

CARLOS ROBERTO DE NAZARÉ CARVALHO JUNIOR

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E CRUZAMENTOS DE *Psidium* spp.

RECIFE
Pernambuco - Brasil
Fevereiro – 2023

CARLOS ROBERTO DE NAZARÉ CARVALHO JUNIOR

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E CRUZAMENTOS DE *Psidium* spp.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais, Área de Concentração: Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Gallo

Coorientador: Dr. José Severino de Lira Júnior

RECIFE
Pernambuco - Brasil
Fevereiro - 2023

Dados Internacionais de Catalogação
na Publicação Universidade
Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas

Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos
pelo(a) autor(a)

- C331p Carvalho Junior, Carlos Roberto de Nazaré
PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E CRUZAMENTOS DE Psidium spp. / Carlos Roberto de Nazaré
Carvalho Junior.
- 2023.
137 f. : il.
- Orientador: Ricardo Gallo.
Coorientador: Jose Severino
de Lira Junior. Inclui
referências e apêndice(s).
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-
Graduação em Ciências Florestais, Recife, 2023.
1. Propagação Clonal. 2. Melhoramento Florestal. 3. Resgate Vegetativo. 4. Polinização Controlada. I.
Gallo, Ricardo, orient. II. Junior, Jose Severino de Lira, coorient. III. Título

CARLOS ROBERTO DE NAZARÉ CARVALHO JUNIOR

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E CRUZAMENTOS DE *Psidium* spp.

APROVADA em 16/02/2023

Banca Examinadora

Profa. Dra. Eliane Cristina Sampaio de Freitas

Departamento de Ciência Florestal – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dra. Natane Amaral Miranda

Departamento de Silvicultura – Instituto de Florestas - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Orientador:

Prof. Dr. Ricardo Gallo

Departamento de Ciência Florestal – Universidade Federal Rural de Pernambuco

RECIFE-PE Fevereiro/2023

*Aos meus pais, Roberto Carvalho e Maria do Socorro, pela força, suporte e com muito amor
são os responsáveis pelas minhas conquistas*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A minha família, composta pelos meus pais Roberto Carvalho e Socorro Madureira, minha irmã Amanda Carvalho e minha sobrinha Dulce Carvalho, tem sido minha base e fonte de inspiração ao longo de toda a minha vida. Agradeço-lhes por toda a força e amor que me deram, bem como por todo o apoio dado durante esta etapa da minha jornada acadêmica.

Gostaria também de expressar minha gratidão à minha companheira Kelmy Lima, que me ofereceu suporte, amizade, companheirismo e sempre me incentivou a perseguir meus objetivos.

Ao meu primo Marco Aurélio e sua esposa, Tattiany Geira, gostaria de agradecer pela amizade e pela ajuda em me receber em uma nova cidade e em um novo ciclo da minha vida.

Ao meu orientador, Ricardo Gallo, quero expressar minha gratidão pela orientação, confiança, paciência, disponibilidade, ensinamentos e contribuições durante a elaboração desta dissertação.

Também gostaria de agradecer a todos os meus amigos e colegas de trabalho que conheci durante este período de mestrado, pela ajuda em minha estadia em Recife e na coleta de dados em campo e no viveiro.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, sou grato pela oportunidade de cursar o Mestrado e por todo o suporte oferecido.

Agradeço também à agência de fomento Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela concessão da bolsa de pesquisa.

Por fim, gostaria de agradecer à administração do Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA) e à Estação Experimental de Itambé, em especial ao Dr. José Severino, por ceder espaço para a realização da pesquisa. A todos aqueles que de alguma forma direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero agradecimento.

SUMÁRIO

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E CRUZAMENTOS DE <i>Psidium</i> spp.	1
1. INTRODUÇÃO GERAL	18
2. REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1 <i>Psidium</i> spp.....	21
2.1.1 <i>Psidium cattleianum</i> Sabine.....	23
2.1.2 <i>Psidium myrtoides</i> O. Berg.....	25
2.1.3 <i>Psidium guineense</i> Swartz.....	27
2.2 Seleção e Resgate vegetativo	28
2.3 Propagação Vegetativa	29
2.3.1 Estaquia	31
2.3.2 Miniestaquia	32
2.3.3 Alporquia	34
2.3.4 Cruzamentos Controlados	34
3. REFERÊNCIAS	36
CAPÍTULO I	44
PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E CRUZAMENTOS DE <i>Psidium cattleianum</i> SABINE PARA UTILIZAÇÃO EM PROGRAMAS DE MELHORAMENTO GENÉTICO NA REGIÃO DA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA.	44
1. INTRODUÇÃO.....	47
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	48
2.1. Locais de Estudo	48
2.2. Fonte de Propágulos.....	49
2.3. Resgate Vegetativo por Estaca Caulinar Apical Adulta	50
2.4. Resgate Vegetativo por Estacas Caulinares Basais Adulta.	51
2.5. Resgate e Propagação Vegetativa por Estacas Caulinares Basais Adultas com uso de H ₂ O ₂	52

2.6.	Produção de Mudanças para o Estabelecimento de Jardim Clonal	53
2.7.	Propagação Vegetativa por Miniestacas Caulinares Apicais Juvenis com uso de H ₂ O ₂	54
2.8.	Propagação Vegetativa por Miniestacas Caulinares de Jardim Clonal de Mudanças Juvenis	54
2.9.	Efeito do Acesso em Miniestacas Provenientes de Brotações em Jardim Clonal de Mudanças Juvenis	55
2.10.	Cruzamentos Controlados de <i>P. cattleyanum</i> Sabine	55
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
3.1.	Resgate Vegetativo por Estaca Caulinar Apical Adulta	57
3.2.	Resgate Vegetativo por Estacas Caulinares Basais Adulta	60
3.3.	Resgate e Propagação Vegetativa por Estacas Caulinares Basais Adultas com uso de H ₂ O ₂	61
3.4.	Propagação Vegetativa por Miniestacas Caulinares Apicais Juvenis com o uso de H ₂ O ₂	63
3.5.	Propagação Vegetativa por Miniestacas Caulinares de Jardim Clonal de Mudanças Juvenis	67
3.6.	Efeito do Acesso em Miniestacas Provenientes de Brotações Apicais de Minicepas em Jardim Clonal.....	72
3.7.	Cruzamentos intraespecífico de <i>P. cattleyanum</i> Sabine	76
3.7.1.	Formação de Frutos de <i>P. cattleyanum</i>	80
4.	CONCLUSÕES	82
5.	REFERÊNCIAS	83
CAPÍTULO II.....		89
RESGATE VEGETATIVO EM ACESSOS DE <i>Psidium myrtoides</i> O. BERG		89
1.	INTRODUÇÃO.....	92
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	93
2.1.	Locais de Estudo	93

2.2.	Resgate Vegetativo por Estaca Caulinar Apical Adulta	94
2.3.	Resgate Vegetativo por Estacas Caulinares Basais Adulta	95
2.4.	Resgate e Propagação Vegetativa por Estacas Caulinares Basais Adultas com uso de H ₂ O ₂	96
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	97
3.1.	Resgate Vegetativo por Estaca Caulinar Apical Adulta	97
3.2.	Resgate Vegetativo por Estacas Caulinares Basais Adulta	100
3.3.	Resgate e Propagação Vegetativa por Estacas Caulinares Basais Adultas com uso de H ₂ O ₂	103
4.	CONCLUSÕES	108
5.	REFERÊNCIAS	108
CAPÍTULO III.....		112
RESGATE VEGETATIVO VIA ALPORQUIA E ESTAQUIA EM MATRIZES DE <i>Psidium guineense</i> SWARTZ.....		112
1.	INTRODUÇÃO.....	115
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	116
2.1.	Local de Estudo	116
2.2.	Resgate Vegetativo por Alporquia.....	117
2.3.	Resgate e Propagação Vegetativa por Estacas Caulinares Basais Adultas com uso de H ₂ O ₂	119
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	120
3.1.	Resgate Vegetativo por Alporquia.....	120
3.2.	Resgate e Propagação Vegetativa por Estacas Caulinares Basais Adultas com uso de H ₂ O ₂	123
4.	CONCLUSÕES	124
5.	REFERÊNCIAS	125
CONCLUSÕES GERAIS.....		127
APÊNDICES		129

LISTA DE FIGURAS

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E CRUZAMENTOS DE <i>Psidium</i> spp.	1
Figura 1 - Distribuição geográfica do araçá-amarelo (<i>Psidium cattleianum</i>) no Brasil. Locais onde a espécie ocorre naturalmente e sua ocorrência em diferentes regiões do país.	24
Figura 2 - Distribuição geográfica do Araçá-roxo (<i>Psidium myrtoides</i>) no Brasil. Locais onde a espécie ocorre naturalmente e sua ocorrência em diferentes regiões do país.	26
Figura 3 - Distribuição geográfica do araçá-da-praia (<i>Psidium guineense</i>) no Brasil. Locais onde a espécie ocorre naturalmente e sua ocorrência em diferentes regiões do país.	27
CAPÍTULO I	44
PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E CRUZAMENTOS DE <i>Psidium cattleianum</i> SABINE PARA UTILIZAÇÃO EM PROGRAMAS DE MELHORAMENTO GENÉTICO NA REGIÃO DA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA.	44
Figura 1 - Local de coleta de dados e execução dos experimentos de resgate, propagação vegetativa e cruzamentos controlados de <i>Psidium cattleianum</i> : Estação Experimental de Itambé, pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA.	49
Figura 2 - Fonte de propágulos utilizados para a confecção de estacas e miniestacas de <i>Psidium cattleianum</i> : Banco Ativo de Germoplasma do Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, Estação Experimental de Itambé, utilizado para a execução dos experimentos.	49
Figura 3 - Imersão de estacas de <i>Psidium cattleianum</i> em diferentes concentrações de AIB (0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L ⁻¹) e acondicionadas em casa de vegetação no viveiro florestal do departamento de ciência florestal.	51
Figura 4 – Produção de mudas por via seminal da espécie <i>Psidium cattleianum</i> provenientes do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) do Instituto Agropecuário de Pernambuco - IPA, na Estação Experimental de Itambé.	53
Figura 5 - Realização da polinização controlada via Protoginia Artificialmente Induzida (PAI) em acessos de <i>Psidium cattleianum</i> provenientes do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de araçás do Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, Estação Experimental de Itambé	56

Figura 6 - Média da produção de brotos e da sobrevivência (%) de estacas caulinares apicais adultas de <i>Psidium cattleianum</i> em diferentes concentrações de AIB (0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L ⁻¹) em ambiente de casa de vegetação.	58
Figura 7 - Média de produção de brotos e sobrevivência (%) de estacas caulinares apicais adultas de <i>Psidium cattleianum</i> nas concentrações de 0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L ⁻¹ de AIB em ambiente de casa de sombra.	59
Figura 8 - Média da produção de brotos e taxa de sobrevivência (%) de estacas caulinares basais adultas da espécie <i>Psidium cattleianum</i> nas concentrações de 0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L ⁻¹ de AIB em ambiente de casa de vegetação.	59
Figura 9 - Produção de brotações em miniestacas caulinares de mudas juvenis de araçá-amarelo (<i>Psidium cattleianum</i>) na saída da casa de sombra e presença de raízes em miniestacas aos 60 dias de idade, em função da aplicação de diferentes doses de AIB (0, 1.000, 2.500 e 5.000 mg L ⁻¹).	68
Figura 10 - Sobrevivência das miniestacas caulinares de mudas juvenis de araçá-amarelo (<i>Psidium cattleianum</i>) aos 90 dias de idade na saída do ambiente de pleno sol, em função da aplicação de diferentes doses de AIB (0, 1.000, 2.500 e 5.000 mg L ⁻¹).	69
Figura 11 - Massa de matéria seca das miniestacas caulinares de mudas juvenis do araçá-amarelo (<i>Psidium cattleianum</i>) ao final do experimento, em função da aplicação de diferentes doses de AIB (0, 1.000, 2.500 e 5.000 mg L ⁻¹).	71
Figura 12 - Porcentagem de sucesso dos cruzamentos em acessos de <i>P. cattleianum</i> nos devidos tratamentos, em Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de araçás no Instituto Agrônômico de Pernambuco – IPA, Estação experimental de Itambé.	78
Figura 13 - Porcentagem de formação de frutos a partir das flores polinizadas de <i>P. cattleianum</i> , em Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de araçás no Instituto Agrônômico de Pernambuco – IPA, Estação experimental de Itambé.	79
 CAPÍTULO II.....	89
RESGATE VEGETATIVO EM ACESSOS DE <i>Psidium myrtooides</i> O. BERG	89
Figura 1 - Local para coleta de dados e execução dos experimentos de resgate e propagação vegetativa de <i>Psidium myrtooides</i> , Estação Experimental de Itambé, pertencente ao Instituto Agrônômico de Pernambuco – IPA.....	93

Figura 2 – Média da produção de brotos, presença de raízes e sobrevivência (%) de estacas caulinares apicais adultas de <i>Psidium myrtoides</i> nas concentrações 0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L ⁻¹ de AIB em ambiente de casa de vegetação.	97
Figura 3 – Média de produção de brotos, presença de raízes e sobrevivência (%) de estacas caulinares apicais adultas de <i>Psidium myrtoides</i> nas concentrações 0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L ⁻¹ de AIB em ambiente de casa de sombra.	99
Figura 4 – Média da produção de brotos e sobrevivência (%) de estacas caulinares basais adultas de <i>Psidium myrtoides</i> nas concentrações 0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L ⁻¹ de AIB em ambiente de casa de vegetação.	100
Figura 5 – Média da produção de brotos, presença de raízes e sobrevivência (%) de estacas caulinares basais adultas de <i>Psidium myrtoides</i> nas concentrações 0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L ⁻¹ de AIB em ambiente de casa de sombra.	102
Figura 6 – Níveis de significância das médias de sobrevivência de estacas caulinares basais adultas de <i>Psidium myrtoides</i> nos ambientes de casa de sombra e em pleno sol, de acordo com o teste de comparação de médias de Tukey a 5 %	106
 CAPÍTULO III.....	112
RESGATE VEGETATIVO VIA ALPORQUIA E ESTAQUIA EM MATRIZES DE <i>Psidium guineense</i> SWARTZ.....	112
Figura 1 - Local de coleta de material botânico e matrizes utilizadas para a execução dos experimentos de resgate e propagação vegetativa de (<i>Psidium guineense</i> Sw.) na propriedade privada Sítio Banguê, Camaragibe, Pernambuco.	116
Figura 2 - Escala de notas de calos (A) e raízes (B) dos alporques das matrizes de <i>P. guineense</i> , localizadas na propriedade Sítio Banguê, Camaragibe – PE, após resgate do material em campo e analisadas no Viveiro Florestal do Departamento de Ciência Florestal.	118

LISTA DE TABELAS

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E CRUZAMENTOS DE <i>Psidium</i> spp.	1
Tabela 1 - Lista das espécies do gênero <i>Psidium</i> , seus principais produtos florestais não-madeireiros, seus usos, potencial e locais de coleta da matriz.	23
CAPÍTULO I	44
PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E CRUZAMENTOS DE <i>Psidium cattleyanum</i> SABINE PARA UTILIZAÇÃO EM PROGRAMAS DE MELHORAMENTO GENÉTICO NA REGIÃO DA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA.	44
Tabela 1 - Quadro de interações entre diferentes concentrações de AIB (0, 125, 250, 500 e 1.000 mg L ⁻¹) na presença e na ausência de H ₂ O ₂ em estacas caulinares basais adultas de <i>Psidium cattleyanum</i> em ambiente de casa de vegetação.	60
Tabela 2 - Quadro de interação para as variáveis brotos e sobrevivência entre as concentrações 0 e 500 mg L ⁻¹ de AIB na presença e ausência de H ₂ O ₂ em miniestacas apicais juvenis de <i>Psidium cattleyanum</i> em ambiente de pleno sol.	64
Tabela 3 - Níveis de significância das médias do volume de raízes de miniestacas caulinares apicais juvenis de <i>Psidium cattleyanum</i> nos acessos utilizados, de acordo com o teste de comparação de médias de Tukey a 5%.	66
Tabela 4 - Quadro de interação entre doses de 0 a 500 mg L ⁻¹ de AIB, na presença e ausência de H ₂ O ₂ , em miniestacas apicais juvenis de <i>Psidium cattleyanum</i> para a variável de massa de matéria seca.	67
Tabela 5 - Níveis de significância das médias de produção de brotos, emissão de raízes e sobrevivência de miniestacas de brotações apicais de minicepas em jardim clonal de <i>Psidium cattleyanum</i> em casa de vegetação, de acordo com o teste de Scott-Knott a 5 % de significância.	72
Tabela 6 – Níveis de significância das médias de sobrevivência de miniestacas de brotações apicais de minicepas em jardim clonal de <i>Psidium cattleyanum</i> em casa de sombra, de acordo com o teste de Scott-Knott a 5 % de significância.	73
Tabela 7 – Níveis de significância das médias de produção de brotos e sobrevivência de miniestacas de brotações apicais de minicepas em jardim clonal de <i>Psidium cattleyanum</i> em ambiente de pleno sol, de acordo com o teste de Scott-Knott a 5 % de significância.	74

Tabela 8 – Níveis de significância das médias de volume de raízes e área foliar de miniestacas de brotações apicais de minicepas em jardim clonal de <i>Psidium cattleianum</i> , de acordo com o teste de Scott-Knott a 5 % de significância.	75
Tabela 9 - Número de botões polinizados e frutos formados de <i>P. cattleianum</i> após a realização dos tratamentos de cruzamentos no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de araçás na Estação Experimental de Itambé do Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA.	77
Tabela 10 - Porcentagem de botões polinizados de acordo com cada acesso de <i>Psidium cattleianum</i> , 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.	78
Tabela 11 - Porcentagem de formação de frutos de acordo com cada acesso a partir do desenvolvimento das flores polinizadas de <i>P. cattleianum</i> , em Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de araçás no Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA, Estação experimental de Itambé.	80
CAPÍTULO II.....	89
RESGATE VEGETATIVO EM ACESSOS DE <i>Psidium myrtoides</i> O. BERG	89
Tabela 1 - Níveis de significância das médias de sobrevivência de estacas caulinares basais adultas de <i>Psidium myrtoides</i> nas concentrações 0, 125, 250, 500 e 1.000 mg L ⁻¹ , de acordo com o teste de comparação de médias de Tukey a 5 %.....	104
Tabela 2 - Níveis de significância das médias de presença de raízes e sobrevivência de estacas caulinares basais adultas de <i>Psidium myrtoides</i> nas concentrações 0, 125, 250, 500 e 1.000 mg L ⁻¹ , de acordo com o teste de comparação de médias de Tukey a 5 %	105
Tabela 3 - Níveis de significância das médias do volume de raízes de estacas caulinares basais adultas de <i>Psidium myrtoides</i> nas concentrações 0, 125, 250, 500 e 1.000 mg L ⁻¹ , de acordo com o teste de comparação de médias de Tukey a 5 %.....	107
Tabela 4 - Quadro de interação para a variável massa de matéria seca entre as concentrações de AIB na presença e ausência de H ₂ O ₂ em estacas caulinares basais adultas de <i>Psidium myrtoides</i> ao final do experimento.	107
CAPÍTULO III.....	112

RESGATE VEGETATIVO VIA ALPORQUIA E ESTAQUIA EM MATRIZES DE *Psidium guineense* SWARTZ..... 112

Tabela 1 - Coordenadas geográficas das matrizes de Araçá-da-praia (*Psidium guineense* Sw.) utilizadas para a condução dos experimentos na propriedade Sítio Banguê, Camaragibe, Pernambuco. 117

Tabela 2 - Quadro de interações entre as três concentrações de AIB, as colorações do papel celofane e as matrizes de *Psidium guineense* Sw. onde foi realizada a técnica de alporquia na propriedade privada Sítio Banguê em Camaragibe – PE. 121

CARVALHO JUNIOR, CARLOS ROBERTO DE NAZARÉ, **Propagação Vegetativa e Cruzamentos de *Psidium* spp.** 2023. Orientador: Ricardo Gallo, Coorientador: José Severino de Lira Júnior.

RESUMO

A prática da propagação vegetativa e dos cruzamentos controlados são atividades cruciais no desenvolvimento de programas de melhoramento florestal, devido à necessidade de melhorar as características genéticas e a qualidade na produção de espécies frutíferas. Portanto, considerando o potencial das espécies de *Psidium cattleianum* (Araçá-amarelo), *Psidium myrtoides* (Araçá-roxo) e *Psidium guineense* (Araçá-da-praia) na frutificação, o objetivo deste estudo foi estabelecer técnicas de propagação clonal e cruzamentos controlados nessas espécies de *Psidium*. O estudo foi conduzido no Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) em Itambé, no viveiro florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e na propriedade privada Sítio Banguê. Foram utilizados 22 acessos de *P. cattleianum*, 7 de *P. myrtoides* e 3 matrizes de *P. guineense*. Foram realizados sete experimentos para a espécie *P. cattleianum*, três para a espécie *P. myrtoides* e dois experimentos para o *P. guineense*. Além disso, foi realizada a formação de um jardim clonal seminal para a espécie *P. cattleianum*, seguido pelo enraizamento de miniestacas plantadas em tubetes com Basaplant® e vermiculita. Foram realizados cruzamentos controlados por meio de diferentes técnicas de polinização, incluindo a polinização aberta (controle), a polinização cruzada usando a técnica de Protogenia Artificialmente Induzida (PAI) e a autopolinização (autogamia). Os dados foram coletados e analisados usando os softwares Rstudio® e Rbio®. Durante o experimento, verificou-se baixa sobrevivência e enraizamento ao utilizar estacas com maior idade ontogenética, enquanto que as espécies *P. myrtoides* e *P. guineense* apresentaram um comportamento moderado em relação a utilização de estacas caulinares basais com o uso de AIB e H₂O₂. As miniestacas de *P. cattleianum* tiveram boa sobrevivência, produção de brotos e enraizamento com o uso de material genético com maior juvenilidade. Os acessos da espécie *P. cattleianum* apresentaram potencial para o uso de tratamentos de cruzamentos controlados, tanto para a polinização quanto para a produção de frutos.

Palavras-chave: Propagação clonal; Melhoramento florestal; Resgate vegetativo; Polinização controlada.

CARVALHO JUNIOR, CARLOS ROBERTO DE NAZARÉ, **Vegetative Propagation and Crossings of *Psidium* spp.** 2023. Adviser: Ricardo Gallo, Comitê: José Severino de Lira Júnior.

ABSTRACT

The practice of vegetative propagation and controlled breeding are crucial activities in the development of forest improvement programs, due to the need to improve genetic characteristics and fruit quality production. Therefore, considering the fruiting potential of *Psidium cattleianum*, *Psidium myrtoides*, and *Psidium guineense*, the aim of this study was to establish clonal propagation techniques and controlled breeding in these *Psidium* species. The study was conducted at the IPA in Itambé, the forest nursery of the UFRPE, and on the private property of Sítio Banguê. Twenty-two *P. cattleianum* accessions, seven *P. myrtoides* accessions, and three *P. guineense* matrices were used. Seven experiments were conducted for the *P. cattleianum* species, three for the *P. myrtoides* species, and two experiments for the *P. guineense*. Additionally, a clonal seminal garden was established, followed by rooting of mini-cuttings planted in tubes with Basaplant® and vermiculite. Controlled crossings were performed using different pollination techniques, including open pollination (control), cross-pollination using the Artificially Induced Protogyny (PAI) technique, and self-pollination (autogamy). Data were collected and analyzed using the Rstudio® and Rbio® software. During the experiment, low survival and rooting were observed when using older ontogenetic age cuttings, while *P. myrtoides* and *P. guineense* species showed moderate behavior regarding the use of basal stem cuttings with the use of AIB and H₂O₂. *P. cattleianum* mini-cuttings had good survival, shoot production, and rooting with the use of genetic material with greater juvenility. The *P. cattleianum* accessions showed potential for the use of controlled crossing treatments, both for pollination and fruit production.

Keywords: Clonal propagation; Forest breeding; Vegetative rescue; Controlled pollination.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Devido ao grande interesse econômico por produtos florestais, o melhoramento genético em conjunto com a silvicultura clonal proporciona diversos benefícios, tais como a diminuição da presença de patógenos e o aumento da produtividade e qualidade de espécies florestais com interesse econômico, tanto para grandes empresas quanto para pequenos produtores (XAVIER; SILVA, 2010).

Com a utilização de métodos de clonagem, a estrutura vegetal é capaz de gerar um novo indivíduo de forma assexuada, o que é chamado de propagação vegetativa. Essa propagação é importante para a multiplicação de atributos desejáveis de uma planta (PAIVA; GOMES, 2011; MORAES et al., 2013). No entanto, a silvicultura clonal é voltada para a clonagem de espécies com fins madeireiros, sabendo-se pouco sobre a fruticultura de espécies florestais nativas (WENDLING et al., 2009a; STUEPP et al., 2018).

Para o processo de melhoramento de espécies florestais, o resgate vegetativo é o primeiro passo para a multiplicação de genótipos com características superiores, observando os atributos expressos desses indivíduos, como a produtividade e a tolerância a estresses bióticos e abióticos. Essa técnica se dá por meio da indução de brotações de indivíduos com aspectos juvenis provenientes de adultos selecionados, que possuam a capacidade de enraizamento (ALFENAS et al., 2009; ENGEL et al., 2019).

A partir do resgate, as partes coletadas podem ser transformadas em estacas para o enraizamento, sendo essa a principal técnica de propagação utilizada no setor florestal. Essa técnica consiste na retirada de partes da planta, podendo ser tanto da parte basal aérea (folhas ou ramos) quanto da parte radicular, visando à produção em larga escala das características desejáveis, como características fenotípicas, genotípicas e produtivas dos indivíduos propagados (DIAS et al., 2011; WENDLING et al., 2017).

O interesse na silvicultura clonal impulsiona o desenvolvimento de diversas metodologias para o resgate e a propagação vegetativa, onde são selecionados genótipos superiores de uma espécie para a propagação clonal em massa desses indivíduos (WENDLING; XAVIER, 2003; MUSHTAQ et al., 2017). A realização deste avanço tecnológico contribui para a propagação vegetativa de espécies nativas, visando ao melhor aproveitamento pelos populares e por empresas do ramo florestal.

Com a ideia de melhor aproveitamento de espécies florestais, busca-se a melhoria da qualidade de alimentos e produtos florestais, utilizando as características escolhidas da planta para a obtenção de novos indivíduos geneticamente idênticos ao seu antecessor. Dentre as

técnicas de propagação mais utilizadas, destacam-se a estaquia, miniestaquia, alporquia e enxertia (WENDLING, 2003; AGUIAR et al., 2021).

Uma etapa importante para estimular o enraizamento dos indivíduos resgatados para a propagação vegetativa é a utilização de compostos químicos conhecidos como reguladores de crescimento. Entre eles, o ácido indol-3-butírico (AIB) é um dos principais, com a função de acelerar o crescimento das raízes (STUEPP et al., 2015). É comum utilizar diferentes concentrações desse composto para imersão das estacas, buscando uma resposta do sistema radicular para crescimento acelerado, visando a produção em massa de estacas de alto rendimento para produção florestal (STUEPP et al., 2015; SÁ et al., 2018; GOMES; KRINSKI, 2019).

Além da propagação assexuada, as espécies vegetais possuem a capacidade de gerar novos indivíduos por meio da reprodução sexuada, sendo uma das principais formas dessa reprodução através da polinização. A polinização ocorre de diversas maneiras, por meio de fatores bióticos, como a transferência de gametas com o auxílio de seres vivos (agentes polinizadores), ou por fatores abióticos, como a troca de material genético entre plantas por meio de fatores ambientais, como vento (anemofilia) e água (hidrofilia) (GOTTSBERGER, 2014).

Na construção de planos de melhoramento genético, os cruzamentos controlados têm um papel fundamental no incremento de características produtivas de espécies florestais. Existem diferentes metodologias para a aplicação de técnicas de controle de polinização visando a melhoria de genótipos, tais como a polinização aberta ou livre, a polinização cruzada (xenogamia) e a autopolinização (autogamia) (BOUVET et al., 2020).

Na polinização aberta, as plantas são cultivadas próximas umas das outras, com o objetivo de expor as flores à ação de polinizadores, ocorrendo cruzamento genético entre esses indivíduos. Essa técnica é utilizada principalmente na produção de culturas agrícolas (FARIAS NETO et al., 2008; PATZLAFF et al., 2020). Já 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. Essa técnica é comumente utilizada em espécies frutíferas (SILVA et al., 2019a).

Dentro do processo de melhoramento genético de espécies florestais, após a etapa de propagação, principalmente por meio da enxertia, segue-se a fase de florescimento precoce, cujo objetivo é acelerar o processo de melhoramento, favorecendo a polinização e a troca de alelos entre os indivíduos selecionados com maior rendimento dentro de uma população.

A utilização de técnicas de melhoramento visa encontrar alternativas para melhorar a eficiência na produção de plantas frutíferas nativas, que atualmente são exploradas exclusivamente por meio do extrativismo em áreas de ocorrência natural. Algumas espécies, especialmente aquelas com maior valor de mercado, são cultivadas aleatoriamente em chácaras e quintais, sem que tenham sido de fato domesticadas (CORADIN et al., 2018). Apesar dos avanços tecnológicos, muitas espécies nativas, tradicionalmente utilizadas pela população, ainda não foram aproveitadas em seus valores comerciais dentro do contexto agroflorestal brasileiro (VIEIRA et al., 2018).

Diante da grande diversidade de espécies frutíferas nativas da flora brasileira, destaca-se a família Myrtaceae, com o gênero *Psidium*, ao qual pertencem os araçazeiros. Esse gênero é distribuído em regiões tropicais da América e apresenta ampla ocorrência no território brasileiro, em variados domínios morfoclimáticos (FRANZON et al., 2009). Espécies de araçá, como o *P. guineense* Swartz., *P. cattleyanum* Sabine e *P. myrtoides* O. Berg., são conhecidas pelo consumo in natura ou beneficiado, sendo altamente apreciadas na culinária (CORADIN et al., 2018).

As espécies de *Psidium* apresentam potenciais aplicações, como uso na medicina tradicional, produção de óleos essenciais e na indústria farmacêutica, devido aos produtos não-madeireiros advindos de espécies deste gênero com poder anti-inflamatório, antioxidante e antimicrobiano, bem como em planos de recuperação de áreas degradadas. Além disso, sua principal utilização é o consumo dos frutos com alto valor nutricional pelas populações das regiões onde o gênero ocorre (SANTOS et al., 2014; NASCIMENTO et al., 2018; MACAÚBAS-SILVA et al., 2019).

Com todos esses benefícios e usos, as espécies de araçá foram reconhecidas em levantamentos realizados pelo Ministério do Meio Ambiente em suas publicações sobre Plantas para o Futuro, sendo listadas como espécies prioritárias nas regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sul do Brasil. Além disso, o Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento incluiu essas espécies nativas na Portaria nº 10/2021 como espécies com valor alimentício para fins de comercialização in natura ou beneficiado (CORADIN et al., 2011, 2018; VIEIRA et al., 2018; MAPA; MMA, 2021).

Apesar dos inúmeros recursos que os araçazeiros podem oferecer, sua expressão econômica no contexto da fruticultura nacional ainda é inexistente (VIEIRA et al., 2018). Isso se deve ao fato de que toda a utilização dessas espécies é baseada em produção familiar extrativista, sem o uso de tecnologias definidas, o que acarreta baixa oferta da matéria-prima

(OLIVEIRA, 2018). Para contornar esse contexto, são necessários estudos básicos, como o desenvolvimento de protocolos de resgate, propagação vegetativa e cruzamentos controlados, que auxiliem no estabelecimento de programas de melhoramento com espécies de araçazeiro, visando agregar valor ao produto final, aumentar a produção e melhorar a qualidade dos frutos dessas espécies.

Desta forma, considerando o potencial frutífero das espécies de *Psidium* e a necessidade de estudos básicos para o desenvolvimento de estratégias para o estabelecimento de programas de melhoramento florestal com este gênero, o objetivo geral deste estudo foi estabelecer técnicas de propagação clonal e cruzamentos controlados de *Psidium* spp. para serem utilizados em programas de melhoramento na Zona da Mata Pernambucana.

Ainda há muitas questões a serem respondidas para se desenvolver uma cadeia produtiva estruturada de espécies de araçás no Brasil e em Pernambuco. Assim, as hipóteses testadas neste estudo foram: (i) há viabilidade de enraizamento adventício e/ou formação de mudas advindas de resgates de propágulos vegetativos em acessos e matrizes de *Psidium*; (ii) há possibilidade de realização de cruzamentos controlados intraespecíficos em germoplasma de *Psidium* spp. para iniciar um programa de melhoramento com espécies do gênero.

Os objetivos específicos deste estudo foram: Capítulo 1: realização de experimentos com técnicas de propagação clonal e cruzamentos controlados de *Psidium cattleianum* Sabine para o estabelecimento de protocolos, para serem utilizados em programas de melhoramento na Zona da Mata Pernambucana; Capítulo 2: estabelecer técnicas de resgate e propagação vegetativa de *Psidium myrtoides* O. Berg para serem utilizadas em programas de melhoramento genético na região da Zona da Mata Pernambucana; Capítulo 3: testar técnicas de resgate vegetativo por alporquia e estaquia, utilizando dosagens de regulador de crescimento e H₂O₂, para serem utilizadas em programas de melhoramento genético na Zona da Mata Pernambucana.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Psidium* spp.

O gênero *Psidium* pertence à família Myrtaceae, uma das maiores famílias da flora brasileira, com 130 gêneros e cerca de 3800 espécies. Destaca-se nesta família o gênero *Eucalyptus*, devido ao seu rápido crescimento, alta produtividade da madeira, menor custo e maiores taxas de retorno no investimento (SOARES-SILVA; PROENÇA, 2008; ETEMAIPOOR et al., 2019).

Este gênero possui espécies conhecidas popularmente como goiaba e araçás, como *P. guajava*, *P. cattleianum*, *P. guineense* e *P. myrtiloides*, que se destacam devido às atividades farmacológicas para o tratamento de diabetes, diminuindo os níveis de glicemia e acúmulo de gordura no fígado, e contra a doença de Alzheimer (OWEN et al., 2008; SILVA et al., 2022a).

Este gênero é nativo da América Latina, desde o México até a Argentina, e apresenta cerca de 150 espécies, sendo considerado um gênero neotropical. Suas espécies estão presentes em diversos biomas, como a caatinga, o cerrado, os campos rupestres, as florestas tropicais e as restingas (REITZ; KLEIN, 1997; PROENÇA et al., 2022).

A morfologia deste gênero é caracterizada por apresentar folhas simples e opostas, flores solitárias e axilares em pequenos ramos, com botões variando de 4 mm a 15 mm de cor branca ou creme, com muitos estames, chegando até 320, ovário ínfero e frutos com muitas sementes. As espécies do gênero *Psidium* possuem alto valor nutricional, sendo a maioria frutífera e comumente utilizada na alimentação das populações de sua ocorrência, além de possuírem propriedades medicinais, devido à sua atuação anti-inflamatória, antimicrobiana e antioxidante, e cosméticas, na composição de cremes e rejuvenescedores (GWOZDZ et al., 2022).

A principal utilização das espécies do gênero *Psidium* no mercado é para os setores alimentício e farmacêutico. A maioria das espécies de araçazeiro apresenta alto teor de vitamina C, podendo conter até sete vezes mais do que frutas cítricas. Seus produtos beneficiados, como doces, geleias, sucos, ou mesmo o consumo in natura, são extremamente aceitos no mercado. Além disso, as folhas do araçazeiro são comumente utilizadas em chás caseiros e na medicina tradicional para combater dores de garganta, diarreia, entre outras doenças (WILLE et al., 2004; KAMATH et al., 2008).

Na tabela 1, encontram-se as principais espécies do gênero *Psidium* e suas respectivas utilizações. Além da produção de araçazeiros para o ramo alimentício e da utilização na medicina tradicional, o gênero *Psidium* apresenta espécies com a presença de linalol, um composto utilizado em cosméticos e como fixador de perfumes. Um exemplo é a espécie *P. salutare* (BONA, 2017; MACEDO et al., 2021). Este composto também é utilizado na produção de óleos essenciais que ajudam na redução da inflamação causada pelo vício do tabagismo (CASTELO et al., 2012; FLORES et al., 2013).

Tabela 1 - Lista das espécies do gênero *Psidium*, seus principais produtos florestais não-madeireiros, seus usos, potencial e locais de coleta da matriz.

Espécie	Nome Popular	Parte da planta utilizada	Uso	Potencial e indicação de Uso
<i>P. cattleyanum</i> Sabine	Araçá-amarelo	Folhas, frutos, sementes	Alimentício, Econômico	Doces, geleias, sucos, sorvetes, reflorestamento
<i>P. guajava</i> L.	Goiabeira	Folhas, broto e casca	Alimentício, medicinal	Diarreia, inflamações, leucorreia, ferimentos, fígado, hemorroidas, doces, geleias e sucos
<i>P. guineense</i> Sw.	Araçá-da-praia	Folhas e frutos	Alimentício, medicinal	Inflamações, sorvetes e geleias
<i>P. myrtoides</i> O. Berg	Araçá-roxo	Casca, folhas, frutos	Alimentício, medicinal	Cicatrização, inflamações, sucos e geleias

Adaptado de Franzon et al. (2009)

2.1.1 *Psidium cattleyanum* Sabine

O *Psidium cattleyanum* Sabine é uma espécie tropical, nativa da flora brasileira, e é conhecida por diversos nomes populares, como araçá-amarelo, araçá-vermelho, goiaba roxa, goiaba cereja e araçá-rosa. A espécie é amplamente distribuída em 31 países, caracterizando-se por elevada dispersão. No Brasil, ocorre em regiões litorâneas, principalmente na costa atlântica, que é seu local de origem, estendendo-se desde a região Nordeste até a Sul, com maior concentração nas regiões sul e sudeste. O *P. cattleyanum* está presente em diferentes biomas, como Cerrado, Mata Atlântica e Floresta Amazônica, conforme representado na Figura 1 (BRANDÃO et al., 2002; KOCH et al., 2021).

Figura 1 - Distribuição geográfica do araçá-amarelo (*Psidium cattleianum*) no Brasil. Locais onde a espécie ocorre naturalmente e sua ocorrência em diferentes regiões do país.



Fonte: SiBBr (2022)

Este arbusto pode atingir em média 2 a 4 metros de altura e seus galhos são lisos e resistentes. Suas folhas perenes têm formato obovado ou elíptico. Durante a frutificação, há uma abundância na produção de frutos do tipo baga globosa, podendo apresentar coloração avermelhada (*P. cattleianum* Irapuã) ou amarela (*P. cattleianum* Ya-cy). A produção pode chegar a 100 frutos por indivíduo, sendo pequenos, com polpa translúcida e inúmeras sementes. Seu sabor é característico pela doçura e aroma agradável, sendo comum o seu consumo in natura, além da produção de geleias, purê, molho, suco, cremes e sobremesas (JACQUES et al., 2009).

Devido às suas características, o *P. cattleianum* apresenta um grande potencial econômico, devido ao seu sabor e valor nutricional, com elevados níveis de vitamina C e baixo custo de produção. Por isso, a espécie apresenta boa perspectiva de cultivo, além da sua grande aceitação pelos consumidores e do seu uso em núcleos de restauração, devido à sua capacidade de adaptação em condições de estresse e sua rapidez em desenvolvimento, frutificação e propagação (MANICA, 2000; JACQUES et al., 2009; SILVA et al., 2019b).

No entanto, a espécie apresenta elevada perecibilidade devido ao seu alto teor de umidade, o que provoca rápida deterioração. Os frutos podem durar até quatro dias em temperatura ambiente, no entanto, há pouco conhecimento sobre técnicas de cultivo, protocolos de germinação, padronização de conservação e armazenamento pós-colheita e

atenção científica para o aumento da sua produção e plantio visando a atividade industrial (HAMINIUK et al., 2005; MEDINA et al., 2011).

A espécie *P. cattleyanum* apresenta sua principal época de floração nos meses de outubro e novembro em suas condições naturais. No entanto, quando o fruto está em cultivo, a espécie pode ter até duas estações de floração a mais por ano e em outros casos, pode haver uma terceira temporada. Essas épocas alternativas de florescimento variam entre os meses de setembro e outubro para a primeira época possível, entre dezembro e janeiro para a segunda, e entre março e abril para a terceira. Dependendo da estação de inverno da região onde está sendo cultivada, a terceira floração pode não apresentar o amadurecimento do fruto (RASEIRA; RASEIRA, 1996).

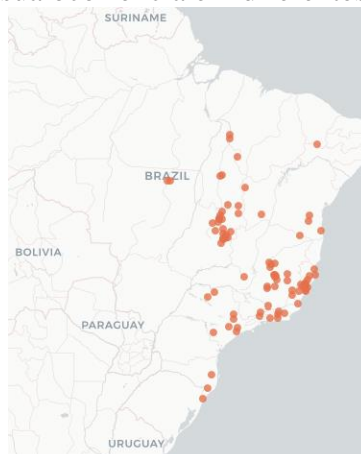
Sobre a reprodução da espécie, o *P. cattleyanum* apresenta flores brancas hermafroditas, com grande número de estames e ovário ífero, geralmente contendo mais de 100 óvulos, como na maioria das espécies desse gênero. Os grãos de pólen têm diferentes formatos, como triangulares, redondos, ovais ou disformes, sendo que a sua viabilidade é perdida quando apresentam forma disforme. O principal agente polinizador da espécie é a abelha, característica comum das mirtáceas brasileiras (LUGHADHA; PROENÇA, 1996; GRESSLER et al., 2006).

Após a polinização, seus frutos podem conter até 100 sementes na baga. Quando o cruzamento controlado é realizado, há predominância no tipo de polinização aberta nessa espécie, com uma porcentagem maior em comparação à autopolinização e à polinização cruzada (RASEIRA; RASEIRA, 1996).

2.1.2 *Psidium myrtoides* O. Berg

A espécie *Psidium myrtoides* O. Berg é conhecida popularmente no território brasileiro como araçá-roxo ou araçá-uma e está presente em todas as regiões do país, principalmente nos estados localizados na faixa litorânea (Figura 2). Esta espécie é endêmica do território brasileiro e ocorre em três domínios morfoclimáticos: Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (PROENÇA et al., 2022).

Figura 2 - Distribuição geográfica do Araçá-roxo (*Psidium myrtoides*) no Brasil. Locais onde a espécie ocorre naturalmente e sua ocorrência em diferentes regiões do país.



Fonte: SiBBr (2022)

O araçá-roxo é uma árvore que apresenta como característica uma altura de 6 a 12 metros, podendo atingir até 20 metros. Sua casca é esfoliante com lâminas papiráceas, possui folhas opostas elípticas com tamanho variando entre 2 e 7 cm, ápice atenuado, acuminado ou rostrado com pecíolo desenvolvido. A inflorescência é de posição axilar, com flores apresentando botão-floral aberto com 4 ou 5 lobos abertos e numerosos óvulos por lóculo (PROENÇA et al., 2022).

Quanto aos frutos, quando imaturos apresentam coloração verde ou amarelada, e quando maduros apresentam tonalidade atropurpúrea com numerosas sementes. São frutos do tipo baga globosa, brilhantes, com polpa carnosa e adocicada. Amadurecem entre os meses de maio e julho e são frequentemente consumidos por pássaros, os principais responsáveis por sua dispersão através da zoocoria (LORENZI, 2000; PROENÇA et al., 2022).

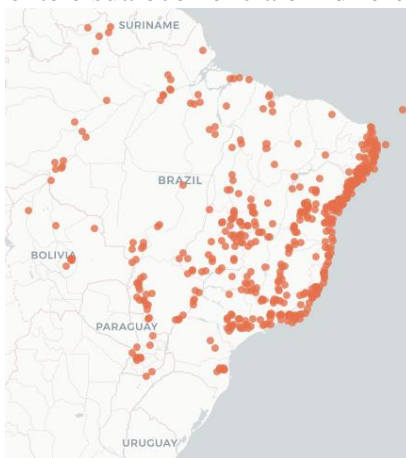
Devido às suas características fisiológicas, o *P. myrtoides* pode contribuir como uma espécie medicinal, graças à composição química de várias partes da planta, principalmente para a produção de óleos essenciais (DIAS et al., 2019; MACÊDO et al., 2020).

Foram identificados compostos químicos majoritários no fruto desta espécie, como trans-cariofileno, óxido de cariofileno e α -humuleno, que são essenciais para funções musculares, funções vitais e transmissão de impulsos nervosos. Além disso, o araçá-roxo é uma espécie importante que apresenta outras propriedades farmacológicas. O óleo volátil de suas folhas, por exemplo, apresenta atividade antibacteriana contra *Streptococcus mitis*, *Streptococcus sanguinis* e bactérias patogênicas altamente infecciosas, responsáveis por faringite e doenças de pele (PEREIRA et al., 2018b; DIAS et al., 2019; ROCHA et al., 2022a).

2.1.3 *Psidium guineense* Swartz.

A espécie *Psidium guineense* Swartz é conhecida popularmente como araçá-da-praia, araçá-mirim e goiabinha. Está presente em todas as regiões do Brasil, com exceção do Acre e do Rio Grande do Sul. O araçá-da-praia ocorre nos domínios fitogeográficos da Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. Sua ocorrência é predominante na faixa litorânea brasileira, como mostra a Figura 3 (PROENÇA et al., 2022).

Figura 3 - Distribuição geográfica do araçá-da-praia (*Psidium guineense*) no Brasil. Locais onde a espécie ocorre naturalmente e sua ocorrência em diferentes regiões do país.



Fonte: SiBBr (2022)

A descrição do araçá-da-praia indica que sua altura média varia de 1 a 3 metros, com casca caracteristicamente esfoliante e lâmina papirácea, além de folhas opostas que variam em tamanho de 7 a 12 cm de pecíolo desenvolvido. Sua inflorescência é axilar do tipo uniflora/dicásio triflora, com botão floral totalmente fechado, arredondado com 4 lobos abertos, produzindo óvulos numerosos acima de 6,5 pétalas e sépala persistente no fruto (PROENÇA et al., 2022).

Os frutos do *P. guineense* são verdes quando imaturos e amarelos quando maduros, contendo um grande número de sementes. São uma importante fonte de alimento para animais, principalmente mamíferos onívoros, como quatis, cachorros-do-mato, lobos-guará, antas e veados, que são seus principais dispersores. Os frutos também podem ser consumidos e comercializados in natura ou beneficiados de diferentes maneiras, como doces, geleias, sorvetes e sucos (AQUINO; OLIVEIRA, 2006; GRESSLER et al., 2006).

O interesse pelo fruto do araçá-da-praia tem crescido devido ao seu sabor exótico, bem como ao seu alto valor nutricional e medicinal, que incluem alto teor de vitamina C, efeitos

anti-inflamatórios e antidepressivos (SANTOS et al., 2022). No entanto, em termos de produção em larga escala, a espécie restringe-se à sua área de ocorrência, e sua colheita é essencialmente extrativista, com grandes perdas devido à sua perecibilidade e falta de protocolos de manuseio e armazenamento. Muitos frutos nativos sofrem da mesma carência, necessitando de mais atenção da pesquisa (GOEDERT, 2007).

Além da utilização dos frutos para alimentação, a madeira do araçá-da-praia possui propriedades mecânicas de interesse econômico, podendo ser usada na produção de móveis, cercas, vigas e lenha. Suas folhas podem ser utilizadas para tingir papel e tecido, bem como para o controle de pragas em cultivos agrícolas. A casca da árvore possui utilidades para fins medicinais e farmacêuticos, como na produção de óleos essenciais, chás e cremes de rejuvenescimento. A espécie também é usada na arborização de vias públicas e na recuperação de áreas degradadas, devido à sua rápida propagação por sementes (BENDITO et al., 2018; ABRAO et al., 2021; MORAIS et al., 2021).

2.2 Seleção e Resgate vegetativo

A produção de mudas clonais é uma técnica utilizada para a obtenção de indivíduos geneticamente idênticos e com características desejáveis. A primeira etapa desse processo é a seleção das matrizes em campo, a partir das quais serão obtidas as estacas para a construção do jardim clonal. Essa seleção é baseada em características fenotípicas que sejam de interesse para o aumento da produtividade florestal e melhoria da qualidade do produto da espécie, normalmente realizada na fase adulta da planta para maior confiabilidade no processo seletivo, quando o indivíduo apresenta seu máximo potencial silviculturais (BACCARIN et al., 2015; ROCKWOOD et al., 2022).

No caso do gênero *Psidium*, que compreende principalmente espécies frutíferas e medicinais, busca-se o incremento na produção de frutos e sementes para o ramo alimentício, bem como o aumento dos compostos químicos presentes em suas folhas e cascas para fins medicinais. Para a seleção das matrizes, é considerada a resistência a patógenos, a ausência de anormalidades no fuste, o teor de lignina e extrativos, bem como a produtividade de frutos e sementes, visando a obtenção de genótipos superiores com essas características (PAVAN et al., 2021).

Os critérios de seleção das espécies variam de acordo com sua finalidade econômica, como a produção de madeira, celulose, carvão ou produtos florestais não-madeireiros. Nesse

sentido, a seleção adequada de matrizes em campo é fundamental para o sucesso dos plantios clonais e para atingir alta produtividade (SILVA et al., 2022a).

A partir das matrizes selecionadas, é possível constituir clones por meio da multiplicação assexuada. Esse processo é conhecido como resgate vegetativo de material superior. Contudo, na propagação vegetativa de espécies nativas, especialmente quando se utiliza material proveniente de brotações apicais ou de plantas matrizes em estágio de maturação, podem surgir dificuldades devido à baixa atividade fisiológica e menor totipotência celular nessa fase (PEREIRA et al., 2015).

Nesse sentido, é necessário aplicar técnicas de rejuvenescimento do material de coleta para aumentar o sucesso do enraizamento de estacas, geralmente provenientes de brotações caulinares basais (WENDLING et al., 2014; DIAS et al., 2015). Em relação a plantas lenhosas, é comum ocorrer maior juvenilidade em sua região basal, devido à presença de meristemas próximos à base, que são formados em períodos próximos à germinação, mantendo assim as características juvenis de plântula (RICKLI et al., 2015).

O fator da juvenilidade do material resgatado tem grande influência no enraizamento das estacas, já que a idade ontogenética avançada da planta-mãe diminui a formação de raízes adventícias, devido ao aumento de inibidores e à diminuição no teor de cofatores de enraizamento (FACHINELLO et al., 2005; HARTMANN et al., 2017). Por conseguinte, é necessário aplicar técnicas na região basal desses indivíduos clonados para uma boa propagação vegetativa e produção de brotações juvenis para a miniestaquia (KUMAR et al., 2022a).

As espécies do gênero *Psidium*, por serem mirtáceas e espécies frutíferas, podem ser beneficiadas por estratégias de resgate semelhantes às aplicadas em outras plantas frutíferas e no gênero *Eucalyptus*, a principal Myrtaceae utilizada no setor florestal. O resgate de brotações caulinares basais é uma técnica comum que permite a obtenção de estacas com menor idade ontogenética, sem a necessidade de desbastar o indivíduo para indução de brotações. Esta técnica é utilizada em conjunto, principalmente com a propagação por estaquia (BATTISTA et al., 2019; AVELAR et al., 2022).

2.3 Propagação Vegetativa

No ciclo de melhoramento genético de uma espécie, após a etapa de resgate vegetativo, é comum realizar a propagação vegetativa ou clonagem de espécies florestais. Esse método

consiste na produção em massa de mudas a partir de partes ou órgãos vegetativos da planta, como ramos, gemas, estacas, folhas e raízes, permitindo a obtenção de indivíduos com as mesmas características genéticas da planta original. A totipotência dos tecidos vegetais da região onde o material é coletado para a clonagem permite que esses tecidos sejam regenerados através de divisões celulares (HARTMANN et al., 2017).

A propagação assexuada é uma opção viável para a produção de mudas com material genético semelhante ao de sua planta-mãe, permitindo uma rápida seleção e multiplicação de características desejadas de matrizes adultas. Isso possibilita a uniformidade em cultivos, promovendo um crescimento rápido e homogeneidade na matéria-prima de interesse, ao contrário da propagação por vias sexuais (KETTENHUBER et al., 2019).

No que se refere à propagação vegetativa de espécies do gênero *Psidium*, é necessário desenvolver protocolos específicos para essa finalidade. Devido às espécies terem baixa atividade industrial, sua propagação é predominantemente via sementes. No entanto, com a reprodução assexuada busca-se melhorar a qualidade da propagação e atender aos possíveis interessados na sua comercialização, utilizando clones provenientes de melhoramento genético (FRANZON et al., 2009).

Para realizar o melhoramento genético, é necessário selecionar matrizes capazes de produzir frutos com maior volume de polpa e menor número de sementes, visando aumentar a produção de sucos, geleias, sorvetes e também a resistência a pragas e doenças que são comuns em pomares de espécies de *Psidium*. No entanto, essas características são encontradas em indivíduos de idade ontogenética avançada, o que dificulta o resgate desse material no campo e o enraizamento das estacas na fase de propagação (KAREEM et al., 2016; DIXIT et al., 2019).

No que se refere às técnicas de propagação vegetativa de espécies nativas, não há um padrão estabelecido para a utilização em larga escala. Para essas espécies, os estudos estão sendo direcionados para a adaptação de métodos consolidados de clonagem de *Eucalyptus*. Como o gênero *Psidium* pertence à família Myrtaceae, assim como o gênero *Eucalyptus*, suas estratégias de resgate e propagação vegetativa podem ser replicadas, utilizando técnicas como estaquia, miniestquia e alporquia para a criação de mudas em larga escala (MARINHO et al., 2009).

2.3.1 Estaquia

A técnica de propagação vegetativa por estaquia é caracterizada pela produção de mudas a partir de propágulos coletados da seleção de características desejadas de uma planta matriz. São avaliadas as características, como a qualidade da sua matéria-prima, a sua adaptação ao ambiente ou exposição a alguma perturbação, além da sua produtividade, frutos, sementes e madeira. Uma vez realizada a coleta vegetativa da planta matriz em campo, são confeccionadas estacas caulinares de 6-10 cm de comprimento, visando o enraizamento para a criação de jardins clonais de produção em massa para fins comerciais (ALFENAS et al., 2009).

Este método de clonagem foi criado para o desenvolvimento de florestas clonais de *Eucalyptus* visando a produção de madeira e polpa e celulose. No Brasil, a utilização desta técnica em escala comercial se deu a partir do crescimento do cultivo de *Eucalyptus* no país. Com a evolução da silvicultura e do melhoramento florestal, esta técnica sofreu transformações, como o seu método de produção e colheita dos brotos em campo, a utilização do substrato adequado e em qual recipiente produzirá mais, além dos modelos de casa de vegetação em diferentes colorações e a aclimatação das mudas após a confecção das estacas (XAVIER et al., 2021).

As vantagens associadas à utilização desta técnica de clonagem incluem a produção em massa de mudas de espécies que possuem baixa capacidade de propagação por vias seminais, apresentam pouca ação de agentes polinizadores ou dormência em suas sementes. Além disso, a técnica possibilita a transmissão de atributos fenotípicos semelhantes à planta matriz, sendo uma forma de manutenção deste material genético superior para a reserva em bancos ativos de germoplasma. Também pode ajudar na melhoria da produção de frutos de espécies que apresentam sazonalidade na sua época de frutificação, possibilitando a seleção de indivíduos que possam frutificar fora da safra. Ademais, a técnica pode transmitir caracteres que possuam maior resistência a pragas de doenças (FERRAZ et al., 2018; SOUZA et al., 2020).

Para o sucesso da propagação vegetativa utilizando a técnica de estaquia, é fundamental a formação de raízes adventícias. No entanto, devido às características fisiológicas de muitas espécies, a capacidade de enraizamento é baixa. Portanto, é necessário utilizar reguladores de crescimento para estimular o desenvolvimento de raízes em estacas coletadas no campo. A concentração do regulador de crescimento varia de acordo com o tipo de estaca, que contém uma certa quantidade de hormônios inibidores ou promotores de raízes, como as auxinas e

citocininas (SAINI et al., 2017). No entanto, é necessário um equilíbrio adequado entre esses reguladores para garantir o enraizamento efetivo (GOULART et al., 2008).

Para estimular o desenvolvimento de raízes adventícias em estacas caulinares, é fundamental a utilização de reguladores de crescimento, especialmente do grupo das auxinas, como o ácido indol-3-butírico (AIB). Este regulador aumenta as concentrações de auxinas na base da estaca, visando estimular a divisão celular para a emissão do sistema radicular em menor tempo. Dessa forma, é possível acelerar o crescimento e desenvolvimento das mudas clonais, bem como reduzir o tempo de propagação em casa de vegetação até a rustificação. Novas variações dessa técnica, como a miniestaquia, foram desenvolvidas com o objetivo de produzir estacas mais juvenis e reduzir o período de propagação (WENDLING; XAVIER, 2005; BRONDANI et al., 2012).

2.3.2 Miniestaquia

A técnica de propagação clonal via miniestaquia é uma evolução da técnica de estaquia padrão, em que são utilizados propágulos provenientes de minicepas seminais ou brotações provenientes de jardins clonais, os quais passam por constante processo de rejuvenescimento através de decepta periódica das matrizes. Desenvolvida a partir da década de 1990 para acelerar a produção de material juvenil para produção de miniestacas de *Eucalyptus*, essa técnica é recente e tem se mostrado promissora (ASSIS; MAFIA, 2007; ALFENAS et al., 2009).

Para a produção de mudas clonais via miniestaquia, são retiradas miniestacas apicais de brotações provenientes de plantas-mãe manejadas intensivamente para otimização da produção de mudas e enraizamento de estacas. Essas plantas-mãe são mantidas em bandejas de tubetes ou vasos pequenos. As estacas advindas dessas matrizes são colhidas e passam por tratamento com reguladores de crescimento do grupo das auxinas para acelerar o processo de enraizamento adventício (FERRIANI et al., 2010; DIAS et al., 2012).

Os clones produzidos por meio da técnica de miniestaquia apresentam melhor desenvolvimento comparado às estacas semilenhosas, comumente utilizadas na produção clonal via estaquia. Isso ocorre porque as miniestacas desenvolvem um sistema radicular mais robusto e apresentam um rápido crescimento da parte aérea apical juvenil, além de fornecerem o material necessário para a técnica devido ao resgate em bancos ativos de germoplasma, plantios clonais e mudas clonais em constante rejuvenescimento (HARTMANN et al., 2017).

Ao comparar as técnicas de propagação clonal por estaquia e miniestaquia, é possível observar que esta última apresenta diversas vantagens em relação à anterior. Em especial, a miniestaquia possui um grande potencial juvenil nos propágulos selecionados, além de maior enraizamento e produção de brotos. Essa técnica surge como uma alternativa para espécies com dificuldades de enraizamento de estacas semilenhosas, que são as utilizadas na estaquia convencional, especialmente quando há necessidade de produção de mudas clonais em larga escala (OLIVEIRA et al., 2006; DIAS et al., 2012).

O método de miniestaquia apresenta diversas vantagens em relação à técnica de estaquia convencional, como a maior produtividade de brotos e a facilidade na coleta e confecção das miniestacas. Além disso, as plantas produzidas por miniestaquia apresentam maior enraizamento e desenvolvimento radicular, além de apresentarem um potencial juvenil dos propágulos selecionados. Outra vantagem é a redução no tempo de formação de raízes adventícias, o que acelera o processo de geração da muda e sua consolidação (XAVIER et al., 2021).

No entanto, a técnica de miniestaquia apresenta algumas desvantagens em relação à coleta e manuseio do material vegetal. Como o material juvenil é mais sensível às condições ambientais, o viveirista precisa ser cuidadoso no manejo do material, especialmente durante o transporte e a instalação em casa de vegetação. Além disso, a técnica requer rapidez na sua realização, devido à fragilidade dos brotos e sua baixa resistência ao calor e à falta de água (ALFENAS et al., 2009; XAVIER et al., 2021).

A técnica é uma alternativa promissora para a produção de mudas clonais em larga escala, especialmente para espécies com dificuldades de enraizamento de estacas semilenhosas. Apesar das desvantagens, a técnica apresenta diversas vantagens em relação à técnica de estaquia convencional, como a maior produtividade de brotos, a redução no tempo de formação de raízes adventícias e o potencial juvenil dos propágulos selecionados (HARTMANN et al., 2017; XAVIER et al., 2021).

Para a produção em massa de espécies florestais nativas utilizando a técnica de miniestaquia, é importante construir minijardins clonais a partir de miniestacas provenientes de sucessivas decepadas de mudas matrizes. Essa técnica mostra-se viável para a produção contínua e recorrente de propágulos, o que torna a miniestaquia uma alternativa interessante para a clonagem de espécies florestais. Além disso, estudos demonstram que a técnica apresenta baixa mortalidade para diferentes espécies florestais e alto potencial para a produção de mudas (FERRIANI et al., 2011; DIAS et al., 2012; SANTIN et al., 2015).

2.3.3 Alporquia

A propagação vegetativa, utilizando a técnica de alporquia, destina-se à clonagem de plantas que apresentam dificuldades na produção de mudas clonais por meio de estaquia e enxertia. Essa técnica consiste em anelar um ramo da planta matriz, bloqueando o fluxo de seiva para as raízes e desencadeando a concentração de hormônios e nutrientes acima do ponto onde a casca foi retirada, induzindo a formação de calos e, conseqüentemente, de raízes (SASSO et al., 2010).

Após o anelamento, a região é cercada por substrato e envolta em plástico para a manutenção das raízes geradas. Esse processo desempenha um papel fundamental no sucesso da criação da muda, pois o substrato é capaz de armazenar água, permitir aeração e drenagem, proporcionando uma base nutricional para o alporque (MANTOVANI et al., 2010; NOBERTO et al., 2019). No entanto, o processo de formação de raízes é lento. Por isso, a utilização de reguladores de crescimento se faz necessária para acelerar o processo de enraizamento (CASTRO; SILVEIRA, 2003; DUTRA et al., 2012).

Por fim, a muda gerada na planta matriz é retirada e levada para a casa de vegetação. A alporquia é o processo mais simples para a realização da propagação vegetativa em relação a técnicas semelhantes, sendo de fácil implementação e condução, podendo ser adotada por fruticultores para a realização de um plantio clonal.

2.3.4 Cruzamentos Controlados

No estabelecimento de um programa de melhoramento genético de espécies florestais, a necessidade de aumentar a produtividade e de incrementar recursos genéticos para a produção de matéria-prima de qualidade é fundamental. Nesse sentido, as técnicas de cruzamentos controlados são primordiais para o incremento médio de características desejáveis de um cultivo, através da hibridação produzida a partir de cruzamentos controlados (ASSIS et al., 1993; ROCHA et al., 2007; GUOLLO et al., 2021).

As técnicas de cruzamentos controlados em plantas tornaram-se ferramentas importantes para os programas de melhoramento, permitindo a escolha de progenitores que expressem características desejáveis para a determinação de métodos específicos de polinização, a fim de ocorrer a combinação de materiais genéticos e obter ganhos desse material, disponibilizando genótipos superiores para plantios comerciais (VARGAS et al., 1999; WEBER et al., 2022).

A combinação da carga genética de plantas matrizes selecionadas é fundamental para a construção de pomares de cruzamentos controlados, sendo esta a base dos programas de melhoramento genético florestal. A recombinação recorrente de genes presentes nesses indivíduos selecionados dos pomares de melhoramento resulta na obtenção de híbridos intra e interespecíficos (SEBBENN et al., 2007; ZARUMA et al., 2015).

As etapas de implementação de pomares de cruzamento controlado incluem a escolha dos progenitores dentro de um plantio e a seleção de matrizes que apresentam os melhores resultados de acordo com a característica desejada no plano de melhoramento. A propagação vegetativa desses indivíduos selecionados é necessária, assim como a indução floral em estágios iniciais, como a condução de plantas juvenis ao florescimento precoce por meio da técnica da enxertia. O manejo do pólen é uma etapa importante que envolve a coleta, beneficiamento, técnicas de armazenamento e viabilidade do pólen. Por fim, são realizados os métodos de polinização, incluindo a autogamia, a xenogamia e o controle (ALVES et al., 2007; ROSADO et al., 2009; AZEVEDO et al., 2015).

No que diz respeito ao modo de reprodução das espécies do gênero *Psidium*, a autogamia é considerada a principal forma de reprodução, no entanto, a produção de frutos provenientes deste tipo de cruzamento é menor em comparação com a polinização cruzada (BOTI, 2001). Estudos que compararam a frutificação por diferentes métodos de polinização demonstraram que o método de controle apresentou uma produção significativamente maior de frutos e sementes em relação à autopolinização e à xenogamia (BOTI et al., 2005; ALVES; FREITAS, 2007).

Devido à maior produção na frutificação de *Psidium* no tratamento de polinização aberta, o papel dos agentes polinizadores é fundamental. A predominância na polinização de Myrtaceae por abelhas é comum devido à sua morfologia floral, à oferta de pólen, à presença de néctar e ao odor doce característico das espécies da família e do gênero. Espécies como *P. acutangulum*, *P. cattleyanum* e *P. guajava* possuem essa característica (LUGHADHA; PROENÇA, 1996; GRESSLER et al., 2006).

Considerando os aspectos dos cruzamentos controlados em programas de melhoramento genético, a utilização dessas metodologias tem se tornado cada vez mais frequente em empresas florestais. Diante disso, o manejo desses pomares para a realização da polinização e a padronização de técnicas de cruzamentos controlados em espécies florestais nativas tornaram-se necessários para o aperfeiçoamento desses processos e para a obtenção de

ganhos genéticos e expressão das características desejáveis de produção (SANTOS et al., 2012).

3. REFERÊNCIAS

ABRAO, F. Y. et al. Anatomical study of the leaves and evaluation of the chemical composition of the volatile oils from *Psidium guineense* Swartz leaves and fruits. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. e49110615929-e49110615929, 2021.

AGUIAR, N. S. de; et al. Ácido indolbutírico na estaquia de *Calliandra brevipes* e *Calliandra tweedii*. **Advances in Forestry Science**, v. 8, n. 1, p. 1327-1333, 2021.

ALFENAS, A. C. et al. Clonagem e doenças do eucalipto. **2a. Edição. (Editora UFV: Viçosa, MG, Brazil)**, 2009.

ALVES, J. E.; FREITAS, B. M. Requerimentos de polinização da goiabeira. **Ciência Rural**, v. 37, p. 1281-1286, 2007.

AQUINO, F. G.; OLIVEIRA, M. C. Reserva legal no Bioma Cerrado: uso e preservação. Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**. 2006. 25p.

ASSIS, T. F. de; BAUER, J. F. dos S.; TAFAREL, G. Sintetização de híbridos de *Eucalyptus* por cruzamento controlados. **Ciência Florestal**, v. 3, p. 161-170, 1993.

ASSIS, T. F. de; MAFIA, R. G. Hibridação e Clonagem. Viçosa, MG: ed. p. 93-121. 2007.

AVELAR, M. L. M. et al. Ontogenetic age and inoculation methods for the in vitro establishment of *Eucalyptus pilularis* Smith. **Nativa**, v. 10, n. 1, p. 40-46, 2022.

AZEVEDO, L. P. de A. et al. Seleção genética em progênies de *Eucalyptus camaldulensis* em área de cerrado matogrossense. **Ciência Rural**, v. 45, p. 2001-2006, 2015.

BACCARIN, F. J. B. et al. Vegetative rescue and cloning of *Eucalyptus benthamii* selected adult trees. **New Forests**, v. 46, n. 4, p. 465-483, 2015.

BATTISTA, F. di et al. Metabolic changes associated to the unblocking of adventitious root formation in aged, rooting-recalcitrant cuttings of *Eucalyptus gunnii* Hook. f. g(Myrtaceae). **Plant Growth Regulation**, v. 89, n. 1, p. 73-82, 2019.

BENDITO, B. P. C. et al. Espécies do cerrado com potencial para recuperação de áreas degradadas, Gurupi (TO). **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 2, 2018.

BONA, C. M. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais de *Psidium salutare* (Myrtaceae) contra *Candida albicans*. 2017.

BOTI, J. B. Polinização entomófila da goiabeira (*Psidium guajava* L., Myrtaceae): influência da distância de fragmentos florestais em Santa Teresa, Espírito Santo. 2001.

- BOTI, J. B. et al. Influência da distância de fragmentos florestais na polinização da goiabeira. 2005.
- BOUVET, Jean-Marc et al. Selecting for water use efficiency, wood chemical traits and biomass with genomic selection in a *Eucalyptus breeding* program. **Forest Ecology and Management**, v. 465, p. 118092, 2020.
- BRANDÃO, M.; LACA-BUENDÍA, J. P.; MACEDO, J. F. Árvores nativas e exóticas do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002. 528p.
- BRONDANI, G. E. et al. Avaliação morfológica e produção de minijardim clonal de *Eucalyptus benthamii* em relação a Zn e B. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 70, p. 151-151, 2012.
- CASTELO, A. V. M. et al. Seasonal variation in the yield and the chemical composition of essential oils from two Brazilian native arbustive species. **Journal of Applied Sciences**, v. 12, n. 8, p. 753-760, 2012.
- CASTRO, L. A. S. de; SILVEIRA, C. A. P. Propagação vegetativa do pessegueiro por alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 368-370, 2003.
- CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade. Brasília: MMA. 2011. 93p.
- CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Nordeste**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade. Brasília: MMA. 2018. 1314p.
- DIAS, J. P. T.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. IBA e carboidratos no enraizamento de brotações procedentes de estacas radiculares de *Rubus* spp. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 666-671, 2011.
- DIAS, P. C. et al. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. 2012
- DIAS, P. C. et al. Resgate vegetativo de árvores de *Anadenanthera macrocarpa*. **Cerne**, v. 21, p. 83-89, 2015.
- DIAS, A. L. B. et al. Chemical composition and in vitro antibacterial and antiproliferative activities of the essential oil from the leaves of *Psidium myrtilodes* O. Berg (Myrtaceae). **Natural product research**, v. 33, n. 17, p. 2566-2570, 2019.
- DIXIT, P. et al. Effect of time, techniques and environment of propagation on performance of guava (*Psidium guajava*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 89, n. 3, p. 415-9, 2019.
- DUTRA, T. R. et al. Ácido indolbutírico e substratos na alporquia de umbuzeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, p. 424-429, 2012.
- ENGEL, M. L. et al. Indução de brotações em matrizes de *Acacia mearnsii* De Wildeman em relação a idades e quatro estações. **Scientia forestalis**, v. 47, n. 122, p. 235-244, 2019.

EEMADIPOOR, R. et al. The potential of gum arabic enriched with cinnamon essential oil for improving the qualitative characteristics and storability of guava (*Psidium guajava* L.) fruit. **Scientia Horticulturae**, v. 251, p. 101-107, 2019.

FACHINELLO, J. C. et al. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2005.

FARIAS NETO, J. T.; et al. Estimativas de parâmetros genéticos e ganhos de seleção em progênies de polinização aberta de açaizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 1051-1056, 2008.

FERRAZ, R. A. et al. Enraizamento de estacas de variedades de figueira com o emprego de ácido indolbutírico. **Energia na agricultura**, v. 33, n. 1, p. 81-86, 2018.

FERRIANI, A. P.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I. Miniestaquia aplicada a espécies florestais. 2010.

FERRIANI, A. P. et al. Produção de brotações e enraizamento de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 67, p. 257-257, 2011.

FLORES, G. et al. Phenolic-rich extract from the Costa Rican guava (*Psidium friedrichsthalianum*) pulp with antioxidant and anti-inflammatory activity. Potential for COPD therapy. **Food Chemistry**, v. 141, n. 2, p. 889-895, 2013.

FRANZON, R. C. et al. Araçás do gênero *Psidium*: principais espécies, ocorrência, descrição e usos. **Embrapa Cerrados**, Planaltina. 2009. 47p.

GOEDERT, C. O. História e avanços em recursos genéticos no Brasil. In: NASS, L. L. Recursos genéticos vegetais. Brasília, DF: **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 2007. p. 23- 60.

GOMES, E. N.; KRINSKI, D. Enraizamento de estacas caulinares de *Piper crassinervium* Kunth sob diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **Revista Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 1, p. 92-97, 2019.

GOTTSBERGER, G. Evolutionary steps in the reproductive biology of Annonaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. SPE1, p. 32-43, 2014.

GOULART, P. B.; XAVIER, A.; CARDOSO, N. Z. Efeito dos reguladores de crescimento AIB e ANA no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*. **Revista Árvore**, v. 32, p. 1051-1058, 2008.

GRESSLER, E.; PIZO, M. A.; MORELLATO, L. P. C. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 29, p. 509-530, 2006.

GUOLLO, K. et al. Floral and reproductive biology and pollinators of *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg., neglected species. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 43, p. e55816-e55816, 2021.

GWOZDZ, E. P. et al. Propriedades Nutritivas e Bioativas do Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine). **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. e59011125424-e59011125424, 2022.

HAMINIUK, C. W. I. et al. Influence of temperature on the rheological behavior of whole araçá pulp (*Psidium cattleianum* Sabine). **LWT-Food Science and Technology**, v. 39, n. 4, p. 427- 431, 2006.

HARTMANN, H. T. et al. Plant propagation: principles and practices. 2017.

IMPRESA NACIONAL. PORTARIA INTERMINISTERIAL MAPA/MMA Nº 10, DE 21 DE JULHO DE 2021 – DOU – Imprensa Nacional. In.gov.br. Disponível em:<PORTARIA INTERMINISTERIAL MAPA/MMA Nº 10, DE 21 DE JULHO DE 2021 - PORTARIA INTERMINISTERIAL MAPA/MMA Nº 10, DE 21 DE JULHO DE 2021 - DOU - Imprensa Nacional>. Acesso em: 6. Out. 2021.

JACQUES, A. C. et al. Scientific note: bioactive compounds in small fruits cultivated in the southern region of Brazil. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 1/4, p. 123-127, 2009.

KAMATH, J. V. et al. *Psidium guajava* L: A review. **International Journal of Green Pharmacy (IJGP)**, v. 2, n. 1, 2008.

KAREEM, A. et al. Effect of different concentrations of IBA on rooting of Guava *Psidium guajava* L. in low tunnel under shady situation. **Journal of Agriculture and Environment for International Development (JAEID)**, v. 110, n. 2, p. 197-203, 2016.

KETTENHUBER, P. W.; SOUSA, R.; SUTILI, F Vegetative propagation of Brazilian native species for restoration of degraded areas. **Floresta e Ambiente**, v. 26, 2019.

KOCH, S.; FACHINETTO, J. M.; BIANCHI, V. Distribuição geográfica potencial atual e futura de Araçá (*Psidium cattleianum*) para a América do Sul. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 16268-16277, 2021.

KUMAR, P.; PATEL, P. K.; SONKAR, M. K. Propagation through juvenile shoot cuttings in difficult-to-root *Dalbergia latifolia*—examining role of endogenous IAA in adventitious rooting. **Plant Physiology Reports**, p. 1-8, 2022.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Instituto Plantarum, 2000.

LUGHADHA, E. N.; PROENÇA, C. A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, p. 480-503, 1996.

MACAÚBAS-SILVA, C.; et al. Araçain, a tyrosol derivative and other phytochemicals from *Psidium guineense* Sw. **Natural Product Research**, v. 35, n. 14, p. 2424-2428, 2021.

MACÊDO, D. G. de et al. Seasonality influence on the chemical composition and antifungal activity of *Psidium myrtoides* O. Berg. **South African Journal of Botany**, v. 128, p. 9-17, 2020.

- MACEDO, J. G. F. et al. Therapeutic indications, chemical composition and biological activity of native Brazilian species from *Psidium* genus (Myrtaceae): A review. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 278, p. 114248, 2021.
- MANICA, I. Frutas nativas, silvestres e exóticas 1: **Técnicas de produção e mercado: abiu, amora-preta, araçá, bacuri, biriba, carambola, cereja-do-rio-grande, jabuticaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. 327p.
- MANTOVANI, N. C. et al. Resgate vegetativo por alporquia de genótipos adultos de urucum (*Bixa orellana* L.). **Ciência Florestal**, v. 20, p. 403-410, 2010.
- MARINHO, C. S. et al. Propagação da goiabeira por miniestaquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 607-611, 2009.
- MEDINA, A. L. et al. Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) fruit extracts with antioxidant and antimicrobial activities and antiproliferative effect on human cancer cells. **Food Chemistry**, v. 128, n. 4, p. 916-922, 2011.
- MORAES, C. B. de. et al. Sobrevivência de enxertos de Eucalyptus com metodologia adaptada. **Circular técnica**, p. 1-17, 2013
- MORAIS, S. R. et al. Avaliação in vitro da atividade fotoprotetora do extrato hexânico de *Psidium* araçá (*Psidium guineense* Sw.). **Archives of health investigation**, v. 10, n. 7, p. 1028-1031, 2021.
- MUSHTAQ, T.; et al. Clonal forestry: An effective technique for increasing the productivity of plantations. **SKUAST Journal of Research**, v. 19, n. 1, p. 22-28, 2017.
- NASCIMENTO, K. F.; et al. Antioxidant, anti-inflammatory, antiproliferative and antimycobacterial activities of the essential oil of *Psidium guineense* Sw. and spathulenol. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 210, p. 351-358, 2018.
- NOBERTO, M. N. da S. et al. Substratos alternativos na clonagem de faveleira (*Cnidocolus quercifolius*) pela técnica de alporquia. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 15, n. 1, p. 48-55, 2019.
- OLIVEIRA, M. L. de et al. Efeito da estaquia, miniestaquia, microestaquia e micropropagação no desempenho silvicultural de clones híbridos de Eucalyptus spp. **Revista Árvore**, v. 30, p. 503-512, 2006.
- OLIVEIRA, M. L. F. **Aspectos reprodutivos da goiabeira (*Psidium guajava*) e de araçazeiros (*Psidium guineense* e *Psidium cattleianum*) visando o desenvolvimento de cultivares**. 2018. 111f. Tese (Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, Campos dos Goytacazes – RJ. 2018.
- OWEN, P. L. et al. Consumption of guava (*Psidium guajava* L.) and noni (*Morinda citrifolia* L.) may protect betel quid-chewing Papua New Guineans against diabetes. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v. 17, n. 4, 2008.
- PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagación vegetativa de especies forestales**. Viçosa, MG: UFV, 2011. 52p.

- PATZLAFF, N. L.; et al. Variedades de milho com polinização aberta da Epagri sob efeito do espaçamento entre linhas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 5750-5766, 2020.
- PAVAN, B. E. et al. Competitive ability among *Eucalyptus* spp. commercial clones in Mato Grosso do Sul state. **Forest Ecology and Management**, v. 494, p. 119297, 2021.
- PEREIRA, M. de O. et al. Resgate vegetativo e propagação de cedro-australiano por estaquia. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 50, p. 282-289, 2015
- PEREIRA, N. C. M. et al. Atividade antimicrobiana do óleo-resina de copaíba natural/comercial contra cepas padrão/Antimicrobial activity of natural/commercial copaíba oil-resin against standard strains/Actividad antimicrobiana de aceite-resina de copaiba natural/comercial. **Journal Health NPEPS**, v. 3, n. 2, p. 527-539, 2018.
- PROENÇA, C. E. B.; COSTA, I. R.; TULER, A. C *Psidium* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: [Detalha Taxon Publico \(jbrj.gov.br\)](http://Detalha Taxon Publico (jbrj.gov.br)). Acesso em: 04 ago. 2022.
- RASEIRA, M. D. C. B.; RASEIRA, A. Contribuição ao estudo do araçazeiro, *Psidium cattleyanum*. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1996., 1996.
- ROCHA, M. das G. de B. et al. Seleção de genitores de *Eucalyptus grandis* e de *Eucalyptus urophylla* para produção de híbridos interespecíficos utilizando REML/BLUP e informação de divergência genética. **Revista Árvore**, v. 31, p. 977-987, 2007.
- ROCHA, R. G. DE A. et al. Ação da *Lippia sidoides* Cham nas infecções de faringe, cavidade oral e problemas odontológicos: uma revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e34911326537-e34911326537, 2022a.
- ROCKWOOD, D. L. et al. *Eucalyptus Amplifolia* and *Corymbia Torelliana* in the Southeastern USA: Genetic Improvement and Potential Uses. **Forests**, v. 13, n. 1, p. 75, 2022.
- ROSADO, A. M. et al. Ganhos genéticos preditos por diferentes métodos de seleção em progênies de *Eucalyptus urophylla*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 1653-1659, 2009.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M. Mirtáceas (Flora Ilustrada Catarinense). **Itajaí: Herbário**, 1997.
- RICKLI, H. C. et al. Origem de brotações epicórmicas e aplicação de ácido indolilbutírico no enraizamento de estacas de *Vochysia bifalcata* Warm. **Ciência Florestal**, v. 25, p. 385-393, 2015.
- SÁ, F. P.; et al. Miniestaquia de erva-mate em quatro épocas do ano. **Ciência Florestal**, v. 28, p. 1431-1442, 2018.
- SAINI, K. et al. Alteration in auxin homeostasis and signaling by overexpression of PINOID kinase causes leaf growth defects in *Arabidopsis thaliana*. **Frontiers in plant science**, v. 8, p. 1009, 2017.
- SANTIN, D. et al. Sobrevivência, crescimento e produtividade de plantas de erva-mate produzidas por miniestacas juvenis e por sementes. **Ciência Florestal**, v. 25, p. 571-579, 2015.

SANTOS, G. A. dos et al. Interação ambiente x material genético, com ênfase nas espécies de difícil florescimento de *Eucalyptus* subtropicais. **Série Técnica IPEF**, v. 16, n. 37, p. 19, 2012.

SANTOS, M. A. C. et al. Diversidade genética entre acessos de araçá de diferentes municípios do semiárido baiano. **Revista Caatinga**, v. 27, p. 48-57, 2014.

SASSO, S. A. Z.; CITADIN, I.; DANNER, M. A. Propagação de jaboticabeira por enxertia e alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 571-576, 2010.

SEBBENN, A. M. et al. Conservação ex situ e pomar de sementes em banco de germoplasma de *Balfourodendron riedelianum*. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 101-112, 2007.

SIBBR. Species: *Psidium cattleianum*. Sibbr.gov.br. Disponível em: [Psidium cattleianum | SiBBR](#) Acesso em: 22 ago. 2022.

SIBBR. Species: *Psidium guineense* (Araçá-Da-Praia). Sibbr.gov.br. Disponível em: [Psidium guineense : Araçá-Da-Praia | SiBBR](#) Acesso em: 29 ago. 2022.

SIBBR. Species: *Psidium myrtoides*. Sibbr.gov.br. Disponível em: [Psidium myrtoides | SiBBR](#) Acesso em: 25 ago. 2022

SILVA, R. V. da. 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. 2019a.

SILVA, M. P. K. L. da. et al. Desenvolvimento inicial e fenologia em núcleos de restauração no bioma Mata Atlântica, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 1, p. 1-7, 2019b

SILVA, W. M. B. da et al. Potencial da planta *Psidium guajava* L. contra a doença de Alzheimer pela reversão do déficit de memória induzido por escopolamina. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, p. e234111436167-e234111436167, 2022a.

SOARES-SILVA, L. H.; PROENÇA, C. E. B. A new species of *Psidium* L. (Myrtaceae) from southern Brazil. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 158, p. 51-54, 2008.

SOUZA, F. X. de; PORTO FILHO, F. de Q.; MENDES, N. V. B. Umbu-cajazeira: descrição e técnicas de cultivo. 2020.

STUEPP, C. A. et al. Estaquia de árvores adultas de *Paulownia fortunei* var. mikado a partir de brotações epicórmicas de decepa. **Ciência Florestal**, v. 25, p. 667-677, 2015.

STUEPP, C. A. et al. Vegetative propagation and application of clonal forestry in Brazilian native tree species. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 53, p. 985-1002, 2018.

VARGAS, L.; BORÉM, A.; SILVA, A. A. da. Técnica de cruzamentos controlados em *Euphorbia heterophylla* L. **Bragantia**, v. 58, p. 23-27, 1999.

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.** Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p. 109-118, 2018

XAVIER, A.; SILVA, R. L. da. Evolução da silvicultura clonal de *Eucalyptus* no Brasil. **Agronomía Costarricense**, v. 34, n. 1, p. 93-98, 2010.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal - princípios e técnicas**, 3ª Edição (275p.). Viçosa, Editora UFV, 2021.

WEBER, L. C. et al. Produção e qualidade de sementes híbridas de berinjela em função do número de frutos mantidos por planta após polinização controlada. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 03, 2022.

WENDLING, I. Propagação vegetativa. In: **Embrapa Florestas-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SEMANA DO ESTUDANTE UNIVERSITÁRIO, 1., 2003**, Colombo. **Florestas e Meio Ambiente: palestras. Colombo: Embrapa Florestas, 2003., 2003.**

WENDLING, I.; XAVIER, A. Miniestaquia seriada no rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 475-480, 2003.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Influência do ácido indolbutírico e da miniestaquia seriada no enraizamento e vigor de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 29, p. 921-930, 2005.

WENDLING, I.; et al. Indução de brotações epicórmicas ortotrópicas para a propagação vegetativa de árvores adultas de *Araucaria angustifolia*. **Agronomía Costarricense**, 2009a.

WENDLING, I.; TRUEMAN, S. J.; XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry—Part I: Concepts, regulation and consequences of phase change. **New Forests**, v. 45, n. 4, p. 449-471, 2014.

WENDLING, I.; STUEPP, C. A.; ZANETTE, F. Produção de mudas de araucária por estaquia e miniestaquia. **Embrapa Florestas-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2017.

WILLE, G. M. F. C. et al. Desenvolvimento de tecnologia para a fabricação de doce em massa com araçá-pêra (*Psidium acutangulum* DC) para o pequeno produtor. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p. 1360-1366, 2004.

ZARUMA, D. U. G. et al. Variabilidade genética em procedências e progênies de *Dipteryx alata* vogel para fins de conservação genética e produção de sementes. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 107, p. 609-615, 2015.

CAPÍTULO I

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E CRUZAMENTOS DE *Psidium cattleianum* SABINE
PARA UTILIZAÇÃO EM PROGRAMAS DE MELHORAMENTO GENÉTICO NA
REGIÃO DA ZONA DA MATA PERNAMBUCANA.**

CARVALHO JUNIOR, CARLOS ROBERTO DE NAZARÉ, **Propagação Vegetativa e Cruzamentos de *Psidium cattleianum* Sabine para Utilização em Programas de Melhoramento Genético na Região da Zona da Mata Pernambucana.** 2023. Orientador: Ricardo Gallo, Coorientador: José Severino de Lira Júnior.

RESUMO

As práticas de propagação vegetativa e cruzamentos controlados são fundamentais no desenvolvimento de programas de melhoramento florestal, visto que contribuem para o incremento das características genéticas e qualidade na produção de espécies frutíferas. Nesse sentido, considerando o potencial frutífero da espécie *Psidium cattleianum* Sabine (Araçá-amarelo), esta pesquisa teve como objetivo estabelecer técnicas de propagação clonal e cruzamentos controlados para essa espécie. O estudo foi realizado no Instituto Agrônomo de Pernambuco na Estação Experimental de Itambé e no Viveiro Florestal do Departamento de Ciência Florestal. Foram selecionados 22 acessos da espécie para a realização de seis experimentos de resgate e propagação vegetativa. Além disso, foram realizados cruzamentos controlados utilizando diferentes técnicas de polinização: aberta (controle), cruzada (Protogenia Artificialmente Induzida – PAI) e autopolinização (autogamia). Os dados foram coletados e analisados pelos softwares Rstudio® e Rbio®. Durante os experimentos, observou-se que estacas com maior idade ontogenética apresentaram baixa sobrevivência e enraizamento. Por outro lado, miniestacas de *P. cattleianum* obtiveram taxas satisfatórias de sobrevivência, produção de brotos e enraizamento quando utilizados materiais genéticos com maior juvenilidade. Os acessos da espécie mostraram potencial no uso de tratamentos de cruzamento controlados, tanto para a polinização quanto para a produção de frutos.

Palavras-chave: Araçá-amarelo; Melhoramento Florestal; Protogenia Artificialmente Induzida; Resgate Vegetativo; Silvicultura Clonal.

CARVALHO JUNIOR, CARLOS ROBERTO DE NAZARÉ, **Vegetative propagation and crosses of *Psidium cattleianum* Sabine for use in genetic breeding programs in the Zona da Mata region of Pernambuco.** 2023. Adviser: Ricardo Gallo, Comitê: José Severino de Lira Júnior.

ABSTRACT

Vegetative propagation practices and controlled crosses are essential in the development of forest breeding programs, as they contribute to the improvement of genetic characteristics and quality in the production of fruit species. In this sense, considering the fruit potential of the *Psidium cattleianum* Sabine species, this research aimed to establish techniques of clonal propagation and controlled crosses for this species. The study was carried out at the IPA in Itambé and the Forest Nursery of the Department of Forest Science. 22 accessions of the species were selected for the realization of six rescue and vegetative propagation experiments. In addition, controlled crosses were carried out using different pollination techniques: open (control), crossed (Artificially Induced Protogyny – AIP) and self-pollination (autogamy). The data were collected and analyzed using Rstudio® and Rbio® software. During the experiments, it was observed that ontogenetically older cuttings presented low survival and rooting rates. On the other hand, *P. cattleianum* mini-cuttings obtained satisfactory rates of survival, shoot production, and rooting when using genetic material with higher juvenility. The species accessions showed potential in the use of controlled crossing treatments, both for pollination and fruit production.

Keywords: Clonal Silviculture; Controlled Pollination; Guava Trees; Forest Breeding; Vegetative Rescue.

1. INTRODUÇÃO

O melhoramento genético em conjunto com a silvicultura clonal oferece vários benefícios, como a diminuição da presença de patógenos e aumento da produtividade e qualidade das espécies florestais de interesse econômico. No entanto, a silvicultura clonal tenha se voltado principalmente para a clonagem de espécies de fins madeireiros, há pouco desenvolvimento de tecnologias para a aplicação na fruticultura de espécies florestais nativas (BORÉM et al., 2021).

Nesse contexto, o resgate vegetativo surge como uma técnica importante para o melhoramento de espécies florestais, permitindo a multiplicação de genótipos com características superiores. Essa técnica consiste na indução de brotações de indivíduos selecionados a partir de adultos com aspectos juvenis que apresentem capacidade de enraizamento. As partes coletadas podem ser transformadas em estacas para o enraizamento, sendo essa principal técnica de propagação utilizada no setor florestal (XAVIER et al., 2021).

Visando o melhor aproveitamento de espécies florestais e a melhoria da qualidade de alimentos e produtos florestais, são utilizadas técnicas de propagação vegetativa para a obtenção em massa de novos indivíduos semelhantes ao seu antecessor (HARTMANN et al., 2017). Dentre as técnicas de propagação mais utilizadas destacam-se a estaquia, miniestaquia, alporquia e enxertia. Com isso, uma importante etapa para a realização da clonagem de plantas é o enraizamento dos propágulos com a utilização de reguladores de crescimento, como o ácido indol-3-butírico (AIB), que acelera o desenvolvimento do sistema radicular e a produção em massa de propágulos com alto rendimento para a produção florestal (BRONDANI et al., 2012).

Além da propagação por meio da clonagem, as espécies vegetais geram novos indivíduos através da reprodução sexuada, ocorrendo por meio da polinização, sendo por fatores bióticos ou abióticos. Os cruzamentos controlados são importantes para o melhoramento genético de espécies florestais e podem ser realizados por meio da polinização aberta, cruzada e autopolinização (ROCHA et al., 2007; GUOLLO et al., 2021).

As técnicas de melhoramento também são utilizadas para aumentar a eficiência na produção de plantas frutíferas nativas, que são exploradas por meio do extrativismo. Entre as famílias de espécies frutíferas nativas, a *Myrtaceae* se destaca, em particular o gênero *Psidium*, sendo amplamente distribuído no Brasil e conhecido por espécies como o araçá. O gênero apresenta potenciais aplicações na medicina tradicional, produção de óleos essenciais e na

recuperação de áreas degradadas, além do consumo dos frutos pelas populações locais (NASCIMENTO et al., 2018; MACAÚBAS-SILVA et al., 2019).

As espécies de arazá possuem diversos benefícios e usos, sendo reconhecidas como espécies prioritárias em várias regiões do Brasil, destacando-se a espécie *Psidium cattleianum* Sabine. No entanto, sua expressão econômica na fruticultura nacional é inexistente devido ao uso extrativista e sem tecnologias definidas, resultando em baixa oferta de matéria prima. Para contornar isso, são necessários estudos básicos e programas de melhoramento visando agregar valor ao produto final e aumentar a produção e qualidade dos frutos desta espécie (JACQUES et al., 2009; VIEIRA et al., 2018).

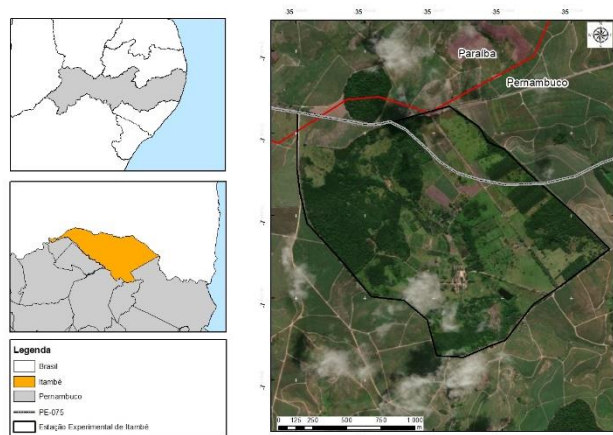
Desta forma, o presente estudo teve como objetivo o estabelecimento de técnicas de propagação clonal e cruzamentos controlados de *Psidium cattleianum* Sabine para utilização em programas de melhoramento na Zona da Mata Pernambucana, realizando testes com formas de resgate de propágulos vegetativos em acessos adultos oriundos do banco ativo de germoplasma, a produção de mudas clonais por meio de miniestaquia e a realização de cruzamentos controlados intraespecíficos para instalação de teste de progênies futuros.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Locais de Estudo

O estudo foi conduzido no Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, Estação Experimental de Itambé (Figura 1), localizado na mesorregião da Mata Pernambucana e no Viveiro Florestal do Departamento de Ciência Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. Este local foi selecionado com base em sua infraestrutura adequada e capacidade de fornecer as condições necessárias para o desenvolvimento das atividades experimentais propostas. Para obter resultados consistentes e confiáveis para a contribuição com o avanço do conhecimento científico sobre a espécie em questão.

Figura 1 - Local de coleta de dados e execução dos experimentos de resgate, propagação vegetativa e cruzamentos controlados de *Psidium cattleianum*: Estação Experimental de Itambé, pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA.



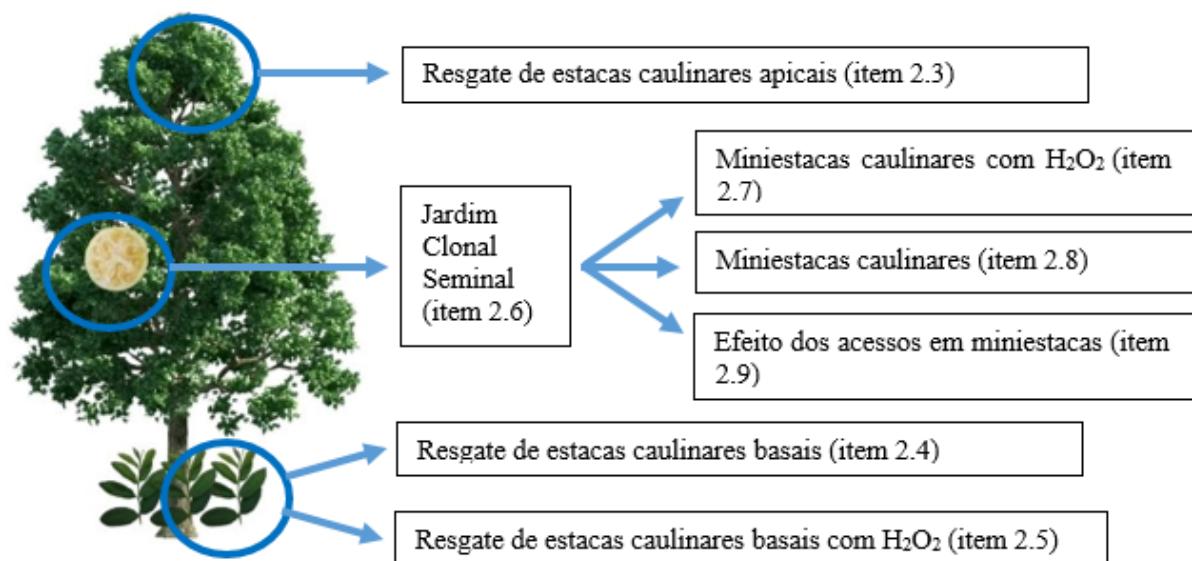
Fonte: Carvalho Junior (2022)

Os experimentos conduzidos foram realizados com materiais presentes no banco ativo de germoplasma – BAG. O banco foi implantado em 2010 com 29 acessos de *Psidium cattleianum* Sabine (Araçá-Amarelo) e 7 acessos de *Psidium myrtooides* O. Berg (Araçá-roxo), com espaçamento de plantio de 6 m x 5m. Dentre os acessos disponíveis, foram selecionados 22 acessos de *P. cattleianum* para a execução dos experimentos. A seleção levou em consideração características produtivas como produção de frutos, porte da planta, qualidade dos frutos, incidência de pragas e doenças, entre outras.

2.2. Fonte de Propágulos

A fontes de material botânico utilizado para a realização dos experimentos de resgate vegetativo foram oriundas de propágulos presentes nos acessos do banco ativo de germoplasma de espécies de *Psidium* da estação experimental de Itambé do Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA. Para a realização do resgate vegetativo, foram utilizados diversos segmentos da planta, de acordo com o seu estágio de maturidade, conforme demonstrado na Figura 2. Isso permitiu avaliar de forma abrangente a capacidade de regeneração de diferentes tecidos da planta e identificar os mais adequados para a propagação da espécie utilizada.

Figura 2 - Fonte de propágulos utilizados para a confecção de estacas e miniestacas de *Psidium cattleyanum*: Banco Ativo de Germoplasma do Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, Estação Experimental de Itambé, utilizado para a execução dos experimentos.



Fonte: Carvalho Junior (2023)

2.3. Resgate Vegetativo por Estaca Caulinar Apical Adulta

No período de dezembro de 2021 foram coletadas estacas caulinares apicais dos acessos de *P. cattleyanum* Sabine presentes no banco ativo de germoplasma. Essas estacas foram acondicionadas em caixas de isopor com camada de papel úmido e transportadas para o viveiro florestal do departamento de ciência florestal.

No viveiro, as estacas foram confeccionadas entre 8 cm - 10 cm de comprimento, mantendo-se um par de folhas com sua área foliar reduzida à metade. Em seguida, foi realizada a imersão da base das estacas em diferentes doses do regulador de crescimento ácido indol-3-butírico (AIB) em quatro concentrações (0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L⁻¹) pelo tempo de 60 segundos, conforme demonstrado na Figura 3A.

As estacas foram plantadas em tubetes de 50 cm³, contendo substrato comercial basaplant® e vermiculita na proporção 1:1, como ilustrado na Figura 3B. Em seguida, foram acondicionadas em casa de vegetação pelo período de 30 dias, em condições de temperatura média de 28 °C e umidade média de 97,4 %. Posteriormente, as estacas foram transferidas para casa de sombra e, em seguida, para pleno sol, permanecendo pelo mesmo período, conforme descrito por WENDLING et al. (2017).

Essas etapas foram fundamentais para avaliação da capacidade de enraizamento das estacas e determinação das melhores concentrações de AIB para estimular o desenvolvimento do sistema radicular. Além disso, a escolha do substrato adequado e o controle das condições de temperatura e umidade foram essenciais para garantir a propagação da espécie.

Figura 3 - Imersão de estacas de *Psidium cattleianum* em diferentes concentrações de AIB (0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L⁻¹) e acondicionadas em casa de vegetação no viveiro florestal do departamento de Ciência Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco.



Fonte: Carvalho Junior (2022)

Para avaliar o sucesso do processo de propagação vegetativa, foram realizadas avaliações em diferentes etapas do crescimento dos propágulos. Na saída de cada ambiente de crescimento, foram realizadas avaliações quanto ao número de brotações emitidas, presença de raízes na extremidade inferior do tubete e porcentagem de sobrevivência das estacas.

Na etapa final, após o período em pleno sol, foi feita a retirada de todo o substrato através de lavagem em água corrente. Em seguida, ocorreu a separação das raízes e da parte aérea das plantas, sendo cada segmento colocado em um saco de papel kraft, identificado e seco em estufa a 70 °C por 48 horas, para determinação da massa seca total (mg) através de pesagem em balança analítica. As raízes foram imersas em água para a determinação do seu volume (ml) e as folhas foram fotografadas a uma distância de 30 cm e analisadas através do software ImageJ® para a determinação de sua área foliar (cm²).

Após a coleta de informações em cada etapa do crescimento das plantas, os dados foram analisados por meio de estatística descritiva, utilizando a média aritmética e o desvio padrão.

2.4. Resgate Vegetativo por Estacas Caulinares Basais Adulta.

Durante o mês de fevereiro de 2022, foram coletadas brotações caulinares basais adultas de todos os acessos disponíveis no BAG do IPA-Itambé. Em seguida, as brotações foram acondicionadas em caixa de isopor com papel úmido e transportadas para o viveiro florestal

do departamento de ciência florestal, onde foram confeccionadas 264 estacas com comprimento entre 8 cm - 10 cm, mantendo-se um par de folhas com sua área foliar reduzida em 50 % e retirando-se as folhas basais.

As estacas foram divididas em quatro tratamentos, sendo a base de cada estaca imersa em diferentes doses do regulador de crescimento AIB, seguindo a metodologia descrita no item (resgate 1). Ao final de cada etapa de crescimento, foram avaliados o número de brotos emitidos, a sobrevivência das estacas e a presença de raízes na extremidade inferior do tubete.

Após o período em pleno sol, todo o substrato foi retirado e as variáveis determinadas seguindo os processos metodológicos descritos no item 2.3. Por fim, os dados coletados foram analisados por meio de estatística descritiva, utilizando média aritmética e desvio padrão.

2.5. Resgate e Propagação Vegetativa por Estacas Caulinares Basais Adultas com uso de H₂O₂.

No mês de maio de 2022, foram coletadas brotações caulinares basais adultas de cada acesso presente no BAG do IPA – Itambé. Essas brotações foram acondicionadas em caixas de isopor com camada de papel úmido e levadas ao Viveiro Florestal do Departamento de Ciência Florestal. Posteriormente, foram confeccionadas estacas entre 8 cm – 10 cm, mantendo-se um par de folhas com sua área foliar reduzida à metade. O objetivo do experimento foi aumentar a porcentagem de enraizamento adventício e qualidade na produção de mudas, realizando a associação de concentrações de AIB em combinação com o peróxido de hidrogênio (H₂O₂).

Ao todo, foram confeccionadas 160 estacas, divididas em 16 estacas em cada tratamento e combinação de tratamentos, sendo utilizadas cinco diferentes concentrações do regulador de crescimento AIB com e sem a presença do H₂O₂. A base das estacas foi imersa no peróxido de hidrogênio pelo período de 12 horas na concentração 50 mM, sendo mantidas em caixa de isopor. Após o período de imersão no peróxido de hidrogênio, as estacas foram imersas em solução de AIB diluído em água destilada, nas concentrações 0, 125, 250, 500 e 1.000 mg L⁻¹, onde permaneceram 24 horas armazenadas em caixa de isopor.

Os processos de confecção, estaqueamento, os substratos utilizados e suas proporções, os critérios de avaliação utilizados e períodos em cada ambiente de crescimento seguiram os processos metodológicos utilizados no item 2.3. O experimento foi definido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) no esquema fatorial (2 x 5), onde houve ou não a imersão das

estacas em H₂O₂ como Fator A e as concentrações do regulador de crescimento como Fator B, com o total de 10 tratamentos.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e verificou-se que atendiam aos pressupostos do teste de comparação de médias de Tukey ($p < 0,05$). O objetivo do teste foi analisar os efeitos individuais e interativos entre os tratamentos. Os procedimentos estatísticos foram realizados pelos softwares Rstudio® e Rbio® (R CORE TEAM, 2021; BHERING, 2021).

2.6. Produção de Mudanças para o Estabelecimento de Jardim Clonal

Para o estabelecimento do Jardim clonal, 150 sementes provenientes de cada acesso do BAG do IPA – Itambé foram dispostas para germinar. As sementes foram semeadas em sacolas plásticas com capacidade de 1 L, contendo substrato composto por terra de subsolo, substrato comercial Basaplant® e vermiculita na proporção 1:1:1, utilizando 15 sementes de cada acesso.

Após 120 dias de semeadura, foram germinadas 180 mudas de *Psidium cattleianum* (Figura 4), foi realizado o raleio e a fertilização, adicionando 15 g de NPK de liberação lenta na recomendação 11:09:27. Quando as mudas atingiram um diâmetro do coleto acima de 2 mm e 30 cm de altura, foram separadas em apenas um ramo, realizando o resgate para a realização da propagação por miniestacas dos itens posteriores.

Figura 4 – Produção de mudas por via seminal da espécie *Psidium cattleianum* provenientes do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) do Instituto Agropecuário de Pernambuco - IPA, na Estação Experimental de Itambé.



Fonte: Carvalho Junior (2022)

2.7. Propagação Vegetativa por Miniestacas Caulinares Apicais Juvenis com uso de H₂O₂

No período de junho de 2022, foi realizado o resgate caulinar apical proveniente do Jardim clonal formado de acordo com o item 2.6. Foram confeccionadas 144 miniestacas de *P. cattleyanum*, entre 6 cm e 8 cm, mantendo-se um par de folhas com sua área foliar reduzida à metade. Em seguida, foram realizados dois tratamentos para o enraizamento adventício e aceleração da produção de clones: a associação de duas concentrações de AIB, 0 e 500 mg L⁻¹, combinadas com e sem a presença do peróxido de hidrogênio (H₂O₂) na concentração 50 mM.

As miniestacas que passaram pelo tratamento foram imersas em H₂O₂ pelo período de 12 horas e acondicionadas em caixa de isopor com papel úmido. Após o período de imersão no peróxido, as miniestacas foram imersas em solução de AIB diluído em água destilada na concentração citada, onde permaneceram por 24 horas acondicionadas em caixa de isopor e papel úmido. Todo o processo de confecção, estaqueamento, composição do substrato e proporções, critérios de avaliações e permanência em cada ambiente de crescimento seguiram os processos metodológicos descritos no item 2.3.

As parcelas foram dispostas em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial triplo, considerando como fatores os acessos coletados, a presença ou não de peróxido de hidrogênio e o uso ou não do regulador de crescimento. A análise de variância (ANOVA) foi realizada, e quando significativo o teste F, foi realizado o teste de comparação de médias de Tukey a 5 % de probabilidade, com o auxílio dos softwares Rstudio® e Rbio® para análise estatística (R CORE TEAM, 2021; BHERING, 2021).

2.8. Propagação Vegetativa por Miniestacas Caulinares de Jardim Clonal de Mudas Juvenis

No período de agosto de 2022, após a coleta de brotações caulinares em Jardim clonal, foram confeccionadas miniestacas entre 6 cm a 8 cm, com redução de área foliar pela metade em um par de folhas. Em seguida, foi realizada a imersão da base das miniestacas em cinco diferentes concentrações do regulador de crescimento Ácido indol-3-butírico (AIB), 0, 500, 1.000, 2.500 e 5.000 mg L⁻¹, diluído em água destilada, para estimular o enraizamento adventício e acelerar a produção de clones.

Todo o processo de confecção, estaqueamento, composição do substrato, proporções, critérios de avaliação e permanência em cada ambiente de crescimento seguiram os processos metodológicos descritos no item 2.3.

As miniestacas foram distribuídas em delineamento em blocos casualizados (DBC), sendo confeccionadas 200 miniestacas, divididas em 10 blocos com 5 tratamentos diferentes do regulador de crescimento, cada bloco com 20 miniestacas, sendo 4 miniestacas em cada tratamento. Foi realizada análise de variância (ANOVA), e quando significativo o teste F, foi realizado o teste de comparação de médias de Tukey a 5 % de probabilidade, com o auxílio dos softwares Rstudio® e Rbio® para a análise estatística (R CORE TEAM, 2021; BHERING, 2021).

2.9. Efeito do Acesso em Miniestacas Provenientes de Brotações em Jardim Clonal de Mudas Juvenis

Neste experimento, foi utilizada uma metodologia semelhante à do item anterior (resgate 5), em que uma concentração de 500 mg L⁻¹ do regulador de crescimento Ácido indol-3-butírico (AIB) foi utilizada para estimular o enraizamento das miniestacas. As miniestacas foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), tendo como fonte de variação os acessos das minicepas. Para execução do experimento, foram seguidos os procedimentos metodológicos descritos no item 2.3, que incluem a confecção das miniestacas, formulação do substrato, proporções, critérios de avaliação e tempo de permanência em cada ambiente de crescimento.

Para realização do experimento, as miniestacas foram resgatadas e submetidas à análise de variância (ANOVA). Quando o teste F foi significativo, foi realizado o teste de comparação de médias de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. A análise estatística foi realizada com o auxílio dos softwares Rstudio® e Rbio® (R CORE TEAM, 2021; BHERING, 2021). O experimento foi conduzido durante o período de setembro a dezembro de 2022.

2.10. Cruzamentos Controlados de *P. cattleyanum* Sabine

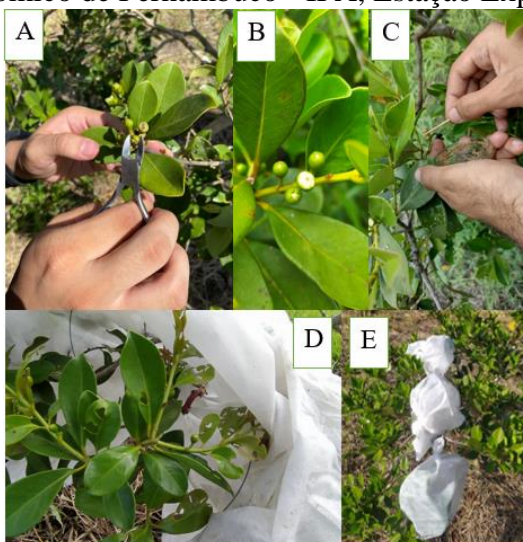
Três tipos de técnicas de cruzamentos foram empregados para realizar hibridizações com a espécie *P. cattleyanum* dos acessos presentes no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) do IPA de Itambé: Polinização aberta (controle), polinização cruzada ou Protoginia

Artificialmente Induzida (PAI) e autopolinização manual (autogamia). Foram construídas estruturas fixas nos acessos do BAG para impedir a presença de polinizadores naturais e a interferência de fatores abióticos.

Para a realização da PAI, foram selecionados ramos contendo botões florais em pré-antese em cada tratamento dos cruzamentos controlados. Esta técnica consiste em cortar o topo do opérculo do botão floral, cortando-se o terço superior do estilete, no estágio de pré-antese, ou seja, com a flor ainda fechada, realizando a polinização imediatamente após a indução, segundo a metodologia de Assis et al., 2005.

Posteriormente, foram escolhidos cinco botões florais e abertos com alicate de unha (Figura 5A e 5B). O pólen foi descarregado com palitos de dentes, cortados em bisel (Figura 5C), e foi realizada a técnica de Protoginia Artificialmente Induzida (PAI), conforme Assis et al. (2005). Os ramos foram então limpos, com a retirada de pequenos botões e flores abertas, e foram cercados com a estrutura de arame e tecido TNT®, amarrados com barbante, evitando a ação de polinizadores (Figura 5D e 5E)

Figura 5 - Realização da polinização controlada via Protoginia Artificialmente Induzida (PAI) em acessos de *Psidium cattleianum* provenientes do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de araçás do Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, Estação Experimental de Itambé



Fonte: Carvalho Junior (2022)

Para a realização da autogamia, ramos com botões florais e flores com anteras foram selecionados e limpos para eliminar pequenos botões. Em seguida, foram escolhidos cinco botões florais em pré-antese, marcados com esmalte vermelho e envolvidos em uma estrutura com arame e tecido TNT® para evitar a ação de agentes polinizadores e amarrados com

barbante. Para o tratamento controle (polinização aberta), foram selecionados cinco ramos com botões florais em pré-antese e marcados com esmalte vermelho e expostos aos polinizadores.

Após 30 dias da realização da polinização, foi avaliada a presença de botões polinizados e, novamente após 30 dias, a frutificação efetiva foi avaliada pela relação entre os valores do número de frutos fixados e o número de flores polinizadas.

Além disso, foram realizados cálculos para obter o índice de autoincompatibilidade (IAI), que é a relação entre o percentual de frutificação resultante da autopolinização manual e o percentual de frutificação resultante das polinizações. Se o IAI for igual ou inferior a 0,25, indica que a espécie é autoincompatível, conforme indicado por OLIVEIRA e GIBBS (2000). Adicionalmente, a eficiência reprodutiva (ER) foi calculada, sendo a razão entre o percentual de frutos formados por meio da polinização aberta (controle) e aqueles formados por polinização cruzada manual. Quanto mais próxima de zero for a ER, menor será a eficiência da polinização, de acordo com o estudo de POLATTO e ALVES-JUNIOR (2009).

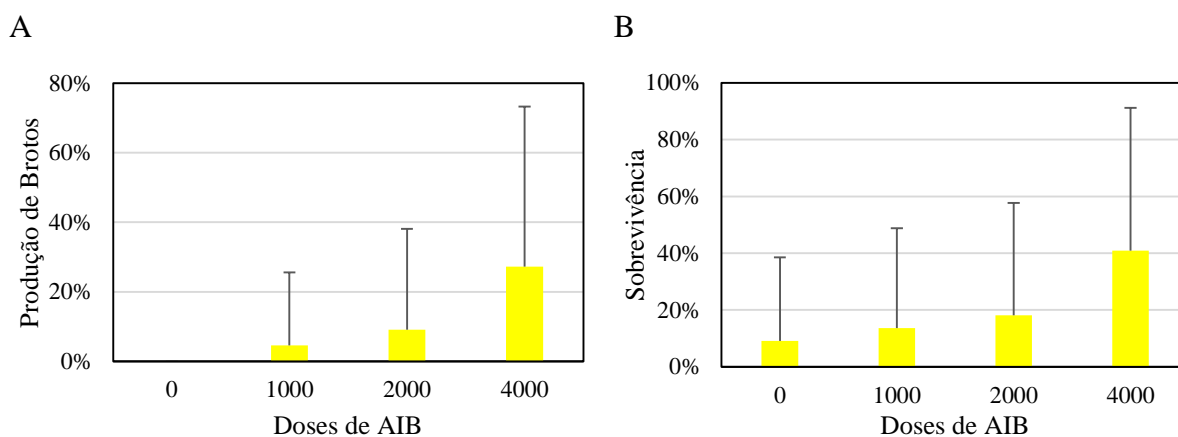
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Resgate Vegetativo por Estaca Caulinar Apical Adulta

Na casa de vegetação, a espécie *P. cattleyanum* foi estudada em relação à produção de brotos em estacas caulinares apicais e a presença de raízes após a saída do ambiente de cultivo. Foi observado a ausência de regulador de crescimento impediu completamente a produção de brotos. No entanto, para as concentrações 1.000 mg L⁻¹, 2.000 mg L⁻¹ e a maior concentração, acima de 20 % das estacas apresentaram brotações (Figura 6A).

Por outro lado, as estacas do arará-amarelo não apresentaram raízes após saírem da casa de vegetação. Quando se trata da sobrevivência das estacas, a concentração mais elevada do regulador de crescimento mostrou-se mais eficaz, seguida pelas concentrações 1.000 mg L⁻¹ e 2.000 mg L⁻¹. Na testemunha, apenas 5 % das estacas confeccionadas sobreviveram após a saída do ambiente de crescimento (Figura 6B).

Figura 6 - Média da produção de brotos e da sobrevivência (%) de estacas caulinares apicais adultas de *Psidium cattleyanum* em diferentes concentrações de AIB (0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L⁻¹) em ambiente de casa de vegetação.



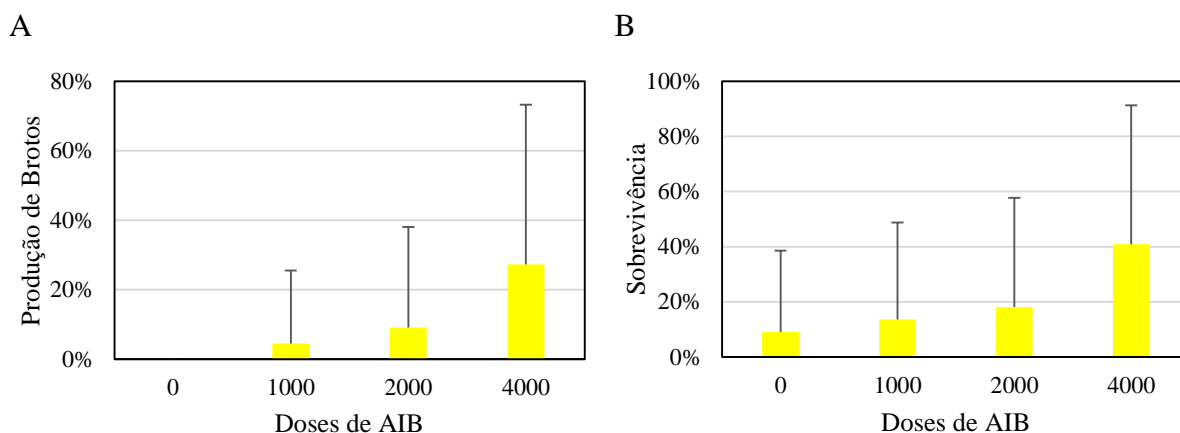
Observou-se que a produção de brotos na espécie *P. cattleyanum* por meio de estacas caulinares foi considerada baixa, sendo que a efetividade na produção de brotos está relacionada à totipotência celular, à presença de nutrientes e ao estado hormonal das células vegetais (RODRIGUES; KERBAUY, 2009). Não houve emissão do sistema radicular nas estacas da espécie após a saída da casa de vegetação.

Com relação à viabilidade dos propágulos derivados do arará-amarelo, não se registrou nenhuma sobrevivência superior a 50 % das estacas preparadas em qualquer uma das concentrações examinadas. Tal fato decorre não apenas da idade ontogenética do material empregado, podendo a sazonalidade da espécie ser um fator limitante para a propagação vegetativa, visto que o momento de resgate coincidiu com a época de frutificação dos acessos contidos no Banco Ativa de Germoplasma.

No que se refere à produção de brotos em ambiente sombreado, foram observadas médias inferiores a 50 % para a espécie (Figura 7A), sendo a maior produção de brotos observada na concentração 4.000 mg L⁻¹. As outras concentrações do regulador de crescimento apresentaram médias inferiores a 10 %, e o tratamento testemunha não apresentou brotações.

As estacas da espécie *P. cattleyanum* não apresentaram emissão de sistema radicular após o período na casa de sombra. Em relação à sobrevivência, a maior taxa foi observada na concentração de 4.000 mg L⁻¹. Os tratamentos com 2.000 e 1.000 mg L⁻¹ apresentaram taxas de sobrevivência superiores a 10 %, enquanto a ausência do AIB apresentou abaixo dos 10 % de sobrevivência dos propágulos após a saída da casa de sombra (Figura 7B).

Figura 7 - Média de produção de brotos e sobrevivência (%) de estacas caulinares apicais adultas de *Psidium cattleyanum* nas concentrações de 0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L⁻¹ de AIB em ambiente de casa de sombra.



Para a espécie *P. cattleyanum*, constatou-se uma reduzida emissão de brotações após a retirada do sombreamento a 50 %. A partir de estudos com técnicas de estaquia, constatou-se que o fator genético representa um elemento fundamental para essa característica. A propagação vegetativa mediante material clonal, em geral, exibe uma maior uniformidade na produção de brotações, uma vez que este método de propagação apresenta menor variabilidade genética em comparação a propagação seminal (MAGGIONI et al., 2021).

Com relação ao enraizamento dos propágulos do araçá-amarelo, não foi observado o início do processo de formação de raízes após 60 dias da confecção das estacas. A variável de sobrevivência permaneceu inalterada, mesmo após a mudança de ambiente. Acredita-se que a baixa presença de auxinas nas estacas durante o processo de confecção possa ter contribuído para a lentidão na formação de raízes e, conseqüentemente, para a baixa absorção do substrato e falta de sustentação no tubete (RIBEIRO et al., 2022).

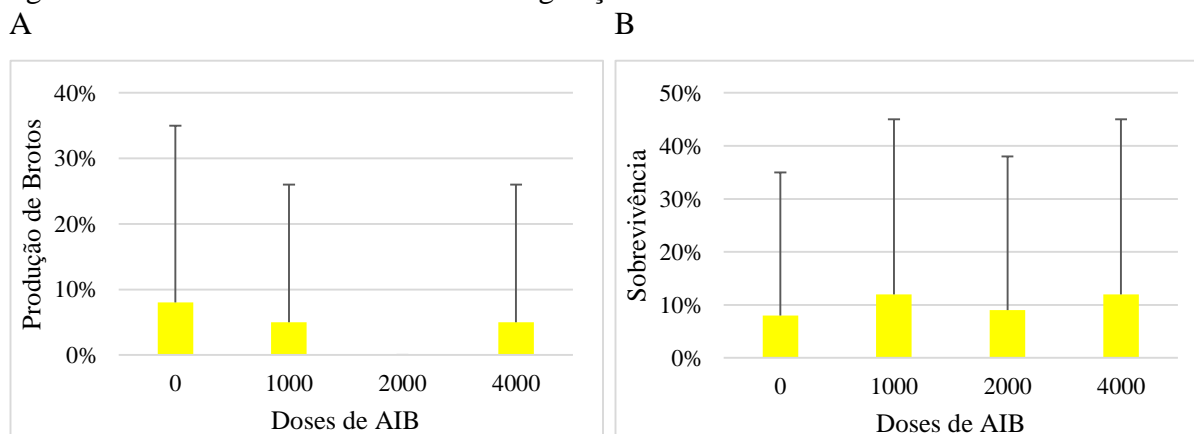
A espécie *P. cattleyanum* não apresentou sobrevivência em pleno sol. Essa espécie apresenta dificuldade na propagação vegetativa por meio da técnica de estaquia, uma vez que a sobrevivência das estacas é baixa. Além disso, é considerada uma espécie com dificuldades na emissão de raízes, mesmo com a utilização de reguladores de crescimento em diferentes concentrações (RASEIRA; RASEIRA, 1996). Devido à idade ontogenética das plantas coletadas, que possuem 12 anos, há uma redução na totipotência celular, o que dificulta o desenvolvimento do sistema radicular através de estacas lenhosas, resultando em alta mortalidade das mesmas (SCHWENGBER et al., 2000).

3.2. Resgate Vegetativo por Estacas Caulinares Basais Adulta

No experimento realizado em ambiente de casa de vegetação com a finalidade de estimular o desenvolvimento de brotações, a espécie *P. cattleyanum* apresentou média de 8 % de crescimento sem o uso de reguladores de crescimento. As estacas quando submetidas as concentrações de 1.000 e 4.000 mg L⁻¹, foram observadas baixa produção de brotações. Já para a concentração de 2.000 mg L⁻¹, não houve a ocorrência de brotações (Figura 8A).

No que se refere à formação de raízes, não foram observados quaisquer sinais de crescimento após a espécie *P. cattleyanum* ser retirada da casa de vegetação. Em relação à sobrevivência, os resultados indicaram que as doses de 1.000 e 4.000 mg L⁻¹ obtiveram as maiores taxas de sucesso, sendo acima de 10 % das estacas avançando nessa etapa. Por outro lado, a concentração de 2.000 mg L⁻¹ e a testemunha apresentaram baixa taxas de sobrevivência após o período em casa de vegetação (Figura 8B).

Figura 8 - Média da produção de brotos e taxa de sobrevivência (%) de estacas caulinares basais adultas da espécie *Psidium cattleyanum* nas concentrações de 0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L⁻¹ de AIB em ambiente de casa de vegetação.



No que se refere às estacas caulinares basais adultas da espécie *P. cattleyanum*, foi observada uma produção de brotos semelhante àquela observada nas estacas apicais. Esse equilíbrio hormonal presente no material genético adulto é o principal responsável pela baixa produção de brotações nessa espécie. Quanto à sobrevivência das estacas, foi verificada uma alta taxa de mortalidade, na qual nenhum tratamento obteve sobrevivência superior a 20 %. Esse valor é considerado baixo em comparação à produção via estaquia em espécies da mesma família (ALMEIDA et al., 2007).

No ambiente de casa de sombra, após 30 dias, as estacas provenientes dos acessos de *P. cattleyanum* não sobreviveram. A falta de desenvolvimento de raízes da espécie no período

de 60 dias, juntamente com a mudança de ambiente, pode ter sido fator determinante para a mortalidade de seus propágulos. É importante destacar que o sistema radicular favorece a maior exploração do substrato utilizado, com a absorção de água e nutrientes, além de permitir o desenvolvimento do propágulo e a emissão de brotações, junto com a fixação da estaca no tubete (RAMIREDDY et al., 2018).

Considerando o local de coleta dos acessos utilizados no experimento, mesmo que estes apresentassem juvenilidade na região basal da planta-mãe, o que normalmente os tornaria mais propícios ao enraizamento adventício, essa característica não foi suficiente para tornar viável a propagação vegetativa dessa espécie através deste método e com este tipo de propágulo. Observou-se um baixo percentual de enraizamento e nenhum sobrevivente.

3.3. Resgate e Propagação Vegetativa por Estacas Caulinares Basais Adultas com uso de H₂O₂

No ambiente de casa de vegetação, a análise de variância realizada para a espécie *P. cattleyanum* mostrou que não houve diferença significativa na interação entre o peróxido de hidrogênio e o regulador de crescimento nas variáveis produção de brotos e sobrevivência das estacas. Da mesma forma, quando essas variáveis foram analisadas isoladamente, não foram encontradas diferenças significativas.

No entanto, foi observada uma interação significativa na variável de presença de raízes no fundo do tubete, bem como em ambos os fatores. Ao analisar a interação entre os fatores compostos neste experimento, observou-se diferença de médias para o uso de H₂O₂ e o tratamento controle do AIB em relação às demais interações, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Quadro de interações entre diferentes concentrações de AIB (0, 125, 250, 500 e 1.000 mg L⁻¹) na presença e na ausência de H₂O₂ em estacas caulinares basais adultas de *Psidium cattleyanum* em ambiente de casa de vegetação.

	0	125	250	500	1.000
0	0 Bb	0 Bb	0 Bb	0 Bb	0 Bb
H ₂ O ₂	0,31 Aa	0 Bb	0 Bb	0 Bb	0 Bb

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A utilização combinada de ácido indol-3-butírico (AIB) e peróxido de hidrogênio pode ter influenciado a atividade do H₂O₂ na formação de raízes em estacas de *P. cattleyanum*.

Segundo Pasternak et al. (2005), a combinação desses fatores resulta na maior produção de enzimas antioxidantes nas estacas. Entretanto, as auxinas e o H_2O_2 provocam efeitos opostos no ciclo celular, bem como a ativação de genes que induzem a formação de raízes. Dessa forma, o uso do peróxido pode ter entrado em conflito com o efeito das auxinas na formação do sistema radicular, o que pode explicar a diferença significativa observada quando comparado com o uso exclusivo do H_2O_2 (PRADO et al., 2014; KUMAR; HUSEN, 2022).

Após 30 dias em condições de 50 % de sombreamento, as estacas de *P. cattleyanum* foram analisadas e constatou-se, por meio da análise de variância, que não houve diferença significativa em relação a nenhum dos fatores estudados neste experimento, incluindo suas interações, no que diz respeito à variável raízes. No entanto, ao final do período em casa de vegetação, não foi observada a presença de raízes em nenhuma das estacas. Isso se deve à baixa taxa de sobrevivência neste ambiente, na qual apenas 2 % das estacas confeccionadas sobreviveram e avançaram para a etapa seguinte.

Apesar da diferença significativa na emissão de raízes adventícias em ambiente de casa de vegetação, a mudança para o ambiente de sombreamento resultou em uma grande perda de estacas devido à mortalidade. Essa perda pode ser atribuída à diminuição da absorção de nutrientes pelas raízes que já haviam se desenvolvido, além da queda das folhas originais presentes desde a confecção dos propágulos e à ausência de brotações para a absorção de nutrientes por meio da fotossíntese (TRUEMAN, 2018; MOORE, 2021).

No ambiente de pleno sol, apenas duas estacas de *P. cattleyanum* sobreviveram ao processo de rustificação, ambas apresentando raízes e alto vigor, sem a presença de brotos. Com relação às características dessas estacas sobreviventes, ambas produziram um volume de raízes de 0,5 ml e apresentaram massa média de matéria seca de 470 mg, sem folhas.

A época do ano em que o resgate e a propagação vegetativa são realizados pode ser um dos diversos fatores fisiológicos que modificam as características endógenas dos acessos, devido ao balanço hormonal e às reservas de energia. Isso faz com que a propagação vegetativa ocorra de maneiras diferentes em cada estação do ano, respondendo de formas distintas, além do impacto na formação de flores e frutos, onde há novamente um desequilíbrio hormonal.

No caso do resgate dos propágulos de *P. cattleyanum*, este foi realizado no inverno da zona da mata pernambucana, enquanto que para a espécie, a eficiência da propagação vegetativa é maior na estação do verão, em relação ao outono e inverno (BIAZATTI et al., 2018).

A variação sazonal das estações do ano pode provocar um desequilíbrio hormonal na espécie, o que pode ser um dos fatores que contribuem para a baixa taxa de enraizamento das estacas confeccionadas. Além disso, o uso de H_2O_2 em combinação com o regulador de crescimento pode agravar a situação, uma vez que, em concentrações elevadas de AIB, o peróxido de hidrogênio pode reduzir a atividade das auxinas, que são importantes para o desenvolvimento do sistema radicular (PRADO et al., 2015).

3.4. Propagação Vegetativa por Miniestacas Caulinares Apicais Juvenis com o uso de H_2O_2

No crescimento dos brotos, foi observada uma diferença significativa entre as miniestacas tratadas com AIB em uma concentração de 500 mg L^{-1} em relação às miniestacas não tratadas com a solução. Não foi registrada perda de material durante a etapa de crescimento em ambiente de casa de vegetação. Quanto à presença de raízes, somente 5 % das miniestacas apresentaram raízes no fundo do tubete, resultando em uma baixa quantidade de propágulos com raízes. Nesse sentido, não foi encontrada diferença significativa em relação aos demais tratamentos e suas interações.

Para se obter uma maior formação de brotações, é necessário que haja um equilíbrio adequado entre as concentrações de citocininas e auxinas. Quando a citocinina predomina, tende a criar propágulos que podem ser utilizados na construção de minijardins clonais (FERREIRA et al., 2020). Em estudos nos quais foram realizados testes de concentrações de AIB, observou-se uma maior produção de brotos em miniestacas que não foram tratadas com o regulador. Contudo, em um experimento distinto, no qual as miniestacas receberam o tratamento com uma concentração de 500 mg L^{-1} de AIB, houve uma diferença estatística significativa em relação àquelas que não foram imersas em AIB. Nesse caso, não ocorreu um desequilíbrio na relação entre auxinas e citocinina, permitindo que os propágulos emitissem brotações normalmente (LIMA et al., 2022).

Na casa de sombra, foi observada uma diferença significativa na utilização de reguladores de crescimento e peróxido de hidrogênio para o crescimento de brotos em miniestacas. De acordo com o teste de comparação de médias de Tukey, a utilização de AIB na concentração de 500 mg L^{-1} foi superior ao tratamento testemunha, apresentando média de 86 % em relação aos 15 % na ausência do regulador. Por outro lado, em relação ao uso de peróxido de hidrogênio, a ausência da solução apresentou diferença em relação à imersão das

miniéstacas em H₂O₂, onde a ausência, de acordo com o teste de Tukey, apresentou médias de 60 % em comparação com a imersão das miniéstacas que resultou em 42 %.

Com relação à avaliação da presença de raízes nas miniéstacas, foi observada diferença significativa na utilização do regulador de crescimento, sendo que a imersão na concentração 500 mg L⁻¹ de AIB foi considerada superior à ausência do regulador. De acordo com o teste de comparação de médias de Tukey, a presença do regulador apresentou média de 67 % enquanto a ausência resultou em média de 14 %. Quanto à variável de sobrevivência não houve diferença significativa entre os tratamentos, acessos e suas interações.

Durante a fase de cultivo após o período em casa de sombra, a produção de brotos permaneceu semelhante à etapa anterior. No entanto, em relação ao uso do peróxido de hidrogênio, foi observada diferença estatística quando comparada à ausência da solução. A interação entre o regulador de crescimento e o H₂O₂, compostos opostos no processo de divisão celular, pode ser a causa da desaceleração na construção de brotações nas miniéstacas (SILVA et al., 2021).

Quanto à presença de raízes nos propágulos após a saída do sombreamento, houve significância no tratamento com a utilização do regulador de crescimento. Isso se deve à adição de auxinas na base da estaca, o que estimula a emissão de raízes e promove a formação de um sistema radicular mais uniforme e volumoso, além de acelerar o enraizamento e o processo de criação de mudas para programas de melhoramento genético da espécie (DUARTE et al., 2022).

Após o período de rustificação dos propágulos, verificou-se a diferença estatística na interação entre o AIB e o peróxido de hidrogênio para a variável brotos, bem como para a sobrevivência. Quanto à presença de raízes nas miniéstacas, não houve diferença significativa, uma vez que 99 % das miniéstacas apresentaram eficiência na produção de raízes. Na análise das interações entre o regulador de crescimento e o peróxido de hidrogênio nas variáveis produção de brotos e sobrevivência, observou-se que a interação entre a concentração de 500 mg L⁻¹ e a ausência do uso de H₂O₂ apresentou médias inferiores em relação às outras interações testadas, sendo as demais apresentaram diferença significativa em ambas as variáveis, conforme a tabela 2.

Tabela 2 - Quadro de interação para as variáveis brotos e sobrevivência entre as concentrações 0 e 500 mg L⁻¹ de AIB na presença e ausência de H₂O₂ em miniéstacas apicais juvenis de *Psidium cattleianum* em ambiente de pleno sol.

Brotos	Sobrevivência
--------	---------------

	0	500		0	500	
	0	0,94 Aa	0,64 Bb	0	1 Aa	0,61 Bb
H ₂ O ₂	1 Aa	1,14 Aa		H ₂ O ₂	1 Aa	0,97 Aa

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O uso da concentração de AIB produziu resultados distintos para as variáveis de produção de brotações, sobrevivência e enraizamento das miniestacas confeccionadas. Verificou-se que, à medida que aumentou o uso do regulador de crescimento com a ausência do uso da solução de H₂O₂, houve uma diminuição na produção de brotos e um aumento na mortalidade de miniestacas, comportamento comum em estudos que investigam o aumento das concentrações do regulador de crescimento, como os obtidos em estudos utilizando miniestacas de *C. tricotoma*, híbridos de *Eucalyptus tereticornis* x *E. camaldulensis* e *Sequoia sempervirens* (PEREIRA et al., 2018a; SILVA et al., 2021; MUTHULAKSHMI et al., 2021).

A explicação para a diminuição na produção de brotações e sobrevivência com o aumento das concentrações de auxinas é devido à desregulação do balanço auxina/citocinina. Com a utilização de reguladores como o AIB na base da miniestaca, o balanço fica predominantemente para auxinas e ocorre maior divisão celular visando o enraizamento adventício. A baixa presença de citocinina resulta em uma menor divisão celular visando o desenvolvimento de gemas laterais, o que influencia na sobrevivência dessas miniestacas (PEREIRA et al., 2020; DUTRA et al., 2021).

Com relação à avaliação das características dos propágulos após as etapas de desenvolvimento, foi observada diferença estatística na interação entre os fatores AIB e H₂O₂ para a variável de massa de matéria seca (mg), enquanto as demais variáveis não apresentaram significância na interação. De forma isolada, o volume de raízes (ml) apresentou diferença estatística nos fatores acesso e AIB, assim como na área foliar, na qual o AIB mostrou diferença significativa em relação ao peróxido de hidrogênio. Em ambas as variáveis, o tratamento com 500 mg L⁻¹ de AIB foi superior em relação à testemunha.

No que se refere à área foliar, houve diferença significativa no uso do regulador de crescimento e na imersão em peróxido de hidrogênio. O uso de AIB na concentração 500 mg L⁻¹ mostrou-se considerável no teste de comparação de médias de Tukey, com 12,67 cm² para o uso do regulador, enquanto a sua ausência obteve medias de 5,26 cm². Já para o uso de peróxido de hidrogênio, o resultado do teste Tukey mostrou-se expressivo em comparação à testemunha, com 10,81 cm² para a utilização do peróxido e 7,12 cm² para a ausência.

Tanto em casa de vegetação quanto em casa de sombra, foi observada uma produção significativa de brotos na presença dos fatores AIB e H₂O₂. Como resultado, a área foliar apresentou diferença significativa na presença de ambos. No entanto, tais resultados contradizem estudos anteriores que utilizaram este regulador de crescimento, pois a utilização dessa solução resultou em menor produção de brotos e, conseqüentemente, menor área foliar. Isso ocorre devido ao desequilíbrio na relação auxinas/citocininas, que é responsável pela emissão de brotos (ALMEIDA et al., 2017; SILVA et al., 2022b).

Em relação a característica do volume de raízes apresentado pelas miniestacas sobreviventes, o acesso 34 sobressaiu estatisticamente em relação aos demais utilizados neste experimento, de acordo com a Tabela 3, onde apresentou média de 1,63 ml.

Tabela 3 - Níveis de significância das médias do volume de raízes de miniestacas caulinares apicais juvenis de *Psidium cattleianum* nos acessos utilizados, de acordo com o teste de comparação de médias de Tukey a 5%.

Volume de Raízes		
Acesso	Média (ml)	Significância
34	1,63	a
3	1,34	ab
33	1,29	ab
49	1,29	ab
23	1,26	ab
4	1,25	ab
5	1,1	ab
16	1,09	ab
32	1,09	ab
44	1,01	ab
21	0,96	ab
15	0,83	b

Médias representadas pela mesma letra não diferem significativamente, de acordo com o teste Tukey a 5%.

Neste modelo de experimento, o acesso 34 apresentou melhor desempenho na produção de raízes em maior volume em comparação com os outros progenitores presentes no BAG do IPA. Esse acesso demonstrou maior adaptação ao uso do regulador de crescimento, e a imersão da base das miniestacas proporcionou maior divisão celular para a formação de raízes

adventícias, resultando em diferenças significativas para essa variável em relação à capacidade de crescimento do sistema radicular, assim como a adaptação ao uso do peróxido de hidrogênio (SOBROSA; CORDER, 2012; PEREIRA et al., 2019).

De acordo com a avaliação da interação das concentrações do regulador de crescimento em conjunto com a ausência e o uso do peróxido de hidrogênio, para a característica da massa de matéria seca, conforme o quadro de interações (Tabela 4), o uso simultâneo do AIB com o H₂O₂ e a ausência de ambos foram semelhantes estatisticamente.

Tabela 4 - Quadro de interação entre doses de 0 a 500 mg L⁻¹ de AIB, na presença e ausência de H₂O₂, em miniestacas apicais juvenis de *Psidium cattleianum* para a variável de massa de matéria seca.

Massa Seca (mg)		
	0	500
0	375 Aa	393 Ba
H ₂ O ₂	343 Ab	534 Aa

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação à variável massa de matéria seca, tanto o uso dos fatores AIB e H₂O₂ quanto a ausência de ambos foram estatisticamente significativos. Observou-se que a presença de ambos os fatores aumentou os valores dessa característica devido ao desenvolvimento do sistema radicular, assim como as suas ausências, uma vez que o H₂O₂ e as auxinas são gerados normalmente no metabolismo das células vegetais e realizam o balanceamento das ações das enzimas antioxidantes, mantendo o equilíbrio para a produção de brotações (AHKAMI et al., 2013; STEFFENS; RASMUSSEN, 2016; LI et al., 2019).

3.5. Propagação Vegetativa por Miniestacas Caulinares de Jardim Clonal de Mudanças Juvenis

As miniestacas caulinares provenientes de minicepas do jardim clonal, após 30 dias da instalação do experimento em casa de vegetação, constatou-se que não houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos do regulador de crescimento para as variáveis produção de brotos, presença de raízes e sobrevivência dos propágulos. A ausência de diferenças significativas entre as variáveis analisadas deve-se à baixa quantidade de miniestacas que apresentaram emergência de brotações e emissão de raízes.

Apenas uma repetição apresentou brotos, enquanto para raízes, somente 10 % das estacas apresentaram o sistema radicular. Com relação à sobrevivência, a baixa mortalidade dos propágulos neste ambiente pode ser atribuída a baixa queda de folhas originais, onde permaneceram a ocorrência da fotossíntese para manutenção das miniestacas, já que 94 % dos propágulos avançaram para a etapa de sombreamento.

Considerando-se que a casa de vegetação é um ambiente controlado, pressupõe-se que as condições climáticas nesse espaço influenciem na produção de brotações e sistema radicular em miniestacas, dada a juvenilidade deste material. No entanto, estas variáveis não apresentaram diferença significativa nesta etapa de crescimento, não havendo, portanto, respostas das miniestacas para essas variáveis.

Em um ambiente de casa de sombra, após a avaliação das miniestacas sobreviventes na etapa anterior, foi constatada diferença significativa entre os tratamentos realizados com o regulador de crescimento para as variáveis produção de brotos e presença de raízes no fundo do tubete. Quanto ao quesito sobrevivência das miniestacas confeccionadas, não houve diferença significativa em ambos os fatores neste ambiente de desenvolvimento.

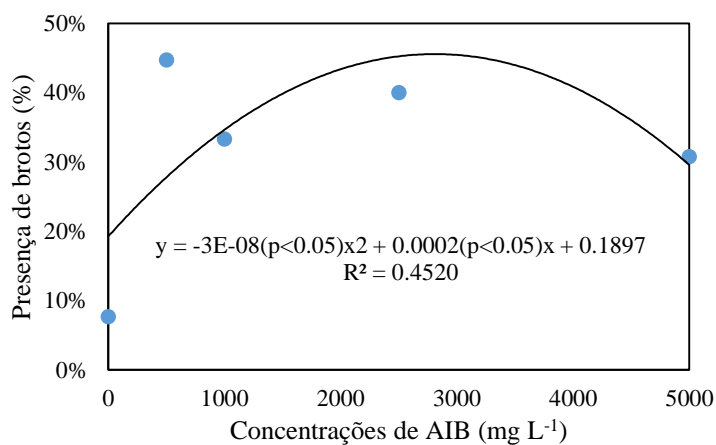
De acordo com a análise de variância para o quesito presença de brotações, onde os tratamentos de AIB apresentaram diferença estatística entre si, com prioridade para o intervalo entre as concentrações 2.000 e 3.000 mg L⁻¹. A presença de brotações mostrou-se efetiva nessas concentrações, atingindo o platô na porcentagem de produção de brotações nas miniestacas, conforme a regressão representada pela Figura 9A.

Quanto à variável emissão de raízes, foi constatada diferença significativa entre as concentrações de AIB, por meio da análise de variância. Assim, de acordo com o ajuste do modelo de regressão, observou-se a maior presença do sistema radicular para miniestacas de *P. cattleyanum* no intervalo da concentração 3.000 mg L⁻¹, alcançando 100 % dos propágulos com emissão de raízes, de acordo com a Figura 9B.

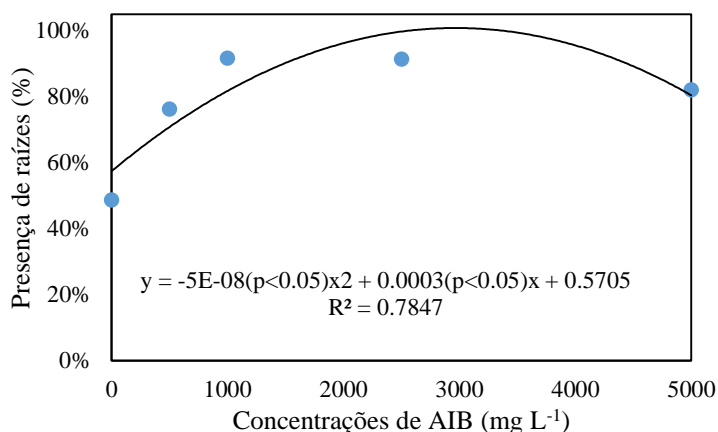
Figura 9 - Produção de brotações em miniestacas caulinares de mudas juvenis de araçá-amarelo (*Psidium cattleyanum*) na saída da casa de sombra e presença de raízes em miniestacas

aos 60 dias de idade, em função da aplicação de diferentes doses de AIB (0, 1.000, 2.500 e 5.000 mg L⁻¹).

A



B



Com relação à produção de brotação e enraizamento de miniestacas de *P. cattleyanum*, houve emergência de brotos em todos os tratamentos realizados, sendo médias superiores a 20 %, enquanto o enraizamento foi acima de 40 % e a sobrevivência em todas as concentrações acima de 85 %. É importante ressaltar que a emissão do sistema radicular em miniestacas do gênero *Psidium* é necessária antes da emergência de brotações para garantir a maior sobrevivência dos propágulos, devido ao consumo excessivo de reservas de carboidratos no desenvolvimento dos brotos, o que diminui a disponibilidade energética para a rizogênese e pode resultar na mortalidade das miniestacas (FACHINELLO et al., 2005; DIWAN et al., 2022).

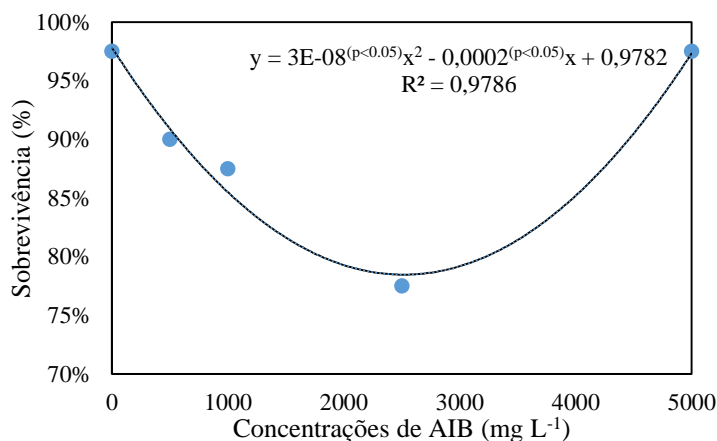
No que se refere ao enraizamento e ao uso de reguladores de crescimento, é importante destacar que espécies florestais possuem um limite de absorção de auxinas, que são responsáveis pela indução da emissão do sistema radicular. Observa-se que, a partir da

concentração de 3.000 mg L⁻¹ de AIB, a rizogênese decresce devido ao efeito contrário da auxina na divisão celular do sistema radicular (DI BATTISTA et al., 2019; BANSAL et al., 2022).

Na fase final do processo de desenvolvimento de miniestacas para a rustificação, na etapa de exposição direta à luz solar, não foi observada diferença significativa nas variáveis de raízes em ambos os fatores, bem como na produção de brotações nas concentrações de AIB testadas após 30 dias em condições de pleno sol. Entretanto, verificou-se diferença significativa na sobrevivência das miniestacas, em relação ao tratamento com o regulador de crescimento.

Em relação à variável de sobrevivência das miniestacas após o período de sombreamento, foi identificada diferença estatística entre os tratamentos do regulador de crescimento, de acordo com a análise de variância realizada. O modelo de regressão ajustado indicou uma média maior de sobrevivência nas concentrações 0 e 5.000 mg L⁻¹, com médias superiores a 95 %, conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 - Sobrevivência das miniestacas caulinares de mudas juvenis de araçá-amarelo (*Psidium cattleianum*) aos 90 dias de idade na saída do ambiente de pleno sol, em função da aplicação de diferentes doses de AIB (0, 1.000, 2.500 e 5.000 mg L⁻¹).



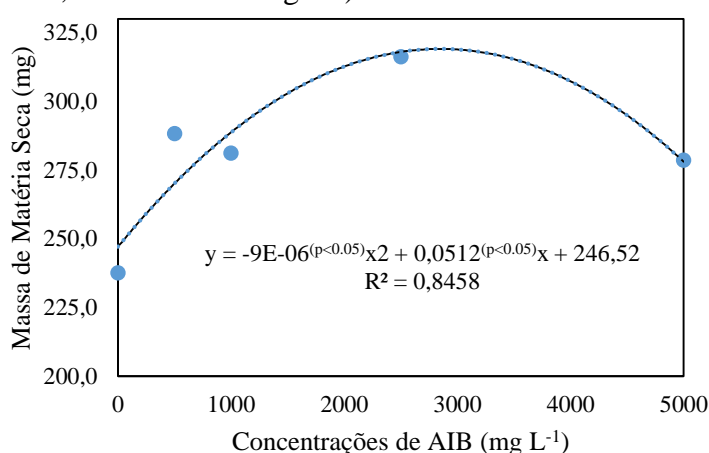
Ao contrário do ocorrido no ambiente de sombreamento, a sobrevivência das miniestacas apresentou decréscimo nas concentrações intermediárias. No entanto, a média percentual de sobreviventes nas concentrações de menor valor foi considerada satisfatória, com valores superiores a 75 % de acordo com a regressão. Esses níveis de sobrevivência foram considerados elevados e semelhantes aos relatados em estudos com híbridos do gênero *Eucalyptus* (GOULART et al., 2010; BRONDANI et al., 2010; SPASSIN; GARCIA, 2016).

A queda na sobrevivência das miniestacas após o período de rustificação dos propágulos pode ter ocorrido devido à mudança de ambiente para o desenvolvimento e à sazonalidade. O ambiente de pleno sol oferece condições menos controladas em comparação com os ambientes anteriores, com maior pluviosidade, altas temperaturas e forte radiação solar, que são condições adversas para mudas juvenis (SÁNCHEZ-BLANCO et al., 2019).

Após o período de exposição plena ao sol, foram avaliados os parâmetros de volume de raízes e área foliar, seguido pela secagem em estufa e medição da massa de matéria seca. Foi observada diferença estatística para as variáveis massa de matéria seca e volume de raízes. Em relação ao volume de raízes, a análise de variância demonstrou diferença significativa entre os tratamentos do regulador de crescimento utilizados. No entanto, os parâmetros do modelo estatístico não apresentaram significância, em nenhum dos fatores utilizados neste experimento.

Com relação à variável de massa de matéria seca, após a avaliação do experimento, foi constatada diferença estatística entre as concentrações utilizadas de AIB, conforme a ANOVA. Posteriormente, de acordo com o ajuste do modelo de regressão, foi observada a maior média na produção de massa de matéria seca de miniestacas de *P. cattleyanum* no intervalo entre as concentrações de 2.500 e 3.000 mg L⁻¹, com médias superiores a 300 mg de matéria produzida, como pode ser visualizado na Figura 11.

Figura 11 – Massa de matéria seca das miniestacas caulinares de mudas juvenis do araçá-amarelo (*Psidium cattleyanum*) ao final do experimento, em função da aplicação de diferentes doses de AIB (0, 1.000, 2.500 e 5.000 mg L⁻¹).



Assim como ocorreu em casa de sombra, para as variáveis presença de brotos e enraizamento, a massa de matéria seca apresentou diferença estatística para o intervalo de concentrações de 2.500 e 3.000 mg L⁻¹, devido à alta correlação entre as variáveis. Nesse

intervalo, ocorreu a maior produção de brotos e a maioria das miniestacas confeccionadas apresentou sistema radicular.

Em espécies florestais do gênero *Psidium*, observa-se maior adaptação no enraizamento de miniestacas para dosagens médias do regulador de crescimento em concentrações abaixo de 5.000 mg L⁻¹, devido à grande presença desta auxina na composição das brotações usadas para a propagação vegetativa, além da baixa presença de citocininas, hormônio antagonista na formação do sistema radicular (ALTOÉ et al., 2011; RIBEIRO et al., 2021).

3.6. Efeito do Acesso em Miniestacas Provenientes de Brotações Apicais de Minicepas em Jardim Clonal

Os acessos provenientes do BAG do IPA – Itambé apresentaram efeito significativo em todos os quesitos avaliados após 30 dias em casa de vegetação. Dentre os acessos, o acesso 23 destacou-se na variável presença de raízes, apresentando maior média de miniestacas com sistema radicular, além de demonstrou desempenho satisfatório nos demais quesitos avaliados (Tabela 5). O acesso 32 também obteve resultados expressivos, sendo o acesso com médias significativas nos quesitos sobrevivência e produção de brotos.

Tabela 5 - Níveis de significância das médias de produção de brotos, emissão de raízes e sobrevivência de miniestacas de brotações apicais de minicepas em jardim clonal de *Psidium cattleyanum* em casa de vegetação, de acordo com o teste de Scott-Knott a 5 % de significância.

Produção de Brotos			Emissão de Raízes			Sobrevivência		
Acesso	Média	Teste	Acesso	Média	Teste	Acesso	Média	Teste
23	68 %	a	23	44 %	a	23	100 %	a
50	61 %	a	15	25 %	b	32	100 %	a
15	60 %	a	32	20 %	b	33	100 %	a
13	45 %	a	50	17 %	b	49	100 %	a
32	44 %	a	13	14 %	b	44	96 %	a
34	30 %	b	34	13 %	b	34	92 %	b
33	24 %	b	44	13 %	b	50	92 %	b
44	21 %	b	33	8 %	b	13	88 %	b
49	20 %	b	49	4 %	b	15	80 %	b

Médias representadas pela mesma letra não diferem significativamente, de acordo com o teste Scott-Knott a 5 % de significância.

Para o desenvolvimento de protocolos de propagação via miniestaquia para a espécie *P. cattleyanum*, é necessário selecionar genótipos com alto potencial na formação de brotos, rapidez na emissão do sistema radicular e alta porcentagem de sobrevivência. A constituição genética de cada material propagado é um fator importante a ser considerado na seleção dos acessos no início do programa de melhoramento florestal.

A velocidade na emissão do sistema radicular é o principal fator para a sobrevivência de miniestacas, visto que permite a absorção de nutrientes e a fixação do propágulo no tubete. A capacidade de enraizamento varia entre as espécies do gênero e entre os acessos utilizados na constituição do experimento. Nesse sentido, o estímulo hormonal presente nos propágulos difere entre os acessos, apresentando diferentes porcentagens de auxinas e fitohormônios necessários para a emissão de raízes adventícias (MANTOVANI et al., 2017; AZEVEDO et al., 2022).

Os acessos 23 e 32, apresentaram maior aceleração do desenvolvimento das miniestacas em ambiente de casa de vegetação, assim como ocorrido em clones de híbridos de *Eucalyptus grandis*, onde se confirmou o comportamento diferente referente à capacidade rizogênica e a resposta do genótipo de cada clone na velocidade de emissão de raízes nos indivíduos propagados (MELO et al., 2011).

Para o ambiente de sombreamento, houve diferença significativa nos acessos utilizados no quesito sobrevivência das miniestacas após 60 dias de confecção. Apenas o acesso 15 demonstrou alta taxa de mortalidade em relação aos demais (Tabela 6). Não houve diferença significativa entre os acessos estudados nos quesitos produção de brotos e emissão de raízes. Isso se deve à grande produção de brotos nas repetições das miniestacas, onde 85 % dos propágulos confeccionados apresentaram brotações, assim como na emissão de raízes, com 71 % das miniestacas que sobreviveram a este ambiente apresentando sistema radicular.

Tabela 6 – Níveis de significância das médias de sobrevivência de miniestacas de brotações apicais de minicepas em jardim clonal de *Psidium cattleyanum* em casa de sombra, de acordo com o teste de Scott-Knott a 5 % de significância.

Sobrevivência		
Acesso	Média	Teste
32	100 %	a
33	100 %	a
49	100 %	a
16	96 %	a

23	96 %	a
44	96 %	a
34	92 %	a
45	92 %	a
13	88 %	a
50	84 %	a
15	60 %	b

Médias representadas pela mesma letra não diferem significativamente, de acordo com o teste Scott-Knott a 5 % de significância.

Algumas espécies florestais podem ter seu desenvolvimento de miniestacas limitado em condições de sombreamento devido à menor exposição às radiações solares, o que restrinja a produção de carboidratos por meio da fotossíntese (ALMEIDA et al., 2005; PESSANHA et al., 2018). O sombreamento pode ainda afetar a liberação de nutrientes presentes no substrato, diminuindo sua absorção pelas raízes e cessando sua disponibilidade para os demais componentes da planta (FAGERIA, 1998; THAKUR; KUMAR et al., 2021).

No entanto, para as miniestacas da espécie *P. cattleyanum*, as condições de sombreamento não influenciaram na produção de brotações e no enraizamento, e a maioria dos acessos coletados obteve taxas de sobrevivência acima de 80 % em condições de 50 % de sombreamento.

Durante o processo de rustificação das miniestacas, após 30 dias em ambiente de pleno sol, verificou-se diferença significativa entre os acessos em relação às variáveis produção de brotos e sobrevivência. Os acessos 23 e 32 destacaram-se em relação aos demais, apresentando médias superiores para ambas as variáveis.

Quanto à sobrevivência, além dos mencionados, quatro acessos obtiveram significância de acordo com o teste de Scott-Knott, conforme demonstrado na Tabela 7. Não houve diferença significativa entre os acessos no que se refere à presença de raízes no fundo do tubete, uma vez que 91 % das miniestacas produzidas apresentaram sistema radicular.

Tabela 7 – Níveis de significância das médias de produção de brotos e sobrevivência de miniestacas de brotações apicais de minicepas em jardim clonal de *Psidium cattleyanum* em ambiente de pleno sol, de acordo com o teste de Scott-Knott a 5 % de significância.

Produção de Brotos			Sobrevivência		
Acesso	Média	Teste	Acesso	Média	Teste
23	128 %	a	32	100 %	a

32	108 %	a	23	96 %	a
45	96 %	b	44	96 %	a
50	95 %	b	16	88 %	a
44	92 %	b	45	88 %	a
13	91 %	b	49	84 %	a
33	86 %	b	50	80 %	b
16	79 %	b	13	76 %	b
49	76 %	b	33	76 %	b
15	75 %	b	34	76 %	b
34	73 %	b	15	56 %	b

Médias representadas pela mesma letra não diferem significativamente, de acordo com o teste Scott-Knott a 5 % de significância.

Existem diversos fatores que podem determinar a sobrevivência de miniestacas em ambiente de pleno sol. Entre eles, destaca-se a sazonalidade, visto que a estação verão, com temperaturas mais elevadas e menor quantidade de chuvas, pode afetar os recursos hídricos disponíveis para a manutenção dos propágulos (PEREIRA et al., 2020). Ademais, a disposição das miniestacas na bandeja de tubetes pode influenciar significativamente na sua sobrevivência, tendo em vista que algumas áreas da bandeja podem apresentar maior sombreamento e menor contato com a irrigação do ambiente (SCHORN et al., 2019).

Após o período de exposição em ambiente de pleno sol, foram realizadas avaliações dos aspectos relacionados ao volume de raízes e área foliar das miniestacas, seguido da secagem em estufa e da análise de massa de matéria seca, que foram submetidos a ANOVA. Os resultados indicaram que houve diferença significativa entre os acessos presentes no experimento. Notadamente, os acessos 32, 45 e 34 destacaram-se em relação aos demais, apresentando maior desenvolvimento no sistema radicular e maior área foliar em suas brotações. Além desses, outros três acessos apresentaram significância para o volume de raízes, bem como dois acessos apresentaram diferença estatística para a área foliar (Tabela 8).

Tabela 8 – Níveis de significância das médias de volume de raízes e área foliar de miniestacas de brotações apicais de minicepas em jardim clonal de *Psidium cattleianum*, de acordo com o teste de Scott-Knott a 5 % de significância.

Volume de Raízes			Área Foliar		
Acesso	Média (ml)	Teste	Acesso	Média (cm ²)	Teste

32	1,16	a	32	18,04	a
45	1,07	a	45	14,57	a
44	1,06	a	13	14,52	a
49	0,98	a	34	12,88	a
50	0,96	a	23	12,78	a
34	0,95	a	50	11,55	b
23	0,91	b	33	11,29	b
16	0,83	b	44	10,69	b
33	0,83	b	49	9,14	b
13	0,83	b	15	8,35	b
15	0,74	b	16	7,63	b

Médias representadas pela mesma letra não diferem significativamente, de acordo com o teste Scott-Knott a 5 % de significância.

O efeito genético se manifesta de maneira significativa no desenvolvimento do sistema radicular dos acessos de *P. cattleyanum*. Essa afirmação é baseada na observação de que o volume de raízes apresentou significância em relação à presença do sistema radicular após a exposição ao pleno sol. Os acessos que se destacam nesse sentido apresentam maior produção de enzimas responsáveis pela multiplicação celular no sistema radicular, bem como pelo desenvolvimento de brotações, resultando em uma maior capacidade de fixação e absorção de nutrientes do substrato utilizado (OLIVEIRA et al., 2016; OLIVEIRA JUNIOR et al., 2020).

3.7. Cruzamentos intraespecífico de *P. cattleyanum* Sabine

Os cruzamentos controlados foram realizados em acessos da espécie *P. cattleyanum*, com a verificação realizada após 30 dias da sua execução nos 12 acessos que floresceram na área de estudo. Observou-se que o tratamento controle apresentou resultados superiores tanto em relação à autopolinização quanto à polinização cruzada.

No referido tratamento, 41 dos botões florais que foram submetidos à polinização bem-sucedida iniciaram o processo de desenvolvimento do fruto, como indicado na Tabela 9, com uma taxa de fecundação efetiva de 68 % (Figura 12). Ademais, foi constatado que houve crescimento do ovário, sépalas com inserção paralela ao pistilo e uma epiderme do fruto com coloração verde clara e textura lisa.

Tabela 9 - Número de botões polinizados e frutos formados de *P. cattleyanum* após a realização dos tratamentos de cruzamentos no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de araçás na Estação Experimental de Itambé do Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA.

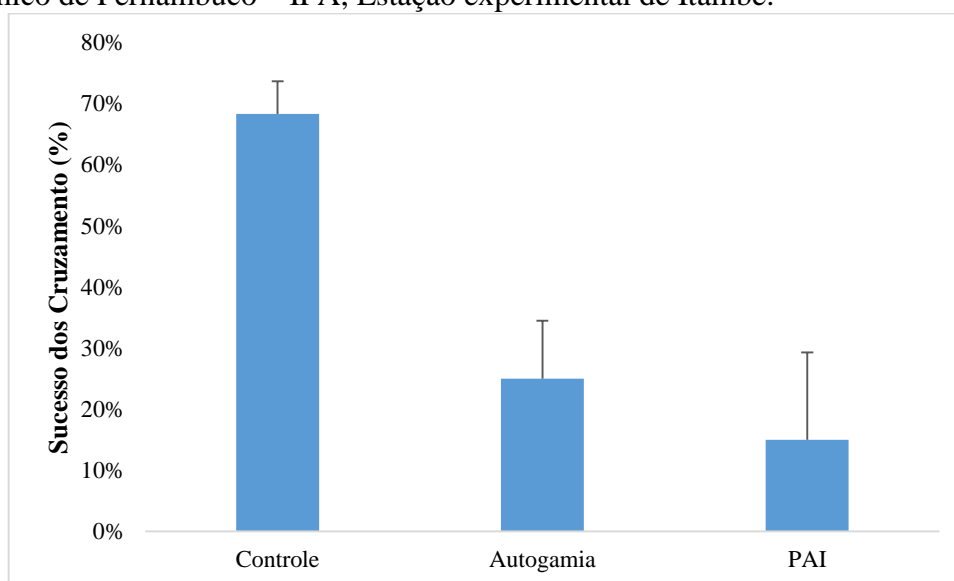
Tratamentos	Nº de Flores	Botões Polinizados	Frutos
Controle	60	41	27
Autogamia	60	15	6
PAI*	60	9	4

*Protoginia Artificialmente Induzida

Em seguida, realizou-se o tratamento de autogamia, com 15 botões polinizados e apresentando as mesmas características já mencionadas, obtendo-se uma efetividade na polinização controlada de 25 %. Por último, realizou-se o tratamento de protoginia artificialmente induzida (PAI), com 9 botões polinizados e com uma taxa de sucesso de 15 % em relação às flores utilizadas para este tratamento (Figura 12).

Observou-se uma superioridade nos valores obtidos no tratamento de polinização aberta em relação à autogamia e ao cruzamento controlado, com uma taxa de sucesso acima de 40 %. Tal resultado indica que os polinizadores naturais da espécie possuem um papel significativo na transferência de pólen e na perpetuação da espécie (NUCCI; ALVES JÚNIOR, 2017). No entanto, mesmo com taxas abaixo de 30 %, os tratamentos de autogamia e PAI foram capazes de realizar a transferência de informações genética, podendo atuar no programa de melhoramento genético da espécie, combinando características de interesse (OLIVEIRA et al., 2014; SILVA et al., 2022).

Figura 12 - Porcentagem de sucesso dos cruzamentos em acessos de *P. cattleyanum* nos devidos tratamentos, em Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de araçás no Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, Estação experimental de Itambé.



*Protoginia Artificialmente Induzida

Os acessos da espécie *P. cattleyanum* avaliados neste estudo demonstraram versatilidade para os tratamentos realizados, tanto para a propagação da espécie, por via seminal, que é a mais comum para o araçá-amarelo, quanto para estratégias reprodutivas visando a combinação de material genético de interesse, como o aumento na produção de polpa da fruta para o ramo alimentício e o aumento de propriedades bioquímicas na casca e folhas que são utilizados em produção farmacêutica e medicinal (BARBOSA; SOUZA, 2016; GWOZDZ et al., 2022).

Com relação às diferenças na produção de botões polinizados de acordo com cada acesso testado, observou-se que o acesso 34 e o acesso 45 obtiveram a maior porcentagem de sucesso na realização da polinização em suas flores, conforme a Tabela 10. O acesso 34 obteve maior efetividade no tratamento de autogamia, enquanto o acesso 45 apresentou maior efetividade no tratamento de polinização cruzada. Ambos os acessos apresentaram resultados semelhantes no tratamento de polinização aberta.

Tabela 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 Agrônomo 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

Devido aos percentuais mais elevados de sucesso na polinização das flores dos acessos 34 e 45, sugere-se a presença de qualidade na receptividade do estigma das flores desses acessos, além da viabilidade polínica dos acessos utilizados para essa finalidade e atuação dos agentes polinizadores, visto que a polinização aberta obteve sucesso de 100 % para o acesso 34 no tratamento de autogamia e para o acesso 45 no tratamento PAI com 80 %. Esses valores são maiores do que os encontrados em estudos de espécies da mesma família botânica, como em *Plinia* sp. e *Compomanesia adamantium* (DANNER et al., 2011; NUCCI; ALVES-JÚNIOR, 2017).

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

O valor obtido para o Índice de Eficiência Reprodutiva (ER) foi de 1,50 (Alto), indicando uma boa eficiência dos agentes polinizadores na transferência de pólen viável ao estigma da flor. Além disso, evidencia-se a alta eficiência da técnica de polinização cruzada utilizada.

Considerando a espécie estudada, os índices de autoincompatibilidade e a eficiência reprodutiva observada, a técnica de Protoginia Artificialmente Induzida se apresenta como uma estratégia efetiva. Isso ocorre devido esta técnica não requer emasculação e reduz o número de agentes polinizadores nas flores, garantindo a transferência de material genético

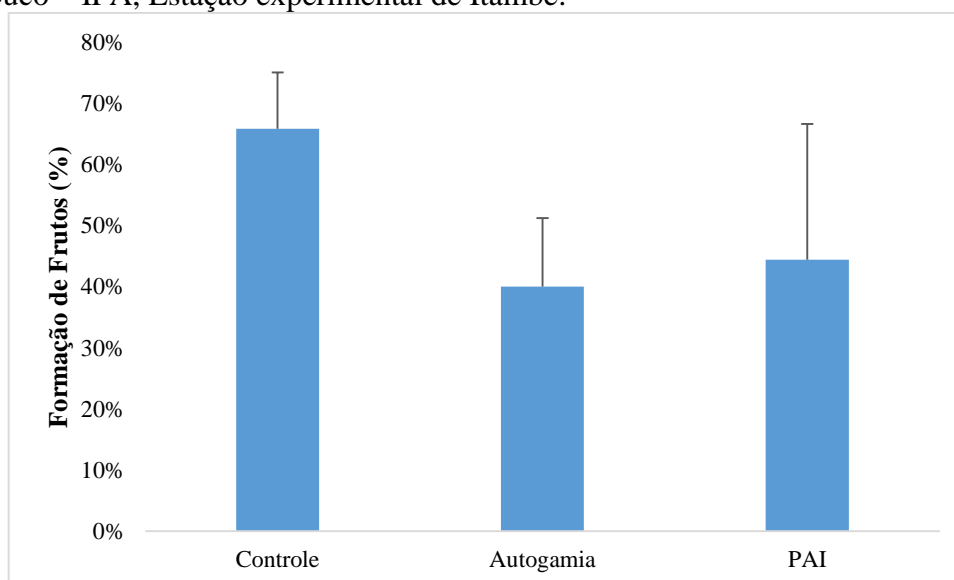
entre os acessos selecionados. Essa abordagem tem sido recomendada em estudos anteriores (ASSIS et al., 2012; PALUDZYSZYN FILHO et al., 2013).

3.7.1. Formação de Frutos de *P. cattleyanum*

No que tange à formação de frutos a partir dos cruzamentos realizados, o tratamento de polinização aberta novamente obteve o maior percentual de sucesso, semelhante ao observado na etapa anterior. Foram formados 27 frutos a partir dos 41 botões que obtiveram sucesso na polinização, ou seja, 66 % dos frutos que iniciaram o desenvolvimento posteriormente cresceram em volume, apresentando sépalas unidas, epiderme dos frutos com coloração mais escura em comparação ao que foi observado anteriormente e textura mais rugosa (Figura 13).

Em relação aos outros tratamentos utilizados neste experimento, a técnica de PAI resultou em 44 % dos botões polinizados evoluindo em frutos. Entretanto, devido à baixa eficiência na produção desses botões (9), não é possível inferir com precisão sobre o sucesso ou baixa taxa de aborto para esses acessos estudados. Enquanto a autopolinização, 40 % de suas flores efetivamente polinizadas evoluíram a condição de frutos, apresentando 6 frutos em 5 acessos distintos.

Figura 13 - Porcentagem de formação de frutos a partir das flores polinizadas de *P. cattleyanum*, em Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de araçás no Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, Estação experimental de Itambé.



*Protoginia Artificialmente Induzida

A espécie *P. cattleyanum* mostrou-se versátil em relação aos tratamentos utilizados para cruzamentos controlados, tanto na polinização quanto no desenvolvimento de frutos, uma

vez que houve produção de frutos em todas as estratégias reprodutivas testadas. Dessa forma, considerando o sucesso na frutificação, as estratégias reprodutivas podem ser utilizadas em planos de melhoramento para essa espécie. Vale destacar que o araçá-amarelo pode ser considerado uma planta autocompatível, visto que apresentou sucesso no desenvolvimento dos óvulos e posteriormente de frutos por meio do tratamento de autogamia (FINATTO et al., 2011; COSTA et al., 2015).

Em relação às diferenças entre os acessos na produção de frutos a partir da realização dos cruzamentos, os acessos 49 e 31 obtiveram a maior porcentagem no desenvolvimento dos botões polinizados para frutos (Tabela 11), apresentando formação completa de frutos em 100 % dos casos. Por outro lado, os acessos 6, 33 e 50 tiveram a maior taxa de aborto na fase inicial da formação de frutos, enquanto o acesso 38 não apresentou resultados devido à falta de sucesso na etapa anterior dos tratamentos de cruzamentos.

Tabela 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 Agronômico 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	-	-	-	-

*Protoginia Artificialmente Induzida

Em relação à produtividade de frutos por acesso, constatou-se uma alta taxa de desenvolvimento dos ovários sem ocorrência de aborto, principalmente no tratamento controle.

Isso pode ser atribuído à fixação do fruto nos acessos devido ao crescimento mínimo de sementes presentes, o que permite que os mesmos produzam hormônios primordiais que contribuem para o desenvolvimento do fruto (ALVES; FREITAS, 2006).

4. CONCLUSÕES

As estacas caulinares adultas enfrentaram dificuldades no desenvolvimento do sistema radicular, exigindo ajustes metodológicos para aumentar a taxa de enraizamento e, conseqüentemente, melhorar a sobrevivência dessas estacas nos ambientes de crescimento testados. Além disso, a aplicação de peróxido de hidrogênio em estacas caulinares basais adultas de *Psidium cattleianum* não resultou em suficiente sobrevivência das estacas, bem como no desenvolvimento do sistema radicular e produção de brotos.

O tratamento com 500 mg L⁻¹ de AIB foi considerado o mais eficiente para acelerar a formação de brotações e raízes em miniestacas juvenis de *P. cattleianum*. A ausência de AIB e H₂O₂ foi determinante na produção de brotos em ambiente de pleno sol e esses fatores foram fundamentais para a sobrevivência das miniestacas. O acesso 34 apresentou um volume de raízes superior e a utilização de AIB e H₂O₂ resultou em maiores médias.

O intervalo médio entre as concentrações de 2.500 e 3.000 mg L⁻¹ de AIB foi mais adequado para a produção de brotos e enraizamento para o melhoramento genético da espécie. Entretanto, esse intervalo apresentou menores níveis de sobrevivência. Para o estabelecimento de protocolos para a propagação vegetativa por meio de miniestacas juvenis caulinares desta espécie, é recomendável a ausência de reguladores de crescimento, com maior taxa de sobrevivência e média de enraizamento superior a 60 % das miniestacas.

Os acessos 23 e 32 demonstraram desempenho superior em relação aos demais, apresentando maior produção de brotos, enraizamento e sobrevivência das miniestacas em todos os ambientes de desenvolvimento, indicando sua aptidão para compor um programa de melhoramento florestal clonal da espécie, de acordo com as metodologias utilizadas.

A espécie *P. cattleianum* mostrou-se versátil em cruzamentos controlados, tanto na polinização quanto no desenvolvimento de frutos, devido aos resultados de IAI e ER. Os acessos 34 e 45 combinaram bem os tratamentos de polinização, enquanto os acessos 49 e 31 obtiveram maior desenvolvimento de frutos. A seleção dos acessos bem-sucedidos pode compor um programa de melhoramento da espécie.

5. REFERÊNCIAS

- AHKAMI, A. H. et al. Distribution of indole-3-acetic acid in *Petunia hybrida* shoot tip cuttings and relationship between auxin transport, carbohydrate metabolism and adventitious root formation. **Planta**, v. 238, n. 3, p. 499-517, 2013.
- ALMEIDA, S. M. Z. et al. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, v. 35, p. 62-68, 2005
- ALMEIDA, F. D. de; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M. Propagação vegetativa de árvores selecionadas de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. por estaquia. **Revista Árvore**, v. 31, p. 445-453, 2007.
- ALMEIDA, J. P. N. de et al. Concentrações de AIB e substratos no enraizamento e vigor de estacas lenhosas de cajaraneira. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 60, n. 1, p. 11-18, 2017.
- ALTOÉ, J. A. et al. Propagação de araçazeiro e goiabeira via miniestaquia de material juvenil. **Bragantia**, v. 70, p. 312-318, 2011.
- 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.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 2, p. 216-220, 2006.
- ASSIS, T. F. Evolução e estado da arte dos cruzamentos controlados em *Eucalyptus*. **SÉRIE TÉCNICA IPEF**, v. 16, n. 37, p. 13, 2012.
- AZEVEDO, G. T. de O. S. et al. Time of permanence and rooting quality of minicuttings of eucalypt clones. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, v. 84, n. 1, p. 44-51, 2022.
- BANSAL, S.; SAHARE, H.; SINGH, G. Response of Indole 3 butyric acid during air layering on root and shoot induction behavior in Guava (*Psidium guajava* L) CV Sardar (L-49). **Journal of Applied and Natural Science**, v. 14, n. 4, p. 1176-1182, 2022.
- 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 Scientia**. v. 10, n. 4, p. 272-283. 2016.
- BHERING, L. L. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. **Crop Breeding and applied biotechnology**, v.17, p.187-190, 2017.
- BIAZATTI, M. A. et al. Multiplication of *Cattleya guava* by different techniques and variability among genotypes in vigor and rooting. **Cerne**, v. 24, p. 379-386, 2018.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de plantas**. Oficina de Textos, 2021.

- BRONDANI, G. E. et al. Aplicação de IBA para o enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage x *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, p. 667-674, 2010.
- BRONDANI, G. E. et al. Avaliação morfológica e produção de minijardim clonal de *Eucalyptus benthamii* em relação a Zn e B. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 70, p. 151-151, 2012.
- COSTA, C. C. F. da; KRUPPEK, R. A.; KRAWCZYK, A. C. de D. B. Diversidade de visitantes florais e biologia reprodutiva do Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) em fragmentos de mata e área urbana. **Bioikos-Título não-corrente**, v. 29, n. 2, 2015.
- DANNER, M. A. et al. Modo de reprodução e viabilidade de pólen de três espécies de jabuticabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 345-352, 2011
- DI BATTISTA, F. et al. Metabolic changes associated to the unblocking of adventitious root formation in aged, rooting-recalcitrant cuttings of *Eucalyptus gunnii* Hook. f.(*Myrtaceae*). **Plant Growth Regulation**, v. 89, n. 1, p. 73-82, 2019.
- DIWAN, S. K. et al. Studies on diferente concentrations of IBA as powder and lanolina paste formulation on urvival and growth o fair layers in guava (*Psidium guajava* L.). **The pharma journal**, v. 11, p. 860-863, 2022
- DUARTE, M. V. et al. Indolebutyric acid and light quality in the rooting of african mahogany minicuttings. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, p. e50611528445-e50611528445, 2022.
- DUTRA, F. B. et al. Minicutting technique and IBA application in vegetative propagation of *Schinus terebinthifolia* Raddi. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. e553101422610-e553101422610, 2021.
- FACHINELLO, J. C. et al. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2005.
- FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 2, p. 6-16, 1998
- FERREIRA, L. V. et al. Indução de brotos in vitro em maracujazeiro doce BRS mel do cerrado. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 9644-9652, 2020.
- FINATTO, T. et al. Late-acting self-incompatibility in *Acca sellowiana* (Myrtaceae) 1. **Australian journal of botany**, v. 59, n. 1, p. 53-60, 2011.
- GOULART, P. B.; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M. Efeito de antioxidantes no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. **Revista Árvore**, v. 34, p. 961-972, 2010.
- GUOLLO, K. et al. Floral and reproductive biology and pollinators of *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg., neglected species. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 43, p. e55816-e55816, 2021.

GWOZDZ, E. P. et al. Propriedades Nutritivas e Bioativas do Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine). **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. e59011125424-e59011125424, 2022.

HARTMANN, H. T. et al. Plant propagation: principles and practices. 2017.

JACQUES, A. C. et al. Scientific note: bioactive compounds in small fruits cultivated in the southern region of Brazil. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 1/4, p. 123-127, 2009.

KUMAR, R.; HUSEN, A. Role of hydrogen peroxide in adventitious root formation. In: Environmental, Physiological and Chemical Controls of Adventitious Rooting in Cuttings. **Academic Press**, 2022. p. 315-328, 2022.

LI, S-W. et al. Nitric oxide donor improves adventitious rooting in mung bean hypocotyl cuttings exposed to cadmium and osmotic stresses. **Environmental and Experimental Botany**, v. 164, p. 114-123, 2019.

LIMA, M. S. de et al. Mini-cutting technique application in *Corymbia* and *Eucalyptus*: effects of mini-tunnel use across seasons of the year. **New Forests**, v. 53, n. 1, p. 161-179, 2022.

MACAÚBAS-SILVA, C.; et al. Araçain, a tyrosol derivative and other phytochemicals from *Psidium guineense* Sw. **Natural Product Research**, v. 35, n. 14, p. 2424-2428, 2021.

MAGGIONI, R. de A. et al. Giberelina, sombreamento e altura de poda na produção de brotações epicórmicas em *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. **Revista Forestal Mesoamericana Kurú**, v. 18, n. 42, p. 30-36, 2021.

MANTOVANI, N. C. et al. Cultivo de canafístula (*Peltophorum dubium*) em minijardim clonal e propagação por miniestacas. **Ciência Florestal**, v. 27, p. 225-236, 2017.

MELO, L. A. de et al. Otimização do tempo necessário para o enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 35, p. 759-767, 2011.

MOORE, G. M. Root Tip Growth and the Presence of Leaves Affect Epicormic and Lignotuberous Shoot Development and Survival of Stressed *Eucalyptus obliqua* L'Herit. Seedlings. **Arboriculture & Urban Forestry**, v. 47, n. 4, 2021.

MUTHULAKSHMI, V. et al. Genetic control of adventitious rooting traits in bi-parental pedigree of *Eucalyptus tereticornis* × *E. camaldulensis*. **New Forests**, v. 52, n. 4, p. 585-603, 2021.

NASCIMENTO, K. F.; et al. Antioxidant, anti-inflammatory, antiproliferative and antimycobacterial activities of the essential oil of *Psidium guineense* Sw. and spathulenol. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 210, p. 351-358, 2018.

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. **Interciencia**, 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.

OLIVEIRA, N. N. S. de et al. Análise de distância genética entre acessos do gênero *Psidium* via marcadores ISSR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 917-923, 2014.

OLIVEIRA, T. P. de F. de et al. Aplicação de AIB e tipo de miniestacas na produção de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* Mattos. **Ciência Florestal**, v. 26, p. 313-320, 2016.

OLIVEIRA JUNIOR, J. C. de et al. Enraizamento de *Handroanthus chrysotrichus* (mart. Ex dc.) Via miniestaquia sob diferentes dosagens do extrato de *Cyperus rotundus*. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 102703-102713, 2020.

PALUDZYSZYN FILHO, E. et al. Base genética de melhoramento de eucaliptos e corímbias no norte do Estado de Goiás: resultados da cooperação técnica entre a Embrapa Florestas e a Anglo American Níquel Brasil-Codemin. 2013.

PASTERNAK, T. et al. Complementary interactions between oxidative stress and auxins control plant growth responses at plant, organ, and cellular level. **Journal of experimental botany**, v. 56, n. 418, p. 1991-2001, 2005.

PEREIRA, M. de O. et al. Roots of mini-cutting of clones of *Sequoia sempervirens* in different seasons of the year. **Cerne**, v. 24, p. 452-460, 2018.

PEREIRA, M. de O. et al. Enraizamento de miniestaquia de *Sequoia sempervirens* utilizando diferentes clones y ambientes culturales. **Bosque (Valdivia)**, v. 40, n. 3, p. 335-346, 2019.

PEREIRA, M. de O. et al. Mini-cuttings rooting of *Sequoia sempervirens* at different IBA concentrations and clones. **Floresta**, v. 50, n. 2, p. 1279-1286, 2020.

PESSANHA, S. E. G. L. et al. Limitações na produção de vinhático (*Plathymenia reticulata* Benth) por miniestaquia. **Ciência Florestal**, v. 28, p. 1688-1703, 2018

POLATTO, L. P.; ALVES JÚNIOR, V. V. Sistema reprodutivo de *Sparattosperma leucanthum* (Vell.) K. Schum.(*Bignoniaceae*). **Revista Árvore**, v. 33, p. 289-296, 2009.

PRADO, D. Z. do et al. Can hydrogen peroxide and quercetin improve production of *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*?. **African Journal of Biotechnology**, v. 13, n. 28, 2014.

PRADO, D. Z. do et al. Quercetin and indole 3-butyric acid (IBA) as rooting inducers in *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, n. 11, p. 1057-1063, 2015.

RAMIREDDY, E, et al. Root engineering in barley: increasing cytokinin degradation produces a larger root system, mineral enrichment in the shoot and improved drought tolerance. **Plant Physiology**, v. 177, n. 3, p. 1078-1095, 2018.

RASEIRA, M. D. C. B.; RASEIRA, A. Contribuição ao estudo do araçazeiro, *Psidium cattleianum*. Pelotas: **EMBRAPA-CPACT**, 1996., 1996.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing**, Vienna. Disponível em: <<https://www.R-project.org>>. Acesso em: 02 mai. 2021.

RIBEIRO, M. D. S. et al. Propagação vegetativa por estaquia e miniestaquia em goiabeira cultivada em miniestufas e substratos. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. Supl. 1, p. 1-14, 2021.

RIBEIRO, H. et al. Ex Vitro Rooting and Simultaneous Micrografting of the Walnut Hybrid Rootstock ‘Paradox’ (*Juglans hindsii* × *Juglans regia*) cl. ‘Vlach’. **Agronomy**, v. 12, n. 3, p. 595, 2022.

ROCHA, M. das G. de B. et al. Seleção de genitores de *Eucalyptus grandis* e de *Eucalyptus urophylla* para produção de híbridos interespecíficos utilizando REML/BLUP e informação de divergência genética. **Revista Árvore**, v. 31, p. 977-987, 2007.

RODRIGUES, M. A.; KERBAUY, G. B. Meristemas: fontes de juventude e plasticidade no desenvolvimento vegetal. **Hoehnea**, v. 36, p. 525-550, 2009.

SÁNCHEZ-BLANCO, M. J. et al. Deficit irrigation as a strategy to control growth in ornamental plants and enhance their ability to adapt to drought conditions. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 94, n. 2, p. 137-150, 2019.

SCHORN, L. A. et al. Definition of optimal ages for transfer of seedlings of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae) according to their quality and volume of containers. **Biotemas**, v. 32, n. 4, p. 19-27, 2019.

SCHWENGBER, J. E.; DUTRA, L.; KERSTEN, É. Efeito do sombreamento da planta matriz e do PVP no enraizamento de estacas de ramos de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine). **Current Agricultural Science and Technology**, v. 6, n. 1, 2000.

SILVA, M. K. F. da et al. Vegetative rescue of *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. Ex Steud via induction of epicormic sprouts in branches from mature trees. **Rhizosphere**, v. 20, p. 100431, 2021.

SILVA, A. K. V. da et al. Vegetative propagation of *Mimosa caesalpiniiifolia* by mini-cuttings technique. **Revista Árvore**, v. 46, 2022b.

SILVA, F. A. da et al. Strategies and Pratical Aspects in guava (*Psidium guajava* L.) breeding: 12 years of experiments. **Functional Plant Breeding Journal**, v. 4, n. 2, 2022c.

SOBROSA, R. de C.; CORDER, M. P. M. Efeito do genótipo sobre o potencial para produção de gemas e raízes adventícias em *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden *in vitro*. **Floresta e Ambiente**, v. 10, n. 1, p. 58-68, 2012.

SPASSIN, A. C.; GARCIA, F. A. O Ácido Indolbutírico 9IBA) é viável para a sobrevivência e o enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus dunnii*?. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n. 23, 2016.

STEFFENS, B.; RASMUSSEN, A. The physiology of adventitious roots. **Plant physiology**, v. 170, n. 2, p. 603-617, 2016.

THAKUR, A.; KUMAR, A. Sustainable inhibitors for corrosion mitigation in aggressive corrosive media: a comprehensive study. **Journal of Bio-and Tribo-Corrosion**, v. 7, p. 1-48, 2021.

TRUEMAN, S. J. Cytokinin and auxin effects on survival and rooting of *Eucalyptus pellita* and *E. grandis* × *E. pellita* cuttings. **Rhizosphere**, v. 6, p. 74-76, 2018.

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. Ministério do Meio Ambiente, Brasília**, p. 109-118, 2018.

XAVIER, A; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal – princípios e técnicas**, 3ª Edição (275p.). Viçosa, Editora UFV, 2021.

WENDLING, I.; STUEPP, C. A.; ZANETTE, F. Produção de mudas de araucária por estaquia e miniestaquia. **Embrapa Florestas-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2017.

CAPÍTULO II

RESGATE VEGETATIVO EM ACESSOS DE *Psidium myrtoides* O. BERG

CARVALHO JUNIOR, CARLOS ROBERTO DE NAZARÉ, **Resgate Vegetativo em Acessos de *Psidium myrtoides* O. Berg**, 2023. Orientador: Ricardo Gallo, Coorientador: José Severino de Lira Júnior.

RESUMO

O resgate e a propagação vegetativa são estratégias importantes para a conservação e utilização de germoplasma de espécies em risco de extinção ou não cultivadas, que podem apresentar características importantes para a biodiversidade e o desenvolvimento de novas variáveis. Essas técnicas são particularmente relevantes para espécies frutíferas e podem ser utilizadas em programas de melhoramento florestal. Neste estudo, foram testados protocolos de resgate vegetativo para clones da espécie *Psidium myrtoides* O. Berg (Araçá-roxo), com base no seu potencial fitoterápico e frutífero. Foram realizados três experimentos de resgate e propagação vegetativa em diferentes concentrações do regulador de crescimento AIB e na utilização do peróxido de hidrogênio (H_2O_2), utilizando 7 acessos da espécie. Os resultados mostraram que as estacas de *P. myrtoides* de baixa idade ontogenética submetidas à combinação de regulador de crescimento e peróxido de hidrogênio apresentaram melhores taxas de sobrevivência e enraizamento. Os acessos da espécie demonstraram potencial para o resgate vegetativo utilizando material de baixa idade ontogenética e com o uso de doses adequadas do regulador de crescimento, o que pode permitir a sua utilização em programas de melhoramento genético. Os dados foram analisados com a utilização dos softwares Rstudio® e Rbio®. O estudo foi conduzido no Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), na Estação Experimental de Itambé e no Viveiro Florestal do Departamento de Ciência Florestal.

Palavras-chave: Araçá-roxo; Enraizamento Adventício; Peróxido de Hidrogênio; Silvicultura Clonal.

CARVALHO JUNIOR, CARLOS ROBERTO DE NAZARÉ, **Vegetative Rescue in *Psidium myrtoides* O. Berg. Accessions.** 2023. Adviser: Ricardo Gallo, Comitê: José Severino de Lira Júnior.

ABSTRACT

Rescue and vegetative propagation are important strategies for the conservation and use of germplasm from endangered or uncultivated species, which may have important characteristics for biodiversity and the development of new varieties. These techniques are particularly relevant for fruit species and can be used in forest improvement programs. In this study, vegetative rescue protocols were tested for clones of the species *Psidium myrtoides* O. Berg, based on their phytotherapeutic and fruit potential. Three rescue and vegetative propagation experiments were conducted at different concentrations of the growth regulator AIB and using hydrogen peroxide (H₂O₂), using 7 accessions of the species. The results showed that low ontogenetic age *P. myrtoides* cuttings subjected to the combination of growth regulator and hydrogen peroxide showed better survival and rooting rates. The accessions of the species demonstrated potential for vegetative rescue using low ontogenetic age material and with the use of appropriate doses of the growth regulator, which may allow their use in genetic improvement programs. The data were analyzed using Rstudio® and Rbio® software. The study was conducted at the Agronomic Institute of Pernambuco (IPA), the Itambé Experimental Station, and the Forest Science Department Nursery.

Keywords: Clonal Silviculture; Forest Breeding; Fruit Culture; Guava Trees.

1. INTRODUÇÃO

No contexto do melhoramento genético de plantas, a silvicultura clonal é uma técnica que consiste em produzir mudas de matrizes geneticamente idênticas a partir de clones vegetativos, selecionados com base em características desejáveis como resistência a pragas e doenças, crescimento rápido e boa qualidade da madeira. Os clones são obtidos por enxertia, estaquia ou micropropagação, e as mudas são produzidas em viveiros com protocolos definidos (ODA et al., 2007).

Essa técnica apresenta vantagens, como a redução do tempo de produção e a possibilidade de produzir florestas com características específicas, no entanto, existem desafios, como a necessidade de manutenção da homogeneidade genética e a suscetibilidade a doenças e pragas. É importante adotar boas práticas de manejo e monitoramento para garantir a qualidade e produtividade das florestas clonais (ZANARDI; GARLET, 2014; OLIVEIRA et al., 2019).

Dentro da silvicultura clonal, o resgate vegetativo é o primeiro passo para a realização do processo de clonagem em larga escala. Consiste em uma técnica que visa preservar espécies vegetais ameaçadas, coletando mudas ou partes de planta e transplantando-as para um ambiente seguro. Essa técnica é importante para a conservação da biodiversidade e pode ser utilizada para recuperar áreas degradadas. No entanto, é necessário seguir boas práticas de manejo, avaliar a viabilidade da técnica para cada espécie e acompanhar o desenvolvimento das mudas transplantadas (BACCARIN et al., 2015).

Visando o aprimoramento da utilização de espécies florestais e a melhoria da qualidade de alimentos e produtos florestais, a propagação vegetativa é uma técnica amplamente utilizada para obtenção de novos indivíduos de espécies florestais e aprimoramento da qualidade dos alimentos e produtos florestais, destacando-se a estaquia como uma das técnicas mais populares (BALESTRIN et al., 2021). O enraizamento dos propágulos é uma etapa crucial para a clonagem de plantas, podendo ser acelerado com o uso de reguladores de crescimento, tais como o ácido indol-3-butírico. A utilização dessas técnicas é fundamental para a produção de mudas com alta qualidade genética e adaptabilidade às distintas condições ambientais (FRICK; STRADER, 2018).

As técnicas de melhoramento genético são amplamente utilizadas para aumentar a eficiência na produção de plantas frutíferas nativas, destacando-se a família Myrtaceae e o gênero *Psidium*, que possuem grande importância econômica no Brasil. O uso dessas técnicas

pode aumentar a produtividade e a qualidade dos frutos, tornando-se mais atrativos para a comercialização e exportação. Além disso, o melhoramento genético pode desenvolver novas variedades com características específicas, como aumento das propriedades farmacológicas, tamanho e sabor dos frutos, contribuindo para a promoção da biodiversidade e a valorização da fruticultura (RAJAMANICKAM et al., 2021; SHUKLA; MISHRA, 2021).

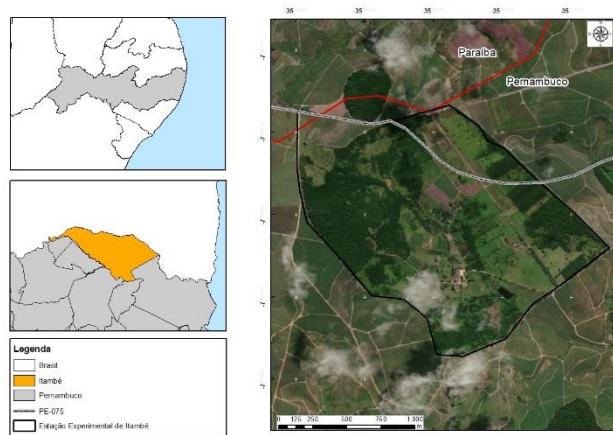
Os araçazeiros apresentam diversos benefícios e usos, sendo considerados prioritários em diversas regiões do Brasil. Dentre eles, destaca-se a espécie *Psidium myrtoides* O. Berg, espécie nativa do Brasil e possui grande potencial na fruticultura nacional. No entanto, ainda enfrenta desafios devido ao uso extrativista e à falta de tecnologias definidas. Para aumentar a produção de frutos de qualidade, é necessário investir em estudos e programas de melhoramento genético, além de aplicar técnicas de manejo adequadas e implementar sistemas de produção sustentáveis que garantam a valorização da espécie (JACQUES et al., 2009; VIEIRA et al., 2018).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Locais de Estudo

O estudo foi conduzido no Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, Estação Experimental de Itambé (Figura 1), localizado na mesorregião da Mata Pernambucana, e no Viveiro Florestal do Departamento de Ciência Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. Este local foi selecionado com base em sua infraestrutura adequada e capacidade de fornecer as condições necessárias para o desenvolvimento das atividades experimentais propostas. Para obter resultados consistentes para a contribuição com o avanço do conhecimento científico sobre a espécie em questão.

Figura 4 - Local para coleta de dados e execução dos experimentos de resgate e propagação vegetativa de *Psidium myrtoides*, Estação Experimental de Itambé, pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA.



Fonte: Carlos Carvalho (2022)

Os experimentos conduzidos neste estudo foram realizados com materiais presentes no banco ativo de germoplasma – BAG. O banco possui espécies de *Psidium*, implantado em 2010 com 29 acessos de *Psidium cattleianum* Sabine (Araçá-Amarelo) e 7 acessos de *Psidium myrtooides* O. Berg (Araçá-roxo), com espaçamento de plantio de 6 m x 5 m. Para a execução dos experimentos foram utilizados todos os acessos da espécie *P. myrtooides*.

2.2. Resgate Vegetativo por Estaca Caulinar Apical Adulta

Para a realização do resgate vegetativo neste experimento, foi empregada a técnica de resgate de brotos caulinares apicais com alta maturidade para produzir estacas. Para este fim, foram selecionados ramos com diâmetro inferior a 3 mm, que foram mantidos em caixa de isopor contendo papel úmido durante o processo de resgate.

Os ramos coletados em campo foram levados ao viveiro florestal do departamento de ciência florestal e então transformados em estacas de 8 cm – 10 cm de comprimento, cada uma com um par de folhas. As folhas basais foram removidas e o par de folhas apical foi cortado ao meio. A base de cada estaca foi imersa em diferentes concentrações do regulador de crescimento ácido indol-3-butírico (AIB), sendo as concentrações utilizadas 0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L⁻¹. As estacas foram imersas por 60 segundos antes de serem plantadas em tubetes de 50 cm³ contendo uma mistura de substrato comercial Basaplant® e vermiculita em proporção de 1:1.

As estacas foram mantidas em casa de vegetação por um período de 30 dias, com temperatura média de 28 °C e umidade média de 97,4 %. Posteriormente, foram transferidas

para casa de sombra por 30 dias, e então para o pleno sol pelo mesmo período (WENDLING et al., 2017).

Após o período de cultivo em casa de vegetação, casa de sombra e pleno sol, foram realizadas avaliações do número de brotações, presença de raízes na extremidade inferior do tubete e porcentagem de sobrevivência das estacas produzidas pela técnica de resgate. Os resultados foram analisados por meio da estatística descritiva, com a síntese dos dados coletados e a descrição da média aritmética e desvio padrão.

Na etapa final, após o período de cultivo em pleno sol, todo o substrato foi removido em lavagem com água corrente. Em seguida, as raízes e parte aérea foram separadas e colocadas em sacos de papel kraft identificados e secas em estufa a uma temperatura de 70 °C por 48 horas para a determinação da massa seca total (mg), incluindo a parte aérea e radicular. As raízes foram imersas em água para a determinação do volume de raízes (ml) e as folhas provenientes das brotações foram separadas, fotografadas a uma distância de 30 cm, e as imagens foram analisadas através do software ImageJ®.

As estacas foram preparadas no mês de dezembro de 2021 e mantidas em casa de vegetação para o enraizamento e emissão de brotações. As avaliações foram realizadas após três meses de cultivo, com a primeira avaliação realizada no mês de janeiro de 2022, após a saída da casa de vegetação, a segunda em fevereiro, após a saída da casa de sombra, e a terceira em março de 2022, após o período em pleno sol.

2.3. Resgate Vegetativo por Estacas Caulinares Basais Adulta

No mês de fevereiro de 2022, foram coletadas brotações caulinares basais adultas de todos os acessos disponíveis no BAG do IPA – Itambé. Essas brotações foram acondicionadas em caixas de isopor com papel úmido e transportadas ao viveiro florestal do departamento de ciência florestal. Em seguida, foram confeccionadas estacas de 8 cm – 10 cm de comprimento, retirando-se as folhas basais e mantendo um par de folhas com sua área foliar reduzida em 50 % do tamanho original, de acordo com o tamanho da folha.

No total, foram confeccionadas 84 estacas, sendo a base de cada estaca imersa em doses do regulador de crescimento ácido indol-3-butírico (AIB) nas concentrações 0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L⁻¹, seguindo a metodologia do item 2.2, com 21 estacas em cada tratamento. Os processos de confecção das estacas, estaqueamento, substratos e proporções, critérios de

avaliação e períodos em cada ambiente de crescimento seguiram os processos metodológicos utilizados no item 2.2.

Os propágulos foram avaliados quanto à sua sobrevivência, número de brotos emitidos e presença de raízes na parte inferior do tubete em cada etapa de crescimento no viveiro. Estacas que apresentaram coloração verde foram consideradas vivas. Após o período em pleno sol, todo o substrato foi retirado e as variáveis determinadas, seguindo os processos metodológicos descritos no item 2.2. Por fim, os dados coletados foram analisados por meio de estatística descritiva, utilizando média aritmética e desvio padrão.

2.4. Resgate e Propagação Vegetativa por Estacas Caulinares Basais Adultas com uso de H₂O₂

Durante o mês de maio de 2022, foram coletadas brotações caulinares basais adultas de cada acesso de *Psidium myrtoides* disponível no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) do IPA – Itambé. As brotações foram acondicionadas em caixa de isopor com uma camada de papel úmido e transportadas para o Viveiro Florestal do Departamento de Ciência Florestal. O objetivo deste experimento foi avaliar a associação de concentrações de ácido indol-3-butírico (AIB) em combinação com peróxido de hidrogênio (H₂O₂) para aumentar a porcentagem de enraizamento adventício e a qualidade da produção de mudas.

No total, foram produzidas 120 estacas, sendo 12 estacas para cada tratamento e combinação de tratamentos. Foram utilizadas cinco concentrações diferentes de AIB, com e sem a presença de H₂O₂. A base das estacas foi imersa em peróxido de hidrogênio a uma concentração de 50 mM por 12 horas, seguindo o protocolo de Silva et al. (2021). Após a imersão no H₂O₂, as estacas foram imersas em solução de AIB diluído em água destilada, nas concentrações 0, 125, 250, 500 e 1.000 mg L⁻¹, e mantidas em caixa de isopor por 24 horas. O comprimento das estacas foi mantido entre 8 cm e 10 cm, com um par de folhas cuja área foliar foi reduzida pela metade.

A confecção das estacas, o processo de estaqueamento, os substratos utilizados, suas proporções, os critérios de avaliação e os períodos em cada ambiente de crescimento seguiram os processos metodológicos descritos no item 2.2. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com um esquema fatorial (2 x 5), onde o fator A correspondeu à imersão ou não das estacas em peróxido de hidrogênio, enquanto o fator B

correspondeu às concentrações do regulador de crescimento. O experimento resultou em um total de 10 tratamentos.

Os dados obtidos foram verificados quanto ao atendimento aos pressupostos da análise de variância (ANOVA). Posteriormente, foi utilizado o teste de comparação de médias de Tukey ($p < 0,05$) para avaliar os efeitos individuais e interativos entre os tratamentos. Os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando os softwares Rstudio® e Rbio® (R CORE TEAM, 2021; BHERING, 2021).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

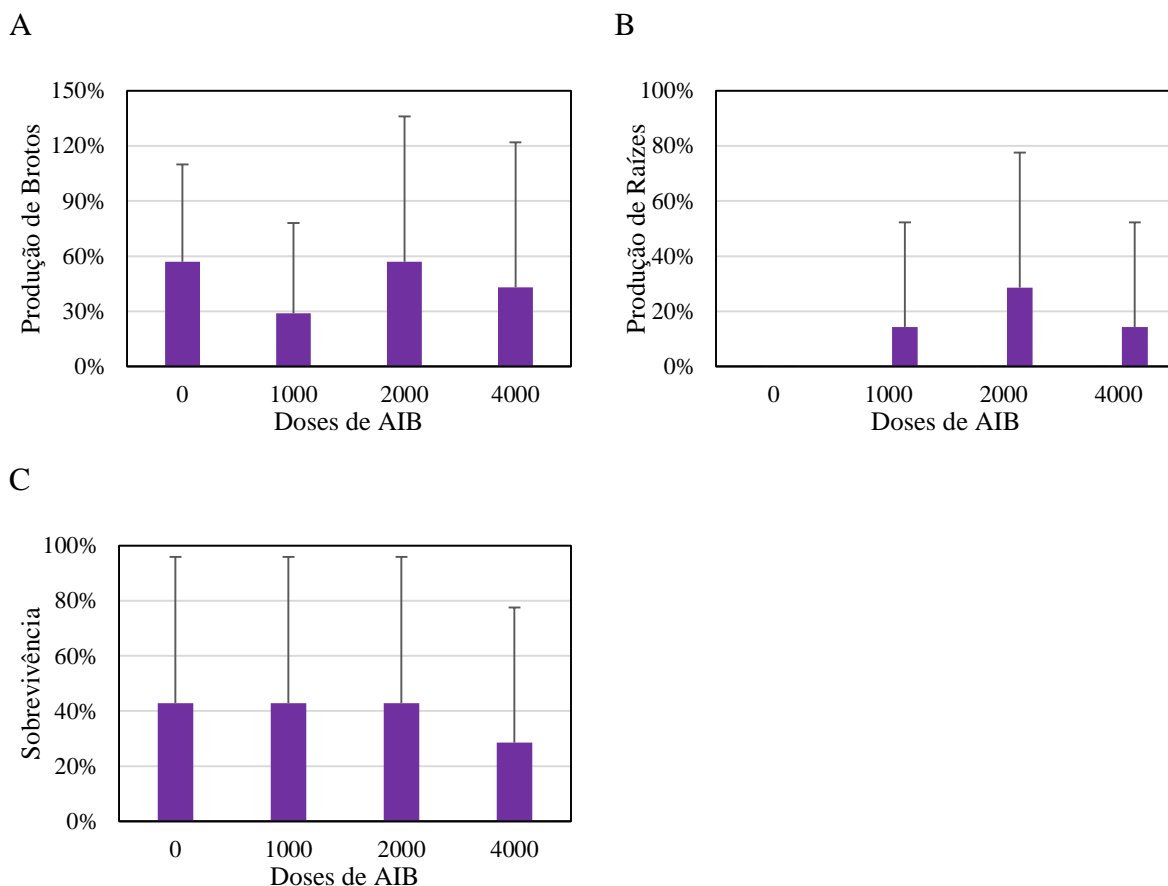
3.1. Resgate Vegetativo por Estaca Caulinar Apical Adulta

Na casa de vegetação, foram avaliados os efeitos de diferentes concentrações do regulador de crescimento AIB na produção de brotações a partir de estacas caulinares apicais da espécie *P. myrtoides* (Figura 2A). Verificou-se que todas as concentrações utilizadas apresentam produção de brotações, sendo o tratamento testemunha e a concentração 2.000 mg L⁻¹ com as maiores médias, acima de 50 %, seguido das concentrações 4.000 e 1.000 mg L⁻¹.

Em relação à presença de raízes no fundo do tubete, observou-se que as estacas da testemunha não apresentaram sistema radicular, enquanto as estacas das concentrações 1.000 e 4.000 mg L⁻¹ apresentaram médias superiores a 10 % com a presença de raízes. O tratamento com 2.000 mg L⁻¹ obteve o maior percentual, com 29 % das estacas enraizadas, conforme a Figura 2B.

Para a sobrevivência dos propágulos, constatou-se que as concentrações 0, 1.000 e 2.000 mg L⁻¹ apresentaram taxa de sobrevivência acima de 40 % das estacas, avançando para a etapa de sombreamento. A menor taxa de sobrevivência foi observada no tratamento com maior concentração do regulador de crescimento, onde menos de 30 % das estacas confeccionadas avançaram para o ambiente de crescimento posterior, de acordo com a Figura 2C.

Figura 25 – Média da produção de brotos, presença de raízes e sobrevivência (%) de estacas caulinares apicais adultas de *Psidium myrtoides* nas concentrações 0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L⁻¹ de AIB em ambiente de casa de vegetação.



Outros fatores que afetam o potencial de brotação em estacas provenientes do estaqueamento incluem fatores ambientais e a idade da planta-mãe. Como as estacas são caulinares apicais, elas são coletadas de células com idade ontogenética avançada (DÍAZ-SALA, 2014). Devido à idade avançada dos tecidos celulares, é comum observar baixa porcentagem de propágulos que apresentam raízes no fundo do tubete.

No entanto, para espécies desta família, 30 dias ainda é considerado pouco tempo para a emissão de raízes e 60 segundos de imersão no regulador de crescimento pode ser insuficiente para o enraizamento das estacas dessa espécie (WENDLING et al., 2014; DIAS et al., 2015).

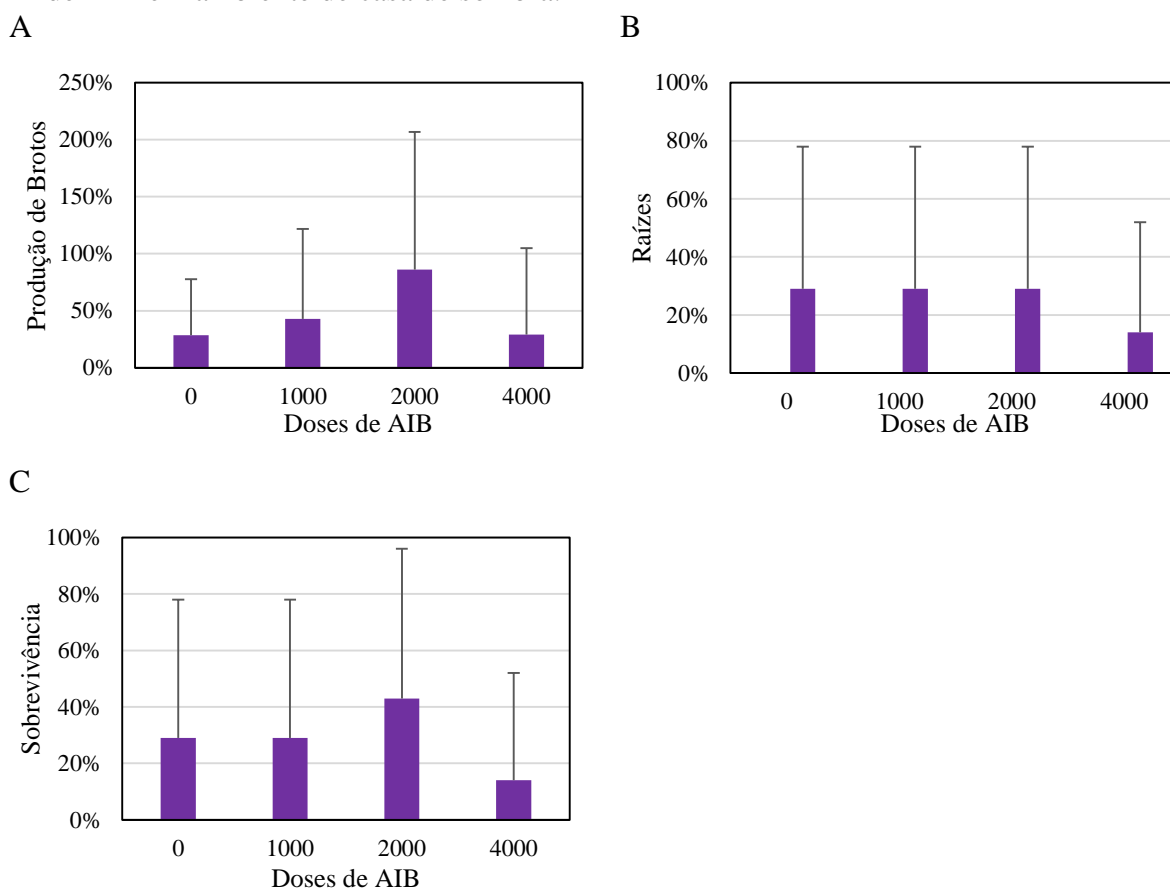
Na casa de sombra, a espécie *P. myrtoides* apresentou um aumento na produção de brotos nas concentrações 1.000 e 2.000 mg L⁻¹ após a saída do ambiente de sombreamento, resultando em médias acima de 40 % das estacas produzindo brotações, respectivamente. Por outro lado, houve um decréscimo na produção de brotos para o tratamento controle e para a concentração de 4.000 mg L⁻¹ de AIB, ambos com médias inferiores a 30 % de brotações presentes em suas estacas (Figura 3A).

No que se refere à presença de raízes no fundo do tubete, as estacas que receberam o tratamento com a concentração de 4.000 mg L⁻¹ apresentaram a menor média para esta espécie.

Os demais tratamentos realizados apresentaram um percentual de 29 % dos propágulos com o sistema radicular presente no fundo do tubete (Figura 3B).

Quanto à variável de sobrevivência, o maior percentual de estacas que avançaram para o pleno sol foi encontrado na concentração de 2.000 mg L⁻¹. Em seguida, as concentrações de 0 e 1.000 mg L⁻¹ apresentaram o mesmo percentual, enquanto a concentração de 4.000 mg L⁻¹ teve o menor percentual, com apenas 14 % das estacas sobrevivendo até o final do período neste ambiente (Figura 3C).

Figura 3 – Média de produção de brotos, presença de raízes e sobrevivência (%) de estacas caulinares apicais adultas de *Psidium myrtoides* nas concentrações 0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L⁻¹ de AIB em ambiente de casa de sombra.



Para a espécie *P. myrtoides*, foi constatada uma baixa produção de brotações após o período de cultivo em casa de sombra. Estudos sobre técnicas de estaquia indicam que o fator genético é fundamental para o desenvolvimento dessa característica. A propagação vegetativa por estaquia apresenta menor variabilidade genética em comparação com a propagação por sementes, resultando em material clonal com menor diversidade genética e maior uniformidade na produção de brotações (MAGGIONI et al., 2021).

Com relação à variável produção de raízes das estacas confeccionadas, para a espécie araçá-roxo, foi observado que o resultado se manteve constante em relação à etapa anterior, onde as repetições apresentaram potencial para o desenvolvimento do sistema radicular, sendo que algumas estacas emitiram raízes.

Sob as condições de pleno sol, apenas duas repetições da espécie *P. myrtoides* sobreviveram ao processo de rustificação, ambas apresentando raízes, brotações, vigor, folhas e volume de raízes superior a 1 ml. Esses indivíduos foram submetidos ao tratamento com AIB nas concentrações 1.000 e 2.000 mg L⁻¹, respectivamente.

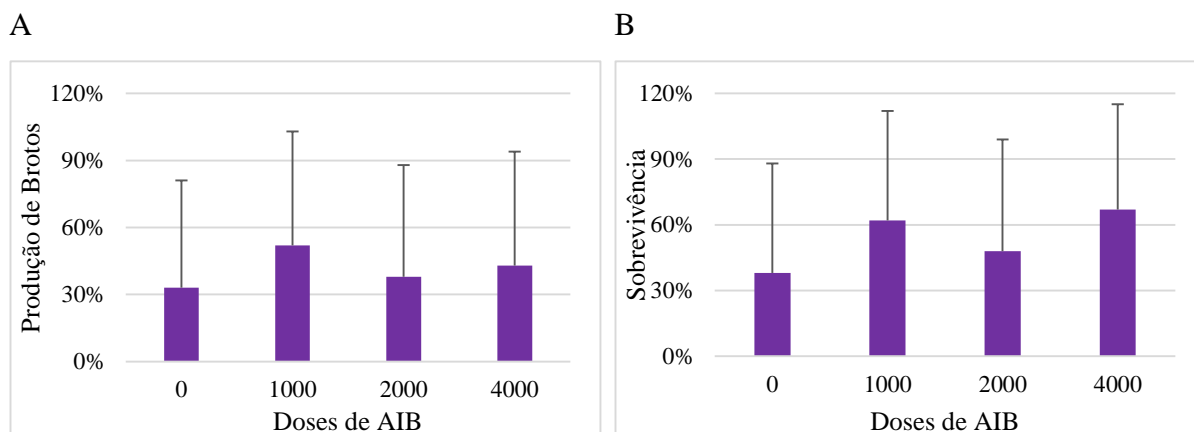
Apesar da sobrevivência de alguns indivíduos durante o processo de desenvolvimento, para a espécie *P. myrtoides*, a utilização de estacas lenhosas pode ser considerada um fator que contribuiu para o baixo número de sobreviventes. É importante ressaltar que o gênero ao qual pertence o araçá-roxo é caracterizado pela propagação por meio de sementes, sendo essa a forma priorizada para sua difusão. Dessa forma, há poucas técnicas consolidadas para produção de um jardim clonal através das técnicas de resgate e propagação por estaquia, conforme apontado por Arruda et al. (2019).

3.2. Resgate Vegetativo por Estacas Caulinares Basais Adulta

No experimento realizado em casa de vegetação para avaliar a produção de brotos em *P. myrtoides*, a concentração de 1.000 mg L⁻¹ de AIB resultou na maior média de brotações. Em seguida, as concentrações de 4.000, 2.000 mg L⁻¹ e ausência de AIB apresentaram percentuais entre 43 %, 38 % e 33 % de brotos produzidos, respectivamente (Figura 4A).

No entanto, no que se refere à emissão de raízes em araçá-roxo, nenhuma das concentrações utilizadas no ambiente de casa de vegetação resultou em raízes. Em relação à sobrevivência das estacas, as maiores médias foram obtidas nas concentrações de 4.000 e 1.000 mg L⁻¹, acima de 60 %, seguidas das concentrações 2.000 mg L⁻¹ e testemunha com 48 % e 38 % de sobrevivência (Figura 4B). Os resultados indicam que o uso do AIB pode ser uma técnica promissora para a propagação vegetativa de *P. myrtoides*, no entanto a utilização da técnica por estaquia ainda apresenta desafios a serem superados.

Figura 4 – Média da produção de brotos e sobrevivência (%) de estacas caulinares basais adultas de *Psidium myrtoides* nas concentrações 0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L⁻¹ de AIB em ambiente de casa de vegetação.



Com relação às estacas caulinares basais da espécie *P. myrtooides*, verificou-se uma produção de brotos semelhante às estacas apicais. Esse resultado pode ser atribuído ao equilíbrio hormonal presente no material genético adulto, proveniente do BAG, que pode ser o principal responsável pela baixa produção de brotos e do sistema radicular das estacas.

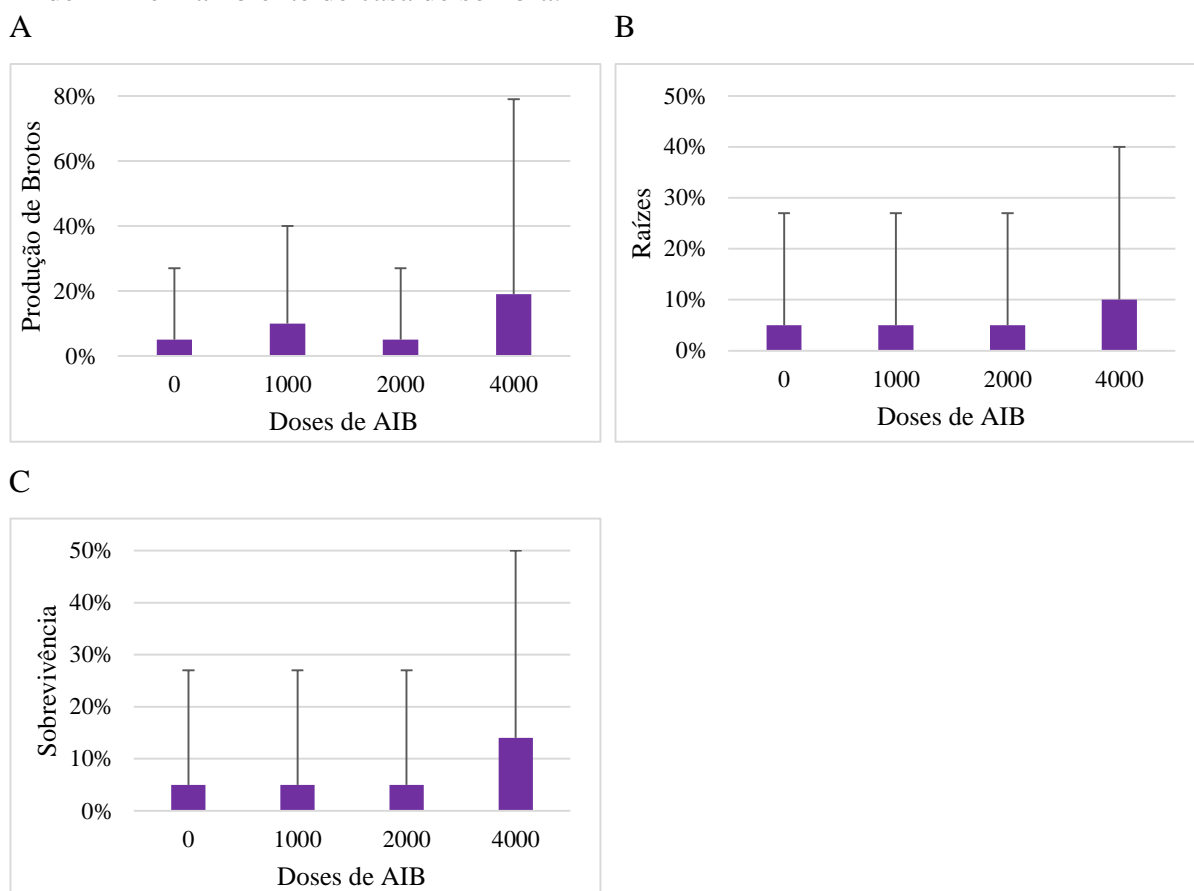
No entanto, constatou-se que o material utilizado não se adaptou às condições ambientes devido à alta umidade, temperatura e presença de fungos na casa de vegetação. Além disso, a maturidade dos acessos resgatados e sua idade ontogenética podem não ser propícios para a realização da propagação vegetativa para esses acessos com essa metodologia (SPERANDIO et al., 2011). Esses resultados indicam que são necessárias adaptações na técnica de propagação vegetativa para essa espécie, a fim de garantir a sobrevivência e o desenvolvimento adequado das estacas em ambientes de cultivo controlados.

No ambiente de casa de sombra, observou-se que as estacas provenientes dos acessos de *P. myrtooides* apresentaram maior média de produção de brotações no tratamento com 4.000 mg L⁻¹ após o período de 30 dias. O tratamento 1.000 mg L⁻¹, seguido pelos tratamentos 2.000 mg L⁻¹ e testemunha, apresentaram médias inferiores a 10 % na produção de brotos (Figura 5A).

Em relação à emissão de raízes no fundo do tubete do araçá-roxo, após 60 dias da realização do estaqueamento, apresentou sistema radicular em todos os tratamentos realizados. A concentração de 4.000 mg L⁻¹ apresentou maior média, com 10 % de suas repetições emitindo o sistema radicular, enquanto os demais tratamentos apresentaram 5 % de suas estacas com raízes (Figura 5B). Esses resultados indicam que a concentração de 4.000 mg L⁻¹ pode ser utilizada para estimular a produção de brotações em *P. myrtooides*, enquanto todas as concentrações utilizadas foram efetivas na emissão de raízes nas estacas do araçá-roxo.

No que tange à sobrevivência das estacas da espécie *P. myrtooides*, pode-se observar que os valores foram bastante baixos, com menos de 20 % das estacas avançando para a fase de rustificação das mudas. O tratamento com a concentração de 4.000 mg L⁻¹ apresentou a maior porcentagem de sobrevivência, com 14 % de suas repetições mantendo-se vivas, enquanto os demais tratamentos apresentaram apenas 5 % de sobrevivência (Figura 5C).

Figura 5 – Média da produção de brotos, presença de raízes e sobrevivência (%) de estacas caulinares basais adultas de *Psidium myrtooides* nas concentrações 0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L⁻¹ de AIB em ambiente de casa de sombra.



No que se refere a espécie *P. myrtooides*, verificou-se uma redução na produção de brotos em comparação com o ambiente de casa de vegetação, onde as condições ambientes controladas proporcionaram melhores condições para tal. Além disso, a diminuição na sobrevivência das estacas também contribuiu para a diminuição da presença de raízes (VÉRAS et al., 2017).

Ao serem submetidas a um ambiente de pleno sol, apenas 6 estacas de *P. myrtooides* sobreviveram ao processo de rustificação, sendo que apenas uma repetição não apresentou raízes e brotações. Cada tratamento foi avaliado com pelo menos uma repetição para a

avaliação final. O tratamento com 4.000 mg L⁻¹ apresentou três estacas, com médias de 1,5 para o volume de suas raízes, 582 mg para a massa de matéria seca e 21,5 cm² para a área foliar.

A capacidade de emissão de brotos em estacas obtidas de brotações basais adultas pode variar significativamente de acordo com o genótipo presente na planta-mãe. Portanto, é necessário realizar a seleção precoce de acordo com as características do acesso selecionado. Dado o baixo número de brotações emitidas nos propágulos adquiridos, é essencial identificar matrizes com maior competência na formação desses propágulos, uma vez que esta é uma etapa crítica no processo de propagação vegetativa. Além disso, a escolha da região da planta-mãe de onde serão coletados os propágulos também é importante para garantir melhores resultados na estaquia (BISOGNIN et al., 2018).

No que diz respeito ao local de coleta dos acessos utilizados no experimento, embora o material coletado na região basal da planta-mãe apresente juvenilidade e, portanto, seja mais propício ao enraizamento adventício, isso não foi suficiente para tornar viável a propagação vegetativa dessa espécie por meio deste método. Com esse tipo de propágulo, observou-se um baixo percentual de enraizamento e sobrevivência.

3.3. Resgate e Propagação Vegetativa por Estacas Caulinares Basais Adultas com uso de H₂O₂

Após 30 dias da instalação do experimento em casa de vegetação, constatou-se que as estacas provenientes do BAG da espécie *P. myrtoides* não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos com a presença e ausência do peróxido de hidrogênio e do regulador de crescimento, bem como suas interações, para as variáveis produção de brotos, presença de raízes e sobrevivência dos propágulos.

Em ambiente de casa de vegetação, é possível controlar fatores ambientais, como luz, temperatura e umidade, que influenciam no desenvolvimento das estacas, no entanto, não houve diferença significativa na produção de brotações e sistema radicular das estacas neste ambiente, indicando ausência de resposta das estacas a esses tratamentos.

Em ambiente de casa de sombra, as estacas sobreviventes após o período em casa de vegetação apresentaram diferença significativa entre os tratamentos utilizados com H₂O₂. Observou-se que os propágulos que não foram imersos na solução obtiveram uma média de brotos superior aos que foram submetidos ao tratamento com peróxido de hidrogênio. Além

disso, a sobrevivência das estacas foi significativamente maior na ausência do uso de H₂O₂ em comparação à utilização do peróxido.

A diferença significativa na produção de brotos e sobrevivência de estacas na ausência de H₂O₂ pode ser explicada pelo fato de que o peróxido de hidrogênio é um fator estressante em algumas espécies frutíferas. Esse estresse ocorre devido ao aumento da salinidade e à redução do potencial osmótico das estacas, o que inibe o crescimento de brotações das plantas. Isso ocorre porque as plantas precisam de recursos hídricos para emitir brotos (BEZERRA et al., 2016).

Em relação ao fator AIB, foi perceptível uma diferença significativa na variável sobrevivência entre as concentrações do regulador de crescimento. De acordo com a Tabela 1, a concentração 500 mg L⁻¹ demonstrou ser estatisticamente diferente em relação a concentração de 1000 mg L⁻¹, apresentando sobrevivência abaixo em relação as variações testadas.

Tabela 4 - Níveis de significância das médias de sobrevivência de estacas caulinares basais adultas de *Psidium myrtoides* nas concentrações 0, 125, 250, 500 e 1.000 mg L⁻¹, de acordo com o teste de comparação de médias de Tukey a 5 %.

Sobrevivência (%)		
a	1000	54
ab	0	50
ab	125	50
ab	250	33
b	500	17

Médias representadas pela mesma letra não diferem significativamente de acordo com o teste Tukey a 5%.

A interação entre as auxinas e as citocininas em uma planta é responsável pelo desenvolvimento do sistema radicular ou pela produção de brotações. Quando a interação tende para uma maior presença de auxinas, isso favorece a formação de raízes. Sendo assim, para a sobrevivência das plantas, é importante que haja emissão de raízes nos propágulos, devido à absorção de nutrientes e carboidratos, responsáveis pelo desenvolvimento das estacas, mantendo seu vigor e garantindo a sobrevivência das plantas. Portanto, devido à maior concentração de AIB apresentar diferença estatística em relação às demais, isso se deve ao desenvolvimento do sistema radicular (CARVALHO et al., 2020).

No processo de rustificação das estacas, decorridos 30 dias em ambiente de pleno sol, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos e suas interações em relação à produção de brotações. Similarmente, na produção de raízes e na sobrevivência das

estacas, não se verificaram diferença significativa entre os tratamentos com peróxido, nem na interação destes com o AIB. Ademais, constatou-se que não houve diferença significativa na média de sobrevivência das estacas em relação à interação entre os tratamentos. Esta análise sugere que tais tratamentos não influenciaram significativamente o desenvolvimento das estacas no período avaliado.

A análise de variância em fatorial desbalanceado indicou que o fator AIB apresentou significância estatística para a presença de raízes ($p < 0,01$) e para a sobrevivência ($p < 0,05$) das estacas. Notavelmente, em relação à etapa anterior, houve diferença estatística para a variável presença de raízes. Em particular, a concentração de 250 mg L^{-1} do regulador de crescimento apresentou 100 % das repetições com presença de raízes, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos empregados (Tabela 2).

De modo geral, a aplicação de concentrações mais elevadas de reguladores de crescimento tende a induzir uma melhor resposta no desenvolvimento do sistema radicular das estacas. No entanto, a efetividade do efeito estimular da produção de raízes do AIB pode atingir um ponto máximo, sendo que a dosagem excessiva pode ter efeito inibitório sobre essa produção (HARTMANN et al., 2017). A esse respeito, é importante destacar que o ponto máximo de absorção de auxinas varia entre as espécies, podendo ser considerado baixo em determinados clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (GOULART et al., 2008).

Tabela 2 - Níveis de significância das médias de presença de raízes e sobrevivência de estacas caulinares basais adultas de *Psidium myrtoides* nas concentrações 0, 125, 250, 500 e 1.000 mg L^{-1} , de acordo com o teste de comparação de médias de Tukey a 5 %.

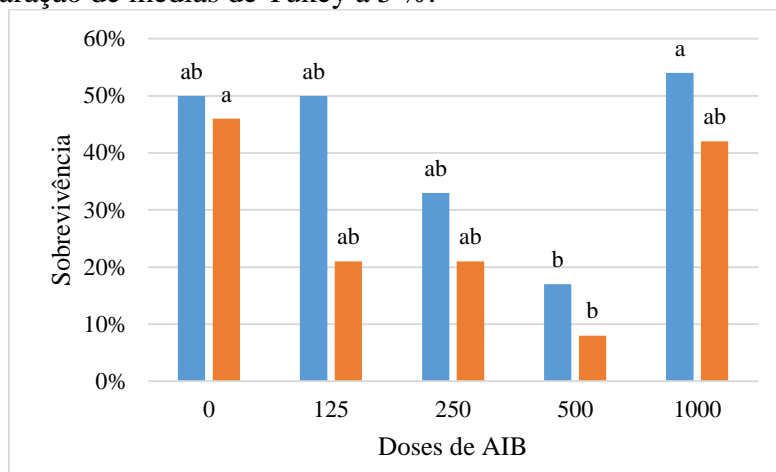
Raízes (%)			Sobrevivência (%)		
a	250	100	a	0	46
ab	1000	80	ab	1000	41
ac	0	63	ab	250	21
c	125	25	ab	125	21
bc	500	25	b	500	8

Médias representadas pela mesma letra não diferem significativamente de acordo com o teste Tukey a 5%.

Em relação à sobrevivência das estacas de araçá-roxo, foi observada diferença significativa na ausência do uso de H_2O_2 , apresentando médias de 40 % a 15 % para a utilização do peróxido de hidrogênio. No que diz respeito ao fator AIB, diferente do que foi observado na casa de sombra, o tratamento com concentração de 0 mg L^{-1} obteve a maior média para esta

variável (Figura 6). Além disso, o fator AIB foi significativo tanto para o quesito raízes quanto para a sobrevivência das estacas, conforme indicado na Tabela 2.

Figura 66 – Níveis de significância das médias de sobrevivência de estacas caulinares basais adultas de *Psidium myrtoides* nos ambientes de casa de sombra e em pleno sol, de acordo com o teste de comparação de médias de Tukey a 5 %.



Médias das concentrações de AIB representadas pela mesma letra não diferem significativamente de acordo com o teste Tukey a 5 % de significância. Barras representadas com a cor azul referem-se ao ambiente em casa de sombra e barras laranjas para ambiente em pleno sol.

Ao contrário do que foi observado em relação à sobrevivência das estacas, a utilização de regulador de crescimento não se mostrou benéfica para a produção de raízes em todos os tratamentos, embora tenha sido bem-sucedida em dois deles em comparação com a testemunha. É possível que a presença de fatores genéticos tenha favorecido a adaptação e sobrevivência das estacas, mesmo com uma formação radicular inferior em comparação com outras doses e com resultado obtido após a saída da casa de sombra. Esses resultados indicam que a avaliação da sobrevivência realizada posteriormente à saída de um ambiente controlado e sombreado não é garantia para o desenvolvimento do sistema radicular (GOULART et al., 2008; BORGES et al., 2011).

Após o período de exposição total à luz solar, foram avaliados o volume de raízes e a área foliar, e posteriormente, foi realizada a secagem em estufa, seguida pela medição da massa de matéria seca. Em todas as variáveis, não houve diferença significativa entre os tratamentos para o fator H_2O_2 . Para o fator AIB, apenas a área foliar não apresentou diferença estatística. Em relação à interação dos tratamentos com as variáveis do experimento, observou-se significância estatística no volume de raízes para o fator AIB ($p < 0,01$), onde a concentração de 250 mg L^{-1} do regulador apresentou média de $0,8 \text{ ml}$, superando as demais concentrações (Tabela 3).

Tabela 3 - Níveis de significância das médias do volume de raízes de estacas caulinares basais adultas de *Psidium myrtoides* nas concentrações 0, 125, 250, 500 e 1.000 mg L⁻¹, de acordo com o teste de comparação de médias de Tukey a 5 %.

Volume de Raiz (ml)		
a	250	0,8
ab	1000	0,53
b	0	0,18
b	125	0,14
b	500	0,1

Médias representadas pela mesma letra não diferem significativamente de acordo com o teste Tukey a 5%.

Assim como observado após o período de rustificação das estacas, os propágulos de *P. myrtoides* provenientes do BAG têm um limite máximo na absorção do regulador de crescimento, tanto para a emissão de raízes quanto para o volume radicular. Os propágulos apresentaram maior desenvolvimento de acordo com as concentrações apresentadas anteriormente, onde todas as estacas dessa concentração apresentaram sistema radicular (NAGAOKA et al., 2013; DAMODARAN; STRADER, 2019).

Quanto à avaliação da característica massa de matéria seca (mg), houve significância na interação entre os fatores H₂O₂ e AIB. As concentrações 0, 125, 250 e 500 mg L⁻¹ sem a presença do peróxido de hidrogênio diferiram estatisticamente em relação à associação do regulador com o uso do H₂O₂. Somente o tratamento com 1.000 mg L⁻¹ foi significativo com a presença do peróxido de hidrogênio em relação à sua testemunha, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 - Quadro de interação para a variável massa de matéria seca entre as concentrações de AIB na presença e ausência de H₂O₂ em estacas caulinares basais adultas de *Psidium myrtoides* ao final do experimento.

	0	125	250	500	1000
0	159 Aa	200 Aa	191 Aa	188 Aa	218 Ab
H ₂ O ₂	137 Ba	61 Ba	149 ABa	0 Ba	423 Aa

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Devido à interação significativa entre os fatores AIB e H₂O₂ na produção de massa de matéria seca, entende-se que a ausência do peróxido de hidrogênio em conjunto com baixas concentrações de AIB eleva a atividade de divisão celular, favorecendo a formação de folhas e crescimento das estacas. No entanto, para o regulador de crescimento, a atividade de divisão celular é intensificada quando é utilizado o H₂O₂. Isso pode ter ocorrido devido ao

desequilíbrio enzimático provocado pela presença do peróxido de hidrogênio, o que diminuiu sua degradação e manteve o crescimento padrão da concentração de AIB (GHOSH et al., 2012; MANDAL et al., 2013).

4. CONCLUSÕES

As estacas caulinares adultas da espécie *P. myrtoides* encontraram dificuldades no desenvolvimento do sistema radicular, sendo necessário ajuste metodológico para promover o enraizamento e, conseqüentemente, aumentar a sobrevivência deste tipo de estaca nos ambientes de crescimento testados.

Os resultados da pesquisa indicaram que o uso do regulador de crescimento AIB pode ser promissor para a propagação vegetativa da espécie *P. myrtoides*. No entanto, a técnica de estaquia ainda apresenta desafios que precisam ser superados para garantir a sobrevivência e o desenvolvimento adequado das estacas em ambientes controlados.

Dos tratamentos testados, a concentração de 4.000 mg L⁻¹ de AIB foi a mais efetiva no enraizamento das estacas de *P. myrtoides*, proporcionando maior sobrevivência das mudas. Apesar disso, devido à baixa taxa de mudas que conseguiram sobreviver em condições de pleno sol, a utilização dessa técnica para a propagação vegetativa da espécie não é recomendada.

Embora o material coletado seja proveniente de estacas caulinares basais da planta-mãe, que apresentam juvenilidade e propensão ao enraizamento adventício, isso não foi suficiente para tornar viável a propagação vegetativa da espécie por meio deste método. Observou-se um baixo percentual de enraizamento e sobrevivência com esse tipo de propágulo.

Os tratamentos utilizados na propagação vegetativa com utilização do H₂O₂, não apresentaram diferenças significativas no desenvolvimento das estacas nos ambientes de crescimento iniciais. Quanto à sobrevivência, a concentração sem o uso do AIB foi significativa em relação às demais, o que a torna uma opção viável em estratégias de resgate e propagação vegetativa da espécie *P. myrtoides*, pois não demanda recursos adicionais para a realização do estaqueamento.

5. REFERÊNCIAS

ARRUDA, A. L. et al. Estabelecimento in vitro de sementes de *Psidium cattleianum* Sabine. *Acta Biológica Catarinense*, v. 6, n. 4, p. 105-113, 2019.

- BACCARIN, F. J. B. et al. Vegetative rescue and cloning of *Eucalyptus benthamii* selected adult trees. **New Forests**, v. 46, p. 465-483, 2015.
- BALESTRIN, J. T. et al. Propagation by stem cuttings of *Tropaeolum pentaphyllum* Lam. (Crem): An alternative for production of seed tubers. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 43, n. 1, p. 84-90, 2021.
- BEZERRA, J. D. et al. Crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade. **Revista Ceres**, v. 63, p. 502-508, 2016.
- BHERING, L. L. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. *Crop Breeding and applied biotechnology*, v.17, p.187-190, 2017.
- BISOGNIN, D. A. et al. Adventitious rooting competence and rescue of adult mate plants by cuttings. **Revista Árvore**, v. 42, 2018.
- BORGES, S. R. et al. Enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. **Revista Árvore**, v. 35, p. 425-434, 2011.
- CARVALHO, W. F.; RIBEIRO, F. H. M.; SOUSA, C. M. Aplicação de AIB em estacas caulinares com folhas de pequiizeiro. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 33175-33179, 2020.
- DAMODARAN, S.; STRADER, L. C. Indole 3-butyric acid metabolism and transport in *Arabidopsis thaliana*. **Frontiers in plant science**, v. 10, p. 851, 2019.
- DIAS, P. C. et al. Resgate vegetativo de árvores de *Anadenanthera macrocarpa*. **Cerne**, v. 21, p. 83-89, 2015.
- DÍAZ-SALA, C. Direct reprogramming of adult somatic cells toward adventitious root formation in forest tree species: the effect of the juvenile–adult transition. **Frontiers in plant Science**, v. 5, p. 310, 2014.
- FRICK, E. M.; STRADER, L. C. Roles for IBA-derived auxin in plant development. **Journal of Experimental Botany**, v. 69, n. 2, p. 169-177, 2018.
- GHOSH, N. et al. Variations of antioxidative responses in two rice cultivars with polyamine treatment under salinity stress. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 18, n. 4, p. 301-313, 2012.
- GOULART, P. B.; XAVIER, A.; CARDOSO, N. Z. Efeito dos reguladores de crescimento AIB e ANA no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*. **Revista Árvore**, v. 32, p. 1051-1058, 2008.
- HARTMANN, H. T. et al. *Plant propagation: principles and practices*. 2017.
- JACQUES, A. C. et al. Scientific note: bioactive compounds in small fruits cultivated in the southern region of Brazil. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 1/4, p. 123-127, 2009.

- MAGGIONI, R. de A. et al. Giberelina, sombreamento e altura de poda na produção de brotações epicórmicas em *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. **Revista Forestal Mesoamericana Kurú**, v. 18, n. 42, p. 30-36, 2021.
- MANDAL, C. et al. Antioxidative responses of *Salvinia* (*Salvinia natans* Linn.) to aluminium stress and its modulation by polyamine. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 19, n. 1, p. 91-103, 2013.
- NAGAOKA, R. et al. Efeito do AIB no desenvolvimento de mudas clonais em genótipos de erva-mate. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, 2013.
- ODA, S. et al. Melhoramento florestal. **Biotecnologia Florestal. Viçosa: UFV**, p. 51-71, 2007.
- OLIVEIRA, T. P. de F. et al. Exigência nutricional e produtividade em minijardim clonal de *Toona ciliata* var. *australis*. **Ciência Florestal**, v. 29, p. 1154-1167, 2019.
- RAJAMANICKAM, C.; BEAULAH, A.; RAVINDRAN, C. Effect of IBA on shoot and root production of guava (*Psidium guajava* L.) through softwood cuttings cv. Lucknow-49. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 10, n. 2, p. 1198-1200, 2021.
- R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing**, Vienna. Disponível em: Acesso em: 02 mai. 2021.
- SHUKLA, S. K.; MISHRA, D. Production constraints analysis and suggested technological interventions to bridge the gaps in guava (*Psidium guajava* L.) value chain. **Progressive Horticulture**, v. 53, n. 2, p. 150-157, 2021.
- SILVA, M. K. F. da et al. Vegetative rescue of *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. Ex Steud via induction of epicormic sprouts in branches from mature trees. **Rhizosphere**, v. 20, p. 100431, 2021.
- SPERANDIO, H. V. et al. Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* produzidas em diferentes substratos. **Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal**, v. 8, n. 4, p. 214-221, 2011.
- VÉRAS, M. L. M. et al. Effect of ethephon and indolebutyric acid on yellow mombin propagation via cutting. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, p. 416-423, 2017.
- VIEIRA, R. F. et al. **Espécie alimentícias nativas da região centro-oeste. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial plantas para o futuro-região centro-oeste. Ministério do Meio Ambiente, Brasília**, p. 109-118, 2018.
- WENDLING, I.; TRUEMAN, S. J.; XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry—Part I: Concepts, regulation and consequences of phase change. **New Forests**, v. 45, n. 4, p. 449-471, 2014.
- WENDLING, I.; STUEPP, C. A.; ZANETTE, F. Produção de mudas de araucária por estaquia e miniestaquia. **Embrapa Florestas-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2017.

ZANARDI, O. C; GARLET, J. Levantamento de doenças em viveiro florestal clonal no cone sul de Rondônia. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, 2014.

CAPÍTULO III

**RESGATE VEGETATIVO VIA ALPORQUIA E ESTAQUIA EM MATRIZES DE
Psidium guineense SWARTZ.**

CARVALHO JUNIOR, CARLOS ROBERTO DE NAZARÉ, **Resgate Vegetativo Via Alporquia e Estaquia em Matrizes de *Psidium guineense* Swartz.** 2023. Orientador: Ricardo Gallo, Coorientador: José Severino de Lira Júnior.

RESUMO

As técnicas de resgate e propagação vegetativa são fundamentais para o melhoramento genético de espécies frutíferas, permitindo a conservação e utilização de germoplasma de espécies não cultivadas. Através dessas técnicas, é possível a propagação de clones com características desejáveis, utilizados em programas de melhoramento, com o objetivo de aumentar a produtividade e qualidade de frutos. Com o objetivo de testar protocolos de resgate vegetativo via alporquia e propagação vegetativo através da estaquia para a espécie *Psidium guineense* Swartz (Araçá-da-praia) para o uso em programas de melhoramento genético, este estudo foi realizado em uma propriedade privada denominada Sítio Banguê, localizada no Município de Camaragibe, e no Viveiro Florestal do Departamento de Ciência Florestal. Para a realização dos experimentos, foram utilizadas três árvores matrizes da espécie, empregando diferentes concentrações do regulador de crescimento AIB e do peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e diferentes colorações de papel celofane para o envolvimento dos alporques. As informações coletadas foram analisadas por meio dos softwares Rstudio® e Rbio®. Durante os experimentos, observou-se que o material juvenil coletado em campo apresentou adaptação ao processo de resgate por meio da estaquia permitindo o desenvolvimento de raízes e garantindo a sobrevivência dos propágulos com o uso do peróxido de hidrogênio. Além disso, a terceira matriz resgatada por meio da alporquia, com a utilização da maior concentração do regulador de crescimento em conjunto com o celofane azul, apresentou maior adaptação para esta prática. Os resultados obtidos neste estudo indicam o potencial da espécie *P. guineense* para a utilização de técnicas de resgate e propagação vegetativa para o melhoramento genético dessa espécie. Assim, a utilização dessas técnicas em programas de melhoramento pode contribuir para a conservação e utilização do germoplasma de espécies frutíferas em risco de extinção, além de proporcionar a produção de frutos com características desejáveis.

Palavras-chave: Araçá-da-praia; Enraizamento Adventício; Mergulhia Aérea; Silvicultura Clonal.

CARVALHO JUNIOR, CARLOS ROBERTO DE NAZARÉ, **Vegetative rescue through air layering and cuttings in *Psidium guineense* Swartz Matrices** 2023. Adviser: Ricardo Gallo, Comitê: José Severino de Lira Júnior.

ABSTRACT

The techniques of vegetative rescue and propagation are fundamental for the genetic improvement of fruit species, allowing the conservation and use of germplasm from non-cultivated species. Through these techniques, it is possible to propagate clones with desirable characteristics, used in breeding programs aimed at increasing fruit productivity and quality. This study aimed to test vegetative rescue protocols via air layering and vegetative propagation through cuttings for the species *Psidium guineense* Swartz for use in genetic improvement programs. The experiments were carried out using three mother trees of the species, employing different concentrations of the growth regulator AIB and hydrogen peroxide (H₂O₂), and different colors of cellophane paper for wrapping the air layers. The results obtained in this study indicate the potential of *P. guineense* for the use of vegetative rescue and propagation techniques for the genetic improvement of this species. The use of these techniques in breeding programs can contribute to the conservation and use of germplasm from endangered fruit species, as well as provide the production of fruits with desirable characteristics.

Keywords: Adventitious Rooting; Air Layering; Clonal Forestry; Guava Trees.

1. INTRODUÇÃO

A silvicultura clonal produz mudas geneticamente idênticas com características desejáveis, como resistência a doenças e pragas, rápido crescimento e boa qualidade da madeira. Isso é feito através de diferentes métodos de propagação vegetativa em viveiros que seguem protocolos estabelecidos para garantir um desenvolvimento saudável e uniforme. Essa técnica contribui para aumentar a produtividade e sustentabilidade dos plantios florestais (XAVIER et al., 2021).

Apesar das vantagens da silvicultura clonal, a manutenção da homogeneidade genética das mudas é um desafio significativo, e as florestas clonais são suscetíveis a doenças e pragas quando as práticas de manejo são inadequadas. É importante adotar técnicas de irrigação, nutrição e controle de pragas e doenças adequadas, bem como monitorar regularmente as florestas clonais para minimizar os riscos e maximizar os benefícios da técnica. Estudos recentes destacam a importância do monitoramento regular para identificar e tratar precocemente problemas que possam surgir (STUEPP et al., 2018).

O resgate vegetativo é uma técnica importante da silvicultura clonal que permite a reprodução em larga escala de espécies vegetais raras e ameaçadas para preservar a biodiversidade e recuperar áreas degradadas. O sucesso dessa técnica depende da escolha adequada das plantas a serem resgatadas, da avaliação da viabilidade da técnica para cada espécie e da adoção de boas práticas de manejo. Acompanhar o desenvolvimento das mudas transplantadas é essencial para avaliar o sucesso da técnica e realizar ajustes, tornando-a responsável e sustentável (FONSECA et al., 2020).

A propagação vegetativa é uma técnica popular para melhorar o uso de espécies florestais e produtos alimentares, principalmente por meio da estaquia. O sucesso da clonagem de plantas depende da eficiência do enraizamento dos propágulos, que pode ser melhorado com reguladores de crescimento como o ácido indol-3-butírico. A clonagem é essencial para selecionar características desejáveis em mudas, preservar espécies raras e contribuir para a conservação da biodiversidade (CIRIELLO; MORI, 2015).

O melhoramento genético de plantas frutíferas nativas visa selecionar e cruzar plantas para aumentar sua produtividade e qualidade, como no caso da família Myrtaceae e do gênero *Psidium*, que têm grande importância econômica no Brasil. Novas variedades podem ser desenvolvidas com características específicas, no entanto, o uso dessas técnicas deve ser

responsável e ético, seguindo normas de segurança e respeitando aspectos ambientais e sociais envolvidos (LIMERA et al., 2017).

Investir em tecnologias de melhoramento genético, sistemas de produção sustentáveis e técnicas de manejo adequadas é crucial para aumentar a produtividade e valorizar a espécie de araçazeiros *Psidium guineense* Sw. A valorização dessas espécies não só contribui para a promoção da biodiversidade, também para a economia local e para a segurança alimentar da população, por isso é necessário promover políticas públicas que incentivem a produção e comercialização de forma sustentável e responsável (NASCIMENTO et al., 2018; ARANTES et al., 2021).

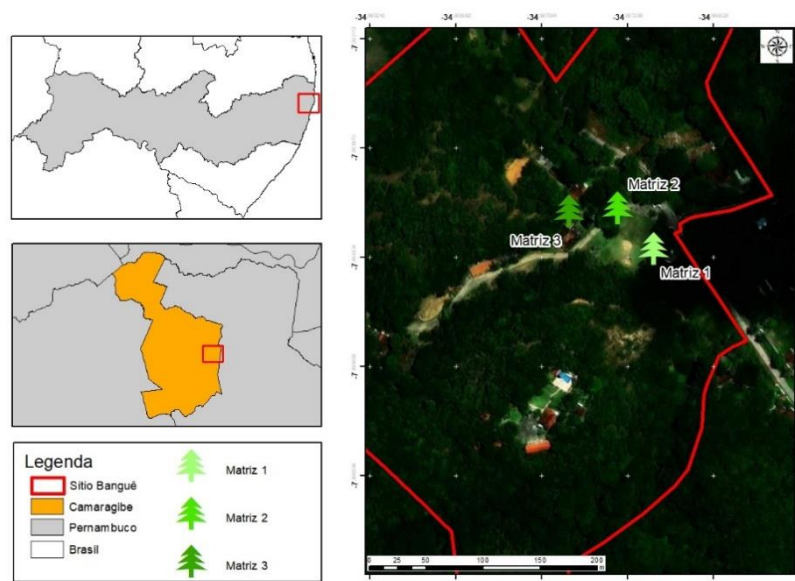
O objetivo deste estudo consistiu em estabelecer técnicas de resgate vegetativo via alporquia de *Psidium guineense* Sw. para serem utilizadas em programas de melhoramento genético na Zona da Mata Pernambucana. Foram realizados testes de resgate de propágulos através de alporquia em matrizes adultas provenientes de propriedade privada conhecida como Sítio Banguê, além da produção de mudas clonais por meio da técnica de estaquia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local de Estudo

O estudo foi realizado em três árvores matrizes de Araçá-da-praia (*Psidium guineense* Sw.), localizadas em uma área particular denominada Sítio Banguê (-7.99452, -34.96701), no município de Camaragibe, Pernambuco (Figura 1). As coordenadas geográficas estão representadas na Tabela 1. Os experimentos foram realizados no viveiro florestal do Departamento de Ciência Florestal.

Figura 1 - Local de coleta de material botânico e matrizes utilizadas para a execução dos experimentos de resgate e propagação vegetativa de (*Psidium guineense* Sw.) na propriedade privada Sítio Banguê, Camaragibe, Pernambuco.



Fonte: Carvalho Junior (2022)

Tabela 5 - Coordenadas geográficas das matrizes de Araçá-da-praia (*Psidium guineense* Sw.) utilizadas para a condução dos experimentos na propriedade Sítio Banguê, Camaragibe, Pernambuco.

Matriz	Latitude	Longitude
M1	-7.99476	-34.96695
M2	-7.99443	-34.96723
M3	-7.99446	-34.96761

2.2. Resgate Vegetativo por Alporquia

O resgate vegetativo foi estabelecido por meio de alporquia em três matrizes selecionadas em diferentes tratamentos. Ramos em diferentes alturas de cada indivíduo foram escolhidos, incluindo aqueles mais próximos ao solo, em faixa intermediária e no ápice da matriz. O anelamento completo com largura de 5 cm foi realizado em ramos em diâmetro maior que 3 mm e acima de 90 cm de altura em relação ao solo.

Foram aplicadas diferentes doses do regulador de crescimento Ácido indol-3-butírico (AIB) via pincel sobre o anelamento, incluindo 0 mg L⁻¹ (controle), 2.500 mg L⁻¹ e 5.000 mg L⁻¹. Após a aplicação do regulador, o corte foi envolvido com substrato umedecido contendo 5 g de esfagno e 29 ml do polímero hidrorretentor Forth® na concentração de 4 g L⁻¹. Diferentes cores de papel celofane (azul, vermelho, transparente) e uma sacola plástica preta foram usadas para fixar o substrato em torno da faixa do anelamento.

Os alporques foram retirados de cada matriz após 90 dias da realização do anelamento, e a sobrevivência, presença ou ausência de calos e raízes foram avaliadas, além da escala de notas de calos (Figura 2A) e raízes (Figura 2B), variando de 0 (ausência), 1 (baixo), 2 (médio) e 3 (alto).

Os alporques foram transportados ao Viveiro Florestal do Departamento de Ciência Florestal da UFRPE para a composição do jardim clonal. Os propágulos que apresentaram a presença de calos foram novamente imersos em suas respectivas concentrações de AIB e, em seguida, plantados em sacos plástico de 3 L preenchidos com substrato orgânico Basaplant® e terra de subsolo na proporção de 1:1. Os sacos plásticos foram levados para a casa de vegetação por 30 dias.

Figura 2 - Escala de notas de calos (A) e raízes (B) dos alporques das matrizes de *P. guineense*, localizadas na propriedade Sítio Banguê, Camaragibe – PE, após resgate do material em campo e analisadas no Viveiro Florestal do Departamento de Ciência Florestal.



Fonte: Carvalho Junior (2022)

Após um período de 30 dias em casa de vegetação, foram realizadas avaliações da porcentagem de sobrevivência, do número e tamanho das brotações e da presença de botões

florais nas estacas coletadas. Essas estacas foram conduzidas para avaliação na casa de sombra e em pleno sol, seguindo o mesmo procedimento anterior.

Ao final do período em pleno sol, todo o substrato foi removido através da lavagem com água corrente. Em seguida, houve a separação das raízes e da parte aérea, sendo que cada uma foi colocada em sacos de papel, identificadas e secas em estufa a uma temperatura de 70 °C durante 48 horas, para determinação da massa de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular (mg) por meio da pesagem em balança analítica. O volume das raízes (ml) foi determinado imerso em proveta e a área foliar (cm²) foi medida através de fotografias das folhas tiradas a uma distância de 30 cm e analisadas utilizando o software ImageJ®.

2.3. Resgate e Propagação Vegetativa por Estacas Caulinares Basais Adultas com uso de H₂O₂

No período de maio de 2022, foram coletadas brotações caulinares basais de três árvores matrizes de *P. guineense* Sw em uma área particular denominada Sítio Banguê. As brotações foram acondicionadas em caixas de isopor com camada de papel úmido e transportadas para o Viveiro Florestal do Departamento de Ciência Florestal. Posteriormente, foram confeccionadas estacas com comprimento entre 8 cm e 10 cm, mantendo-se um par de folhas com a área foliar reduzida à metade. Neste experimento, foi realizada a associação de concentrações de AIB em combinação com peróxido de hidrogênio (H₂O₂), com o intuito de aumentar a porcentagem de enraizamento adventício e melhorar a qualidade na produção de mudas.

Foram confeccionadas 40 estacas, divididas em 10 estacas para cada tratamento e combinação de tratamentos, sendo utilizadas duas concentrações do regulador de crescimento AIB com e sem a presença do H₂O₂. A base das estacas foi imersa no peróxido de hidrogênio por 12 horas na concentração de 50 mM e mantidas em caixa de isopor, conforme Silva et al. (2021). Após o período de imersão em H₂O₂, as estacas foram imersas em solução de AIB diluído em água destilada, nas concentrações de 0 e 500 mg L⁻¹, e mantidas armazenadas em caixa de isopor por 24 horas.

Durante a fase de produção das mudas, as estacas foram plantadas em tubetes de 50 cm³, preenchidos com substrato comercial Basaplant® e vermiculita na proporção 1:1. Em seguida, foram mantidas em casa de vegetação sob condições controladas de temperatura média de 28 °C e umidade média de 97,4 % durante um período de 30 dias. Após esse período,

as mudas foram transferidas para casa de sombra e posteriormente para pleno sol, mantendo o mesmo período de exposição em cada ambiente (WENDLING et al., 2017). Após cada período de exposição, foram realizadas avaliações para determinar o número de brotações, a presença de raízes na extremidade inferior do tubete e a porcentagem de sobrevivência das mudas.

Na etapa final do experimento, após o período em pleno sol, o substrato foi completamente retirado através de lavagem com água corrente. Em seguida, as raízes e a parte aérea foram separadas e cada parte foi colocada em um saco de papel kraft, identificado e seco em estufa a 70 °C por 48 horas para determinação de massa de matéria seca total (mg) por meio de pesagem em balança analítica. As raízes foram imersas em água para determinar o volume (ml) e as folhas foram fotografadas a uma distância de 30 cm e analisadas por meio do software ImageJ®.

O experimento foi conduzido com delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial (2 x 2), considerando a imersão ou não das estacas em peróxido de hidrogênio como Fator A e as concentrações do regulador de crescimento como Fator B, totalizando 4 tratamentos. Verificou-se que os dados atenderam aos pressupostos da análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de comparação de médias de Tukey ($p < 0,05$) para testar os efeitos individuais e interativos entre os tratamentos. Os procedimentos estatísticos foram realizados pelos softwares Rstudio® e Rbio® (R CORE TEAM, 2021; BHERING, 2021).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Resgate Vegetativo por Alporquia

Os propágulos após 90 dias da confecção dos alporques, estes foram retirados e analisado de acordo com a taxa de enraizamento, presença de calos e sobrevivência. Os alporques foram avaliados de acordo com três fatores: a matriz onde foi realizada o anelamento, as cores e o material onde foram envolvidos, bem como as concentrações do regulador de crescimento.

Para as variáveis presença de calos e sobrevivência dos alporques, não houve interações significativas entre os fatores avaliados, assim como quando analisados individualmente. No que se refere à emissão de raízes nos propágulos, houve interação significativa tripla, em que cada fator analisado interferiu na formação do sistema radicular, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Quadro de interações entre as três concentrações de AIB, as colorações do papel celofane e as matrizes de *Psidium guineense* Sw. onde foi realizada a técnica de alporquia na propriedade privada Sítio Banguê em Camaragibe – PE.

	Matriz 1			Matriz 2			Matriz 3		
	0	2.500	5.000	0	2.500	5.000	0	2.500	5.000
Azul	0 %	0 %	0 % b	0 %	0 %	33 % b	0 %	0 %	100 % a A (a)
Preto	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	33 %	33 % B
Transparente	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 % B
Vermelho	0 %	0 %	0 %	33 %	0 %	0 %	33 %	0 %	0 % B

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas na linha [Matriz (Cores do revestimento x Concentrações de AIB), maiúsculas na coluna [Cores do revestimento (Matriz x Concentrações de AIB) e minúsculas entre parêntesis [Concentrações de AIB (Matriz x Cores do Revestimento) diferem entre si, de acordo com o teste Tukey a 5 %.

De acordo com o teste de comparação de médias de Tukey a 5 %, verificou-se que a utilização do papel celofane de coloração azul, a utilização de AIB na concentração de 5.000 mg L⁻¹ e a matriz 3 foram fatores fundamentais para a emissão de raízes na espécie *P. guineense*. No entanto, a formação de calos e raízes nos alporques foi considerada baixa em comparação com outras técnicas realizadas em espécies da mesma família, que apresentaram resultados positivos e superiores a 50 % no enraizamento dos propágulos, como nos estudos de *Plinia trunciflora* (O. Berg) e *Plinia cauliflora* (Mart.) (DANNER et al., 2006; SASSO et al., 2010).

Apesar de não ter ocorrido interação significativa para a variável presença de calos, em relação à emissão de raízes, nota-se que esses quesitos são independentes em cada matriz, porém são influenciados pelo mesmo efeito do regulador de crescimento. Portanto, a formação do sistema radicular nos alporques é essencial para esse método de resgate, pois indica que a matriz respondeu aos tratamentos aplicados, promovendo a diferenciação celular (TELEGINSKI et al., 2018; NOBERTO et al., 2019).

O processo de emissão do sistema radicular dos alporques de *P. guineense* foi dependente da aplicação do AIB, onde apenas duas repetições apresentaram raízes na ausência do fitorregulador, observado nas matrizes 2 e 3. A maioria das ocorrências de raízes ocorreu na maior concentração utilizada. O AIB é a auxina que apresenta menor fotossensibilidade e maior estabilidade bioquímica em plantas. A aplicação desse regulador de crescimento é efetiva para a indução da rizogênese em espécies florestais (HARTMANN et al., 2017).

Após serem submetidos novamente aos tratamentos com AIB nas mesmas concentrações e passarem 30 dias em casa de vegetação, os alporques resgatados em campo foram avaliados quanto à presença de brotos, botões florais e sobrevivência dos propágulos. Verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos com regulador de crescimento, as matrizes de *P. guineense* e suas interações.

Durante o período de desenvolvimento na casa de vegetação, foi observada uma grande produção de brotos nos propágulos, onde 66 % dos alporques apresentaram pelo menos uma brotação. Além da emergência de brotações, foi constatado um alto índice de sobrevivência dos propágulos, mesmo sem diferença significativa, sendo que 84 % dos propágulos avançaram para a etapa de sombreamento.

A casa de vegetação proporciona um ambiente mais controlado para o desenvolvimento dos propágulos, com temperaturas e umidade mais estáveis, o que diminui os riscos para as mudas e influencia positivamente na produção de brotações e raízes (MACHADO et al., 2021; ROCHA et al., 2022b).

Os propágulos foram submetidos a um sombreamento de 50 % durante 30 dias e foram avaliados quanto à presença de brotos, botões florais e sobrevivência. De acordo com a análise de variância realizada, nenhum dos fatores avaliados apresentou significância ($p < 0,05$), incluindo a interação entre as matrizes e as concentrações do regulador de crescimento utilizadas.

Os quesitos de sobrevivência e produção de brotações nos alporques resgatados apresentaram valores acima de 60 % na condição de casa de vegetação. Entretanto, após o período em condições de sombreamento, houve uma drástica redução nos resultados. Para o quesito de emergência de brotações, apenas 5 % dos propágulos confeccionados apresentaram brotos, e 5 % sobreviveram até o final do período em casa de sombra.

A condição de sombreamento pode ser considerada um importante fator na diminuição da produção de propágulos, sobrevivência e emissão de raízes em algumas espécies florestais, devido à baixa disponibilidade de radiação solar. No entanto, em espécies de *Psidium*, como relatado em pesquisas com *P. cattleianum* e *P. guajava*, o gênero apresenta um comportamento diferenciado, destacando-se pela alta sobrevivência em ambientes sombreados (LOPES; FREITAS, 2009; BALLESTRERI et al., 2021).

Nas condições de pleno sol, não foram observados sobreviventes entre os propágulos de araçá-da-praia confeccionados. A espécie apresentou dificuldades na propagação vegetativa por alporquia, apresentando baixa sobrevivência, produção de brotações e enraizamento após

o período nos ambientes de desenvolvimento, mesmo com a utilização de diferentes concentrações de reguladores de crescimento.

3.2. Resgate e Propagação Vegetativa por Estacas Caulinares Basais Adultas com uso de H₂O₂

Após 30 dias da confecção das estacas de *P. guineense*, realizou-se a avaliação e observou-se na análise de variância que não houve interação significativa entre os fatores examinados neste experimento em condições de casa de vegetação. Além disso, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos de AIB e entre o uso ou não de peróxido de hidrogênio, nas variáveis de sobrevivência e presença de brotações, bem como nas concentrações utilizadas do regulador de crescimento no quesito de formação de raízes.

No desenvolvimento das raízes, as estacas que foram tratadas com peróxido de hidrogênio apresentaram diferença significativa ($p < 0,01$), com média de 30 % em relação às estacas que não foram imersas na solução com 5 %.

No desenvolvimento das raízes, as estacas que foram tratadas com peróxido de hidrogênio apresentaram diferença significativa. As estacas de *P. guineense* foram novamente avaliadas após 30 dias em condições de sombreamento a 50 %. Observou-se, através da análise de variância, que as interações se mantiveram em relação à etapa anterior. Para as variáveis brotos e sobrevivência em ambos os fatores e a interação, não houve diferença significativa entre os tratamentos utilizados, assim como em raízes para o regulador de crescimento e novamente para a interação.

Semelhante ao que foi observado no ambiente de casa de vegetação, as mudas presentes com sombreamento a 50 % obtiveram diferença significativa ($p < 0,01$) com o uso de peróxido de hidrogênio em relação às que não passaram pelo tratamento com a solução.

As estacas de *P. guineense* tratadas com peróxido de hidrogênio continuaram a apresentar diferença estatística no desenvolvimento do sistema radicular, com 30 % delas apresentando raízes após o período em casa de sombra. Essa característica genética de espécie permite a sua propagação vegetativa e a manutenção da absorção de nutrientes pelo sistema radicular formador, além da preservação das folhas originais, importantes para a captação de ondas solares para a fotossíntese. Essa propagação vegetativa é distinta do araçá-amarelo, que se dissemina predominantemente por propagação seminal (SOUZA et al., 2018; SINGH, 2018).

Na última etapa de desenvolvimento das estacas em ambiente de pleno sol, após 30 dias, não houve diferença significativa em nenhuma das interações observadas no estudo, assim como os fatores analisados individualmente não apresentaram diferença estatística para nenhuma das variáveis.

Com relação à análise das características apresentadas pelas estacas sobreviventes após a exposição ao ambiente de pleno sol, constatou-se que não houve diferença estatística em nenhuma fonte de variação presente nas variáveis massa de matéria seca e área foliar, bem como na interação e no fator AIB para o volume de raízes.

No entanto, para a variável volume de raízes, observou-se diferença significativa para o uso do peróxido de hidrogênio em relação à sua ausência, confirmando os resultados obtidos na análise de variância após as estacas passarem pelos ambientes de casa de vegetação e casa sombra, onde a variável com a presença de raízes foi significativa. Isso reforça a importância do uso dessa solução para o surgimento e desenvolvimento de raízes na espécie *P. guineense*.

Assim como observado nos ambientes de casa de vegetação e sombreamento, a variável de emissão de raízes foi influenciada pelo uso de peróxido de hidrogênio, resultando em um volume de raízes médio de 1,56 ml, superior à ausência do peróxido com 0,81 ml. Portanto, além de induzir a emissão de raízes, o H₂O₂ contribui para o desenvolvimento do sistema radicular, promovendo um maior volume e enriquecimento dos tecidos através da absorção de nutrientes, além de promover a fixação das estacas para a sobrevivência dos propágulos. Isso foi observado em estudos anteriores com o uso do peróxido de hidrogênio em mudas de *Eucalyptus grandis* (TARIQ et al., 2019; SILVA et al., 2021).

4. CONCLUSÕES

A respeito dos alporques confeccionados a partir de matrizes de *P. guineense*, a utilização de papel celofane azul e concentração de AIB em 5.000 mg L⁻¹ foi determinante para a formação de raízes nos propágulos. Os propágulos apresentaram boa adaptação ao ambiente de casa de vegetação, com alta sobrevivência e produção de brotos. No entanto, a espécie não apresentou adaptação nos ambientes de sombreamento e pleno sol, ocorrendo alta mortalidade.

Com base no uso do peróxido de hidrogênio, as estacas caulinares basais adultas da espécie *P. guineense* apresentaram adaptação a este material de resgate em estágios de juvenildade. O emprego de H₂O₂ foi determinante para um maior desenvolvimento de raízes

e sobrevivência dos propágulos nos ambientes de crescimento utilizados para este tipo de estaca.

A utilização de técnicas de resgate e propagação vegetativa pode contribuir para a conservação e manutenção da diversidade genética da espécie, garantindo a sua preservação e o seu uso sustentável. Reduzindo a pressão sobre as populações onde ocorre a espécie, permitindo a obtenção de clones selecionados para uso em programas de melhoramento genético. Os resultados deste estudo podem ser aplicados em projetos de áreas degradadas e em programas de melhoramento genético desta espécie, contribuindo para a promoção da fruticultura e para o desenvolvimento de estratégias de conservação.

5. REFERÊNCIAS

- ARANTES, M. B. de S. et al. Management of clonal mini-garden with gibberellic acid in guava rootstock propagation. **Semina Ci. agr.**, p. 1579-1594, 2021.
- BALLESTRERI, A. A. et al. Morphophysiological responses of forest tree species conducted under different levels of shading in the enrichment of degraded ecosystem. **Forest Ecology and Management**, v. 488, p. 119032, 2021.
- BHERING, L. L. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. *Crop Breeding and applied biotechnology*, v.17, p.187-190, 2017.
- CIRIELLO, E.; MORI, E. S. Rooting of guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess) cuttings using indole-butyric acid. **Cerne**, v. 21, p. 641, 648, 2015.
- DANNER, M. A. et al. Enraizamento de jabuticabeira (*Plinia trunciflora*) por mergulhia aérea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, p. 530-532, 2006.
- FONSECA, A. L. C. et al. Rescue and vegetative propagation of *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish in natural stand. **Brazilian Journal of Biology**, v. 81, p. 566-574, 2020.
- HARTMANN, H. T. et al. Plant propagation: principles and practices. 2017.
- LIMERA, C. et al. New biotechnological tools for the genetic improvement of major woody fruit species. **Frontiers in plant science**, v. 8, p. 1418, 2017.
- LOPES, J. C.; DE FREITAS, A. R. Germinação de Sementes e Formação de Mudanças de *Psidium guajava* L. (Goiaba): Efeito de Sombreamento. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2009.
- MACHADO, M.; BARAZETTI, V. M.; FORTUNA, J. L. Propagação assexuada de *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson (poaia): planta medicinal de uso consagrado ameaçada de extinção. **Revista Brasileira de Pesquisas Agrícolas**, v. 2, n. 02, 2021.

NASCIMENTO, K. F. et al. Antioxidant, anti-inflammatory, antiproliferative and antimycobacterial activities of the essential oil of *Psidium guineense* Sw. and spathulenol. **Journal of ethnopharmacology**, v. 210, p. 351-358, 2018.

NOBERTO, M. N. da S. et al. Substratos alternativos na clonagem de faveleira (*Cnidocolus quercifolius*) pela técnica de alporquia. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 15, n. 1, p. 48-55, 2019.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing**, Vienna. Disponível em: Acesso em: 02 mai. 2021.

ROCHA, F. M. et al. Uso de estufim e de AIB para o enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus urophylla* ST Blake × *Eucalyptus pellita* F. Muell. **Ciência Florestal**, v. 32, p. 1460-1478, 2022b.

SASSO, S. A. Z.; CITADIN, I.; DANNER, M. A. Propagação de jabuticabeira por enxertia e alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 571-576, 2010.

SILVA, M. K. F. da et al. Vegetative rescue of *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. Ex Steud via induction of epicormic sprouts in branches from mature trees. **Rhizosphere**, v. 20, p. 100431, 2021.

SINGH, K. K. A review: " Macro-propagation of guava (*Psidium guajava*). **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 7, n. 2, p. 2629-2634, 2018.

SOUZA, R. R. C. de; SANTOS, C. A. F. COSTA, S. R. da. Field resistance to *Meloidogyne enterolobii* in a *Psidium guajava* × *P. guineense* hybrid and its compatibility as guava rootstock. **Fruits**, v. 73, n. 2, 2018.

STUEPP, C. A. et al. Vegetative propagation and application of clonal forestry in Brazilian native tree species. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 53, p. 985-1002, 2018.

TARIQ, A. et al. Impact of phosphorus application on drought resistant responses of *Eucalyptus grandis* seedlings. **Physiologia plantarum**, v. 166, n. 4, p. 894-908, 2019

TELEGINSKI, F. et al. Resgate vegetativo de *Campomanesia xanthocarpa* Mart. ex O. Berg por alporquia. **Ciência Florestal**, v. 28, p. 820-826, 2018.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal – princípios e técnicas**, 3ª edição (275 p.). Viçosa, Editora UFV, 2021.

WENDLING, I.; STUEPP, C. A.; ZANETTE, F. Produção de mudas de araucária por estaquia e miniestaquia. **Embrapa Florestas-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2017.

CONCLUSÕES GERAIS

As estacas adultas de *P. cattleyanum* e *P. myrtoides* tiveram dificuldades em desenvolver seus sistemas radiculares, exigindo ajustes na metodologia para melhorar o enraizamento e a sobrevivência em diferentes ambientes.

O H₂O₂ não foi suficiente para promover o desenvolvimento de estacas basais adultas de *P. cattleyanum*, enquanto *P. myrtoides* apresentou maior sobrevivência na ausência de AIB com e sem H₂O₂, com 250 mg L⁻¹ resultando em melhores médias de enraizamento e volume de raízes. Já na espécie *P. guineense*, o uso de H₂O₂ foi determinante para o desenvolvimento de raízes.

O tratamento com 500 mg L⁻¹ de AIB acelerou a formação de brotos e raízes em miniestacas juvenis de *P. cattleyanum*, sendo eficiente em ambientes de casa de vegetação e sombra. Em ambiente de pleno sol, a produção de brotos foi determinada pela ausência de AIB e H₂O₂, ou pela utilização de ambos. A sobrevivência das miniestacas foi determinada pela ausência desses fatores, bem como pelo uso de H₂O₂ com e sem AIB.

O acesso 34 teve maior volume de raízes, com ambos os tratamentos influenciando a massa de matéria seca. A utilização de AIB e H₂O₂ resultou em maior área foliar. Embora a faixa de concentrações de AIB entre 2.500 e 3.000 mg L⁻¹ tenha tido melhor desempenho na produção de brotos e enraizamento, a sobrevivência foi menor.

Recomenda-se evitar o uso do regulador de crescimento para propagar miniestacas juvenis caulinares desta espécie, com enraizamento superior a 60%. Os acessos 23 e 32 foram os melhores na produção de brotos, raízes e sobrevivência em todos os ambientes de desenvolvimento, e são adequados para programas de melhoramento florestal clonal da espécie *P. cattleyanum*. As metodologias deste experimento podem ser usadas para estabelecer protocolos de propagação vegetativa.

A espécie *P. cattleyanum* foi bem-sucedida nos tratamentos de cruzamentos controlados, com destaque para os acessos 34 e 45 na polinização e os acessos 49 e 31 no desenvolvimento de frutos. Esses acessos podem ser selecionados para um programa de melhoramento genético.

Para os alporques de *P. guineense*, o papel celofane azul e uma concentração de AIB de 5.000 mg L⁻¹ foram determinantes para a formação de raízes nos propágulos, que apresentaram alta sobrevivência e produção de brotos em ambiente de casa de vegetação. No entanto, a

espécie não se adaptou bem a ambientes de sombreamento e pleno sol, resultando em alta mortalidade.

APÊNDICES

Apêndice 1 - Análise dos componentes químicos componentes na terra de subsolo para a germinação de sementes de *P. cattleyanum*.

Amostra	pH (água)	Ca	Mg	Al	Na	K	P	C.O.	M.O.	H+Al
	1:2,5	cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³		g kg ⁻¹		cmol _c dm ⁻³
Solo	5.60	3.60	1.70	0.05	0.10	0.30	15.23	3.94	6.79	4.61

Apêndice 2 - Análise de variância para as variáveis brotos, raízes e sobrevivência de *P. cattleyanum* após o período em casa de vegetação para o resgate e propagação vegetativa por estacas caulinares basais adultas com o uso de H₂O₂.

FV	GL	QM		
		Brotos	Raízes	Sobrevivência
H ₂ O ₂	1	3 ^{ns}	4**	2 ^{ns}
AIB	4	4 ^{ns}	4**	4 ^{ns}
H ₂ O ₂ * AIB	4	2 ^{ns}	3**	3 ^{ns}
Resíduo	149	2	2	4
Total	150	1	1	1

** significativo a p<0,01; *significativo a p<0,05; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM).

Apêndice 3 - Análise de variância para as variáveis brotos, raízes e sobrevivência de *P. cattleyanum* após o período em casa de sombra para o resgate e propagação vegetativa por estacas caulinares basais adultas com o uso de H₂O₂.

FV	GL	QM		
		Brotos	Raízes	Sobrevivência
H ₂ O ₂	1	3 ^{ns}	0	2 ^{ns}
AIB	4	4 ^{ns}	0	3 ^{ns}
H ₂ O ₂ * AIB	4	2 ^{ns}	0	5 ^{ns}
Resíduo	149	2	0	4
Total	150	1	0	1

** significativo a p<0,01; *significativo a p<0,05; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM).

Apêndice 4 - Análise de Variância para as variáveis brotos, raízes e sobrevivência dos acessos de *P. cattleyanum* em ambiente de casa de vegetação para a propagação vegetativa por miniestacas caulinares apicais juvenis com o uso de H₂O₂.

FV	GL	QM		
		Brotos	Raízes	Sobrevivência
Acesso	11	0,26 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0
AIB	1	2,25 ^{**}	0,06 ^{ns}	0
H ₂ O ₂	1	0	0,01 ^{ns}	0
Acesso * AIB	11	0,22 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0
Acesso * H ₂ O ₂	11	0,21 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0
AIB * H ₂ O ₂	1	0,25 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0
Acesso*AIB*H ₂ O ₂	11	0,49 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0
Resíduo	96	0,28	0,03	0
Total	143			

** significativo a p<0,01; *significativo a p<0,05; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM).

Apêndice 5 - Análise de variância para as variáveis brotos, raízes e sobrevivência dos acessos de *P. cattleyanum* em ambiente de casa de sombra para a propagação vegetativa por miniestacas caulinares apicais juvenis com o uso de H₂O₂.

FV	GL	QM		
		Brotos	Raízes	Sobrevivência
Acesso	11	0,16 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,01 ^{ns}
AIB	1	18,06 ^{**}	10,02 ^{**}	0,01 ^{ns}
H ₂ O ₂	1	1,17 [*]	0	0,01 ^{ns}
Acesso * AIB	11	0,37 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Acesso * H ₂ O ₂	11	0,42 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,01 ^{ns}
AIB * H ₂ O ₂	1	0,34 ^{ns}	0	0,01 ^{ns}
Acesso*AIB*H ₂ O ₂	11	0,43 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Resíduo	96	0,28	0,21	
Total	143			

** significativo a p<0,01; *significativo a p<0,05; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM).

Apêndice 6 - Análise de variância para as variáveis brotos, raízes e sobrevivência dos acessos de *P. cattleyanum* em ambiente de pleno sol para a propagação vegetativa por miniestacas caulinares apicais juvenis com o uso de H₂O₂.

FV	GL	QM		
		Brotos	Raízes	Sobrevivência
Acesso	11	0,27 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,08 ^{ns}
AIB	1	0,25 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,56**
H ₂ O ₂	1	2,78**	0,01 ^{ns}	1,17**
Acesso * AIB	11	0,46 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Acesso * H ₂ O ₂	11	0,29 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,08 ^{ns}
AIB * H ₂ O ₂	1	1,78*	0,01 ^{ns}	1,17**
Acesso*AIB*H ₂ O ₂	11	0,41 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Resíduo	96	0,3	0,01 ^{ns}	0,06
Total	143			

** significativo a $p < 0,01$; *significativo a $p < 0,05$; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM).

Apêndice 7 - Análise de variância para as variáveis volume de raiz, massa de matéria seca e área foliar dos acessos de *P. cattleyanum* para a propagação vegetativa por miniestacas caulinares apicais juvenis com o uso de H₂O₂.

FV	GL	QM		
		Volume de Raiz	Massa Seca	Área Foliar
Acesso	11	0,52*	48076 ^{ns}	94,85 ^{ns}
AIB	1	2,32**	392711**	1977**
H ₂ O ₂	1	0,55 ^{ns}	105950 ^{ns}	491,23*
Acesso * AIB	11	0,16 ^{ns}	55254 ^{ns}	112,16 ^{ns}
Acesso * H ₂ O ₂	11	0,36 ^{ns}	30754 ^{ns}	39,4 ^{ns}
AIB * H ₂ O ₂	1	0,86 ^{ns}	267806*	289,07 ^{ns}
Acesso*AIB*H ₂ O ₂	11	0,31 ^{ns}	12980 ^{ns}	37,12 ^{ns}
Resíduos	96	0,27	39579 ^{ns}	95,28 ^{ns}
Total	143			

** significativo a $p < 0,01$; *significativo a $p < 0,05$; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM).

Apêndice 8 - Análise de variância para as variáveis brotos, raízes e sobrevivência de *P. cattleyanum* após o período em casa de vegetação para a propagação vegetativa por miniestacas caulinares de jardim clonal de mudas juvenis.

FV	GL	QM		
		Brotos	Raízes	Sobrevivência

AIB	4	0,01 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,005 ^{ns}
Bloco	9	0,01 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,005 ^{ns}
Resíduo	173	0,01	0,07	0,005
Total	186			

** significativo a $p < 0,01$; *significativo a $p < 0,05$; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM).

Apêndice 9 - Análise de variância para as variáveis brotos, raízes e sobrevivência de *P. cattleyanum* após o período em casa de sombra para a propagação vegetativa por miniestacas caulinares de jardim clonal de mudas juvenis.

FV	GL	QM		
		Brotos	Raízes	Sobrevivência
AIB	4	0,78**	1,18**	0,08 ^{ns}
Bloco	9	0,28 ^{ns}	0,32*	0,02 ^{ns}
Resíduo	173	0,21	0,14	0,06
Total	186			

** significativo a $p < 0,01$; *significativo a $p < 0,05$; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM).

Apêndice 10 - Análise de variância para as variáveis brotos, raízes e sobrevivência de *P. cattleyanum* após o período em pleno sol para a propagação vegetativa por miniestacas caulinares de jardim clonal de mudas juvenis.

FV	GL	QM		
		Brotos	Raízes	Sobrevivência
AIB	4	0,1 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,27*
Bloco	9	0,32**	0,07 ^{ns}	0,09 ^{ns}
Resíduo	173	0,19	0,04	0,09
Total	186			

** significativo a $p < 0,01$; *significativo a $p < 0,05$; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM).

Apêndice 11 - Análise de variância para as variáveis volume de raiz, massa de matéria seca e área foliar de *P. cattleyanum* após o período em pleno sol para a propagação vegetativa por miniestacas caulinares de jardim clonal de mudas juvenis.

FV	GL	QM		
		Volume de Raiz	Massa Seca	Área Foliar
AIB	4	0,65**	28311**	23,32 ^{ns}

Bloco	9	0,35 ^{ns}	16603**	85,088**
Resíduo	166	0,24	6204	14,675
Total	179			

** significativo a $p < 0,01$; *significativo a $p < 0,05$; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM).

Apêndice 12 - Análise de variância para as variáveis brotos, raízes e sobrevivência de *P. cattleyanum* após o período em casa de vegetação para o efeito do acesso em miniestacas provenientes de brotações apicais de minicepas em Jardim clonal

FV	GL	QM		
		Brotos	Raízes	Sobrevivência
Acessos	10	0,82*	0,33*	0,12*
Resíduo	240	0,34	0,13	0,05
Total	249			

** significativo a $p < 0,01$; *significativo a $p < 0,05$; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM).

Apêndice 13 - Análise de variância para as variáveis brotos, raízes e sobrevivência de *P. cattleyanum* após o período em casa de sombra para o efeito do acesso em miniestacas provenientes de brotações apicais de minicepas em Jardim clonal

FV	GL	QM		
		Brotos	Raízes	Sobrevivência
Acessos	10	0,32 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,33**
Resíduo	240	0,19	0,17	0,07
Total	249			

** significativo a $p < 0,01$; *significativo a $p < 0,05$; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM).

Apêndice 14 - Análise de variância para as variáveis brotos, raízes e sobrevivência de *P. cattleyanum* após o período em pleno sol para o efeito do acesso em miniestacas provenientes de brotações apicais de minicepas em Jardim clonal

FV	GL	QM		
		Brotos	Raízes	Sobrevivência
Acessos	10	0,64**	0,01	0,39**
Resíduo	240	0,24	0,01	0,13
Total	249			

** significativo a $p < 0,01$; *significativo a $p < 0,05$; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM).

Apêndice 15 - Análise de variância para as variáveis volume de raízes, massa de matéria seca e área foliar de *P. cattleyanum* após o período em pleno sol para o efeito do acesso em miniestacas provenientes de brotações apicais de minicepas em Jardim clonal

FV	GL	QM		
		Voluma de Raíz	Massa Seca	Área Foliar
Acessos	10	0,36*	43374 ^{ns}	221**
Resíduo	240	0,18	33270	68
Total	249			

** significativo a $p < 0,01$; *significativo a $p < 0,05$; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM).

Apêndice 16 - Análise de variância para as variáveis brotos, raízes e sobrevivência de *P. myrtooides* após o período na casa de vegetação para o resgate e Propagação vegetativa por estacas caulinares basais adultas com uso de H_2O_2 .

FV	GL	QM		
		Brotos	Raízes	Sobrevivência
H_2O_2	1	5 ^{ns}	5 ^{ns}	5 ^{ns}
AIB	4	3 ^{ns}	4 ^{ns}	2 ^{ns}
H_2O_2 * AIB	4	4 ^{ns}	2 ^{ns}	3 ^{ns}
Resíduo	110	2	3	4
Total	119			

** significativo a $p < 0,01$; *significativo a $p < 0,05$; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM).

Apêndice 17 - Análise de variância para as variáveis brotos, raízes e sobrevivência de *P. myrtooides* após o período na casa de sombra para o resgate e Propagação vegetativa por estacas caulinares basais adultas com uso de H_2O_2 .

FV	GL	QM		
		Brotos	Raízes	Sobrevivência
H_2O_2	1	5**	5 ^{ns}	5**
AIB	4	4 ^{ns}	4 ^{ns}	4*
H_2O_2 * AIB	4	2 ^{ns}	2 ^{ns}	3 ^{ns}
Resíduo	110	3	3	2
Total	119			

** significativo a $p < 0,01$; *significativo a $p < 0,05$; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM).

Apêndice 18 - Análise de variância para as variáveis brotos, raízes e sobrevivência de *P. myrtooides* após o período em pleno sol para o resgate e Propagação vegetativa por estacas caulinares basais adultas com uso de H₂O₂.

FV	GL	QM		
		Brotos	Raízes	Sobrevivência
H ₂ O ₂	1	0,33 ^{ns}	0,53 ^{ns}	5**
AIB	4	0,35 ^{ns}	0,97**	4*
H ₂ O ₂ * AIB	4	0,13 ^{ns}	0,06 ^{ns}	2 ^{ns}
Resíduo	44	0,19	0,18	3
Total				1

** significativo a p<0,01; *significativo a p<0,05; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM).

Apêndice 19 - Análise de variância para as variáveis volume de raiz, massa de matéria seca e área foliar de *P. myrtooides* para o resgate e propagação vegetativa por estacas caulinares basais adultas com uso de H₂O₂.

FV	GL	QM		
		Volume de Raiz	Massa Seca	Área Foliar
H ₂ O ₂	1	0,51 ^{ns}	10897,1 ^{ns}	3,42 ^{ns}
AIB	4	0,59**	61800,07**	2,11 ^{ns}
H ₂ O ₂ * AIB	4	0,1 ^{ns}	42749,93**	1,32 ^{ns}
Resíduo	44	0,11	13454,42	4,7

** significativo a p<0,01; *significativo a p<0,05; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM).

Apêndice 20 - Análise de Variância para as variáveis brotos, raízes e sobrevivência de *P. guineense* após o período em casa de vegetação para o resgate e propagação vegetativa por estacas caulinares basais adultas com uso de H₂O₂.

FV	GL	QM		
		Brotos	Raízes	Sobrevivência
H ₂ O ₂	1	2 ^{ns}	5**	5 ^{ns}
AIB	1	2 ^{ns}	2 ^{ns}	4 ^{ns}
H ₂ O ₂ * AIB	1	2 ^{ns}	4 ^{ns}	2 ^{ns}
Resíduo	36	2	3	3
Total	39	1	1	1

** significativo a p<0,01; *significativo a p<0,05; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM)

Apêndice 21 - Análise de Variância para as variáveis brotos, raízes e sobrevivência de *P. guineense* após o período em casa de sombra para o resgate e propagação vegetativa por estacas caulinares basais adultas com uso de H₂O₂.

FV	GL	QM		
		Brotos	Raízes	Sobrevivência
H ₂ O ₂	1	2 ^{ns}	5**	4 ^{ns}
AIB	1	2 ^{ns}	2 ^{ns}	3 ^{ns}
H ₂ O ₂ * AIB	1	2 ^{ns}	4 ^{ns}	5 ^{ns}
Resíduo	36	2	3	2
Total	39	1	1	1

** significativo a p<0,01; *significativo a p<0,05; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM)

Apêndice 22 - Análise de variância para as variáveis brotos, raízes e sobrevivência de *P. guineense* após o período em pleno sol para o resgate e propagação vegetativa por estacas caulinares basais adultas com uso de H₂O₂.

FV	GL	QM		
		Brotos	Raízes	Sobrevivência
H ₂ O ₂	1	2 ^{ns}	4 ^{ns}	4 ^{ns}
AIB	1	5 ^{ns}	3 ^{ns}	5 ^{ns}
H ₂ O ₂ * AIB	1	3 ^{ns}	5 ^{ns}	2 ^{ns}
Resíduo	36	4	2	3
Total	39	1	1	1

** significativo a p<0,01; *significativo a p<0,05; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM)

Apêndice 23 - Análise de variância para as variáveis volume de raiz, massa de matéria seca e área foliar de *P. guineense* para o resgate e propagação vegetativa por estacas caulinares basais adultas com uso de H₂O₂.

FV	GL	QM		
		Volume de Raiz	Massa Seca	Área Foliar
H ₂ O ₂	1	1,93**	146143 ^{ns}	68,47 ^{ns}
AIB	1	0,86 ^{ns}	7163 ^{ns}	6,64 ^{ns}
H ₂ O ₂ * AIB	1	0,05 ^{ns}	167518 ^{ns}	19,44 ^{ns}
Resíduo	12	0,27 ^{ns}	46277 ^{ns}	67,53 ^{ns}

** significativo a p<0,01; *significativo a p<0,05; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM).

Apêndice 24 - Análise de variância para as variáveis sobrevivência, calos e raízes de *P. guineense* para o resgate em campo por alporquia.

FV	GL	QM		
		Sobrevivência	Calos	Raízes
Acesso	2	0,26 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,48*
Cores	3	0,11 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,23 ^{ns}
AIB	2	0,26 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,29 ^{ns}
Acesso * Cores	6	0,04 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,16 ^{ns}
Acesso * AIB	4	0,23 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,22 ^{ns}
Cores * AIB	6	0,04 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,41**
Acesso*Cores*AIB	12	0,38 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,21*
Resíduos	72	0,24	0,77	0,11
Total	107			

** significativo a $p < 0,01$; *significativo a $p < 0,05$; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM).

Apêndice 25 - Análise de variância para as variáveis brotos, botões florais e sobrevivência de *P. guineense* após o período de casa de vegetação para o resgate em campo por alporquia.

FV	GL	QM		
		Brotos	Botões Florais	Sobrevivência
Matriz	2	2 ^{ns}	5 ^{ns}	4 ^{ns}
AIB	2	5 ^{ns}	3 ^{ns}	5 ^{ns}
Matriz * AIB	4	3 ^{ns}	2 ^{ns}	2 ^{ns}
Resíduos	58	4	4	3
Total	66	1	1	1

** significativo a $p < 0,01$; *significativo a $p < 0,05$; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM).

Apêndice 26 - Análise de variância para as variáveis brotos, botões florais e sobrevivência de *P. guineense* após o período de casa de sombra para o resgate em campo por alporquia.

FV	GL	QM		
		Brotos	Botões Florais	Sobrevivência
Matriz	2	3 ^{ns}	0	4 ^{ns}
AIB	2	5 ^{ns}	0	5 ^{ns}
Matriz * AIB	4	2 ^{ns}	0	2 ^{ns}
Resíduos	58	4	0	3

Total	66	1	0	1
-------	----	---	---	---

** significativo a $p < 0,01$; *significativo a $p < 0,05$; ns – não significativo. Fonte de Variação (FV); Graus de Liberdade (GL); Quadrado Médio (QM).