se manteve estatisticamente

iguais (Carlesso et al., 2008). Este dado sugere que uma embalagem é adequada conforme o ambiente em que é submetido, é correlato com o relatado por Fonseca & Silva (2005), em que, a temperatura de 10 °C favoreceu à manutenção do potencial fisiológico das sementes de *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.

Em relação a influência do processamento das sementes sua conservação, observou-se que as sementes armazenadas em um ano (Figura 2D), não obteve variações numéricas nos diferentes tipos de processamentos das sementes. Contudo, a maior germinação foi registrada nas sementes que foram fermentadas e dessecadas previamente (Figura 2D). Este resultado é semelhante ao estudo de Veiga-Barbosa et al. (2013), que demonstraram que a dessecação de sementes de *P. edulis* () em relação ao *P. edulis* f. *flavicarpa* (), somente afetará de forma negativa a germinação quando o teor de água for muito reduzido (2 a 3% base úmida).

Ainda sobre os métodos de processamentos de frutos, foi possível observar que em um ano os tratamentos apresentaram valores maiores que 70% nos 30 DAS (Figura 2D). Em relação aos dados de três anos de armazenamento houve valores maiores que 50% nos 30 DAS, com influência do ambiente.

Contudo, entre os tratamentos em cada período, não apresentou muitas diferenças com variações de 7% entre eles, entretanto, o tratamento que obtém maior percentual de germinação nos dois períodos foram as sementes fermentadas (Figura 3D).

Este resultado está de acordo ao alcançado por Rincon et al. (2015), em que o processo de fermentação não afetou a emergência e proporcionou maior vigor e velocidade de emergência em menos tempo em relação as sementes de *P. edulis* que não foram fermentadas.

Em relação a comparação geral dos tratamentos em um e três anos de armazenamento, foi possível observar que as sementes submetidas a geladeira, câmara fria e aquelas acondicionadas em saco de papel (somente fermentadas no processo de remoção da mucilagem), não tiveram diferenças significativas (Figura 4). Contudo, o tratamento ambiente obteve diferenças médias significativas, mas com ausência de germinação das sementes armazenadas por três anos (Figura 4).

Não houve germinação de sementes armazenadas sobre temperatura ambiente quando armazenadas por um período de três anos (Figura 4A). Este resultado sugere que as sementes de *P. edulis* a partir do terceiro ano de armazenamento nessa condição perde por completo a sua viabilidade. Além disso, a

temperatura ambiente se apresentou inadequada para armazenamento de sementes de *P. edulis* conforme, observado por Pedri et al. (2020).

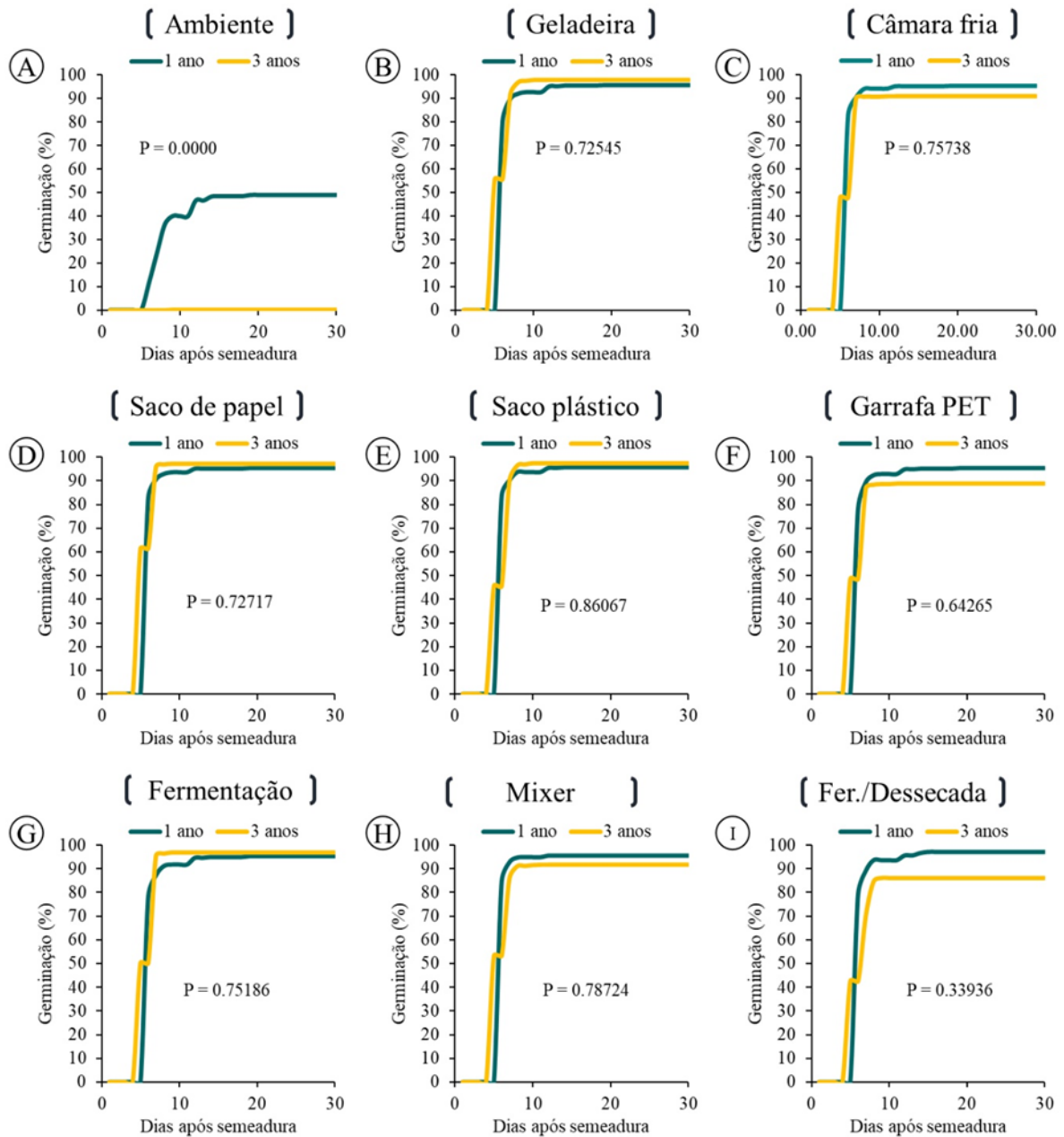


Figura 4. Germinação de sementes de *Passiflora edulis* armazenadas por um e três anos em diferentes ambientes, embalagens e processamento das sementes. A) Curva de germinação na comparação das sementes armazenadas em temperatura ambiente por um e três anos. B) Curva de germinação na comparação das sementes armazenadas em refrigerador por um e três anos; C) Curva de germinação na comparação das sementes armazenadas em câmara fria por um e três anos. D) Curva de germinação na comparação das sementes acondicionadas em saco de papel por

um e três anos (sem condição de bancada); E) Curva de germinação na comparação das sementes armazenadas em saco plástico por um e três anos (sem condição de bancada); F) Curva de germinação na comparação das sementes armazenadas em garrafa PET por um e três anos (sem condição de bancada); G) Curva de germinação na comparação das sementes processadas pelo método de retirada de mucilagem através da fermentação e armazenadas por um e três anos (sem condição de bancada); H) Curva de germinação na comparação das sementes processadas pelo método de retirada de mucilagem com mixer e armazenadas por um e três anos (sem condição de bancada); I) Curva de germinação na comparação das sementes processadas pelo método de retirada de mucilagem com fermentação e dessecação prévia e armazenadas por um e três anos (sem condição de bancada).

Com relação as embalagens utilizadas saco plástico, saco de papel e garrafa PET, não obtiveram diferenças de médias estatisticamente significativas (Figuras 2C, 3C e 4D-F). Portanto, nas três embalagens avaliadas, permeáveis ou não, houve redução de germinação no período de três anos de armazenamento em razão da influência do ambiente que não obteve germinação para ambos tratamentos, podendo assim, utilizar qualquer uma embalagem, conforme a sua disponibilidade.

No que concerne os métodos para o processamento das sementes nos dois períodos, observou-se que a utilização de todos os métodos não apresentou variações estatística para os três anos de conservação (Figura 4G-I). Sendo que, assim como nas embalagens as médias foram reduzidas nos três anos (Figuras 2D e 3D) devido os dados de conservação em ambiente, que inibiu a germinação. Este dado permite deduzir que os três métodos conferem dados satisfatórios na remoção de mucilagem nos três anos de conservação de sementes de *P. edulis*.

Diante disso, para obter conservação de sementes e armazenamento a longo prazo, faz-se necessário determinar condições que sejam favoráveis para manutenção da qualidade fisiológica, uniformidade e altos índices de germinação das sementes em *Passiflora* (JUNGHANS e JUNGHANS, 2016).

Estudos demonstram que diferentes espécies do gênero *Passiflora* possui dificuldade de germinação e, conseqüentemente, apresentam problemas no armazenamento e conservação de sementes, sendo necessário utilizar de estratégias alternativas para melhorar os índices de germinação dessas espécies, principalmente quando submetidas a conservação (JUNIOR et al., 2010; PÁDUA et al., 2011; SILVA

et al., 2019; GRZYBOWSKI et al., 2019). Assim, mesmo com comportamento ortodoxo, algumas pesquisas relatam baixos índices relativos de germinação e dormência de *P. edulis*, sendo fundamental a utilização de métodos alternativos para germinação (GHOSH et al., 2017; REZAZADEH e STAFNE 2018; GRZYBOWSKI et al., 2019).

Além disso, o desenvolvimento de estudos que aprimorem técnicas e estabeleçam um protocolo adequado de armazenamento de sementes de *P. edulis* a médio e longo prazo, se faz imprescindível frente a necessidade de fornecer estas informações desde pequenos produtores até curadores de bancos de germoplasma para conservação de sementes. Estudos futuros avaliando outras espécies do gênero *Passiflora* sob essas condições são necessários, pois a depender da espécie a resposta a esses fatores pode ser variada.

4. CONCLUSÃO

Os ambientes refrigeradores e câmara fria são recomendados para o armazenamento de sementes de *Passiflora edulis* por três anos.

Não é recomendada a conservação de sementes desta espécie em temperatura ambiente devido a drástica redução na qualidade fisiológica das sementes.

As embalagens saco plástico, saco de papel e garrafa PET podem ser utilizadas no armazenamento de sementes de *P. edulis*, dependendo apenas da disponibilidade de cada recipiente.

Recomenda-se a remoção de mucilagem para obtenção de sementes pelo método de fermentação.

5. REFERENCIAS

ALVES, C.Z.; SÁ, M.E.; CORREA, L. S.; BINOTTI, F.F.S. Efeito da temperatura de armazenamento e de fitoreguladores na germinação de sementes de maracujá doce e desenvolvimento inicial de mudas. **Revista Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 28, n. 3, p. 441-448, July/Sept., 2006.

ARAUJO, J. L. P.; ARAUJO, E. P.; CORREIA, R. C.. **Análise do Custo de Produção e Rentabilidade do Maracujá Explorado na Região do Submédio São Francisco**. EMBRAPA: Comunicado Técnico 122. Petrolina-PE, 2005.

BARBALHO, S.M.; SOUZA, M.S.S.; SILVA, J.C.P.; MENDES, C.G.; OLIVEIRA, G. A.; COSTA, T.; FARINAZZI-MACHADO, F.M.V.. Yellow passion fruit rind (*Passiflora edulis*): an industrial waste or an adjuvant in the maintenance of glycemia and prevention of dyslipidemia? **Journal of Diabetes Research and Clinical Metabolism** 2012, <<http://www.hoajonline.com/journals/pdf/2050-0866-1-5.pdf>>

CARLESSO, V.O.; BERBERT, P.A.; SILVA, R.F.; DETMANN E. SECAGEM E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE MARACUJÁ AMARELO (*Passiflora edulis* Sims f. flavicarpa Degener). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 30, nº 2, p.065-074, 2008.

CARVALHO, R.V.; FALEIRO, F.G.; OLIVEIRA, J.S.; JUNQUEIRA, N.T.V.; COSTA, A.M.; PADUA, J.G.; MALAQUIAS, J.V. Armazenamento de sementes de *Passiflora alata*, *Passiflora cincinnata* e *Passiflora setacea* em embalagens aluminizadas à temperatura ambiente. **MAGISTRA CRUZ DAS ALMAS-BA**, v. 29, p. 154-160, 2017.

CATUNDA, P.H.A.; VIEIRA, H.D.; SILVA, R.F.; POSSE, S.C.P. INFLUÊNCIA DO Teor de água, da embalagem e das condições de armazenamento na qualidade de sementes de maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 25, nº 1, p.65-71, 2003.

COSTA, A. de F. S.; ALVES, F. de L.; COSTA, A. N. de. Plantio, formação e manejo da cultura do maracujá. In: COSTA, A. de F. S.; COSTA, A. N. de (Ed.). **Tecnologias para a produção de maracujá**. Vitória: INCAPER, 2005. p. 23-53.

DHAWAN K.; DHAWAN S.; SHARMA, A.. *Passiflora*: a review update. **J Journal of ethnopharmacology, Elsevier**, 94: 1-23, 2004.

DÜLGER, D.; ERGÜN, F.; DEMIR, N. Investigation of Bioactive Chemicals of Passion Flower (*Passiflora incarnata* L.). **Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi** 5(4): 471–476, 2018.

FONSECA, S.C.L.; SILVA, W.R. CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE MARACUJÁ-AMARELO: INTERFERÊNCIAS DO TEOR DE ÁGUA DAS SEMENTES E DA TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO. **Revista Bragantia**, Campinas, v.64, n.2, p.273-289, 2005.

GHOSH, A.; DEY, K.; BAURI, F. K.; DEY, A.N. Effects of different pre-germination treatment methods on the germination and seedling growth of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*). **International Journal of Current Microbiology and Applied Science**, v. 6, n. 4, p. 630-636, 2017.

GRZYBOWSKI, C.R.S.; SILVA, R.C.D.; BELNIAKI, A.C., E PANOBIANCO, M. Investigation of dormancy and storage potential of seeds of yellow passion fruit. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 41, n. 3, p. 367-374, 2019.

JUNGHANS, T.G.; JUNGHANS, Davi Theodoro. **Conservação de sementes de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*) para fins de manutenção de germoplasma**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA, 2016.

JÚNIOR, M.X.O.; SÃO JOSÉ, A.R.; REBOUÇAS, T.N.H.; MORAIS, O.M.; DOURADO, F.W.N. SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE MARACUJÁ-DO-MATO (*Passiflora cincinnata* MAST. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 2, p. 584-590, Junho 2010.

JUNQUEIRA, N.T. V.; BRAGA, M. F.; FALEIRO, F. G.; PEIXOTO, J. R.; BERNACCI, L. C.. **Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças**. Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Cap. 4, 2005.

KUSKOSKI E. M.; ASUERO A. G.; MORALES M. T.; FETT, R.. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural** 36: 1283-1287.

LIMA, P. A. M.; MACIEL, K. S.; ALEXANDRE, R. S.; LOPES, J. C.. The physiological quality of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims. f. '*flavicarpa*' Deg.) seeds with different water content placed in a cold chamber room and environmental conditions. **Australian Journal of Crop Science** , 13 (3), 452–457, 2019.

MELO, C. A. F.; SOUZA, M. M.; VIANA, A. P.; SANTOS, E. A.; SOUZA, V. O.; CORREA, R. X. Morphological characterization and genetic parameter estimation in backcrossed progenies of *Passiflora* L. for ornamental use. **Scientia Horticulturae**, 212 (2016) 91–103.

PÁDUA, J. G.; SCHWINGEL, L. .; MUNDIM, R. C.; SALOMÃO, A. N.; ROVERIJOS, S. C. B.. GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Passiflora setacea* E DORMÊNCIA INDUZIDA PELO ARMAZENAMENTO. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 33, nº 1 p. 080 - 085, 2011.

PASSOS, I. R. S.; MATOS, G. V. C.; MELETTI, L. M. M.; SCOTT, M. D. S.; BERNACCI, L. C.; VIEIRA, M. A. R. Utilização do ácido giberélico para a quebra de dormência de sementes de *Passiflora nitida* Kunth germinadas in vitro. **Revista Brasileira de Fruticultura**. 26: 380-381, 2004.

PEREIRA-NETO, L. G.. **Germinação de sementes de soja armazenadas em bancos de germoplasma**. Dissertação de mestrado: UFLA, Lavras, 2004.

Pedri, E. C. M.; Cardoso, E. S.; Tiago, A. V.; Rocha, V. D.; Rossi, A. A. B.. Influência do armazenamento e do substrato na emergência de plântulas de maracujá-amarelo. **SOUTH AMERICAN JOURNAL**, v. 7 n. 2 (2020): Edição mai/ago, p. 458-468

REZAZADEH, A.; STAFNE, E. T. Comparison of Seed Treatments on the Germination of Seven Passion Fruit Species. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, n. 11, p. 3074-3083, 2018.

RINCON, N. S.; SILVA, G. D.; FREITAS, C. A.; ALMEIDA, J. A. PERÍODO DE FERMENTAÇÃO DE SEMENTES DE MARACUJAZEIRO-AMARELO NA PRODUÇÃO DE MUDAS. **IV Congresso Estadual de Iniciação Científica do IF Goiano**, 2015.

SEBBENN, A.M.; FREITAS, M.L.M.; ZANATTO, A.C.S.; MORAES, E.; MORAES, M. A.. Conservação ex situ e pomar de sementes em banco de germoplasma de *Balfourodendron riedelianum*. **Revista do Instituto Florestal**, v. 19, n. 2, p. 101-112, dez. 2007.

SILVA, APARECIDA LEONIR; HILST PAULO CÉSAR; DIAS, DENISE CUNHA FERNANDES DOS SANTOS; ROGALSKI, MARCELO. Superação da dormência de

sementes de *Passiflora elegans* Mast. (Passifloraceae). **Revista Verde**, v. 14, n.3, jul.-set, p.406-411, 2019.

SOUZA, A.S.; SOUZA, F.V.D.; SANTOS-SEREJO, J.A.; JUNGHANS, T.G.; PAZ, O.P.; MONTARROYOS, A.V.V.; SANTOS, S.V.; MORAIS, L.S. Preservação de germoplasma vegetal, com ênfase na conservação in vitro de variedades de mandioca. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. 24 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Circular Técnica, 90).

SOUZA F. C. F.; MELO C. T. V.; CITÓ M. C. O.; FÉLIX F. H. C.; VASCONCELOS S. M. M.; FONTELES M. M. F.; BARBOSA-FILHO J. M.; VIANA G. S. B.. Plantas medicinais e seus constituintes bioativos: uma revisão da bioatividade e potenciais benefícios nos distúrbios da ansiedade em modelos animais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. 18: 642-654.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p

THOKCHOM R.; MANDAL, G. Production Preference and Importance of Passion Fruit (*Passiflora Edulis*): A Review. **Journal of Agricultural Engineering and Food Technology**; Volume 4, Issue 1; January-March, 2017 pp. 27-30.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; SADER, R. **Testes de vigor e suas possibilidades de uso**. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). Teste de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.31-47.

VEIGA-BARBOSA, L.; MIRA, S.; GONZÁLEZ-BENITO, M.E.; SOUZA, M.M.; MELETTI, L.M.M.; PÉREZ-GARCÍA, F. Seed germination, desiccation tolerance and cryopreservation of *Passiflora* species. **Seed Science & Technology**, v. 41, p.89-97, 2013.<http://www.researchgate.net/publication/249340008_Seed_germination_desiccation_tolerance_and_cryopreservation_of_Passiflora_species>

ZIEGLER, V.; DEMITO, A. **Benefícios do resfriamento artificial aplicado em grãos e sementes durante o armazenamento**. Rio Grande do Sul- Editora UNISINOS, 2019. 200 p.

DESSECAÇÃO E HIDRATAÇÃO DE GRÃOS DE PÓLEN NA GERMINAÇÃO E VIABILIDADE EM *Passiflora* spp.

Resumo: Fatores como temperatura e umidade relativa interferem na viabilidade polínica e na frutificação, afetando diretamente a produtividade dos pomares e a perpetuação natural das espécies de *Passiflora*. Portanto, compreender a relação das espécies de *Passiflora* e esses fatores abióticos é necessário para estabelecer estratégias de propagação das espécies. Assim, foi avaliado o efeito da hidratação e dessecação prévia na viabilidade e germinação de grãos de pólen *in vitro* de seis espécies de *Passiflora*. A germinação *in vitro* foi avaliada a partir de inoculação dos grãos de pólen dessecados e hidratados no meio de cultura SM modificado. O teste histoquímico foi realizado com solução de Alexander a 2%. O estudo foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, sendo avaliado em três condições; i) dessecado, ii) hidratado e, iii) dessecado e reidratado, perfazendo um total de dez tratamentos com três repetições cada. A hidratação dos grãos de pólen nos tempos de 5, 10, 15 e 20 minutos, teve efeito negativo na qualidade fisiológica dos grãos de pólen em todas as espécies de *Passiflora* avaliadas, com valores de germinação inferiores a 10%. A dessecação em temperatura de 35 °C pelo período de 40 minutos teve efeito positivo na germinação *in vitro* dos grãos de pólen, com percentuais próximos de 50% e viabilidade polínica de 100%. *P. kermesina*, nas mesmas condições, obteve maior germinação *in vitro* (50%), sugerindo utilização dessa espécie para próximos estudos de conservação de grãos de pólen de *Passiflora*.

Palavras-chave: Viabilidade polínica, grãos de pólen, dessecação, umidade.

DESSECTION AND HYDRATION OF POTLEN GRAINS ON THE GERMINATION AND VIABILITY OF *Passiflora* spp.

Abstract: Factors such as temperature and relative humidity interfere with pollen viability and fruit set, directly affecting the productivity of orchards and the natural perpetuation of *Passiflora* species. Therefore, understanding the relationship of *Passiflora* species and these abiotic factors is necessary to establish strategies for propagation of the species. Therefore, the effect of prior hydration and desiccation on the viability and germination of in vitro pollen grains of six *Passiflora* species was evaluated. In vitro germination was evaluated from inoculation of desiccated and hydrated pollen grains in modified SM culture medium. The histochemical test was performed with 2% Alexander's solution. The study was conducted in an entirely randomized design, being evaluated in three conditions; i) desiccated, ii) hydrated and, iii) desiccated and rehydrated, making a total of ten treatments with three repetitions each. The hydration of pollen grains at 5, 10, 15 and 20 minutes, had a negative effect on the physiological quality of pollen grains in all species of *Passiflora* evaluated, with germination values below 10%. Desiccation at a temperature of 35 °C for a period of 40 minutes had a positive effect on the in vitro germination of pollen grains, with percentages close to 50% and pollen viability of 100%. *P. kermesina*, under the same conditions, obtained greater in vitro germination (50%), suggesting the use of this species for further studies of *Passiflora* pollen grain conservation.

Keywords: Viability; germination; pollen grains; passion fruit.

1. INTRODUÇÃO

A família *Passifloraceae* é uma família diversa que agrega quatro gêneros (*Ancistrothyrsus* Harms, *Dilkea* Mast., *Mitostemma* Mast., *Passiflora* L.), destes, o gênero *Passiflora* se destaca por possuir uma grande diversidade de espécies (cerca de 500) caracteristicamente trepadeiras e lianas da região Neotropical (FLORA DO BRASIL, 2022).

Diferentes espécies do gênero *Passiflora* são utilizadas na alimentação, na área farmacológica, na produção de cosméticos e utilizadas como plantas ornamentais (ATAÍDE et al., 2012; FALEIRO et al., 2017). Nesse sentido, esse gênero agrega interesses econômicos e sociais, especialmente, por gerar empregos e renda nos diferentes setores da cadeia produtiva (SILVA et al. 2021).

O gênero é composto por variadas plantas trepadeiras e lianas da Região Neotropical. São herbáceas ou lenhosas de ramos cilíndricos ou quadrangulares, angulosas, suberificadas, glabras ou pilosas, podendo atingir 5 a 10 m de comprimento (TEIXEIRA, 1995; FALEIRO et al., 2017; FLORA DO BRASIL, 2020).

As flores são hermafroditas bastante atraentes com diferentes cores que variam entre branca, rosa, magenta, tons de vermelho, azul ou roxa e com um perfume atrativo há uma diversidade de insetos (JESUS et al., 2015a; JESUS et al., 2015b; FALEIRO et al., 2017). As flores das espécies que compõem o gênero *Passiflora* possuem os dois órgãos sexuais desenvolvidos, porém, algumas espécies são auto incompatíveis, o que contribui para a reprodução cruzada, a exemplo das espécies mais exploradas comercialmente no Brasil, *P. edulis* (conhecido como maracujá amarelo ou azedo) e a *P. alata* (maracujá doce), e por isso, essas plantas são consideradas alógamas (JESUS et al., 2015a; JESUS et al., 2015b; FALEIRO et al., 2017)

Esse padrão, sugere que algumas das características florais dessas espécies tenham sido adquiridas no processo evolutivo, e por esta razão possui atributos que fornecem atração aos agentes polinizados, e, portanto, o êxito na troca de material genético e na frutificação (MELO et al., 2018). Sendo assim, a maioria das espécies de *Passiflora* necessitam de agentes polinizadores, e, comumente da realização de polinização artificial para garantir o sucesso reprodutivo e manutenção da biodiversidade (BRUCKNET et al., 2005).

Fatores abióticos como luminosidade, temperatura e teor de umidade são considerados relevantes para o sucesso na polinização, uma vez que podem afetar de forma direta e indireta na viabilidade e na germinação dos grãos de pólen, além de afetar a receptividade dos estigmas (SILVA et al., 2021). Sabe-se que a partir de determinado nível os fatores mencionados acima, causam efeitos deletérios na polinização, a exemplo de dias ensolarados com elevada temperatura ambiente e baixa umidade relativa do ar e em dias chuvosos, há grandes perdas de flores devido a desidratação ou super-hidratação do pólen, respectivamente (TAIZ et al., 2017).

Até o momento não há estudos específicos que mostre os efeitos da umidade e da temperatura na germinação e viabilidade *in vitro* e *in vivo* de espécies do gênero *Passiflora*. Assim, o desenvolvimento de pesquisas com este viés se faz de grande relevância, principalmente, para compreender a interferência/influência desses fatores frente às modificações climáticas globais (TAIZ et al., 2017).

Nesse sentido, estudos sobre influência de fatores associados a umidade e temperatura por meio da viabilidade polínica *in vitro*, seja, por avaliação de germinação ou teste histoquímico e em associação com estudos *in vivo*, são indicadores de grande relevância para compreender aspectos relacionados a reprodução das passifloras, bem como para subsidiar estratégias visando a conservação de pólen ou para o manejo da polinização artificial (SOARES et al., 2013).

Além disso, o entendimento sobre aspectos relacionados aos grãos de pólen de uma espécie contribui de forma significativa para programas de melhoramento genético e para a conservação da espécie (SOARES et al., 2013; IMPE et al., 2020).

Nestes contextos, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da hidratação e desidratação prévia na viabilidade de grãos de pólen através da germinação *in vitro* e testes histoquímico de seis espécies de *Passiflora* spp., bem como avaliar os efeitos da hidratação e dessecação *in vivo*.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do experimento e material biológico

O experimento foi conduzido na Embrapa Mandioca e Fruticultura localizado em Cruz das Almas, Bahia, Brasil (Latitude: 12° 39' 11" Sul, Longitude: 39° 7' 19" Oeste). O clima da região, conforme Köppen e Geiger (1928), consiste em transição do tipo Am a Aw (tropical subúmido a seco), com temperatura média anual do ar de 23,8 °C, precipitação pluviométrica anual média de 1.224 mm, concentrada de junho a agosto, e umidade relativa média anual em torno de 80%.

Foram realizado *pool* de grãos de pólen provenientes de anteras coletadas de diferentes flores ($n = 20$) de seis espécies pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de *Passiflora* (BAG-P) da Embrapa Mandioca e Fruticultura, descritas a seguir: *P. edulis* (*pool* BGP190, HRI17, HRI25, BGP436); *P. alata* (BGP438), *P. gibertii* (BGP148), *P. kermesina* (BGP452), *P. rubra* (BGP125) e, *P. edmundoi* (BGP-BB).

Após a formação do *pool*, as flores foram previamente protegidas com sacos de organza e as anteras foram coletadas no período de antese, conforme proposto por SOARES et al. (2018).



Figura 1. Flores das espécies de *Passiflora* utilizadas no estudo: A) *P. alata*, B) *P. kermesina*, C) *P. edulis*, D) *P. edmundoi*, E) *P. gibbertie*, F) *P. rubra*. Créditos: Laís Reis de Souza

2.3 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento foi inteiramente casualizado composto por três repetições, sendo utilizado diferentes flores ($n=20$) de cada uma das seis espécies de *Passiflora*. Foram avaliadas as condições de dessecação e ou hidratação de grãos de pólen. Os tratamentos foram: 1) controle (pólen na antese); 2) dessecação por 40 minutos; 3) hidratação por cinco minutos; 4) hidratação por 10 minutos; 5) hidratação por 15 minutos; 6) hidratação por 20 minutos; 7) dessecação por 40 minutos e reidratação por cinco minutos; 8) dessecação por 40 minutos e reidratação por dez minutos; 9) dessecação por 40 minutos e por 15 minutos; e 10) dessecação por 40 minutos e reidratação por 20 minutos.

Os tratamentos descritos acima, foram avaliados quanto a viabilidade polínica por meio da germinação *in vitro* dos grãos de pólen, bem como, a avaliação histoquímica de grãos dos pólen por meio de coloração *in vitro*. Para validar os resultados dos experimentos executados no laboratório, foi realizado a polinização *in vivo* e analisado a viabilidade polínica em *P. alata*.

2.4 Germinação de grãos de pólen *in vitro*

Os grãos de pólen foram distribuídos em placas de Petri (50 mm x 50 mm) contendo 10 mL de meio de cultura (MURASHIGE & SKOOG, 1962), [SM] [0,03% Ca(NO₃)-4H₂O, 0,02% Mg(SO₄)-7H₂O, 0,01% KNO₃ e 0,01% H₃BO₃], com adição de sacarose correspondente a cada espécie, conforme estabelecido por Ferreira et al. (2021). O meio foi solidificado com 0,8% de ágar e pH ajustado para 7.0.

Após a inoculação dos grãos de pólen no meio de cultura, as placas de Petri foram mantidas em temperatura controlada (27 ± 1 °C) e no escuro por 24 horas. Após esse tempo foi realizado a contagem dos grãos de pólen germinados com o estereomicroscópio Leica EZ4 (Leica, Wetzlar, Alemanha). O grão de pólen foi considerado germinado a partir da visualização de tubo polínico (PÉREZ et al., 2019).

Para cada tratamento foram avaliadas três placas de Petri, sendo contabilizados, pelo menos 100 grãos de pólen germinados em cada uma das placas, totalizando 300 grãos de pólen germinados.

2.5 Viabilidade polínica por análise histoquímica de grãos de pólen

Para reagir e corar os grãos de pólen, foi realizada avaliação histoquímica por meio da solução de Alexander a 2% (solução composta por verde de malaquita [composto que reage com a celulose da parede celular, corando-a de verde], combinado com a fucsina ácida [composto que reage com o citosol e apresenta coloração violeta]). Os grãos de pólen considerados viáveis apresentam a coloração violeta, enquanto os inviáveis são aqueles que não apresentam citosol e, portanto, apresentam coloração verde (ALEXANDER, 1980).

Foram utilizadas diferentes flores ($n = 20$) de cada espécie avaliada. Após o período indicado em cada tratamento (conforme descrito no item 2.3), os grãos de pólen foram distribuídos em três diferentes lâminas de vidro (repetições). A contagem foi feita com microscópio óptico (Leica, Wetzlar, Alemanha), contabilizando, no mínimo, 100 grãos de pólen em cada lâmina representativa de cada uma das seis espécies, totalizando 300 grãos de pólen por tratamento.

2.6 Dessecação de grãos de pólen

Para a dessecação dos grãos de pólen, foram utilizadas anteras completas ($n = 27$) de flores que foram previamente protegidas com saco de organza, seguindo os seguintes passos: foram 1) pesadas em balança analítica pequenas folhas de papel alumínio e determinado peso de sua tara (t); em seguida, 2) as anteras e grãos de pólen foram adicionados em cada folha de papel alumínio para segunda pesagem e definir peso fresco, então, 3) as amostras foram dobradas e desseçadas em estufa a 35 °C por 20, 40 e 60 minutos, visando determinar o melhor intervalo de tempo. Decorridos estes tempos, 4) as amostras foram pesadas para obter o peso seco (PS) e assim determinar o teor de umidade relativa (%) das anteras com os grãos de pólen. Em seguida, 5) os grãos foram inoculados em placa Petri contendo meio de cultura para avaliar a germinação, e outra parte foi destinada para a avaliação histoquímica. A umidade das amostras foi determinada pela seguinte equação: $U = [(PF-PS)/(PF-t)] \times 100$, onde: PF= peso fresco (g); PS= peso seco (g); e, t = peso da tara (g) (SOUZA, et al., 2015).

2.7 Dessecação e reidratação de grãos de pólen

As anteras com grãos de pólen foram previamente desseçadas em estufa de secagem a 35 °C durante 40 minutos, em seguida, foram imersas em 0,2 mL de água deionizada para a reidratação nos períodos de 5, 10, 15 e 20 minutos, respectivamente. Após o período imersos em água, os grãos de pólen foram retirados e distribuídos em placas Petri para avaliação de germinação, e outra parte foi direcionada em lâminas de vidro para análise histoquímica.

2.8 Polinização manual

Para validar os experimentos realizados em laboratório, foi feita polinização artificial de duas espécies comerciais, *P. edulis* e *P. alata*. Foi utilizada diferentes flores ($n = 10$) para cada tratamento. Os botões florais na pré-antese foram previamente identificados e protegidos com sacos de organza. Nos tratamentos que envolviam

dessecação, as anteras foram coletadas de flores alternadas que estavam previamente identificadas, com auxílio de pinça. As anteras coletadas foram inseridas em placas de Petri hermeticamente fechadas e mantidas em estufa a 35 °C durante de 40 minutos. .

Após a dessecação das anteras, ainda na placa de Petri, foram realizadas a polinização de 10 flores em campo. Nos tratamentos que envolviam hidratação das anteras, previamente desidratadas, por se tratar de períodos muito curto e pela logística, os materiais e água deionizada foi levada à campo, onde realizou-se a hidratação dos grãos de pólen com 0,2 mL de água e as anteras foram submersas por 5, 10, 15 e 20 minutos, e os grãos de pólen foram passados em estigmas e identificados.

2.9 Análise Estatística

Os dados de percentagem de germinação e análise histoquímica foram transformados para arco seno $\sqrt{x/100}$ a fim de padronizar e homogeneizar as variâncias da análise estatística e as médias foram comparadas pelo teste de agrupamento Scott- Knott a 5% de probabilidade.

2. RESULTADOS

A viabilidade e germinação do pólen não foi afetada pelos três tempos de dessecação na temperatura de 35 °C, sendo selecionado o tempo de 40 minutos de dessecação por promover a maior viabilidade (90,08%) e germinação (46,29%) em relação aos demais tempos (Figura 2).

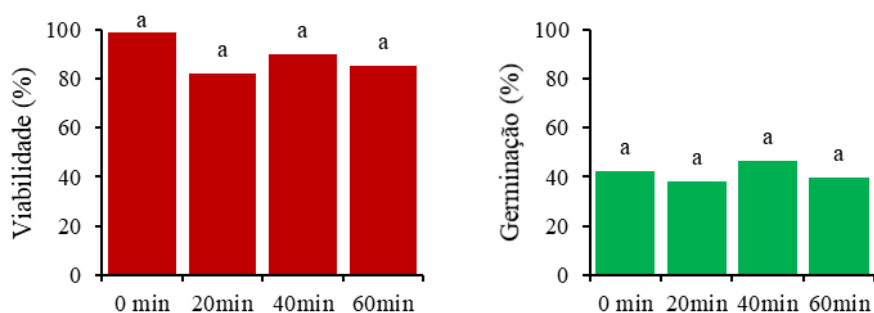


Figura 2. Viabilidade e germinação de grãos de pólen de *P. edulis* submetida a diferentes tempos de dessecação em estufa a 35 °C. Letras minúsculas comparam as médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Variação entre o peso fresco e seco dos grãos de pólen foi observada em *P. gibertii*, *P. kermesina* e *P. rubra*, com redução de 11, 28 e 53%, respectivamente (Figura 3C-E, G). Para as demais espécies a redução do peso seco em relação ao peso fresco não foi significativa (Figura 3A, B, F).

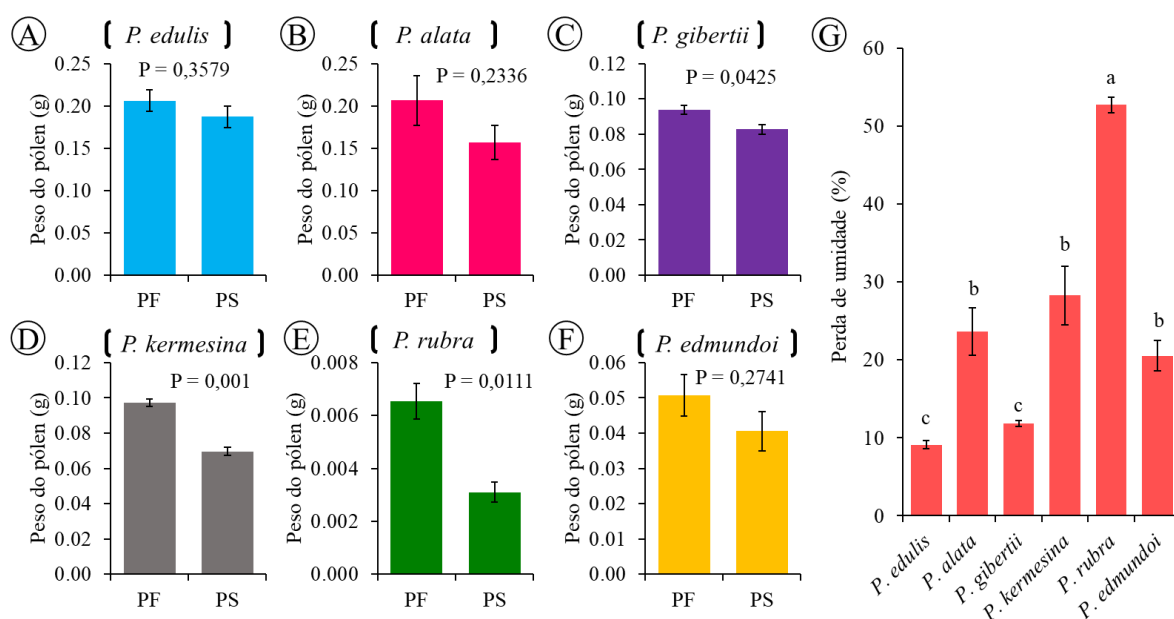


Figura 3. Gráficos de barra referentes ao peso fresco (PF), peso seco (PS) e perda de umidade das anteras das espécies de *Passiflora* quando dessecado por 40 minutos. A) *P. edulis*, B) *P. alata*, C) *P. gibertii*, D) *P. kermesina*, E) *P. rubra*, F) *P. edmundoi*. G) Perda de umidade em porcentagem das espécies e agrupamento de médias pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). Valor de P pelo teste F da ANOVA (A-F).

A avaliação da germinação e viabilidade polínica nas espécies *P. alata*, *P. edulis*, *P. gibertii*, *P. kermesina*, *P. rubra* e *P. edmundoi* submetidas a diferentes tempos de hidratação e/ou dessecação/hidratação mostrou que houve variações significativas nos percentuais de germinação e viabilidade (Figura 4A-F). Independente da espécie avaliada, não houve germinação nos grãos de pólen dessecados por 40 minutos e reidratados por 5, 10, 15 e 20 min, enquanto a viabilidade polínica foi maior em *P. edulis* e *P. rubra* (Figura 4A, E). A germinação e

viabilidade do pólen de *P. alata* foi completamente comprometida após o umedecimento (Figura 4B).

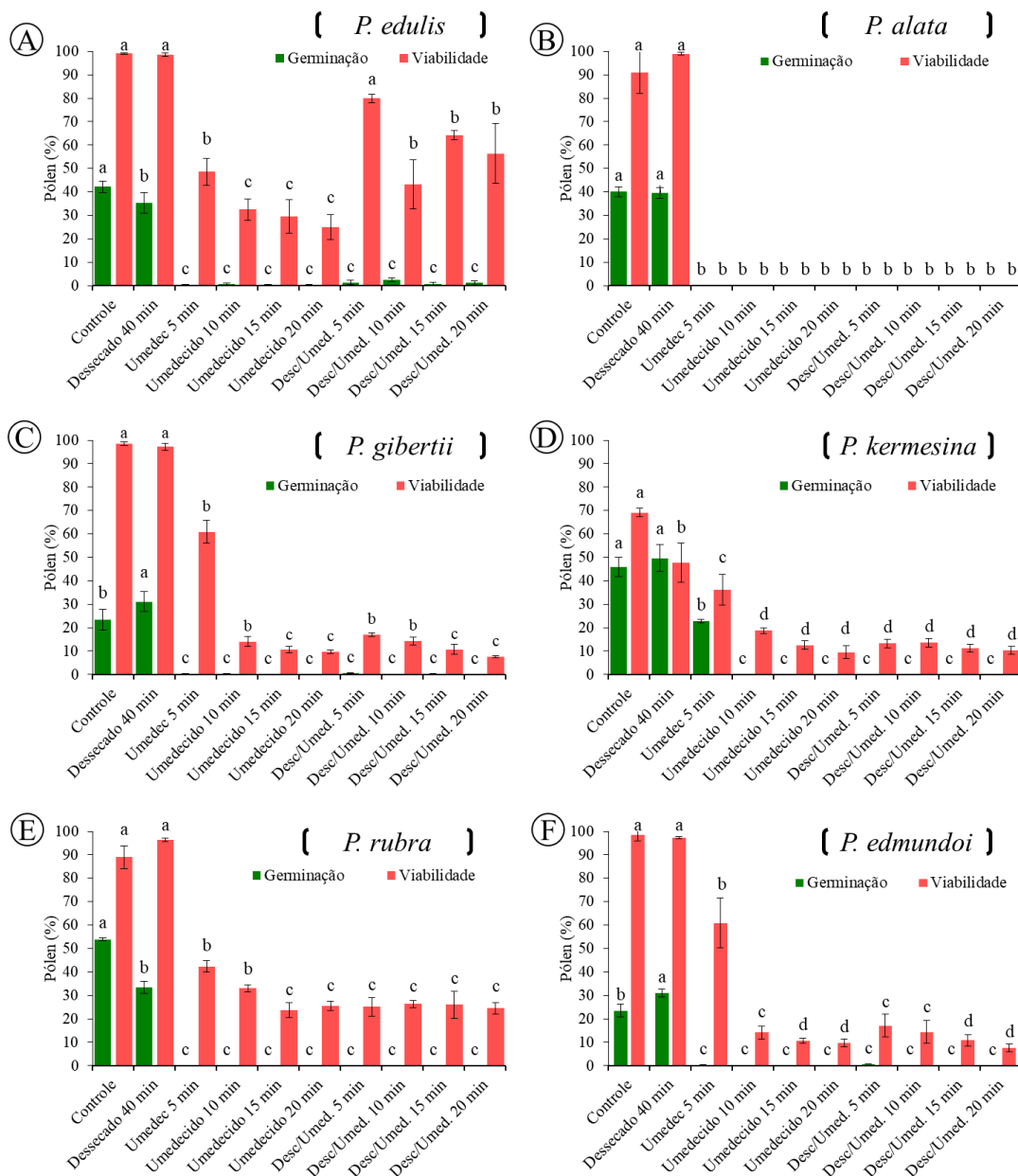


Figura 4. Gráficos gerais com percentuais de germinação e viabilidade de grãos de pólen das espécies de *Passiflora*. A) *P. edulis*. B) *P. alata*. C) *P. gibertii*. D) *P. kermesina* E) *P. rubra*. e, F) *P. edmundoi*.

Foi observada redução média (em todas as espécies) na viabilidade e germinação do pólen em função do processo de embebição dos grãos de pólen com redução na viabilidade de 91 para 36%, e germinação de 36 para 3% em relação ao controle para embebição por cinco minutos (Figura 5A, B). Quando os pólenes foram

submetidos a hidratação por 5 min, com exceção de *P. rubra* ($p > 0,783$), a área do pólen foi expressivamente reduzida ($p \leq 0.01$) em todas as espécies na comparação com o controle (Figura 5C-H). Estando pode estar associado ao rompimento do pólen e liberação do conteúdo citoplasmático aos cinco minutos de hidratação (Figura 5I-P).

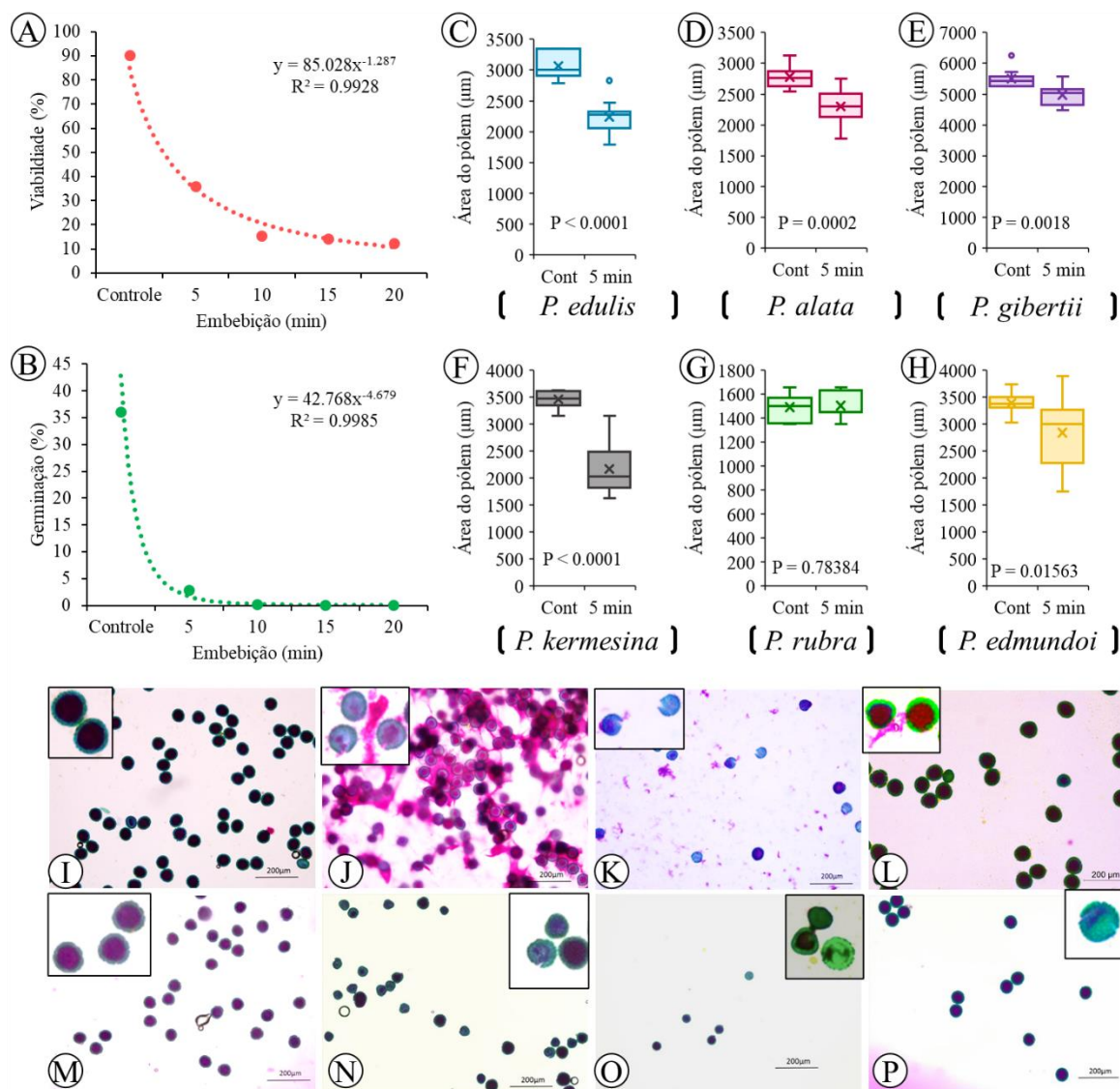


Figura 5. Alterações dos grãos de pólen de diferentes espécies de *Passiflora* submetidos a hidratação por quatro tempos. A, B: viabilidade e germinação médias das seis espécies em função dos quatro tempos de embebição em água (5; 10; 15 e 20 min.) com ajuste dos dados ao modelo de regressão potencial. C-H: área do grão de pólen das espécies de *Passiflora* no tratamento controle e embebido em água por cinco minutos. Fotos da viabilidade do pólen de *P. edulis* controle (I); *P. edulis* 5 min (J); *P. alata* 5 min (K); *P. gibertii* 5 min (L); *P. alta* controle (M); *P. kermesina* 5 min

(N); *P. rubra* 5 min (O) e *P. edmundoi* 5 min (P). Imagens em detalhes à esquerda mostram viabilidade (I e M) e da ruptura dos grãos de pólen (J-L; N-P).

No que se refere à polinização *in vivo*, foram realizadas polinizações manuais em *P. edulis* e *P. alata*. O percentual de vingamento de frutos para *P. edulis* foi 80% do controle e 50% para o dessecado por 40 minutos, contudo, para os demais tratamentos não obteve nenhum vingamento. Estes dados entra em concordância com os resultados da avaliação da viabilidade e germinação *in vitro* (Figura 4A, B). Para o *P. edulis* não foi possível realizar caracterização dos frutos, pois, no período houve infestação de pragas em campo, o qual resultou em perdas dos frutos já formados.

Para *P. alata*, entretanto, o total de frutos que vingaram em percentual foi de 50% do tratamento controle e 40% do tratamento dessecado 40 minutos. Os dados de caracterização dos frutos mostram que não houve diferença significativa entre os caracteres de frutos do tratamento controle e dos frutos provenientes da polinização com polens dessecados por 40 minutos (Figura 6A-G).

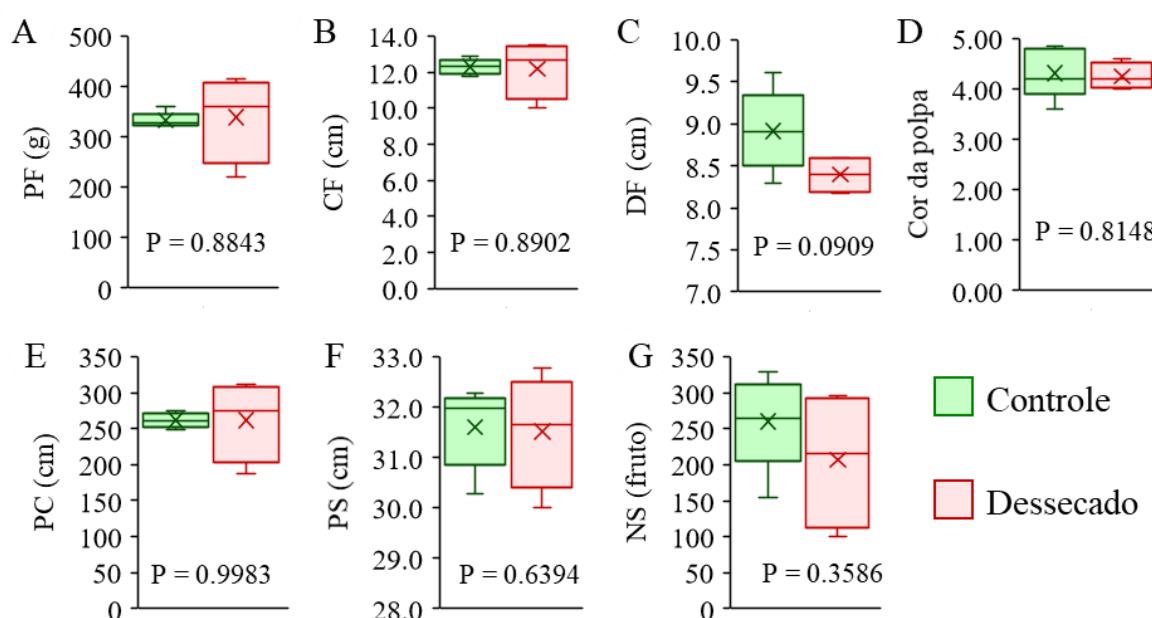


Figura 6. Dados dos caracteres avaliados dos frutos de *Passiflora alata* provenientes de polinização manual dos tratamentos controle e dos polens dessecados por 40 minutos. A) PF= peso do fruto (g). B) CF= comprimento do fruto (cm); C) DF= diâmetro do fruto (cm). D) Cor de Polpa. E) PC= peso da casca (g); F) PS= peso de 100 sementes (g). G) NS= número de sementes (un).

DISCUSSÃO

A viabilidade polínica é um fator de grande relevância para compreender a dispersão, evolução e sobrevivência de plantas. Além disso, o entendimento sobre aspectos relacionados aos grãos de pólen de uma espécie contribui de forma significativa para programas de melhoramento genético e conservação (SOARES, et al. 2013; IMPE et al., 2020).

Nesse estudo, foi avaliado pela primeira vez o efeito direto de fatores abióticos como temperatura e umidade na qualidade fisiológica de grãos de pólen de seis espécies de *Passiflora*. Os fatores abióticos em questão são considerados relevantes para a qualidade de grãos de pólen e consequente êxito de reprodução sexuada e conservação das espécies de *Passiflora* (MESNOUA et al., 2018; RAZZAQ et al., 2019).

Quando se compara a porcentagem de viabilidade polínica das espécies de *P. alata*, *P. edulis*, *P. edmundoi*, *P. gibertii*, *P. kermesina* e *P. rubra* por meio dos métodos de germinação *in vitro* e análise histoquímica, é perceptível que o segundo apresenta valores percentuais mais elevados em relação a germinação (Figura 4A-F) para todos os tratamentos. Esses dados são compatíveis com outros resultados, em que, a análise de viabilidade polínica utilizando o método de coloração pode superestimar os resultados *in vitro* (SOARES et al. 2013; IMPE et al., 2020). Esse resultado decorre como consequência dos grãos de pólen corados e considerados viáveis pelo teste histoquímico não necessariamente serem capazes de emitir tubo polínico e fecundar o estigma.

Fatores abióticos de natureza química e física como luminosidade, água (disponibilidade no solo e umidade), dióxido de carbono, oxigênio, nutrientes disponíveis e temperatura, são elementos que influenciam diretamente no crescimento e desenvolvimento vegetal (TAIZ et al., 2017). A umidade é um fator abiótico que atua na manutenção da turgescência dos tecidos de forma geral e dos tecidos reprodutivos, sendo elemento importante nos processos de floração, frutificação e vingamento dos frutos (YOUSSEF; ROBERTO, 2020). Nesse sentido, ao observar os tratamentos envolvendo a hidratação, principalmente, nos tempos de 10, 15 e 20 minutos, apresentou efeito negativo sobre a viabilidade dos grãos de pólen das espécies de *Passiflora* avaliadas (Figura 4A-F). Esse resultado decorre do

aumento de pressão osmótica no interior dos grãos de pólen, que, conseqüentemente, diminui a resistência da parede celular, em função do aumento gradativo no tamanho, gerando o rompimento do grão (Figura 5J-L; N-P), portanto, o excesso de água disponível nas anteras é prejudicial para a polinização (TAPIA, et al., 2003).

A temperatura ambiental é também um elemento imprescindível para uma polinização cruzada bem sucedida em que pode relacionar-se com a sincronia e receptividade estigmática de uma flor compatível (TAIZ et al., 2017). Alguns estudos (FRANÇA et al., 2010; CONCEIÇÃO, 2018), demonstraram que culturas como berinjela e abacaxizeiros, tem capacidade de suportar a dessecação de grãos de pólen. Além disso, Silva et al. (1999), constataram que a temperatura de 28° C fornece melhor condição para germinação *in vitro* de grãos de pólen de *P. edulis*, sendo um fator que pode influenciar nesse processo. Contudo, temperaturas mais elevadas podem acelerar a formação de grãos de pólen inviáveis, conseqüentemente bloqueando o desenvolvimento de frutos (YANG, et al., 2019).

A dessecação do pólen em temperatura de 35 °C por 20 a 60 minutos parece não comprometer tão significativamente a viabilidade dos grãos de pólen das seis espécies de *Passiflora* em relação ao controle (Figura 2A-B). Contudo, *P. kermesina* se destaca por apresentar maior germinação em relação as demais (Figura 4D). Esse resultado pode estar relacionado com a capacidade de superar perdas de umidade que foi de 30% (Figura 3G), estes dados sugerem, por tanto, que esta redução de umidade não interfere na capacidade germinativa dos grãos de pólen dessa espécie.

Grãos de pólen dessecados a 35 °C não interferiu drasticamente a germinação e viabilidade *in vitro* (Figura 4A-F) e na polinização e frutificação de *P. edulis* e *P. alata* nas condições de campo. No entanto, é importante mencionar que o sucesso da fertilização, com formação de frutos, depende também de outros fatores abióticos. Sabe-se que a baixa umidade relativa do ar associada a altas temperaturas e correntes de ventos quentes promovem abortos de flores polinizadas. Acredita-se que grãos de pólen submetidos a dessecação por tempo prolongado apresentaram baixa germinação e ou viabilidade.

Em plantios de maracujazeiro azedo ou amarelo (*P. edulis*) quando as chuvas coincidem com antese da flor há também comprometimento na formação de frutos. De fato, os polens na presença de água, mesmo com curto período (5 min., Figura 5C-H) e em no decorrer do tempo (Figura 5A,B), apresentam viabilidade comprometida (Figura 5A) e de maneira geral quase não apresentaram germinação

in vitro (Figura 5B). Isso corrobora com a observação *in vivo* já que não houve frutificação.

O presente estudo, focou apenas no grão de pólen submetidos a diferentes tempos a 35°C de dessecação e umidade excessiva, mas além do pólen a superfície estigmática também exerce papel importante na fertilização. Além disso, embora, a temperatura seja um fator influenciador no sucesso reprodutivo, deve ser levado em consideração, a capacidade do genótipo utilizado de suportar a altas temperaturas, ou seja, o padrão de sensibilidade de cada acesso (SILVA, et al., 2000; STURZEANU, et al., 2020; SHENODA, et al., 2021).

Silva et al. 2014, avaliaram 14 espécies de *Passiflora*, incluindo *P. alata* L.; *P. cincinnata* Mast.; *P. edmundoi* Sacco; *P. edulis*; *P. foetida* L.; *P. gibertii* N.E.Br; *P. mallacophyla* L.; *P. maliformes* L.; *P. morifolia* L.; *P. racemosa* Brot.; *P. suberosa* Mast.; *P. setacea* DC.; *P. rubra* L.; *P. subrotunda* Mast.. Cinco das avaliadas por esses autores, apresentaram estigmas mais receptivos nos períodos de antese e pós-antese, corroborando com período em que foi realizado a polinização em campo. Dessa forma, as diferenças observadas nos tratamentos (Figura 4A-F) indicam que a umidade associada ou não a dessecação do pólen, exerce efeito negativo na capacidade polínica em exercer adequadamente suas funções.

As condições climáticas do ensaio *in vivo* (*P. alata*) foram adequadas para a polinização com fertilização dos óvulos, pois houve formação de frutos nos tratamentos controles e dessecado por 40 minutos. Além disso, os caracteres avaliados não diferiram significativamente em relação ao controle e dessecado (Figura 6).

É importante salientar que o presente estudo teve objetivo de verificar o efeito especificamente de dessecação em 35 °C pelo período de 40 minutos, encontrando resultados primários e interessantes que podem subsidiar futuros estudos de conservação de grãos de pólen de *Passiflora*. Além disso, esses dados podem contribuir com futuros estudos de outros fatores importantes no processo de fertilização e conservação de grãos de pólen de espécies de *Passiflora*.

CONCLUSÃO

A hidratação de grãos de pólen, principalmente, nos períodos de 10,15 e 20 minutos causou efeito deletério sobre a germinação e uma redução drástica na germinação e viabilidade de grãos de pólen.

A dessecação prévia dos polens por 40 minutos a 35 °C, sem embebição em água, teve efeito muito satisfatório na germinação e viabilidade de grãos de pólen tanto *in vitro* como *in vivo*.

A espécie que apresentou maior índice de germinação quando dessecado por 40 minutos foi *P. kermesina*, com redução de 30% de umidade, o que sugere a utilização dessa espécie para futuras pesquisas de dessecação e conservação de grãos de pólen. Podendo apresentar grande potencial para cruzamentos interespecíficos com finalidade de obter híbridos de potencial ornamental e desenvolvimento de estudos para programas de melhoramento genético.

REFERENCIAS

- ALEXANDER, M.P.A versatile stain for pollen fungi, yeast and bacteria. **Stain Technol**, Bangalore, v. 55, n. 1, p. 13-18, 1980.
- BRUCKNER, C.H. Auto-incompatibilidade no maracujá (*Passiflora edulis* Sims). Viçosa, MG: UFV, 1994. 85p. Tese Doutorado.
- BRUCKNER, C.H.; SUASSUNA, T.DE M.F.; RÊGO, M.M. DO; NUNES, E.S. Auto-incompatibilidade do maracujá – implicações no melhoramento genético. In: FALEIRO, F. G; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. Maracujá: germoplasma e melhoramento genético, Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 2005. p.317-338.
- CONCEICAO, L.R.S.. **ESTRATÉGIAS PARA CONSERVAÇÃO DE GERMOPLASMA DE ABACAXIZEIROS**. 2018. 102 p. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais)- Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana- Ba, 2018.
- FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; COSTA, A.M.; JESUS, O.N.; MACHADO, C. F.. **Maracujá *Passiflora* spp.** Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2017.
- FERREIRA, M. S.; SOARES, T. L. SOARES; COSTA, E. M. R.; SILVA, R. L.; JESUS, O. N.; JUNGHANS, T. G.; SOUZA, F. V. D.. Optimization of culture medium for the in vitro germination and histochemical analysis of *Passiflora* spp. pollen grains. **Scientia horticultrae**, v.288, 2021.
- FRANÇA, L.V.; NASCIMENTO, W.M.; CARMONA, R.; FREITAS, R.A. TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO DE PÓLEN DE BERINJELA. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, nº 1 p. 053-059, 2010.
- GUANGCONGDU; JINGUANGXU; CHENGRONGGAO; JIELU; QIANLI; JIEDU; MENGWENLV; XIASUN. Effect of low storage temperature on pollen viability of fifteen herbaceous peonies. **Biotechnology Reports**, 20, 2018.
- IMPE, D., REITZ, J., KÖPNIC, C., ROLLETSCHEK, H., BÖRNER, A., SENULA, A., NAGEL, M. Assessment of pollen viability for wheat. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v.10, p.1-13, 2020.

JESUS, O.N.; OLIVEIRA, E.J.; FALEIRO, F.G.; SOARES, T.L. 2015a. **Descritores morfoagronômicos ilustrados para Passiflora spp.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2015a. 66p.

JESUS, O.N.; OLIVEIRA, E.J.; FALEIRO, F.G.; SOARES, T.L.; 2015b. **Manual prático para aplicação de descritores morfoagronômicos utilizados em ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de maracujazeiro doce, ornamental, medicinal, incluindo espécies silvestres e híbridos interespecíficos (Passiflora spp.).** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 2015b. 35p.

KÖPPEN, W., GEIGER, R. Klimate der Erde. **Gotha:** Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm. 1928.

LACONSKI, J.M.O.; NOGUEIRA, P.H.S.; SILVA, M.P.B. FATORES DE INFLUÊNCIA NA FLORAÇÃO, FRUTIFICAÇÃO E PEGAMENTO DE FRUTOS EM FRUTÍFERAS. **Agron Food Academy**, 2021. DOI: <https://doi.org/10.53934/9786599539633-25>.

MESNOUA, M.; ROUMANI, M.; SALEM, A. The effect of pollen storage temperatures on pollen viability, fruit set and fruit quality of six date palm cultivars. **Scientia Horticulturae**, Volume 236, 16, P. 279-283, 2018.

MELO. L.R.F.; GUIMARAES, B.M.C.; BARONIO, G.J.; OLIVEIRA, L.C.; CARDOSO, R. K.A.; ARAUJO, T. N.; TELLES, F. J. Como as abelhas percebem as flores e porque isto é importante?. **Revista Oecologia Australis** 22(4): 362–389, 2018.

PÉREZ, V., HERRERO, M., HORMAZA, J.I. Pollen performance in mango (*Mangifera indica* L., Anacardiaceae): Andromonoecy and effect of temperature. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 253, p. 439-446, 2019.

POSSO, I.G.D.S. (2018). **Comparação da polinização natural com a manual no cultivo de (Passiflora edulis) em Monte Carmelo-MG.** Disponível em: <<http://repositorio.fucamp.com.br/jspui/handle/FUCAMP/304>> Acesso em: 28 de dezembro de 2021.

RAZZAQ, M.K. RAUF, S.; KHURSHID, M.; IQBAL, S.; BHAT, J.A.; FARZAND, A.; RIAZ, A.; XING, G.; GAI, J.. Pollen Viability an Index of Abiotic Stresses Tolerance and Methods for the Improved Pollen Viability. **Pakistan Journal of Agricultural Research**, Volume 32, Issue 4, P. 609, 2019.

RECH, A.R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P.E.; MACHADO, I.C. **BIOLOGIA DA POLINIZAÇÃO**- 1ª edição: Rio de Janeiro: Projeto cultural: 2014. 527 p.

SANZOL J, RALLO P, HERRERO M. Stigmatic receptivity limits the effective pollination period in 'Agua de Aranjuez' pear. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. 2003;128:458–62.

SILVA, A.C.T.F.; LEITE, I.C.; BRAZ, L.T. Avaliação Da Viabilidade Do Pólen Como Possível Indicativo De Tolerância A Altas Temperaturas Em Genótipos De Tomateiro. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 12(2):156-165, 2000.

SILVA, W.J.S.; AZEVEDO, E.M.; LISBÔA, C.G.C. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA RELACIONADA A PRODUÇÃO DE MARACUJÁ AMARELO (PASSIFLORA EDULIS F. FLAVICARPA) NO NORDESTE. **Agron Food Academy**, 2021. DOI: <https://doi.org/10.53934/9786599539633-111>.

SILVA, T.R.G.; COSTA. M.L.A.; FARIAS, L.R.A.; SANTOS, M.A.; ROCHA, J.J. L.; SILVA, J.V.. Fatores abióticos no crescimento e florescimento das plantas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, e19710413817, 2021.

SILVA, S.R.; ALMEIDA, N.M.; SIQUEIRA, K.M.M.; SOUZA, J.T., CASTRO, C. C. Isolation from natural habitat reduces yield and quality of passion fruit. **Plant Biology**. 2019; 21(1):142–9.

SILVA, G.F.; SOARES, T.L.; OLIVIERA, E.J.; JESUS, O.N. Receptividade do estigma em Passiflora spp. **8ª Jornada Científica – Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2014.

SHENODA, J.E.; MARWA N.M.E. SANAD; AIDA A.; RIZKALLA; S. EL-ASSAL; RANIA, T. ALI; MONA H. HUSSEIN. Effect of long-term heat stress on grain yield, pollen grain viability and germinability in bread wheat (*Triticum aestivum*L.) under field conditions. **Heliyon**, 7, 2021.

SOARES, T.L.; JESUS, O.N.; SOUZA, E.H.; SEREJO, J.A.S.; OLIVEIRA, E. J. Morphology and viability of pollen grains from passion fruit species (*Passiflora* spp.). **Acta Botanica Brasilica** 27(4): 779-787. 2013.

SOARES, T.L.; JESUS, O.N.; SOUZA, E.H.; OLIVEIRA, E.J. Floral development stage and its implications for the reproductive success of *Passiflora* L. **Scientia Horticulturae**, 2018. p. 333–342

SOME STRAWBERRY AND BLACKBERRY CULTIVARS. **Current Trends in Natural Sciences**, Vol. 9, Issue 18, pp. 12-19, 2020.

STURZEANU, M.; TITIRICĂ, I.; HERA, O.; MIHĂESCU, C. THE EFFECT OF TEMPERATURE ON POLLEN VIABILITY AND GERMINATION CAPACITY OF

SOUZA, E.H., SOUZA, F.V.D., ROSSI, M.L., BRANCALLEÃO, N., LEDO, C.A.S., MARTINELLI, A.P. **Viability, storage and ultrastructure analysis of *Aechmea bicolor* (Bromeliaceae) pollen grains, an endemic species to the Atlantic forest.** *Euphytica*, 204 (2015), pp. 13-28, 10.1007/s10681-014-1273-3.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p

TAPIA, F. C.; ASTORGA, M. P.; IBACACHE, A. G.; MARTÍNEZ, L. B.; SIERRA C. B.; QUIROZ, C. E.; LARRAÍN, P. S.; RIVEROS, F. B. **Manual del cultivo del olivo.** La Serena, Chile, 2003. 128 p.

WANI IA, Bhat MY, Lone AA, Mir MY. Unfruitfulness in fruit crops: Causes and remedies. **AJAR**. 2010;5(25):3581–9.

WOLOWSKI, MARINA et al. Relatório temático sobre Polinização: Polinizadores e Produção de Alimentos no Brasil. 1. ed. São Carlos, SP: Editora Cubo, 2019. 93 p.

YANG Q, Liu E, Fu Y, Yuan F, Zhang T, Peng S. High temperatures during flowering reduce fruit set in rabbiteye blueberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 2019;144(5):339–51.

YOUSSEF K, Roberto SR. Premature apple fruit drop: Associated fungal species and attempted management solutions. *Horticulturae*. 2020;6(2).