



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CAMPUS III - BANANEIRAS – PB**

**CARACTERIZAÇÃO DAS FENOFASES REPRODUTIVAS E VIABILIDADE
DE PÓLENS E SEMENTES DE CACTÁCEAS**

Emerson Serafim Barros

Bananeiras-PB
2022

Emerson Serafim Barros

**CARACTERIZAÇÃO DAS FENOFASES REPRODUTIVAS E VIABILIDADE
DE PÓLENS E SEMENTES DE CACTÁCEAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Licenciatura em Ciências Agrárias da
UFPB como parte das exigências
para a obtenção do Título de
Licenciado em Ciências Agrárias

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Vênia Camelo de Souza

Bananeiras – PB
2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

B277c Barros, Emerson Serafim.

Caracterização das fenofases reprodutivas e
viabilidade de pólenes e sementes de cactáceas / Emerson
Serafim Barros. - Bananeiras, 2022.

35 f. : il.

Orientação: Vênia Camelo de Souza.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCHSA.

1. Caatinga. 2. Floração. 3. Espécies nativas. I.
Souza, Vênia Camelo de. II. Título.

UFPB/CCHSA-BANANEIRAS

CDU 63

Emerson Serafim Barros

**CARACTERIZAÇÃO DAS FENOFASES REPRODUTIVAS E VIABILIDADE
DE PÓLENS E SEMENTES DE CACTÁCEAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Licenciatura em Ciências Agrárias da
UFPB como parte das exigências
para a obtenção do Título de
Licenciado em Ciências Agrárias

Orientadora: Prof.^a Vênia Camelo de Souza

Aprovado em: 08/12/2021



Prof.^a Dr.^a Vênia Camelo de Souza / DCBS/CCHSA/UFPB
Orientadora



Prof.^a Dr.^a Nivânia Pereira da Costa Menezes / DA/CCHSA/UFPB
Examinadora



Ms. Paulo Marks de Araújo Costa / BGCAG/CCHSA/UFPB
Examinador

Bananeiras - PB
2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus. Em seguida agradeço aos meus avós paternos, Maria Gomes Barros e José do Rego Barros, por estarem sempre comigo me incentivando e me apoiando na minha jornada. Aos meus avós maternos, Tereza Soares Serafim e Oliveira Soares.

Aos meus pais, Ednaldo Gomes Barros e Francisca Soares Serafim, que ausentes por forças maiores, sempre estiveram comigo.

As minhas irmãs, Erica Serafim Barros e Ellen Serafim Barros, por tornarem minha vida mais feliz e conturbada.

Aos meus tios, Edvan Barros, Damiana Barros, Alberto Cavalcante, Lucivânia Barros, Angelica Barros e Veronica Serafim, por sempre me acolherem de braços abertos.

A minha querida orientadora Professora Vênia Camelo de Souza, pelas orientações e oportunidade de fazer parte de sua equipe, por transmitir seus conhecimentos e sabedorias com tanta clareza e sensibilidade.

A Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias, pelo espaço concedido e estrutura do Campus onde desfrutei de momentos incríveis para a minha formação acadêmica.

Aos membros da banca examinadora, Nivânia Pereira da Costa Menezes e Paulo Marks de Araújo Costa, que se disponibilizaram a contribuir com este trabalho.

Aos meus amigos que o CCHSA me concedeu e que considero como irmãos, Alcineide Moraes, Ivan Sérgio, Paulo Marks, Vagner Costa e Weleson Barbosa, pois traçamos esta jornada juntos, sempre se ajudando nas horas boas e difíceis, choramos e rimos juntos. Serei eternamente grato a vocês.

Ao grupo de pesquisa, em específico Paulo Marks e Vagner Costa, pela força e colaboração na construção deste trabalho.

Ao Técnico do Laboratório de Biologia do CCHSA, Pedro Thiago, pela disponibilidade e colaboração.

Ao Sr. Erinaldo Soares Salustino “BAU” pela paciência e disponibilidade de sua área para pesquisas e experimentos de campo.

E aos que não mencionei sintam-se abraçados.

OBRIGADO A TODOS!

CARACTERIZAÇÃO DAS FENOFASES REPRODUTIVAS E VIABILIDADE DE POLÉNS E SEMENTES DE CACTÁCEAS

RESUMO

Em relação a diversidade de cactáceas no país, o uso dessas espécies para a alimentação animal, pode trazer consequências para a sobrevivência das mesmas. O objetivo deste trabalho foi realizar o acompanhamento das fenofases reprodutivas das cactáceas, a biometria de botões florais e frutos maduros, avaliar a viabilidade polínica de pólenes armazenados, e realizar o teste de germinação de sementes. A área de estudo, é um fragmento florestal de Caatinga, localizado no município de Bananeiras, Paraíba. Na área de estudo foi selecionado 30 indivíduos de cada espécie, o acompanhamento fenológico foi quinzenalmente, montando-se um calendário fenológico das fenofases reprodutivas das espécies: *Cereus jamacaru*, *Pilosocereus pachycladus*, *Xiquexiqué gounellei* e *Tacinga inamoena*. Foram coletados botões florais e frutos maduros, para a realização da biometria, viabilidade polínica e das sementes. Foram utilizados 4 tubos eppendorf para cada espécie e ambiente, contendo 40 anteras cada tubo e armazenados em ambiente natural e ambiente geladeira a 8°C. A contagem dos grãos de pólen, se deu no primeiro dia, sendo o período 0 a testemunha, as contagens se deram entre 30, 60 e 90 dias, utilizando o corante de Alexander. No teste de germinação, as sementes foram distribuídas em Gerbox, colocados em BOD na temperatura de 25°C e com foto período de 12 horas, foram utilizadas 100 sementes de frutos armazenados em freezer a -12°C por 20 dias, 100 sementes armazenadas por 2 anos em sacos de papel e 100 sementes de frutos in natura. O *C. jamacaru* apresentou floração e frutificação sazonal, a floração e frutificação *P. pachycladus* e *T. inamoena* na população estudada foi contínua e persistente. O *X. gounellei* apresentou apenas frutificação contínua. Ambas as espécies, a floração e frutificação ocorrem no período seco e chuvoso. As espécies apresentaram alta viabilidade polínica, acima de 91% de pólenes viáveis. O armazenamento não interferiu na viabilidade dos grãos de pólen, por um período de até 90 dias. Apenas as sementes de *P. pachycladus*, *C. jamacaru* e *X. gounellei* do tratamento natural germinaram, os métodos de armazenamento não demonstraram eficazes. A *T. inamoena* não germinou em nenhum tratamento, logo se destaca a necessidade de mais estudos sobre esta espécie.

Palavras-chave: Caatinga; Floração; espécies nativas.

CHARACTERIZATION OF REPRODUCTIVE PHENOPHASES AND VIABILITY OF POLLENS AND CACTACEA SEEDS

SUMMARY

Regarding the diversity of cacti in the country, the use of these species for animal feed can have consequences for their survival. The objective of this work was to monitor the reproductive phenophases of cacti, the biometry of flower buds and ripe fruits, evaluate the pollen viability of stored pollens, and perform the seed germination test. The study area is a Caatinga forest fragment, located in the municipality of Bananeiras, Paraíba. In the study area, 30 individuals of each species were selected, the phenological follow-up was fortnightly, setting up a phenological calendar of the reproductive phenophases of the species: *Cereus jamacaru*, *Pilosocereus pachycladus*, *Xiquexique gounellei* and *Tacinga inamoena*. Floral buds and ripe fruits were collected for biometry, pollen and seed viability. Four eppendorf tubes were used for each species and environment, containing 40 anthers each tube and stored in a natural environment and in a refrigerator at 8°C. The count of pollen grains took place on the first day, with period 0 being the control, the counts took place between 30, 60 and 90 days, using Alexander's dye. In the germination test, the seeds were distributed in Gerbox, placed in BOD at a temperature of 25°C and with a photo period of 12 hours, 100 fruit seeds stored in a freezer at -12°C for 20 days were used, 100 seeds stored for 2 years in paper bags and 100 fresh fruit seeds. *C. jamacaru* showed seasonal flowering and fruiting, the flowering and fruiting of *P. pachycladus* and *T. inamoena* in the studied population was continuous and persistent. *X. gounellei* presented only continuous fruiting. Both species, flowering and fruiting occur in the dry and rainy season. The species showed high pollen viability, above 91% of viable pollens. Storage did not affect the viability of pollen grains, for a period of up to 90 days. Only the seeds of *P. pachycladus*, *C. jamacaru* and *X. gounellei* from the natural treatment germinated, the storage methods did not prove to be effective. *T. inamoena* did not germinate in any treatment, which highlights the need for further studies on this species.

Keywords: Caatinga; Flowering; native species.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Espécies em ambiente natural xique-xique (*X. gounellei* em A), mandacaru (*C. jamacaru* em B), facheiro (*P. pachycladus* em C) e gogóia (*T. inamoena* em D)... 15
- Figura 2:** Biometria dos botões florais das cactáceas, realizado no Laboratório de Biologia do CCHSA. Botões de xique-xique (A), mandacaru (B), gogóia (C) e facheiro (D)..... 17
- Figura 3:** Biometria dos frutos das cactáceas, realizado no Laboratório de Biologia do CCHSA. Medição do diâmetro do fruto de gogóia (A) e comprimento do fruto de mandacaru (B). 18
- Figura 4:** Beneficiamento dos frutos das cactáceas. Fruto de mandacaru aberto (A), sementes secas de facheiro (B). 18
- Figura 5:** Grãos de pólen corados com reagente de Alexander, xique-xique em A, mandacaru em B, gogóia em C e facheiro em D. 19
- Figura 6:** Teste de germinação em caixa Gerbox, sementes de facheiro. 20

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Calendário fenológico das Cactáceas. | 23 |
| Tabela 2: Biometria de botões florais..... | 24 |
| Tabela 3: Biometria dos frutos. | 25 |
| Tabela 4: Viabilidade de grãos de pólen (%) em diferentes temperaturas. | 26 |
| Tabela 5: Teste de germinação e Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes. | 27 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 11 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 12 |
| 2.1 As Cactaceae..... | 13 |
| 2.2 Fenofases reprodutivas..... | 13 |
| 2.3 Viabilidade polínica das Cactaceae | 14 |
| 2.4 Germinação de sementes de Cactaceae..... | 14 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS..... | 15 |
| 3.1 Área de Estudo | 15 |
| 3.2 Seleção das plantas..... | 15 |
| 3.3 Acompanhamento e Coleta | 16 |
| 3.4 Biometria floral..... | 17 |
| 3.5 Biometria dos frutos | 18 |
| 3.6 Viabilidade polínica | 19 |
| 3.7 Germinação de Sementes | 20 |
| 3.8 Análise estatística | 21 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 21 |
| 4.1 Calendário floral..... | 21 |
| 4.2 Biometria dos botões florais..... | 23 |
| 4.3 Biometria dos frutos | 24 |

| | | |
|------------|-----------------------------------|-----------|
| 4.4 | Viabilidade Polínica | 25 |
| 4.5 | Teste de Geminação | 26 |
| 5. | CONCLUSÕES..... | 29 |
| 6. | REFERÊNCIAS | 29 |

1. INTRODUÇÃO

A maioria das Cactáceas ocorrem por toda a região da América Tropical com aproximadamente 1.900 espécies (ARECES, 2004). No Brasil ocorrem cerca de 330 espécies de cactáceas distribuídas nas cinco regiões do país (SILVA et al., 2011). Segundo Zappi e Taylor (2008) de 160 cactáceas ocorrentes em nosso país, 42 espécies, representando 26% da família ocorrem nos campos rupestres, ao passo que 31% estão distribuídas na Caatinga. Aproximadamente 158 espécies de cactáceas, estão ameaçadas de extinção, dentre elas se encontram os gêneros *Cereus*, *Pilosocereus* e *Tacinga* (NUNES, 2019).

O mandacaru (*Cereus jamacaru* DC), possui caule aéreo, com ramos eretos, epiderme verde e presença de espinho (ZAPPI; TAYLOR, 2020); o facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subsp. *Pernambucensis*) tem caule aéreo ramificado, presença de espinhos e frutos (ZAPPI; TAYLOR, 2020). A espécie xique-xique (*Xiquexique gounellei*) possui porte arbustivo, presença de frutos e espinhos (ZAPPI; TAYLOR, 2020) e gogóia (*Tacinga inamoena*) apresenta cladódio apalmado, subarbusto suculento e frutos (ZAPPI; TAYLOR, 2020). As espécies de Cactáceas são de grande importância para manutenção e existência da fauna na Caatinga, entretanto, essas espécies são ameaçadas devido a ações antrópicas (SANTOS et al., 2019; FIGUEROA et al., 2019; NETO; CASTRO FILHO; ARAÚJO, 2015; SOUZA; PACHECO, 2019).

As ações antrópicas estão ameaçando a existência dessas espécies localmente, isso deve-se principalmente ao uso desordenado dessas espécies como forragem durante os períodos de seca na caatinga (SOUZA; PACHECO, 2019). Dessa forma, o desenvolvimento de tecnologias sobre métodos de propagação e conservação de cactáceas é indispensável (ROJAS-ARÉCHIGA; CASAS; VÁZQUEZ-YANES, 2001; NASCIMENTO, 2011). A avaliação da floração e frutificação é de suma importância, para a elaboração de um plano de conservação das espécies.

O calendário fenológico é uma ferramenta de importância quando se quer entender o comportamento reprodutivo da espécie (SILVA et al, 2016; SALIS et al., 2017; COSTA et al., 2021). As cactáceas apresentam uma grande produção de néctar

(LUCENA, 2007), sendo importante para a sobrevivência das espécies de fauna da região do semiárido, pois são plantas resistentes e produtivas.

Os órgãos reprodutivos das cactáceas variam de acordo com as espécies, o *C. jamacaru* apresenta flores de pétalas brancas, que podem atingir aproximadamente 30 centímetros de comprimento (ARAÚJO, 2006). De acordo com Lucena (2007) a antese noturna, o forte odor, a coloração clara e a grande quantidade de néctar, são atributos florais associados à síndrome de quiropterofilia, encontrados nas espécies do gênero *Pilosocereus*. Os atributos fenológicos agregam conhecimentos sobre o desenvolvimento das espécies, representados pelos períodos de crescimento, reprodutivos, floração, frutificação e dispersão (SILVA et al., 2019).

As cactáceas são importantes recurso floral para a fauna local, disponibilizando alimento no período de escassez, tendo como polinizadores insetos, pássaros e morcegos (KIILL et al., 2012; PEREIRA et al., 2021). Com os processos antrópicos a fauna entra em declínio (LEAL et al., 2005; SAMPAIO, 2018). A ausência de polinizadores em áreas naturais (ZANINA, 2013) põem em risco a reprodução das plantas. O armazenamento de grãos de pólen, é um método que preserva o pólen para fecundar as flores na ausência de polinizadores (MOURA et al., 2011). De maneira que é essencial avaliar a viabilidade do pólen, método este descrito por Costa, (2018) e avaliar a viabilidade das sementes.

Avaliar a viabilidade das sementes é importante, pois assim, teremos dados sobre a capacidade de germinação e de manutenção de regenerantes das espécies em seu ambiente natural. As sementes de cactáceas apresentam melhor germinação entre as temperaturas de 25 e 30°C (LEITÃO, 2019; MACENA, 2018), são as temperaturas encontradas nas áreas naturais destas espécies. Logo se justifica a importância de realizar os testes de germinação, onde se pode descrever o comportamento germinativo das sementes, assim ajudando a conservar a espécie. Com isso, este trabalho objetivou caracterizar as fenofases reprodutivas, a biologia floral e dos frutos, e verificar a viabilidade polínica e das sementes das Cactaceae *C. jamacaru*, *P. pachycladus*, *X. gounellei* e *T. inamoena*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 As Cactaceae

A maioria das Cactaceae ocorrem por toda a região da América Tropical com aproximadamente 1.900 espécies, das quais 300 estão distribuídas em 100 gêneros (ARECES, 2004), subdividida em três subfamílias: Pereskioideae, Opuntioideae e Cactoideae (NYFFELER, 2002). A família Cactaceae é constituída por espécimes que vão do porte herbáceo (*Melocactus zehntneri*) ao arbóreo (*Pilosocereus pachycladus* subsp. *pernambucoensis*) (BARBOSA, 2011) e possuem ampla adaptação aos ambientes áridos e semiáridos continentais.

As Cactaceae são plantas que tem um excelente mecanismo de adaptação, com folhas reduzidas e com metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), além de possuírem sementes com boa reserva de energia (PINHEIRO; FERREIRA, 2015). Segundo Correia et al. (2011), em detrimento do seu uso, as cactáceas são exploradas intensivamente, ocasionando degradação, sendo as populações dessas espécies drasticamente afetadas. Por conseguirem sobreviver às condições áridas da região do Nordeste brasileiro, elas são utilizadas na região como recurso alimentar (NETO; CASTRO FILHO; ARAUJO, 2015), além da indústria que também tem demonstrado interesse na exploração das cactáceas (CARNEIRO et al., 2019).

Essas espécies são utilizadas na alimentação de animais e no consumo humano. A *Pereskia aculeata* é associada ao tratamento da anemia ferropriva, câncer, osteoporose e a constipação intestinal (ALMEIDA; CORRÊA, 2012). As cactáceas no Nordeste são fonte de energia, consumidos em forma de geleias, rapaduras e doces (CHAVES; BARROS, 2015). Os frutos podem ser consumidos como alimento funcional, antioxidante e anti-inflamatório (CARNEIRO et al., 2019).

2.2 Fenofases reprodutivas

O mapeamento fenológico através do acompanhamento, é um dado importante para a comunidade acadêmica, pois ele traz dados fundamentais para a caracterização da espécie e descrição do seu comportamento em relação a fatores abióticos e bióticos. O estudo de agrupamento e fenológico, auxiliam a prática de manejo de conservação da espécie (ROCHA et al., 2021), além de compreender o comportamento da fauna em relação as espécies de plantas.

O estudo das fenofases reprodutivas, é uma prática crucial para a compreensão do comportamento de uma determinada espécie de planta. Principalmente, quando se tem a finalidade de domesticação e ou preservação da espécie (LENZI; ORTH, 2004). A descrição do período de reprodução das cactáceas é importante para a preservação da espécie. A maioria das espécies endêmicas são autocompatível, capazes de autopolinizar (COLOÇO et al., 2006). Portanto, estudos sobre a reprodução dessas espécies, é crucial para a garantia da preservação delas.

2.3 Viabilidade polínica das Cactaceae

As plantas adotaram algumas adaptações para garantir a sua polinização, sendo uma delas a facilidade que os polinizadores têm para chegarem no androceu e gineceu (SANTOS et al., 2016). A viabilidade polínica das cactáceas podem ser verificadas através de corantes, sendo os mais usados os nucleares e vitas “Alexander, Acetocarmim, Sais do tetrazólio e Azul de 11 anilina em lactofenol” (RODRIGUES-RIANO; DAFNI, 2000; KELLY; RASCH; KALISZ, 2002).

Ferreira et al. (2016), utilizaram o carmin acético em *Echinopsis rhodotricha* e constataram 87±9% de viabilidade dos pólenes. O reagente de Alexander em *C. jamacaru* demonstrou 99,41% de viabilidade polínica (COSTA et al., 2020). Em estudo de Oliveira (2017) foi observado que *P. catingicola* realiza autopolinização espontânea e que cerca de 10% dos botões marcados formaram frutos. Em média, são necessários 4 botões para a formação de um fruto de mandacaru e 2,8 botões para um fruto de facheiro (COSTA et al., 2020).

2.4 Germinação de sementes de Cactaceae

Quando preservada em câmara fria, as sementes de mandacaru mantem o índice de germinação acima de 60%, por um período de até 3,5 anos (FRANÇA et al., 2017). A preservação destas sementes em local adequado preserva, mantendo as mesmas viáveis por mais tempo, garantido a sobrevivência do embrião e da variabilidade genética para futura propagação.

A região da caatinga é caracterizada por sua escassez hídrica e altas temperaturas, fatores estes que destacam as cactáceas como plantas mais adaptadas a estas condições. A temperatura mais favorável para a germinação de *H. adscendns* e *M. bahiensis* é de 25°C (SILVA; AMARIZ; KIILL, 2018), sobre a temperatura de 30°C a germinação de *T. inamoena* é inferior a 35% (NASCIMENTO et al., 2015). A temperatura é um fator limitante na germinação de sementes, mas as plantas se adaptaram as condições climáticas nas quais estão inseridas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

A área de estudo situa-se em um fragmento florestal de Caatinga localizado no município de Bananeiras, Paraíba, com características de fitofisionomias sucessionais localizadas na mesorregião do Agreste do Estado da Paraíba (COSTA et al., 2020).

3.2 Seleção das plantas

Foram selecionados 30 indivíduos das espécies xique-xique (*Xiquexique gounellei*), mandacaru (*Cereus jamacaru* DC), gogóia (*Tacinga inamoena*) e facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subsp. *pernambucensis*), as plantas foram georreferenciadas e identificadas. Para a identificação das plantas seguiu-se o proposto por Leandro e Sofia (2013). Foram escolhidas as plantas adultas e sadias.

Figura 1: Espécies em ambiente natural xique-xique (*X. gounellei* em A), mandacaru (*C. jamacaru* em B), facheiro (*P. pachycladus* em C) e gogóia (*T. inamoena* em D).



3.3 Acompanhamento e Coleta

No cronograma das atividades de campo, houve alterações devido a pandemia causada pelo Corona-vírus. As visitas a campo obedeceram a classificação das bandeiras das cidades de Bananeiras/PB e Cacimba de Dentro/PB, devido aos dois integrantes da pesquisa residirem nestas cidades e mediante as permissões para coleta de dados no campo, considerando as bandeiras verde e amarelo impostas a época (<https://paraiba.pb.gov.br/diretas/saude/coronavirus/novonormalpb>).

As excursões a campo iniciaram no dia 21/10/2020 e foram finalizadas em 18/05/2021. O acompanhamento das plantas foi realizado quinzenalmente, foram verificadas a presença ou ausência de botões florais, flores, frutos verdes e maduros, das espécies em estudo. Os dados obtidos foram utilizados para a confecção de um calendário fenológico para o facheiro, mandacaru, xique-xique e gogóia, acompanhando as fenofase reprodutivas como o proposto (SALIS et al., 2017).

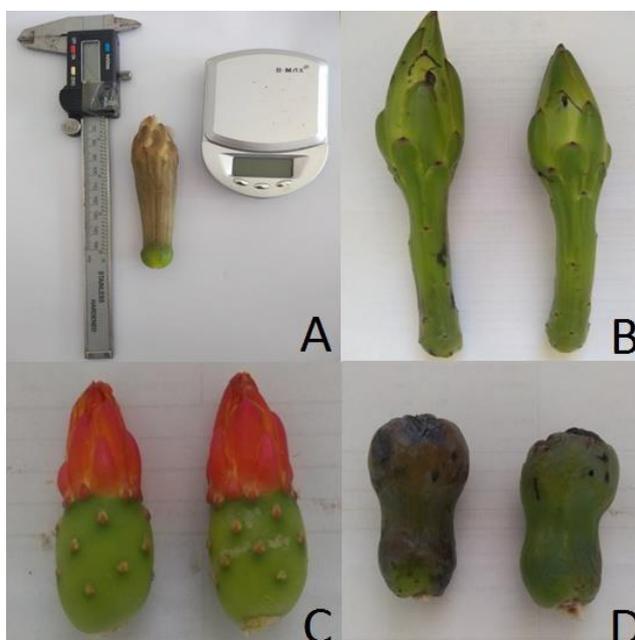
Foram coletados botões florais e frutos maduros, para a realização da biometria e a realização da viabilidade polínica e das sementes. Para a realização da coleta dos frutos e flores do facheiro e do mandacaru foi utilizada uma vara comprida com a ponta em formato de V devido à altura dos indivíduos. A coleta dos frutos e botões florais de xique-xique e gogóia eram realizadas manualmente, sendo necessário a utilização de luvas para a coleta dos frutos da Gogóia devido à grande quantidade de acúleos. Foram

selecionados 10 botões florais em pré-antese e 10 frutos de cada espécie para análise biométrica.

3.4 Biometria floral

No laboratório de Biologia do CCHSA/UFPB, foi realizado a biometria utilizando 10 botões florais de cada espécie, os mesmos foram utilizados na coleta das anteras. Para aferir as medidas foi utilizado paquímetro digital e régua para as medidas de diâmetro e comprimento e balança de precisão para aferir o peso.

Figura 2: Biometria dos botões florais das cactáceas, realizado no Laboratório de Biologia do CCHSA. Botões de xique-xique (A), mandacaru (B), gogóia (C) e facheiro (D).

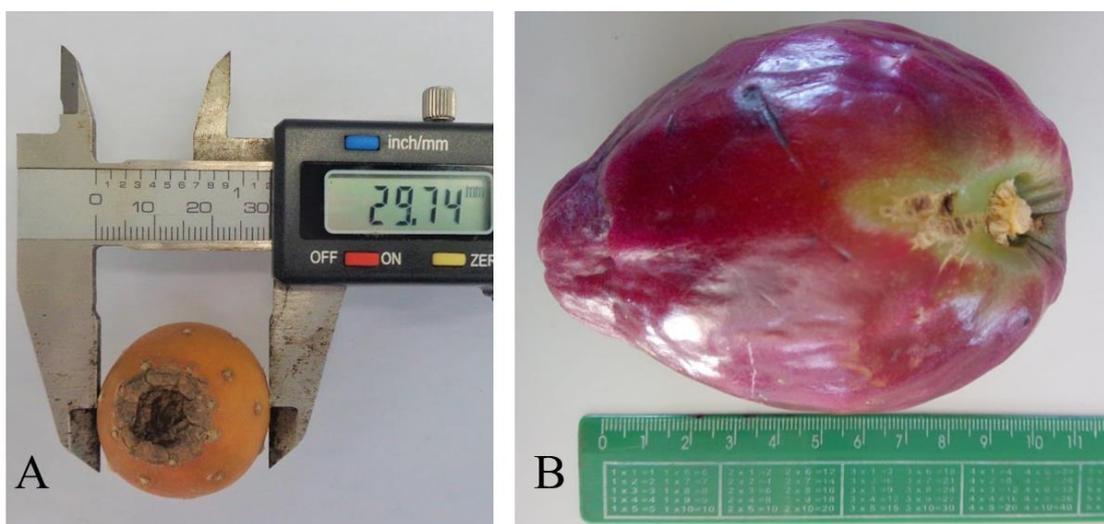


Para a coleta das anteras foi realizado um corte longitudinal nos botões florais e retirado as anteras para serem armazenadas em tubos eppendorf, procedimento realizado para todas as espécies. Foram utilizados quatro tubos para cada espécie e ambiente de armazenamento, contendo 40 anteras cada tubo que foram mantidos em duas condições, uma de ambiente natural em cima da bancada do laboratório (tratamento 30 dias A.N.1, 60 dias A.N.2 e 90 dias A.N.3) e outra em ambiente de geladeira a 8°C do Laboratório de Biologia do CCHSA (tratamento 30 dias A.G.1, 60 dias A.G.2 e 90 dias A.G.3).

3.5 Biometria dos frutos

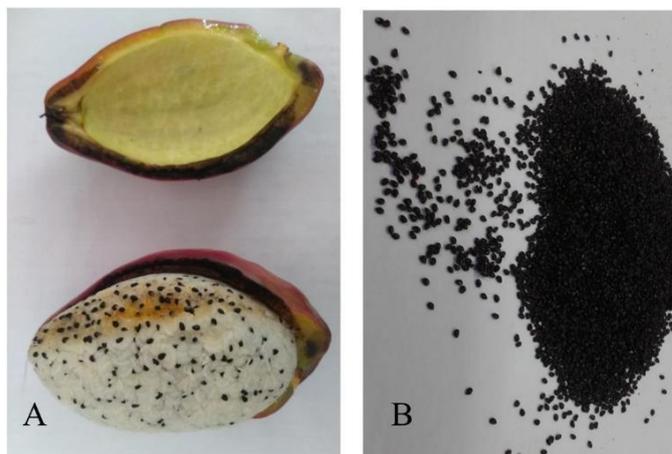
Na biometria dos frutos, foi utilizado 10 frutos de cada espécie e coletado as sementes dos mesmos. Na biometria seguindo o mesmo procedimento de coleta de dados dos botões florais. Alguns frutos foram armazenados em refrigerador, aguardando a liberação da Comissão de Biossegurança para a utilização do laboratório de Biologia do CCHSA/UFPB, local onde foi realizada a pesquisa.

Figura 3: Biometria dos frutos das cactáceas, realizado no Laboratório de Biologia do CCHSA. Medição do diâmetro do fruto de gogóia (A) e comprimento do fruto de mandacaru (B).



O beneficiamento dos frutos foi realizado no Laboratório de Biologia, segundo a metodologia adotada por Correia et al. (2011). Os frutos de facheiro, mandacaru, xique-xique e gogóia foram cortados com uma faca e a polpa removida com uma colher, utilizando-se uma peneira fina de uso doméstico para as três últimas espécies. Para o Facheiro, além desses utensílios, ainda foi preciso utilizar uma bandeja, de maneira a evitar perdas de sementes que são pequenas e ultrapassam a peneira. As sementes postas na peneira foram submetidas a água corrente para a remoção da mucilagem, secas a sombra por um período de quatro dias, sendo posteriormente identificadas e armazenadas em saco de papel.

Figura 4: Beneficiamento dos frutos das cactáceas. Fruto de mandacaru aberto (A), sementes secas de facheiro (B).

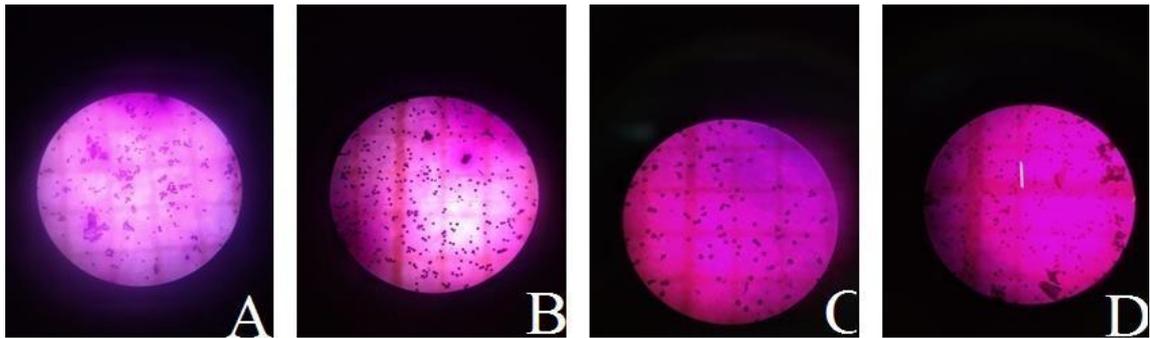


3.6 Viabilidade polinica

A contagem dos óvulos foi realizada nos mesmos botões florais, onde foi realizado um corte longitudinal e coletados os óvulos para serem contabilizados; apenas um lado do ovário é contado e multiplicado por dois para obtenção da quantidade total de óvulos presentes nas flores das espécies em estudo.

A contagem dos grãos de pólen foi realizada no primeiro dia da montagem do experimento. Assim, o período zero foi a testemunha, e as contagens continuaram aos 30, 60 e 90 dias. Para a contagem dos grãos de pólen, foi utilizado as anteras armazenadas, selecionando-se 10 anteras divididas em 4 lâminas de vidro quadriculado e macerado, para a leitura da viabilidade, utilizando o corante de Alexander (ALEXANDER, 1980). As lâminas foram observadas em microscópio óptico, os grãos de pólen corados foram considerados viáveis, os que não ficam corados são os inviáveis, ambos foram contabilizados. A viabilidade seguiu a metodologia proposta por Costa et al., (2020). Para o cálculo da porcentagem de viabilidade é considerada a seguinte fórmula: Viabilidade do pólen (%) = N° de grãos corados ou germinados / N° total de grãos pólen x 100.

Figura 5: Grãos de pólen corados com reagente de Alexander, xique-xique em A, mandacaru em B, gogóia em C e facheiro em D.



3.7 Germinação de Sementes

O método usado para a contagem de sementes foi o por amostragem. Na contagem das sementes, foram pesadas todas as sementes (PT), contadas 100 sementes pesadas e dividido por 100, assim chegando ao Peso da unidade de sementes (Pu). A quantidade total de sementes (Qs), foi obtido por meio da seguinte fórmula: $Pt / Pu = Qs$.

O teste de germinação foi montado no Laboratório de Agroecologia e Desenvolvimento Socioambiental (ASDA) do CCHSA. Foram utilizadas 100 sementes de cada espécie de Cactáceae estudada (2 repetições de 50), sendo 100 sementes de frutos armazenados em freezer a -12°C por 20 dias, 100 sementes armazenadas por 2 anos em sacos de papel em ambiente natural e 100 sementes de frutos in natura. Para realização do teste de germinação, 2 repetições de 50 sementes foram distribuídas em Gerbox e levadas para germinar em BOD na temperatura de 25°C e com foto período de 12 horas, seguindo a descrição de (LEITÃO, 2019; MACENA, 2018). O Gerbox foi previamente esterilizado com álcool 70%, posto duas folhas de papel germitest, molhadas com água destilada na proporção de água utilizada de três vezes o peso do papel. As leituras começaram no terceiro dia, após a montagem do teste e eram realizadas diariamente. A última leitura foi realizada quando as sementes pararam de germinar no 20º dia após a montagem do teste.

Figura 6: Teste de germinação em caixa Gerbox, sementes de facheiro.



3.8 Análise estatística

Os dados foram tabulados com auxílio do Microsoft Office 2013©, e posteriormente realizada análise estatística com as médias e desvio padrão, utilizando o software R Studio versão (1.2.1335). O teste estatístico foi o Tukey a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Calendário floral

A espécie *P. pachycladus* teve floração durante o período mais seco, evidenciando sua importância para manutenção da vida na área de estudos, principalmente por garantir o fornecimento de alimentos para fauna durante o período de escassez, com a produção de botões florais e frutos constante. De acordo com Costa et al. (2020), o *P. pachycladus* apresentou floração e frutificação constante no período de outubro e novembro, influenciado principalmente pela temperatura.

O *C. jamacaru* começou a sua floração a partir do mês de dezembro de 2020, na presença das chuvas e foi observada até maio com exceção do mês de fevereiro 2021, onde se observou a ausência de floração. Segundo Portal et al. (2014), o *C. jamacaru* apresentou floração durante 7 meses do ano, exceto entre maio e agosto e no mês de novembro. A frutificação foi de dezembro a maio, mantendo-se durante 6 meses. Sendo o período de dezembro a janeiro, um período de escassez alimentar na caatinga, de

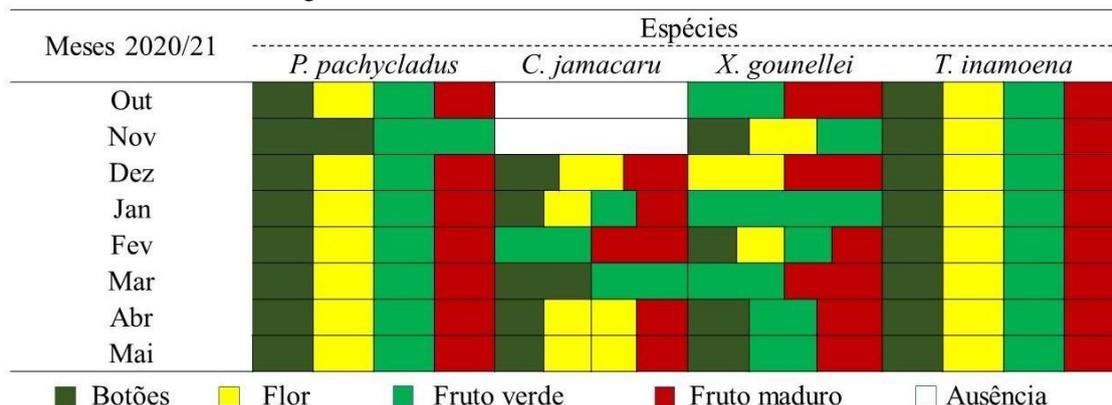
modo que o *C. jamacaru* é uma das principais fontes de recurso alimentar. Podendo-se observar a presença apenas do epicarpo dos frutos nas plantas, pois os frutos são muito visados pelos animais.

De maneira que a floração e frutificação do *C. jamacaru* é considerada sazonal apresentando relação com a precipitação, assim como descrição de Costa et al. (2020). Segundo Portal et al. (2014), a duração da frutificação do *C. jamacaru* durou 5 meses. A relação de floração, frutificação e duração da produção, está relacionado com fatores abióticos, clima e precipitação. Já que, a precipitação apresentou correlação com o início da floração do *C. jamacaru* e observou-se em campo aborto floral, quando não teve precipitação por um período superior a uma semana.

A produção de frutos do *X. gounellei* se manteve constante durante o período de estudo, havendo apenas variações na floração. Observou-se a presença constante de frutos verdes durante todo o período de estudo, só houve presença de frutos maduros em outubro 2020, surgindo posteriormente em fevereiro até maio de 2021. De maneira que sua produção de frutos é importante para a sobrevivência de várias espécies da fauna da caatinga. Lucena et al. (2015) destaca que a floração do *X. gounellei* é um bioindicador de chuvas utilizado pelos agricultores, e os frutos são fonte de alimento para pássaros, abelhas e maribondos. De acordo com Pereira et al. (2013) o *X. gounellei*, utiliza a chuva, a umidade relativa e o orvalho da madrugada para completar seu ciclo reprodutivo.

A *T. inamoena* apresentou frutificação e floração contínua durante todo o período de estudo, observou-se na área uma grande quantidade de frutos verdes. A floração e frutificação é contínua e extensa levando, como a descrição de Ologia (2007), pois houve a presença de frutos e flores durante todo o período de estudo. Os frutos de *T. inamoena* demoram em média seis meses para amadurecer (QUIRINO, 2006). As flores têm pétalas de cor alaranjada e antese diurna, tornando-se grande atrativo a fauna local. As flores são fonte de alimento para espécies como o beija-flor e abelhas *Chlorostilbon lucidus*, além de seu fruto ser utilizado para a alimentação humana e animal (NOLASCO; MACHADO; MOURA, 2011; LUCENA et al., 2012; LIMA, 2016).

Tabela 1: Calendário fenológico das Cactáceas.



O período de chuva da região de estudo vai de fevereiro a agosto, segundo Silva et al. (2017), com isto, pode-se observar que as espécies estudadas, apresentaram floração durante os dois períodos do ano (período da chuva e período seco). De acordo com Spina, Ferreira e Leitão Filho (2001) apenas 18% das espécies de hábito arborecente, arbustivo e escandente, apresenta esta característica, enquanto cerca de 81% das espécies só floresce durante uma única estação do ano. Deste modo se destaca ainda mais a importância da elaboração de um calendário floral, seja para a preservação das espécies ou para a cadeia produtiva do mel.

4.2 Biometria dos botões florais

As flores das espécies estudadas são hermafroditas, a antese do *C. jamacaru*, *P. pachycladus* e *X. gounellei* é noturna e de pétalas branca, já a *T. inamoena* a antese é diurna e de pétalas alaranjada, se tornando bem atrativa aos polinizadores. Os dados biométricos externos dos botões florais das quatro espécies são apresentados na Tabela 2.

Os resultados deste trabalho foram semelhantes aos encontrados por Costa (2019), que encontrou os seguintes valores para as respectivas cactáceas o *P. gounellei* apresentou um comprimento (mm) de $51,70 \pm 9,23$, o *P. pachycladus* $48,90 \pm 3,90$ e o *C. jamacaru* $214,80 \pm 14,55$. O comprimento dos botões florais do *C. jamacaru* está próximo da descrição das flores por Sales et al. (2014), em que as flores têm o comprimento entre 20 a 30 cm. Os botões de *T. inamoena* apresentaram um tamanho médio de 30 mm de comprimento, valor inferior ou descrito por Menezes, Taylor e Loiola (2013), que descrevem a flor com um comprimento de 35 – 40 mm.

Tabela 2: Biometria de botões florais.

| Espécie | Peso (g) | Diâmetro Apical (mm) | Diâmetro da Base (mm) | Comprimento (mm) | Óvulos (n) |
|-----------------------|---------------|----------------------|-----------------------|------------------|-----------------|
| <i>P. pachycladus</i> | 17,21 ± 2,52 | 26,22 ± 2,65 | 24,16 ± 2,05 | 46,63 ± 7,66 | 1.700,6 ± 397,2 |
| <i>C. jamacaru</i> | 64,10 ± 14,34 | 37,46 ± 5,30 | 17,98 ± 2,10 | 198,94 ± 13,91 | 1.534,8 ± 427,4 |
| <i>T. inamoena</i> | 4,46 ± 1,34 | 11,98 ± 1,37 | 16,48 ± 1,95 | 30,20 ± 5,10 | 59,8 ± 8,7 |
| <i>X. gounellei</i> | 11,29 ± 2,94 | 22,65 ± 1,99 | 15,69 ± 1,67 | 67,01 ± 20,99 | 2.173,4 ± 522,7 |

Os dados deste trabalho de pesquisa, são com os botões florais e os resultados encontrados na literatura, são os dados das flores, portanto, os valores são aproximados. O comprimento dos botões florais está próximo da média do comprimento das flores, pois a coleta dos botões florais interrompe seu desenvolvimento e o horário de coleta interfere na leitura.

4.3 Biometria dos frutos

O *C. jamacaru* possui frutos grandes, tanto em peso quanto em diâmetro e comprimento. Para Almeida et al. (2009), a variação de tamanho de frutos vai estar relacionado com os fatores abióticos. Quando se compara os dados obtidos neste estudo (Tabela 3), com os dados do mesmo autor, encontrados em Lagoa Seca PB, pode-se observar que os frutos não tiveram diferença significativa, mas quando comparados como os dados de Queimadas, PB, houve diferença no tamanho dos frutos. De acordo com Coelho et al. (2020) o estágio de maturação do fruto, alterará as dimensões do fruto, devido à perda de água. Portanto, podemos destacar que as condições de nutrição dos frutos pelas plantas, é dependente de boas condições climáticas e nutricionais, de maneira que é normal a variação de tamanho de frutos, pois se trata de ambientes naturais dependentes das chuvas.

Os frutos de *P. pachycladus* deste trabalho, tem tamanho superiores aos relatados por Medeiros et al. (2015), que realizou sua pesquisa em 3 municípios do estado da Paraíba. Segundo Rodrigues et al. (2019) o peso dos frutos da espécie *P. pachycladus* pode variar, conforme o estágio de maturação dos mesmos. O *P. pachycladus* apresenta uma grande quantidade de sementes, fator este que colabora para a preservação de espécie. Os pássaros colaboram com a dispersão das sementes ao se alimentarem dos frutos, levando estas sementes para outras áreas (OLIVEIRA et al.,

2020), desta maneira preserva a espécie e colabora com a diversidade da fauna das áreas visitadas.

O fator fecundação do *X. gounellei*, quando se leva em consideração a quantidade média de óvulos (Tabela 2) e sementes (Tabela 3), teve uma relação de 1,98/1, sendo necessário 1,98 óvulos para a formação de 1 semente. Os frutos de *X. gounellei* apresentaram peso, comprimento e diâmetro, valores inferiores quando comparados com a descrição de Barros et al. (2021), sobre frutos de autopolinização, e a descrição de Pereira et al. (2021) que classificou como: tipo baga, de coloração acinzentado a púrpúreo quando maduro, com 4,2 cm de comprimento. Os frutos são deiscentes, facilitando o consumo da polpa por insetos devido a planta ter um porte baixo, sofrendo menos pancada de vento facilitando o consumo, fator este que colabora com a queda das sementes perto da planta matriz.

Tabela 3: Biometria dos frutos.

| Espécies | Peso (g) | Comprimento (mm) | Diâmetro (mm) | Sementes (n°) |
|-----------------------|----------------|------------------|---------------|----------------|
| <i>C. jamacaru</i> | 163,59 ± 10,09 | 78,843 ± 8,86 | 63,29 ± 1,70 | 1026,9 ± 344,3 |
| <i>P. pachycladus</i> | 55,69 ± 9,15 | 38,62 ± 3,06 | 49,78 ± 2,92 | 1634,8 ± 415,4 |
| <i>X. gounellei</i> | 34,46 ± 4,42 | 24,95 ± 2,80 | 44,85 ± 16,52 | 1095,6 ± 322,2 |
| <i>T. inamoena</i> | 18,88 ± 1,56 | 27,71 ± 0,91 | 29,81 ± 1,03 | 61,2 ± 4,8 |

Os valores, do diâmetro dos frutos de *T. inamoena* demonstraram-se iguais as médias encontradas por Silva Júnior et al. (2018), mas o peso e quantidades de sementes foram superiores, de acordo com Menezes, Taylor e Loiola (2013), a *T. inamoena* apresentando diâmetro de 30 mm e apenas algumas dezenas de sementes. Coelho et al. (2020) relataram comprimento dos frutos estatisticamente iguais aos encontrados neste estudo para a espécie da *T. inamoena*. O mesmo ainda relata que as características físicas, químicas e orgânicas da *T. inamoena*, são iguais as das demais cactáceas nativas do Semiárido Nordeste.

4.4 Viabilidade Polínica

A testemunha da espécie *T. inamoena* apresentou viabilidade polínica de 99,23% com diferença significativa entre os demais tratamentos, já para o tratamento A.N.1 do *X. gounellei* apresentou diferença significativa na viabilidade polínica com 91,59% de

pólen viável e o *C. jamacaru* no A.G.3 com 95,91%, observando que houve perda de viabilidade. Esses três tratamentos apresentaram diferenças significativas, já para os demais tratamentos não houve diferenças, o *P. pachycladus* não teve perda significativa na viabilidade, como pode-se observar na Tabela 4.

Tabela 4: Viabilidade de grãos de pólen (%) em diferentes temperaturas.

| Espécies | Tratamentos | | | | | | |
|-----------------------|---------------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|---------------------|
| | TEST | A.N.1 | A.N.2 | A.N.3 | A.G.1 | A.G.2 | A.G.3 |
| <i>P. pachycladus</i> | 99,46* | 99,68* | 100* | 100* | 99,53* | 100* | 99,57* |
| <i>C. jamacaru</i> | 99,80* | 99,18* | 99,95* | 100* | 99,20* | 99,84* | 95,91 _{ns} |
| <i>T. inamoena</i> | 99,23 _{ns} | 100 * | 99,82* | 99,77* | 99,61* | 99,77* | 99,86* |
| <i>X. gounellei</i> | 99,58 * | 91,59 _{ns} | 100* | 100* | 99,70* | 100* | 100* |

*Significativo a 5% pelo teste de Tukey, NS: não significativo.

As Cactaceae objeto deste estudo, são plantas de alta viabilidade polínica, pois a viabilidade se manteve acima de 91%. A viabilidade polínica acima de 70% é alta viabilidade do pólen (SOUZA; PEREIRA; MARTINS, 2002). Os valores da viabilidade são semelhantes aos encontrados por Costa (2019) para as espécies de *C. jamacaru* e *X. gounellei*, apenas com valor superior para o *P. pachycladus*.

O método de armazenamento de pólen não acarretou em perda da viabilidade polínica, mas foi observado uma diminuição na quantidade de pólen nas anteras. O armazenamento de grãos de pólen se justifica pela utilização de diversas práticas como a polinização na ausência de polinizadores (TIGHE, 2004).

4.5 Teste de Germinação

A germinação foi considerada baixa quando se comparou os tratamentos entre as espécies. As sementes provenientes do tratamento Armazenado e Freezer, não apresentaram germinação, apenas o xique-xique teve 2% de germinação no tratamento Freezer, demonstrando não ser um método eficiente de armazenamento. A Tabela 5 apresenta os dados do teste de germinação e do Índice de velocidade de germinação, com avaliação de interferência de armazenamento de sementes com 3 tratamentos, fruto in natura testemunha (Natural), frutos congelados por 20 dias (Freezer) e sementes armazenamento por 2 anos (Armazenado).

Tabela 5: Teste de germinação e Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes.

| Tratamento | Germinação (%) | IVG |
|-------------------------------|----------------|-----------|
| --- <i>C. jamacaru</i> --- | | |
| Natural | 95* | 0.3008* ± |
| Armazenado | 0 | 0 ± |
| Freezer | 0 | 0 ± |
| --- <i>P. pachycladus</i> --- | | |
| Natural | 31* | 0.0457* ± |
| Armazenado | 0 | 0 ± |
| Freezer | 0 | 0 ± |
| --- <i>X. gounellei</i> --- | | |
| Natural | 41* | 0.1030* ± |
| Armazenado | 0 | 0 ± |
| Freezer | 2 | 0.0014 ± |
| --- <i>T. inamoena</i> --- | | |
| Natural | 0 | 0 ± |
| Armazenado | 0 | 0 ± |
| Freezer | 0 | 0 ± |

A germinação das sementes de *P. pachycladus*, *C. jamacaru* e *X. gounellei* no tratamento testemunha teve germinação significativa, estas espécies não apresentam dormência, tendo ótima germinação em condições favoráveis. A germinação de *P. catingicola* não são influenciadas significativamente pelas temperaturas de 20 a 30°C e 30°C (MEDEIROS et al., 2015). A germinação de *C. jamacaru* variou entre 70 e 90%, sementes antes do armazenamento e germinação de 60% para sementes armazenadas em câmara fria (FRANÇA et al., 2017). A melhor germinação das sementes de *P. gounellei* é na variação de temperatura de 20-30°C com 83% de germinação, temperaturas ambientes prolongaram a germinação das sementes (ABUD et al., 2012). As espécies *P. pachycladus*, *C. jamacaru* e *X. gounellei* não apresentam dormência, de modo que as sementes em condições favoráveis e temperatura adequada, terão uma boa taxa de germinação e em um menor intervalo de tempo, mas as condições de armazenamento das sementes podem comprometer a viabilidade das mesmas, levando a morte embrionária.

As sementes de *T. inamoena* não geminaram, em nenhum dos tratamentos utilizados. De acordo com NASCIMENTO et al. (2015) a taxa de germinação da *T. inamoema* é inferior a 35%. A temperatura favorável para a germinação das sementes de *T. inamoena* é de 30°C, e as sementes apresentam dormência, apresentando germinação como passar dos meses, mas a germinação não passa de 50% (MEIADO, 2012). A dormência das sementes da *T. inamoena* e a germinação com o passar dos meses, é um

fator positivo e evolutivo da espécie, pois colabora para a manutenção dos bancos de sementes naturais e preservação da espécie. Foi possível observar ainda em campo, uma predominância de clones com formação de enormes colônias e poucos regenerantes, portanto é uma espécie que tem facilidade de propagação assexuada.

As sementes que foram armazenadas em sacos de papel a temperatura ambiente no laboratório não germinaram. Provavelmente, os embriões destas sementes morrem por desidratação, devido a variação da temperatura e umidade, acarretando a morte embrionária por desidratação das sementes. De acordo com Abud et al. (2012), a câmara fria é o local mais adequado para armazenamento de sementes de xique-xique. Segundo Silva, Amariz e Kiill (2018), as espécies de cactáceas *H. adscendens* e *M. bahiensis* suportam o armazenamento por sete anos em câmara fria. As sementes armazenadas com umidade adequada, em ambiente com temperatura e umidade do ar controlados, tendem a ter vida de prateleiras mais longas. Assim, sendo possível manter um banco de sementes que garantirá a preservação do material genético que pode ser utilizado para a revitalização de áreas e garantir que a espécie não seja extinta.

As sementes armazenadas em fruto no freezer, provavelmente tiveram morte embrionária, pois não germinaram, comprovando que não é um método adequado de armazenamento de sementes. O armazenamento dos frutos a temperatura de -12°C , acarretou a formação de cristais de gelo no interior das sementes, levando a morte embrionária devido os cristais de gelo romperem as células embrionárias. O congelamento das sementes com teores de água elevado, compromete a germinação, (BRITO et al., 2013), forma cristais de gelo extracelular (TAIZ et al., 2017), de maneira a acarretar a morte do embrião. Sementes de feijão exposta a temperatura de -18°C pelo período de 48 horas, diminui a qualidade fisiológica da semente. De acordo com Hellmann et al. (2006), o congelamento de sementes de pau-brasil com teor de água elevada, reduz a capacidade de germinação, com perda total da germinação após 90 dias de armazenamento. Leal (2019) relata que, quando as sementes foram congeladas no freezer a -21°C houve a mortalidade de 100%. A alta umidade das sementes compromete o seu armazenamento, as sementes devem ter um teor de água adequado para a espécie antes do armazenamento, optando preferencialmente por armazenar em câmaras frias, para garantir a preservação das mesmas.

5. CONCLUSÕES

O *C. jamacaru* apresentou floração e frutificação sazonal. A floração e frutificação de *P. pachycladus* e *T. inamoena* na população estudada é contínua e persistente. O *X. gounellei* apresentou apenas frutificação contínua. Ambas as espécies, apresentaram floração e frutificação no período seco e chuvoso.

As espécies apresentaram alta viabilidade polínica, acima de 91% de pólenes viáveis. O armazenamento não interferiu na viabilidade dos grãos de pólenes, por um período de até 90 dias.

Apenas as sementes de *P. pachycladus*, *C. jamacaru* e *X. gounellei* do tratamento natural germinaram, os métodos de armazenamento não demonstraram eficazes. A *T. inamoena* não germinou em nenhum tratamento, logo se destaca a necessidade de mais estudos sobre esta espécie.

6. REFERÊNCIAS

ABUD, H. F. et al. Storage of xique-xique seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, p. 473-479, 2012.

ABUD, Haynna Fernandes et al. Germination and morphological characterization of the fruits, seeds, and seedlings of *Pilosocereus gounellei*. **Brazilian Journal of Botany**, v. 35, p. 11-16, 2012.

ALEXANDER, M. P. A versatile stain for pollen fungi, yeast and bacteria. **Stain technology**, v. 55, n. 1, p. 13-18, 1980.

ALMEIDA, Mércia Melo De et al. Caracterização física e físico-química de frutos do mandacaru. 2009.

ALMEIDA, Martha Elisa Ferreira de; CORRÊA, Angelita Duarte. Utilização de cactáceas do gênero *Pereskia* na alimentação humana em um município de Minas Gerais. **Ciência Rural**, v. 42, p. 751-756, 2012.

ARAÚJO, Felipe. InfoEscola: Mandacaru. 2006. Disponível em <<https://www.infoescola.com/plantas/mandacaru/>>. Acesso em: 14 jul. 2021

ARECES, A. Cactaceae. In: SMITH, N. Flowering plants of the neotropics. The New York Botanical Garden, Princeton University Press, 2004. p. 73 - 76.

BARBOSA, A. S. Estrutura da vegetação e distribuição espacial de Cactaceae em áreas de caatinga do semiárido paraibano 2011. 166f. (Dissertação de Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2011.

BARROS, Emerson Serafim et al. Reproductive success of native cactaceous, chiquette (*Pilosocereus Gounellei*), in natural population. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 2980-2991, 2021.

BRITO, Renata et al. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) produzidas sob manejo orgânico e submetidas ao congelamento. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 3, p. 131-140, 2013.

CARNEIRO, Josenildo Laurentino et al. Cactáceas da caatinga: estratégias de agregação de valor como meio de conservação da sua biodiversidade. **Terra-Mudanças Climáticas e Biodiversidade/Giovanni Seabra (Organizador). Ituiutaba: Barlavento**, p. 346-358, 2019.

CHAVES, EDNA MF; BARROS, ROSELI FM. Cactáceas: recurso alimentar emergencial no semiárido, Nordeste do Brasil. **Gaia scientia**, v. 9, n. 2, p. 129-135, 2015.

COELHO, Robson Rogério Pessoa et al. Technological characteristics of quipá fruits (*Tacinga inamoena*) in 3 maturation stages. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 1388-1398, 2020.

CORREIA, D. et al. Germinação de sementes de cactáceas in vitro. **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2011.

COSTA, Joana Silva et al. FENOLOGIA DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS NA CIDADE DE ALEGRE-ES. **Biodiversidade**, v. 20, n. 2, 2021.

COSTA. P. M. A. **BIOLOGIA FLORAL DE MANDACARU** (*Cereus jamacaru* (DC) (Cactaceae)) **NUMA CAATINGA NO MUNICÍPIO DE BANANEIRAS, PB**. Monografia 46 f. (Curso de Bacharelado em Agroecologia), Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras – PB, 2018.

COSTA, Paulo Marks de Araújo et al. Reproductive phenophases in a population of mandacaru (*Cereus jamacaru*) and facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subsp. pernambucensis) (Cactaceae). **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 6, n. 5, p. 30536-30545, 2020.

COSTA, Paulo Marks de Araújo et al. Pollen viability and floral biology of Mandacaru (*Cereus jamacaru* (DC) (Cactaceae)). **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 8, p. e997986671, 6 ago. 2020.

COSTA, V. S. **VIABILIDADE POLÍNICA DE FACHEIRO** *Pilosocereus pachycladus* subsp. *pernambucensis*, **MANDACARU** (*Cereus jamacaru* (DC) **E XIQUE-XIQUE** (*Pilosocereus gounellei*) **EM POPULAÇÃO NATURAL**. PIBIC 14F, Curso de Bacharelado em Agroecologia), Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras – PB, 2019.

FERREIRA, Bruno HS et al. *Echinopsis rodotricha* (CACTACEAE) EM CHACO BRASILEIRO: AUTOCOMPATIBILIDADE E POLINIZAÇÃO MISTA. II Simpósio Brasileiro de Polinização 23 a 26 de outubro de 2016 – UFG, Regional Catalão, GO: Editora Cubo. 114 p.

FIGUEROA, Iris Atenea Bacab et al. Las cactáceas de la Península de Yucatán: descripción y usos. 2019.

FRANÇA, Dairan Santos et al. GERMINAÇÃO DE SEMENTES ARMAZENADAS E RECÉM-COLHIDAS DE *Cereus jamacaru* DC. 2017.

HELLMANN, Moacir E. et al. Tolerância ao congelamento de sementes de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) influenciada pelo teor de água inicial. **Brazilian Journal of Botany**, v. 29, p. 93-101, 2006.

KIILL, Lúcia Helena Piedade et al. Ecologia da polinização da cactácea *Arrojadoa rhodantha* em caatinga hiperxerófila. **Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2012.

KELLY, J.K., RASCH, A., KALISZ, S. A method to estimate pollen viability from pollen size variation. *American Journal of Botany*, 89 (6):1021-1023, 2002.

LEAL, Inara R. et al. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 139-146, 2005.

LEAL, Isaias Luis. Estudos preliminares para estabelecimento de protocolo de criopreservação em sementes recalcitrantes. 2019.

LEANDRO, Meza; SOFÍA, Ana. Protocolo para el establecimiento de un monitoreo fenológico para especies forestales nativas del Bosque Seco Tropical. 2013.

LEITÃO, Yanna Maisa. Germinação e desenvolvimento de *Pilosocereus catinigiola* subsp. *Salvadorensis* (WERDERM.) ZAPPI (CACTACEAE): qual a relação do efeito da radiação UV-A, temperatura e salinidade?. 2019.

LENZI, Maurício; ORTH, Afonso Inácio. Fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), em restinga da Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v. 17, n. 2, p. 67-89, 2004.

LIMA, Rydley Klapeyron Bezerra. Caracterização e potencial antioxidante do fruto da palma (*Tacinga inamoena*) e do mandacaru (*Cereus jamacaru*). 2016.

LUCENA, CAMILLA M. et al. Conhecimento botânico tradicional sobre cactáceas no semiárido do Brasil. **Gaia scientia**, v. 9, n. 2, p. 77-90, 2015.

LUCENA, Camilla Marques De et al. Uso e conhecimento de cactáceas no município de São Mamede (Paraíba, Nordeste do Brasil). 2012.

LUCENA, Emerson Antônio Rocha Melo de. **Fenologia, Biologia da Polinização e da Reprodução de *Pilosocereus Byles & Rowley* (Cactaceae) no Nordeste do Brasil**. 188 f. Tese (Doutorado) - Curso de Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

MACENA, Romildo Araújo. Influência da temperatura e da salinidade em suas espécies de cactáceas endêmicas da caatinga. 2018.

MEDEIROS, Robson LS et al. Germinação e vigor de sementes de *Pilosocereus catingicola* (Gürke) Byles & Rowley subsp. *salvadorensis* (Werderm.) Zappi (cactaceae) da caatinga paraibana. **Gaia Scientia**, v. 9, n. 2, 2015.

MEDEIROS, ROBSON LS et al. SALVADORENSIS (WERDERM.) ZAPPI (CACTACEAE) DA CAATINGA PARAIBANA. 2015.

MEIADO, M.V. Germinação de cactos do Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2012.

MENEZES, Marcelo Oliveira Teles de; TAYLOR, Nigel P.; LOIOLA, Maria Iracema Bezerra. Flora do Ceará, Brasil: Cactaceae. **Rodriguésia**, v. 64, p. 757-774, 2013.

MOURA, C.R.F et al. Viabilidade e conservação de grãos de pólen de coqueiro gigante sob diferentes condições de armazenamento. In: **Embrapa Tabuleiros Costeiros-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 18.; CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 5., 2011, Joinville. Resumos... Joinville: Sociedade Brasileira de Plantas Ornamentais e Associação Brasileira de Cultura de Tecidos de Plantas, 2011., 2011.

NASCIMENTO, E. H. S. do. Crescimento inicial de mudas de *Pilosocereus gounellei* subsp. *gounellei* em diferentes substratos. 2011. 59 f. Monografia (Graduação), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

NASCIMENTO, JOANA PB et al. Germinação de sementes de *Tacinga inamoena* (K. Schum.) np Taylor & Stuppy (Cactaceae) após endozoocoria por *Chelonoidis carbonaria* (Spix, 1824)(Reptilia: Testudinidae). **Gaia Scientia**, v. 9, n. 2, p. 9-14, 2015.

NETO, José Adelson Santana; CASTRO FILHO, E. S.; ARAÚJO, H. R. Potencial das cactáceas como alternativa alimentar para ruminantes no semiárido. **Nutritime Revista Eletrônica**, v. 12, n. 6, p. 4426-4434, 2015.

NOLASCO, Erica; MACHADO, C. G.; MOURA, Alan. As espécies de plantas visitadas pelo beija-flor-de-bico-vermelho, *Chlorostilbon lucidus* (Shaw, 1812)(Trochilidae) em uma área de caatinga em Morro do Chapéu, Bahia. 2011.

NUNES, Bárbara Cristina. Conservação de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção: estudo de caso sobre cactáceas brasileiras. 2019.

NYFFELER, R. Phylogenetic relationships in the cactus family (Cactaceae) based on evidence from trnK/matK and trnF sequences. *American Journal of Botany*, n. 89, p. 312 - 326, 2002.

OLIVEIRA, I. S. da S et al. Spatial distribution and population structure of *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi and *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 10, p. e2469108466, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i10.8466. Disponível em: <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/8466>. Acesso em: 15 dec. 2021.

OLIVEIRA, Ivan Sérgio da Silva. **Ecologia da Reprodução de *Pilosocereus catingicola* (Gürke) Byles & Rowley subsp. salvadorensis (Werderm.) Zappi (Cactaceae): Fenologia e Biologia Floral em População Natural no Brejo Paraibano**. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Agroecologia, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, 2017.

PEREIRA, Frederico Campos et al. FENOLOGIA DO XIQUE-XIQUE (*Pilosocereus gounellei*, A. Weber ex K. Schum.) CULTIVADOS EM ÁREAS DEGRADAS NO SERIDÓ PARAIBANO. **Revista Educação Agrícola Superior**. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior - ABEAS - v.28, n.2, p.85-91, 2013. ISSN - 0101-756X - DOI: <http://dx.doi.org/10.12722/0101-756X.v28n02a01>

PEREIRA, Mateus Rocha Da Silva et al. Visitantes florais em duas espécies do gênero *Pilosocereus* (Cactaceae Juss.) em área de Caatinga. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 1, p. 584-600, 2021.

PINHEIRO, Tássia S.; FERREIRA, Angélica C.. ESPÉCIES DE CACTACEAE NAS RESTINGAS DO NORDESTE BRASILEIRO: ASPECTOS FUNCIONAIS. **Gaia Scientia**, Recife, Pe, Brasil, v. 9, n. 2, p.193-201, 2015.

PORTAL, RKVP et al. Avaliação dos aspectos fenológicos da espécie *Cereus jamacaru* L. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18.; SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2., 2014, Belém, PA. Anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014.

QUIRINO, Z. G. M. 2006. Fenologia, síndrome de polinização e dispersão e recursos florais de uma comunidade de Caatinga no Cariri paraibano. Ph.D. dissertation. Recife: Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.

ROCHA, Larissa da Paixão et al. Florística, aspectos fenológicos e agrupamentos ecológicos de Bromeliaceae na Caatinga em Sergipe. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 6, n. 3, p. 248-258, 2021.

RODRIGUES, THIANE DE LIMA et al. QUALITY, ANTIOXIDANT AND ENZYMIC ACTIVITIES OF FACHEIRO (*Pilosocereus pachycladus* RITTER) FRUITS DURING MATURATION. **Revista Caatinga** [online]. 2019, v. 32, n. 4 [Accessed 9 January 2022] , pp. 1092-1103.

RODRIGUEZ-RIANO, T., DAFNI, A. A new procedure to asses pollen viability. *Sex Plant Reprod* **12**, 241–244 (2000). <https://doi.org/10.1007/s004970050008>

ROJAS-ARÉCHIGA, M., CASAS, A.; VÁZQUEZ-YANES, C. Seed germination of wild and cultivated *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) from the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Central México. *Journal of Arid Environments*, v.49, p.279-287, 2001.

SALES, Michele de Souza Leal et al. *Cereus jamacaru* De Candolle (cactaceae), o mandacaru do nordeste brasileiro. **Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saude**, v. 20, n. 2, p. 135-142, 2014.

SALIS, S. M de. et al. Calendário floral de plantas melíferas nos assentamentos rurais na fronteira com a Bolívia, Corumbá, MS. **Embrapa Pantanal-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2017.

SAMPAIO, Erenildes Souza. O processo de desertificação da caatinga: impactos ambientais no distrito de Brejo Grande, Miguel Calmon, Bahia (1995-2017). 2018.

SANTOS, ALVES DOS, Isabel et al. Quando um visitante floral é um polinizador? **Rodriguésia**, [s.l.], v. 67, n. 2, p.295-307, jun. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201667202>.

SANTOS, Lilia et al. Frugivoria por aves em quatro espécies de Cactaceae na Caatinga, uma floresta seca no Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 109, 2019.

SILVA, Ana Paula Targino Da et al. PERCEPÇÕES E ADAPTAÇÕES AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS DOS PEQUENOS AGRICULTORES NO SÍTIO CONCEIÇÃO CACIMBA DE DENTRO/PB NORDESTE DO BRASIL. 2017.

SILVA JÚNIOR, Jayme César da et al. Casca de gogoia (*Tacinga inamoena*): fonte de corantes naturais. 2018.

SILVA, Luz Marina et al. **Compendio de calendarios apícolas departamento de Cauca, Huila y Bolívar**. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016.

SILVA, Misael Bruno de Araújo et al. Caracterização morfoagronômica e fenológica de dois acessos de *Passiflora foetida* L. 2019.

SILVA, Raíra Carine Santana Da; AMARIZ, Andreia; KIILL, Lúcia Helena Piedade. Influência da temperatura e do tempo de armazenamento na germinação de sementes de duas espécies de cactáceas. In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. Informativo Abrates, v. 28, n. 1, p. 97-101, 2018., 2018.

SILVA, S.R et al (orgs.). 2011. Plano de ação nacional para a conservação das cactáceas. Série Espécies Ameaçadas nº 24. Instituto Chico Mendes, Brasília. 112p.

SOUZA, Danilo Diego De; PACHECO, Clecia Simone Gonçalves Rosa. Espécies nativas para alimentação de ruminantes em Ouricuri-PE e seus impactos ambientais. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 15, n. 1, p. 71-78, 2019.

SOUZA M. M.; PEREIRA, T. N. S.; MARTINS, E. R. Microsporogênese e microgametogênese associadas ao tamanho do botão floral e da antera e viabilidade polínica em maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* degener). **Ciência Agrotécnica**, Lavras, V. 26, n. 6, p.1209-1217, 2002.

SPINA, Andréa Pozetti; FERREIRA, Washington Marcondes; LEITÃO FILHO, Hermógenes de Freitas. Floração, frutificação e síndromes de dispersão de uma comunidade de floresta de brejo na região de Campinas (SP). *Acta Botanica Brasilica*, [S.L.], v. 15, n. 3, p. 349-368, dez. 2001. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-33062001000300006>.

TAIZ, Lincoln et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

TIGHE, M. Manual de recolección y manejo de polen de pinos tropicales y subtropicales procedentes de rodales naturales. **CAMCORE, Carolina del Norte-Estados Unidos**, 2004.

ZANINA, Dalva Neta. Quem poliniza *Cereus jamacaru*?. 2013.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.P. 2020. Cactaceae in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB1663>>. Acesso em: 23 jul. 2021

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.P. 2020. Cactaceae in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB1652>>. Acesso em: 23 jul. 2021

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.P. 2020. Cactaceae in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB1447>>. Acesso em: 23 jul. 2021

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.P. 2020. Cactaceae in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB1753>>. Acesso em: 23 jul. 2021

ZAPPI, D.; TAYLOR, N. Diversidade e endemismo das cactaceae na cadeia do Espinhaço. Rev. Megadiversidade, v. 4 n°1-2, 2008.