

# Técnicas de Cruzamentos de *Psidium cattleianum* Sabine para Utilização em Programas de Melhoramento Genético

## Crossing Techniques of *Psidium cattleianum* Sabine for Use in Genetic Breeding Programs

Carlos Roberto de Nazaré Carvalho Junior<sup>\*a</sup>; Juliana Araújo Leite<sup>a</sup>; Paulo César da Silva Santos<sup>a</sup>; Ramon da Silva Santos<sup>a</sup>; Maurício Mateus Rios de Souza<sup>a</sup>; José Severino de Lira Júnior<sup>b</sup>; Ricardo Gallo<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco. PE, Brasil.

<sup>b</sup>Instituto Agropecuário de Pernambuco. PE, Brasil.

\*E-mail: carlos.carvalhojunior@ufrpe.br

---

### Resumo

A realização de metodologias de cruzamentos é uma importante atividade no desenvolvimento de programas de melhoramento florestal, em razão da necessidade do incremento das características genéticas e qualidade na produção de espécies frutíferas. Diante disso, considerando o potencial frutífero da espécie *Psidium cattleianum* (Araçá-Amarelo), esta pesquisa teve como objetivo o estabelecimento de técnicas de cruzamentos nesta espécie em banco ativo de germoplasma (BAG) para instalação de testes de progênie futuros e incremento de características produtivas. O estudo foi realizado no BAG de araçás do IPA de Itambé, Pernambuco, foram utilizados 12 acessos do *P. cattleianum*, sendo considerados para a seleção, caracteres como: produção de frutos, porte da planta, qualidade dos frutos, incidência de pragas e doenças. Foi realizado os cruzamentos por meio de diferentes técnicas de polinização: aberta (controle), cruzada controlada (Protoginia Artificialmente Induzida - PAI) e autopolinização (autogamia), os dados coletados foram analisados por meio de estatística descritiva em pegamento e formação de frutos. Os acessos da espécie *P. cattleianum* apresentam potencial para o uso dos tratamentos controle, autopolinização e protoginia artificialmente induzida - PAI, tanto para a polinização quanto para a produção de frutos e os acessos selecionados podem ser inseridos em programas de melhoramento genético para esta espécie.

**Palavras-chave:** Cruzamentos Controlados. Protoginia Artificialmente Induzida. Melhoramento Florestal. Fruticultura.

### Abstract

The realization of crossbreeding methodologies is an important activity in the development of forest improvement programs, due to the need to increase genetic characteristics and quality in the production of fruit species. In view of this, considering the fruitful potential of the species *Psidium cattleianum* (Araçá-Amarelo), this research aimed to establish crossbreeding techniques for this species in an active germplasm bank (AGB) for the installation of tests of future progenies and increment of productive characteristics. The research was carried out in the araçá AGB of the IPA of Itambé, Pernambuco state, 12 accessions of *P. cattleianum* were used, being considered for selection, characters such as: fruit production, plant size, fruit quality, incidence of pests and diseases. Crosses were performed using different pollination techniques: Open pollination (control), controlled crossings (Artificially Induced Protogyny – AIP) and self-pollination (autogamy). The collected data were analyzed using descriptive statistics on setting and fruit formation. The accessions of the species *P. cattleianum* show potential for the use of control treatments, self-pollination and artificially induced protogyny – AIP, both for pollination and for fruit production and the selected accessions can be inserted in genetic improvement programs for this species.

**Keywords:** Controlled Crossing. Artificially Induced Protogyny. Improvement Programs. Fruit Growing.

---

## 1 Introdução

As espécies vegetais possuem a capacidade de geração de novos indivíduos por meio da reprodução sexuada, uma das principais formas dessa reprodução é por meio da polinização. A polinização ocorre de diversas maneiras, sendo por fatores bióticos, no caso, a transferência de gametas com auxílio de seres vivos (agentes polinizadores) ou por fatores abióticos, onde ocorre a troca de material genético entre plantas através de fatores ambientais, como vento (anemofilia) e água (hidrofilia) (GOTTSBERGER, 2014).

Na construção de planos de melhoramento genético, os cruzamentos controlados têm papel fundamental para o incremento de características produtivas de espécies florestais frutíferas. Existem diferentes metodologias para a aplicação

de técnicas do controle de polinização para a melhoria de genótipos. A polinização aberta ou livre, a polinização cruzada (xenogamia) e a autopolinização (autogamia) (BOUVET *et al.*, 2020).

Na polinização aberta, os acessos são cultivados próximos, com o intuito da exposição das flores para a ação de polinizadores, ocorrendo o cruzamento genético entre esses indivíduos, esta técnica é utilizada principalmente na produção de culturas agrícolas (FARIAS NETO *et al.*, 2008; PATZLAFF *et al.*, 2020. A polinização cruzada, ocorre por meio da fecundação de um estigma pelo pólen de outro indivíduo da mesma espécie (intraespecífica) ou de espécies diferentes (interespecífica), previamente selecionados, esta técnica é comumente utilizada em espécies frutíferas (SILVA *et al.*, 2019).

Com a utilização de técnicas de melhoramento florestal, busca-se alternativas para a eficiência na produção de plantas frutíferas nativas, a sua exploração é baseada exclusivamente no extrativismo em áreas de ocorrência natural. Espécies com maior valor de mercado, são cultivadas aleatoriamente em chácaras e quintais, não sendo de fato domesticadas (CORADIN *et al.*, 2018). Apesar dos avanços tecnológicos, muitas espécies nativas, tradicionalmente utilizadas por populares, ainda não foram aproveitadas em seus valores comerciais dentro do contexto agroflorestal brasileiro (VIEIRA *et al.*, 2018).

Dentre as técnicas de polinização, a protoginia artificialmente induzida (PAI), foi desenvolvida como uma técnica viável para cruzamentos controlados em espécies florestais do gênero *Eucalyptus* (ASSIS *et al.*, 2005), o benefício da utilização do PAI em cruzamentos controlados consiste na redução do número da visita de polinizadores, assim não havendo necessidade da emasculação, viabilizando a maior produção de sementes na realização da polinização, esta técnica não é difundida em outras espécies florestais (ASSIS *et al.*, 2005, 2012).

Diante da grande diversidade de espécies frutíferas nativas da flora nacional, destaca-se a família *Myrtaceae*, com o gênero *Psidium*, ao qual pertencem a goiaba e os araçazeiros, este gênero é distribuído em regiões tropicais da América, e apresentam ampla ocorrência no território brasileiro, em variados domínios morfoclimáticos (FRANZON *et al.*, 2009). Espécies de araçá, como o *P. cattleyanum* Sabine (Araçá-amarelo), são conhecidas pelo consumo *in natura* ou beneficiados, altamente apreciados na culinária, sendo reconhecida como plantas para o futuro e listada como espécie prioritária nas regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sul do Brasil pelo Ministério do Meio Ambiente (CORADIN *et al.*, 2018; MAPA; MMA, 2021).

A espécie *P. cattleyanum* apresenta aplicações em diferentes setores econômicos, como uso na medicina tradicional, produção de óleos essenciais, devido aos produtos não-madeireiros advindos da espécie com o poder anti-inflamatório, antioxidante e antimicrobiano, a espécie pode ser utilizada em planos de recuperação de áreas degradadas, além do seu principal uso no consumo de frutos *in natura* pelas populações das regiões onde a espécie ocorre (SANTOS *et al.*, 2014; NASCIMENTO *et al.*, 2018; MACAÚBAS-SILVA *et al.*, 2019).

Mesmo com inúmeros recursos que o araçá-amarelo possa oferecer, sua expressão econômica no contexto da fruticultura nacional ainda é inexistente (VIEIRA *et al.*, 2018). Isso se deve ao fato da utilização da espécie vir de uma produção de base familiar extrativista, sem o uso de tecnologias definidas, acarretando a baixa oferta da matéria-prima (OLIVEIRA, 2018).

Assim, para contornar esse contexto, são necessários estudos básicos, como o desenvolvimento de protocolos de

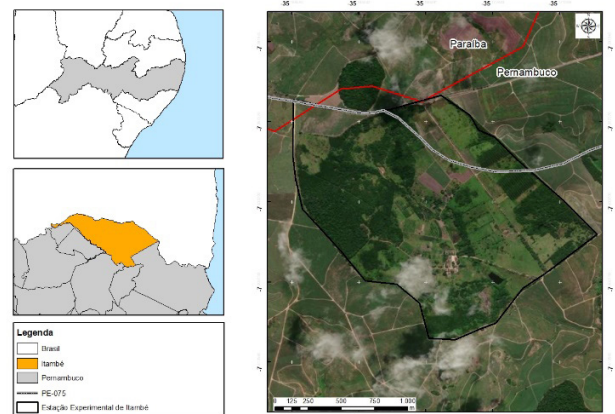
cruzamentos controlados, para auxiliar no estabelecimento de programas de melhoramento genético com esta espécie, visando agregar valor ao produto final e aumento em produção e qualidade dos produtos florestais não-madeireiros desta espécie. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo o estabelecimento de técnicas de cruzamentos de *P. cattleyanum* para utilização em programas de melhoramento na Zona da Mata Pernambucana, realizando polinização controlada intraespecífica para instalação de teste de progênes futuros.

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Local do Estudo

O estudo foi conduzido no Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, Estação Experimental de Itambé (Figura 1), localizado na mesorregião da Mata Pernambucana. Foi realizado com materiais presentes no banco ativo de germoplasma – BAG. O banco possui espécies de *Psidium*, implantado em 2010 com 29 de *Psidium cattleyanum* Sabine (Araçá-Amarelo), com espaçamento de plantio de 6 m x 5 m.

**Figura 1** – Local de coleta de dados. Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, Estação experimental de Itambé



Fonte: Os autores.

Foram selecionados 12 acessos da espécie para a execução dos experimentos, sendo levados em consideração para a seleção características produtivas como: produção de frutos, porte da planta, qualidade dos frutos, incidência de pragas e doenças, dentre outras características de importância produtiva.

### 2.1 Coleta de dados

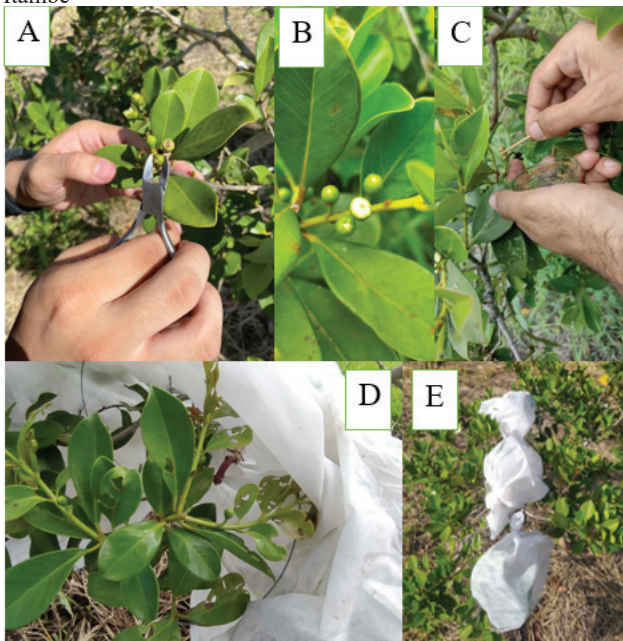
Para a realização dos cruzamentos no Banco Ativo de Germoplasma do IPA de Itambé com a espécie *P. cattleyanum*, as flores dos acessos foram submetidas a três diferentes tipos de tratamentos para a realização dos cruzamentos, a polinização aberta ou controle, polinização cruzada ou Protoginia Artificialmente Induzida (PAI) e a autopolinização manual (autogamia), nas matrizes do campo foram montadas estruturas fixas, para inibição da presença de polinizadores naturais e ações de agentes abióticos.

Para a realização da polinização foram selecionados em

cada tratamento dos cruzamentos controlados ramos contendo botões florais em pré-antese, para a avaliação da polinização cruzada (PAI), as flores foram emasculadas, evitando a autopolinização e em seguida, realizada a coleta anteras da matriz com a maior produção de pólen, peneiradas por duas vezes para abertura dos sacos polínicos e coleta do pólen.

Posteriormente foram escolhidos cinco botões florais, e abertos com alicate de unha (Figura 2A e 2B) e descarregado o pólen com palitos de dentes, cortado em bisel (Figura 2C), realizando a técnica de Protoginia Artificialmente Induzida (PAI) conforme Assis *et al.* (2005). Os ramos em seguida, passaram por limpeza, com a retirada de pequenos botões e flores abertas, sendo cercados com a estrutura de arame e tecido TNT® (Figura 2D) amarrados com barbante (Figura 2E), evitando a ação de polinizadores.

**Figura 2** - Realização da Polinização Controlada via Protoginia Artificialmente Induzida (PAI) em acessos de *P. cattleyanum* em Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de araçás no Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA, Estação experimental de Itambé



**Fonte:** Os autores.

Para a realização da autogamia, foram selecionados ramos com a presença de botões florais e flores com anteras para a autopolinização, foi realizada a limpeza com a eliminação de pequenos botões, posteriormente escolhidos cinco botões florais em pré-antese, foram marcados com esmalte vermelho para diferenciação do tratamento anterior, e envolvidos em uma estrutura com arame e tecido TNT® evitando a ação de agentes polinizadores e envolvidos com barbante. E para o tratamento controle (polinização aberta), foram escolhidos ramos com botões florais e marcados cinco com esmalte vermelho.

Para a avaliação dos tratamentos de cruzamentos, foi avaliado após 30 dias da realização da polinização a presença do botão polinizado e após 30 dias a frutificação efetiva, através da relação da divisão dos valores do número de frutos

fixados de acordo com o número de flores polinizadas.

Também foram calculados os índices de autoincompatibilidade (IAI), relação entre o percentual de frutificações provenientes de autopolinização manual e o percentual de frutificações de polinizações. Se o índice de autoincompatibilidade for até 0,25 indica que a espécie é autoincompatível (OLIVEIRA; GIBBS, 2000). Também foi calculada a eficiência reprodutiva (ER), através da razão entre o percentual de frutos formados por polinização aberta (controle) com aqueles formados por polinização cruzada manual. Para ER, quanto mais próxima de zero, evidencia baixa eficiência de polinização (POLATTO e ALVES-JUNIOR, 2009).

### 3 Resultados e Discussão

#### 3.1 Cruzamentos intraespecífico de *P. cattleyanum*

Os cruzamentos controlados foram realizados em acessos da espécie *P. cattleyanum*, após a averiguação 30 dias depois da realização dos cruzamentos controlados nos 12 acessos que floriram na área de estudo. O tratamento controle sobressaiu em relação a autopolinização e a polinização cruzada.

Neste tratamento, no qual 41 dos botões florais, que obtiveram sucesso na polinização, iniciaram o processo de desenvolvimento do fruto (Quadro 1), com 68 % de efetividade de fecundação (Figura 3), com o crescimento do ovário, sépalas com inserção paralelas ao pistilo e epiderme do fruto de coloração verde clara e textura lisa.

**Quadro 1** - Número de botões polinizados e frutos formados de *P. cattleyanum*, após a realização dos tratamentos de cruzamentos, em Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de araçás no Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA, Estação experimental de Itambé

Tratamentos	Nº de Flores	Botões Polinizados	Frutos
Controle	60	41	27
Autogamia	60	15	6
PAI*	60	9	4

\*Protoginia Artificialmente Induzida.

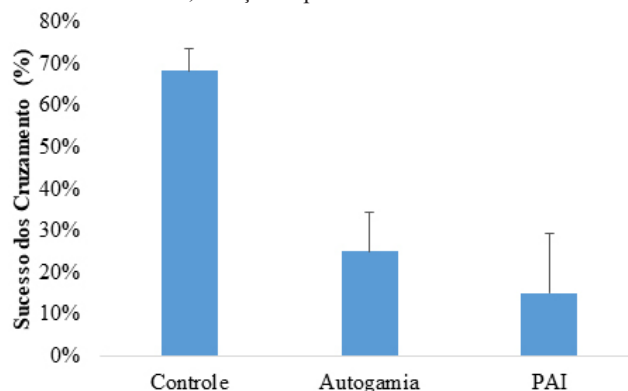
**Fonte:** dados pesquisa.

Em seguida o tratamento de autogamia obteve 15 botões polinizados, apresentando as mesmas características citadas e com 25 % de efetividade na polinização controlada e por último a PAI com 9 botões polinizados, sendo 15 % das flores utilizadas para este tratamento foram polinizadas (Figura 3).

A superioridade nos valores presentes no tratamento de polinização aberta em relação a autogamia e o cruzamento controlado foi acima de 40 % de sucesso, entende-se que os polinizadores naturais desta espécie apresentam um significativo papel na transferência de pólen e importância para a perpetuação da espécie (NUCCI; ALVES JÚNIOR, 2017). No entanto, ainda com a porcentagem abaixo de 30 % os tratamentos de autogamia e cruzamento controlado conseguem realizar a transferência de informações genéticas e podem atuar no programa de melhoramento genético desta espécie na combinação de características de interesse da

espécie (OLIVEIRA *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2022).

**Figura 3** – Porcentagem de sucesso dos cruzamentos em acessos de *P. cattleyanum* nos devidos tratamentos, em Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de araçás no Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA, Estação experimental de Itambé



\*Protoginia Artificialmente Induzida.

Fonte: dados da pesquisa.

Os acessos da espécie *P. cattleyanum* presentes neste estudo demonstram versatilidade para os tratamentos realizados, tanto com o objetivo da propagação da espécie, no caso via seminal a mais comum ocorrida para o araçá-amarelo, quanto para estratégias reprodutivas visando a combinação de material genético de interesse para essa espécie, como o aumento na produção de polpa da fruta, para o ramo alimentício, como no aumento de propriedades bioquímicas na casca e folhas que são utilizados em produção farmacêuticos e medicinais (BARBOSA; SOUZA, 2016; GWOZDZ *et al.*, 2022).

Em relação a diferença na produção de botões polinizados de acordo com cada acesso testado, o acesso 34 e 45 obtiveram a maior porcentagem de sucesso na realização da polinização em suas flores, conforme o Quadro 2, onde o 34 obteve maior efetividade no tratamento de autogamia e o acesso 45 no tratamento de polinização cruzada, e ambos tiveram resultados semelhantes na polinização aberta.

**Quadro 2** – Porcentagem de botões polinizados de acordo com cada acesso de *Psidium cattleyanum*, após a realização dos tratamentos de cruzamentos, em Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de araçás no Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA, Estação experimental de Itambé

Acesso	Controle (%)	Autogamia (%)	PAI* (%)	Média (%)
34	100	100	20	73
45	100	40	80	73
44	100	40	40	60
37	100	20	40	53
50	100	20	0	40
49	100	20	0	40
6	100	0	0	33
36	80	0	0	27
30	20	40	0	20
33	20	0	0	7
31	0	20	0	7
38	0	0	0	0

\*Protoginia Artificialmente Induzida.

Fonte: dados da pesquisa.

Por conta dos maiores percentuais de sucesso na polinização de flores dos acessos 34 e 45, entende-se a existência da qualidade na receptividade do estigma das flores nestes acessos, além da viabilidade polínica dos acessos utilizados para essa finalidade e atuação dos agentes polinizadores, por conta da polinização aberta chegar a 100 % de sucesso, para o acesso 34 no tratamento de autogamia ser mais receptivo ao tratamento de autopolinização e para o 45 no tratamento PAI com 80 %, sendo maiores do que encontrado em estudo de espécies da mesma família botânica como em *Plinia* sp. e *Campomanesia adamantium* (DANNER *et al.*, 2011; NUCCI; ALVES-JÚNIOR, 2017).

Os araçazeiros são plantas autocompatíveis (COSTA *et al.*, 2015), como pode ser observado pela produção de frutos nos tratamentos de controle, autopolinização, PAI e pelo índice de autoincompatibilidade IAI (0,88).

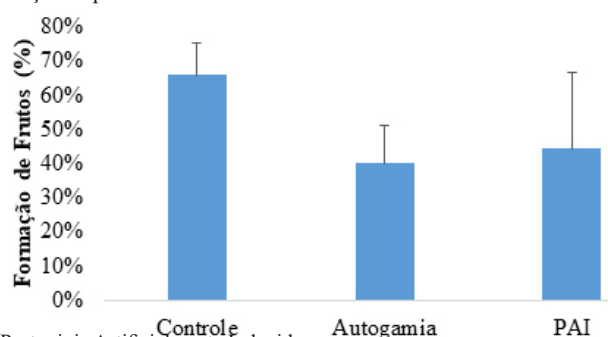
O valor obtido no ER foi 1,50 (Alto), isso indica que a uma boa eficiência dos agentes polinizadores na transferência do pólen viável ao estigma da flor, há também evidência da alta eficiência da técnica de polinização cruzada utilizada.

De acordo com a espécie analisada neste estudo, pelos índices de autoincompatibilidade e pela eficiência reprodutiva, torna-se efetivo a utilização da técnica de protoginia artificialmente induzida (PAI), tendo em vista esta técnica não necessita da realização da emasculação e reduz o número de visitas na flor, sendo garantia para a realização da transferência de material genético entre os acessos selecionados (ASSIS *et al.*, 2012; PALUDZYSZYN FILHO *et al.*, 2013).

#### Formação de Frutos de *P. cattleyanum*

No que se refere à formação de frutos a partir da realização dos cruzamentos, o tratamento de polinização aberta novamente obteve o maior percentual de sucesso na formação de frutos, semelhante ao ocorrido na etapa anterior. Onde 27 frutos foram formados a partir dos 41 botões que tiveram sucesso na polinização, ou seja, 66 % dos frutos que iniciaram o seu desenvolvimento, apresentaram posteriormente o seu crescimento em volume, sépalas unidas, epiderme dos frutos uma coloração mais escura em comparação ao visto anteriormente e textura mais rugosa (Figura 4).

**Figura 4** - Porcentagem de formação de frutos a partir das flores polinizadas de *P. cattleyanum*, em Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de araçás no Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA, Estação experimental de Itambé



\*Protoginia Artificialmente Induzida.

Fonte: dados da pesquisa.

Em relação aos outros tipos de tratamentos utilizados neste experimento, a PAI obteve 44 % dos botões que foram efetivamente polinizados evoluídos em frutos, no entanto, devido à baixa eficiência na produção destes botões (9), não se pode inferir o real sucesso ou a baixa taxa de aborto para estes acessos estudados. Enquanto a autopolinização, 40 % de suas flores efetivamente polinizadas evoluíram a condição de frutos, apresentando 6 frutos em 5 acessos distintos.

A espécie *P. cattleyanum* mostra-se versátil aos tratamentos utilizados para cruzamentos controlados, tanto na polinização quanto no desenvolvimento em frutos, visto a produção de frutos em todas as estratégias reprodutivas testadas, portanto dado o sucesso na frutificação, as estratégias reprodutivas podem compor planos de melhoramento para essa espécie. O araçá-amarelo pode ser considerada como uma planta autocompatível devido ao sucesso no desenvolvimento dos óvulos e posteriormente de frutos através do tratamento de autogamia (FINATTO *et al.*, 2011; COSTA *et al.*, 2015).

No que diz respeito a diferença dos acessos na produção de frutos provenientes da realização dos cruzamentos, os acessos 49 e 31 obtiveram a maior porcentagem no desenvolvimento dos botões polinizadas para frutos (Quadro 3), onde 100 % ocorreu a formação completa dos frutos de araçá-amarelo, enquanto os acessos 6, 33, e 50 obtiveram a maior taxa de aborto da fase inicial da formação de frutos, o acesso 38 não obteve resultados devido a etapa anterior não houve sucesso nos tratamentos de cruzamentos.

**Quadro 3** - Porcentagem de formação de frutos de acordo com cada acesso a partir do desenvolvimento das flores polinizadas de *P. cattleyanum*, em Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de araçás no Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, Estação experimental de Itambé

Acesso	Controle (%)	Autogamia (%)	PAI* (%)	Média (%)
49	100	100	-	100
31	-	100	-	100
37	100	0	50	75
45	100	0	75	73
44	100	50	0	67
30	0	100	-	67
34	100	20	0	55
36	50	-	-	50
50	0	0	-	0
6	0	-	-	0
33	0	-	-	0
38	-	-	-	-

Fonte: dados da pesquisa.

Em relação a produtividade de frutos por cada acesso, observou-se grande taxa de desenvolvimento dos ovários sem a ocorrência do aborto, principalmente no tratamento controle, atribui-se a fixação do fruto nos acessos devido ao crescimento mínimo de sementes presentes nestes frutos, para que os mesmos possam produzir hormônios primordiais que contribuem para o desenvolvimento do fruto (ALVES; FREITAS, 2006).

### 3 Conclusão

É possível o estabelecimento de técnicas de cruzamentos de *P. cattleyanum* para utilização em programas de melhoramento genético, principalmente com a utilização da Protoginia Artificialmente Induzida, facilitando e maximizando os procedimentos.

O índice de autoincompatibilidade e a eficiência reprodutiva de *P. cattleyanum* mostra-se versátil nos tratamentos realizados de cruzamentos, tanto na realização da polinização quanto no desenvolvimento de frutos, em todas as estratégias reprodutivas.

Os acessos 34 e 45 do BAG do IPA apresentam maior sucesso na combinação dos tratamentos de polinização. Enquanto os acessos 49 e 31, são os acessos que possuem maior desenvolvimento de frutos provenientes da polinização controlada. Os acessos com sucesso tanto na polinização quanto na frutificação podem ser selecionados para um programa de melhoramento da espécie.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio financeiro da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE (IBPG-1357-5.02/20 e APQ-0872-5.02/21) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (Processo: 408874/2021-0).

### Referências

- ALVES, J.E.; FREITAS, B.M. Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.). *Rev Ciênc. Agrônôm.*, v.37, n.2, p.216-220, 2006.
- ASSIS, T.; WARBURTON, P.; HARWOOD, C. Artificially induced protogyny: an advance in the controlled pollination of *Eucalyptus*. *Australian Forestry*, v.68, n.1, p.27-33, 2005. doi: 10.1080/00049158.2005.10676223
- ASSIS, T.F. Evolução e estado da arte dos cruzamentos controlados em *Eucalyptus*. *Série Técnica Ipef*, v. 16, n. 37, p. 13, 2012.
- BARBOSA, M.V.; SOUZA, E.M.L. Biologia floral, ecologia da polinização e eficiência na produção de sementes de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. em sistemas agrícolas. *Gaia Scie.*, v.10, n.4, p.272-283. 2016.
- BOUVET, J.-M. *et al.* Selecting for water use efficiency, wood chemical traits and biomass with genomic selection in a *Eucalyptus* breeding program. *Forest Ecol. Manag.*, v.465, p.118092, 2020. doi: 10.1016/j.foreco.2020.118092
- CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro*. Brasília: MMA. 2018.
- COSTA, C.C.F.; KRUPPEK, R.A.; KRAWCZYK, A.C.D.B. Diversidade de visitantes florais e biologia reprodutiva do Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) em fragmentos de mata e área urbana. *Bioikos*, v. 29, n. 2, 2015.
- DANNER, M.A. *et al.* Modo de reprodução e viabilidade de pólen de três espécies de jaboticabeira. *Rev. Bras. Fruticul.*, v.33, p.345-352, 2011. doi: 10.1590/S0100-29452011005000077

- FARIAS NETO, J.T. *et al.* Estimativas de parâmetros genéticos e ganhos de seleção em progênies de polinização aberta de araçazeiro. *Rev. Bras. Fruticul.*, v.30, p.1051-1056, 2008. doi: 10.1590/S0100-29452008000400035
- FINATTO, T. *et al.* Late-acting self-incompatibility in *Acca sellowiana* (Myrtaceae) 1. *Australian J. Botany*, v.59, n.1, p.53-60, 2011. doi: 10.1071/BT10152
- FRANZON, R.C. *et al.* Araças do gênero *Psidium*: principais espécies, ocorrência, descrição e usos. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2009.
- GOTTSCHEBERGER, G. Evolutionary steps in the reproductive biology of *Annonaceae*. *Rev. Bras. Fruticul.*, v. 36, p.32-43, 2014. doi: 10.1590/S0100-29452014000500004
- GWOZDZ, E.P. *et al.* Propriedades nutritivas e bioativas do Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine). *Res. Soc. Develop.*, v.11, n.1, p.e59011125424-e59011125424, 2022. doi: 10.33448/rsd-v11i1.25424.
- IMPRESA NACIONAL. Portaria Interministerial MAPA/MMA N° 10, de 21 de julho de 2021. Disponível em:<portaria interministerial mapa/mma n° 10, de 21 de julho de 2021 - portaria interministerial mapa/mma n° 10, de 21 de julho de 2021 - dou - imprensa Nacional>. Acesso em: 6 out. 2022.
- MACAÚBAS-SILVA, C. *et al.* Araçain, a tyrosol derivative and other phytochemicals from *Psidium guineense* Sw. *Nat. Product Res.*, v.35, n.14, p.2424-2428, 2021. doi: 10.1080/14786419.2019.1672683
- NASCIMENTO, K.F. *et al.* Antioxidant, anti-inflammatory, antiproliferative and antimycobacterial activities of the essential oil of *Psidium guineense* Sw. and spathulenol. *J. Ethnopharmacol.*, v. 210, p. 351-358, 2018. doi: 10.1016/j.jep.2017.08.030
- NUCCI, M.; ALVES-JUNIOR, V.V. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Campomanesia adamantium* (CAMBESS.) O. BERG-MYRTACEAE em área de Cerrado no sul do Mato Grosso do sul, Brasil. *Interiencia*, v. 42, n. 2, p. 127-131, 2017.
- OLIVEIRA, P.E.; GIBBS, P.E. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. *Flora*, v. 195, n. 4, p. 311-329, 2000. doi: 10.1016/S0367-2530(17)30990-8
- OLIVEIRA, N. N. S. de *et al.* Análise de distância genética entre acessos do gênero *Psidium* via marcadores ISSR. *Rev. Bras. Fruticul.*, v. 36, p. 917-923, 2014. doi: 10.1590/0100-2945-413/13
- OLIVEIRA, M.L.F. *Aspectos reprodutivos da goiabeira (Psidium guajava) e de araçazeiros (Psidium guineense e Psidium cattleianum) visando o desenvolvimento de cultivares.* Campos dos Goytacaze: UENF, 2018.
- PALUDZYSZYN FILHO, E. *et al.* Base genética de melhoramento de eucaliptos e corimbias no norte do Estado de Goiás: resultados da cooperação técnica entre a Embrapa Florestas e a Anglo American Niquel Brasil-Codemin. 2013.
- PATZLAFF, N. L. *et al.* Variedades de milho com polinização aberta da Epagri sob efeito do espaçamento entre linhas. *Braz. J. Develop.*, v.6, n.2, p.5750-5766, 2020. doi: 10.34117/bjdv6n2-032
- POLATTO, L.P.; ALVES JÚNIOR, V.V. Sistema reprodutivo de *Sparattosperma leucanthum* (Vell.) K. Schum.(*Bignoniaceae*). *Rev. Árvore*, v.33, p.289-296, 2009. doi: 10.1590/S0100-67622009000200010
- SANTOS, M.A.C. *et al.* Diversidade genética entre acessos de araçá de diferentes municípios do semiárido baiano. *Rev. Caatinga*, v.27, p.48-57, 2014.
- SILVA, R.V. *et al.* Estimativa da viabilidade polínica, polinização cruzada e caracterização de frutos em acessos de *Passiflora edmundoi* Sacco. In: Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: *JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO*, 14., 2019, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, 2019. 2019.
- SILVA, F.A. *et al.* Strategies and Pratical Aspects in guava (*Psidium guajava* L.) breeding: 12 years of experiments. *Func. Plant Breeding J.*, v.4, n.2, 2022. doi: 10.35418/2526-4117/v4n2a1
- VIEIRA, R.F. *et al.* *Espécies alimentícias nativas da região centro-oeste. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial plantas para o futuro-região centro-oeste.* Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2018.