

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL – PPGPV

ALEXANDRA CRISTINA SCHATZ SÁ

**QUALIDADE DE SEMENTES, PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E ESTIMATIVA DE
PARÂMETROS GENÉTICOS DE *Moquiniastrum polymorphum* (Less) G. Sancho**

LAGES-SC

2023

ALEXANDRA CRISTINA SCHATZ SÁ

**QUALIDADE DE SEMENTES, PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E ESTIMATIVA DE
PARÂMETROS GENÉTICOS DE *Moquiniastrum polymorphum* (Less) G. Sancho**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Produção Vegetal, área de concentração em Melhoramento e Recursos Genéticos.

Orientador: Prof. Dr. Adelar Mantovani

Coorientador: Prof. Dr. Marcio C. Navroski

LAGES

2023

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Universitária Udesc,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Sá, Alexandra Cristina Schatz
Qualidade de sementes, propagação vegetativa e estimativas de
parâmetros genéticos de *Moquiniastrum polymorphum* (Less) G.
Sancho / Alexandra Cristina Schatz Sá. -- 2023.
133 p.

Orientador: Adelar Mantovani
Coorientador: Marcio Carlos Navroski
Tese (doutorado) -- Universidade do Estado de Santa Catarina,
Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação
em Produção Vegetal, Lages, 2023.

1. Germinação. 2. Resgate vegetativo. 3. Enraizamento
adventício. 4. Componentes da variância. I. Mantovani, Adelar. II.
Navroski, Marcio Carlos. III. Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de
Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV. Título.

ALEXANDRA CRISTINA SCHATZ SÁ

**QUALIDADE DE SEMENTES, PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E ESTIMATIVA DE
PARÂMETROS GENÉTICOS DE *Moquiniastrum polymorphum* (Less) G. Sancho**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Produção Vegetal, área de concentração em Melhoramento e Recursos Genéticos.

Orientador: Prof. Dr. Adelar Mantovani

Coorientador: Prof. Dr. Marcio C. Navroski

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Adelar Mantovani
Universidade do Estado de Santa Catarina
(UDESC)

Membros:

Prof. Dr^a Kelen Haygert Lencina
Universidade Federal de Santa Catarina
UFSC

Prof. Dr^a Marciele Filippi
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTFPR

Prof. Dr^a Luciana Magda de Oliveira
Universidade do Estado de Santa Catarina
(UDESC)

Dr^a Mariane de Oliveira Pereira
Universidade do Estado de Santa Catarina
(UDESC)

Lages, 07 de Agosto de 2023

“Todas as coisas grandes estão conectadas às coisas
pequenas”

Lucy Maud Montgomery

AGRADECIMENTOS

Exatamente uma semana após o início do meu primeiro semestre no doutorado, iniciou-se a pandemia da COVID-19. Poucos dias antes, eu havia acabado de concluir meu mestrado e estava acostumada a sempre ir para a universidade e estar rodeada de pessoas. Foram meses desafiadores, eu ainda não entendia muito sobre o meu projeto, tinha acabado de mudar de área de pesquisa e entrar em um programa novo. Cerca de 90% das minhas disciplinas foram cursadas de forma remota, conheci pouquíssimos colegas de turma, e alguns colegas e professores eu nunca vi pessoalmente. As primeiras coletas, as montagens dos primeiros experimentos foram feitas com um número bem restrito de pessoas. Havia muitas incertezas, medos e inseguranças. E hoje, ao lembrar de tudo e ver minha tese pronta, só me resta agradecer.

Agradecer a Deus e aos meus guias espirituais.

À minha família, a qual sempre me incentivou, me deu força, amor, cuidado e proteção. À minha mãe, meu porto seguro, um exemplo de resiliência e força, que esteve sempre ao meu lado em todos os momentos (inclusive em avaliação de experimentos), e que sempre enfatiza o quanto se orgulha de mim. Ao meu pai, agradeço por sempre demonstrar interesse e perguntar sobre o meu trabalho, por constantemente falar sobre a importância dos estudos e por ter me transmitido um espírito de determinação e responsabilidade. Ao meu irmão, que é meu exemplo desde sempre, inspiração de humildade, esforço e dedicação, e que nunca mediu esforços para me ouvir e me ajudar.

Ao meu Noivo, Bruno. Que esteve ao meu lado em todos os momentos, ele mais do que ninguém me entendia em tudo, desde as frustrações de uma coleta que não deu certo até a alegria de ver uma estaca enraizada. Meu mentor, é com quem eu tiro dúvidas, invento experimentos, quem me dá ideias, me ensina, me corrige, me defende. É quem se faz presente mesmo estando longe, que me manda um “lanchão” quando eu estou triste ou muito cansada, por que segundo ele, eu mereço. Me ajudou em todas as etapas da tese, mas agora, na fase final, quando os planos mudaram e muitas coisas aconteceram, ele foi meu alicerce. Foi meu apoio emocional, meu pacote Microsoft Word, meu ArcGIS, meu Sisvar, meu corretor, meu tradutor. Obrigada estar ao meu lado e por tudo o que fez e faz por mim. Eu não teria conseguido sem você, não teria chegado até aqui se não fosse por você.

Gosto de falar que não tive apenas um orientador, mas sim três: Adelar, Luciana e Navroski. Sempre afirmo que tive muita sorte por tê-los como meus orientadores. Tive a

oportunidade de participar de três laboratórios e só eu sei o quão valioso isso foi para o meu crescimento pessoal e profissional. Prof^o Adelar, que aceitou me orientar e que sempre demonstrou empolgação com o projeto, mesmo que não estivesse exatamente dentro da área dele, sempre disposto em me ouvir e me ajudar. A Prof^a Luciana, a qual tem sido minha orientadora e amiga desde 2014, que me conhece tão bem, que sentou comigo inúmeras vezes para repensar sobre experimentos e avaliações, que me escuta, me guia e me acalma. O Prof^o Navroski que também me “atura” desde 2014, um professor amigo e parceiro, sempre disposto a ajudar (até mesmo subindo nas árvores para coletar galhos). Sou imensamente grata a vocês. Agradeço por acreditarem em mim, por toda a orientação e amizade ao longo desses três anos e meio.

A Mariane O. Pereira, que se tornou uma amiga especial, com quem posso compartilhar tudo, incluindo gostos musicais por bandas de origem duvidosa! Ela e o Navroski, foram como pais para mim dentro do CAV ao longo de todos esses anos. Tornaram-se grandes amigos, dos quais tenho certeza que posso contar sempre. Perdi as contas de quantas vezes cheguei no laboratório, falando de forma cômica, sobre como tudo estava dando errado, sabendo que iria encontrar conforto e auxílio. Sou imensamente grata pelas oportunidades que me foram concedidas e pela confiança depositada em mim. São meus grandes exemplos como pessoas e como profissionais.

Ao meu amigo Bruno Jan, meu melhor parceiro de trabalho e laboratórios, agradeço profundamente por toda sua ajuda, que foi essencial para a formação desta tese. Obrigada por me ouvir e por compartilhar comigo todos os momentos ao longo desses anos. Ao Guilherme, meu parceiro de espécie (*M. polymorphum*), com quem dividi a área de coleta e as matrizes de pesquisa, agradeço pelo auxílio nos campos, pelas caronas e pelo apoio.

Aos bolsistas do projeto, Diego, Roberta e Daiani, obrigada pela disponibilidade e ajuda.

Às minhas melhores amigas Luana e Thays, que estiveram ao meu lado e acompanharam todos os processos desse doutorado diariamente, gostaria de agradecer por me irem, mesmo que às vezes sem entender completamente sobre o que eu estava falando. Sempre estavam lá para me apoiar e me enviar memes, o que foi extremamente reconfortante. Obrigada por estarem sempre presentes!

A todo o pessoal dos Laboratórios de Ecologia, Sementes e de Propagação e Melhoramento Florestal, gostaria de expressar minha gratidão a cada um que um dia me ajudou. Seja molhando as sementes do teste de germinação, fazendo estacas, enchendo tubetes,

contando e abrindo sementes... vocês foram fundamentais para o meu trabalho. Ninguém consegue nada sozinho, e sou imensamente grata por todos vocês.

Ao apoio da Klabin S.A.

À FAPESC, CAPES e FUMDES/UNIEDU.

RESUMO

O objetivo geral desta tese foi avaliar a qualidade de sementes, a propagação vegetativa, bem como estimar parâmetros genéticos de *Moquiniastrum polymorphum*. Ao todo, foram elaborados quatro capítulos. O Capítulo I teve como objetivo caracterizar lotes de sementes com base em sua qualidade física e fisiológica, e avaliar o uso do soprador para o beneficiamento. Foram observadas diferenças entre os lotes, com germinação variando de 0% a 42%. A baixa germinação foi atribuída a presença de sementes vazias. Recomendando-se o uso do soprador por dois minutos com uma abertura de 1,5 a 2,0 cm para sementes mais densas. O Capítulo II avaliou o resgate vegetativo por anelamento, semianelamento e galhos destacados, além da propagação por estacas. Apenas os galhos destacados produziram brotos, porém as estacas tiveram baixa sobrevivência e enraizamento. Na estaquia, alguns genótipos tiveram sucesso com brotações da primavera, chegando a 80% de enraizamento, enquanto estacas do outono não sobreviveram. Indutores de enraizamento não foram eficazes. Não houve diferença significativa entre os ambientes e recipientes de enraizamento testados. No Capítulo III, o desempenho de miniestacas e sementes do minijardim clonal de diferentes genótipos foram comparados com o material proveniente do campo. Miniestacas foram superiores às estacas provenientes de material de campo, chegando a 100% de enraizamento. O uso do soprador não foi eficiente para as sementes do minijardim clonal. Foi observada diferença entre os genótipos. Sementes do minijardim apresentaram menor vigor, com cerca de 50% das plântulas germinadas mostrando anormalidades. No Capítulo IV, o objetivo foi estimar parâmetros genéticos relacionados à germinação e à propagação vegetativa em diferentes genótipos. Notou-se que a maioria das variáveis avaliadas (tanto pra sementes quanto para propagação), foram mais influenciadas por fatores genéticos. A alta diversidade genética foi indicada pelos valores de CV_{gi} na população estudada. Além disso, as características apresentaram alta herdabilidade. Alguns genótipos se destacaram em termos de qualidade de sementes e propagação vegetativa. De maneira geral, conclui-se que a baixa germinação das sementes foi atribuída à presença significativa de sementes vazias, indicando a necessidade de investigar a ausência de embriões nessa espécie. A espécie possui potencial para ser propagada com sucesso por meio do método da estaquia.

Palavras-chave: Germinação; Resgate vegetativo; Enraizamento adventício; Componentes da variância.

ABSTRACT

The overall aim of this thesis was to assess seed quality, vegetative propagation, and estimate genetic parameters of *Moquiniastrum polymorphum*. Four chapters were developed to achieve this. Chapter I aimed to characterize seed lots based on their physical and physiological quality and evaluate the use of a blower for processing. Differences among lots were observed, with germination ranging from 0% to 42%. The low germination was attributed to the presence of empty seeds. Recommending the use of the blower for denser seeds for two minutes with an opening of 1.5 to 2.0 cm. Chapter II evaluated vegetative rescue via ring, semi-ring, and detached branches, along with propagation via cuttings. Only detached branches produced shoots, while cuttings had low survival and rooting. Some genotypes succeeded in spring cuttings, reaching 80% rooting, while autumn cuttings did not survive. Rooting inducers were ineffective, and no significant differences were observed in tested environments and containers. In Chapter III, the performance of minicuttings and seeds from the clonal minigarden of different genotypes were compared with field material. Minicuttings outperformed field cuttings, achieving 100% rooting. The blower was inefficient for clonal minigarden seeds. Variability among genotypes was noted, with minigarden seeds displaying lower vigor, and around 50% of germinated seedlings showing abnormalities. Chapter IV aimed to estimate genetic parameters related to germination and vegetative propagation across different genotypes. It was observed that most evaluated variables (both for seeds and propagation) were primarily influenced by genetic factors. High genetic diversity was indicated by CV_{gi} values in the studied population. Additionally, the characteristics exhibited high heritability. Some genotypes stood out in terms of seed quality and vegetative propagation. In conclusion, the low seed germination was attributed to a significant presence of empty seeds, necessitating investigation into the absence of embryos in this species. The species demonstrated potential for successful propagation through the method of cuttings.

Keywords: Germination; Vegetative rescue; Adventitious rooting; Variance components.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização da Fazenda Experimental da Universidade do Estado de Santa Catarina – Centro de Ciências Agroveterinárias em Lages-SC.....	39
Figura 2 - Mapa com a localização das matrizes da coleta de sementes de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> , inseridas na Fazenda Experimental da Universidade do Estado de Santa Catarina – Centro de Ciências Agroveterinárias em Lages-SC.	40
Figura 3 – Sementes cheias (A) e sementes vazias (B) de <i>Moquiniastrum polymorphum</i>	43
Figura 4 - Sementes de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> classificadas como germinadas para os cálculos de IVG e TMG (A); classificadas como normais (B).....	46
Figura 5 - Morfologia das sementes de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> – papus (pa); embrião (em).....	51
Figura 6 - Mapa de localização da Fazenda Experimental da Universidade do Estado de Santa Catarina – Centro de Ciências Agroveterinárias em Lages-SC e localização das matrizes estudadas.....	56
Figura 7 - Indivíduos de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> anelados e semianelados.	57
Figura 8 - Galhos destacados de indivíduos de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> . Posição vertical (A); posição horizontal (B).....	59
Figura 9 - Estacas de <i>Moquiniastrum polymorphum</i>	61
Figura 10 - Brotação epicórmica do indivíduo de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> após o anelamento.....	64
Figura 11 - Porcentagem de galhos brotados, (A), número de brotos (B), comprimento de brotos (cm) (C), brotação em relação aos diferentes genótipos (%) (D) de galhos destacados de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> em diferentes sentidos de armazenamento (galhos na vertical (GV); galhos horizontal (GH).	66
Figura 12 - Brotação de galhos de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> na posição vertical. Após 20 dias (A), 40 dias (B), 60 dias (C) e 80 dias (D).....	67
Figura 13 - Estacas de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> após 90 dias de implantação. Formação de calos (A), raízes e brotações (B), raízes e folha original (C).....	73
Figura 14 - Minijardim de cones de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> após 8 meses de implantação (A:B); após a primeira poda (C;D).	88
Figura 15 - Inflorescências em mudas clonais de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> estabelecidas em minijardim clonal.....	93

Figura 16 - Plântulas de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> classificadas em: normais (A), anormais com bifurcação da radícula (B) e anormais com radícula inferior a 1 mm de comprimento (C).	95
Figura 17 - Fases de desenvolvimento de plântulas de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> . ct: cotilédone; ef: eofilo; ep: epicótilo; hp: hipocótilo; rp: raiz primária; rs: raiz secundária.	96
Figura 18 - Mapa com a localização das matrizes da coleta de sementes de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> , inseridas na Fazenda Experimental da Universidade do Estado de Santa Catarina – Centro de Ciências Agroveterinárias em Lages-SC.	104
Figura 19 - Mapa com a localização das matrizes da coleta de brotações de copa de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> , inseridas na Fazenda Experimental da Universidade do Estado de Santa Catarina – Centro de Ciências Agroveterinárias em Lages-SC.	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Data de coleta e medidas de Diâmetro à altura do peito (DAP) (cm) e altura (m) das árvores-matrizes que formaram os lotes de sementes de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> . .40	40
Tabela 2 — Valores mensais de temperatura, precipitação, umidade média do município de Lages-SC.41	41
Tabela 3 — Teor de água (%), Germinação (%), Sementes vazias (SV) (%), Índice de velocidade de germinação (IVG) e peso de mil sementes (g) de oito lotes de sementes de <i>Moquiniastrum polymorphum</i>45	45
Tabela 4 — Germinação (%), tempo médio de germinação (TMG -dias) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes vazias ou cheias de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> submetidas ao beneficiamento com soprador em diferentes aberturas.....48	48
Tabela 5 — Germinação (%), tempo médio de germinação (dias) e Índice de velocidade de germinação de sementes de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> submetidas ou não ao beneficiamento com soprador de sementes.50	50
Tabela 6 — Valores mensais de temperatura, precipitação e umidade da cidade de Lages-SC.55	55
Tabela 7 — Medidas de Diâmetro à altura do peito (DAP) e altura dos genótipos de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> anelados e semianelados.57	57
Tabela 8 — Medidas de Diâmetro à altura do peito (DAP) e altura dos genótipos de <i>Moquiniastrum polymorphum</i>58	58
Tabela 9 — Características dimensionais das matrizes selecionadas e esquema de coleta de propágulos de genótipos de <i>Moquiniastrum polymorphum</i>60	60
Tabela 10 — Porcentagens médias de sobrevivência, formação de calos, enraizamento e brotação de estacas de brotações epicórmicas obtidas de galhos destacados de <i>Moquiniastrum polymorphum</i>69	69
Tabela 11 — Médias de sobrevivência (%), formação de calos (%), enraizamento (%), número de raízes, comprimento de raízes (cm), permanência das folhas originais (%), brotação (%) e número de novas folhas de estacas de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> em relação ao genótipo.71	71
Tabela 12 — Correlação de Pearson entre as variáveis avaliadas em relação a estaquia de <i>Moquiniastrum polymorphum</i>72	72

Tabela 13 — Porcentagens médias de sobrevivência, formação de calos, enraizamento, folhas originais e brotação de estacas de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> de diferentes genótipos coletados na primavera e no outono.	74
Tabela 14 — Porcentagens médias de sobrevivência, formação de calos, enraizamento, folhas originais e brotação de estacas de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> em diferentes tipos de ambientes de enraizamento (Estufim e Casa de vegetação com irrigação por nebulização intermitente (CVNI)).	77
Tabela 15 — Médias de sobrevivência (%), formação de calos (%), enraizamento (%), número de raízes e comprimento de raízes (cm) de estacas de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> em relação a diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB).	78
Tabela 16 — Porcentagens médias de sobrevivência, formação de calos e enraizamento de estacas de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> em diferentes tipos de recipientes.....	79
Tabela 17 — Porcentagens médias de sobrevivência, formação de calos, enraizamento, presença de folha original, brotações e média de número de raízes, comprimento de raízes e número de novas folhas de estacas e miniestacas de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> proveniente do campo e do minijardim clonal.	90
Tabela 18 — Porcentagens de protrusão radicular (PR), sementes vazias e plântulas normais de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> . submetidas ou não ao beneficiamento com soprador de sementes.	94
Tabela 19 — Médias de germinação (%), sementes vazias (%), Tempo médio de germinação (TMG) (dias), Índice de velocidade de germinação (IVG) e Plântulas normais (%) de sementes de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> de diferentes genótipos e diferentes locais de coleta.	97
Tabela 20 — Componentes da variância para as variáveis Germinação, TMG (Tempo médio de germinação) e IVG (índice de velocidade de germinação) para sementes de <i>Moquiniastrum polymorphum</i>	107
Tabela 21 — Classificação genotípica por efeito genotípico previsto (g) e média genotípica (u+g) para Germinação, TMG (Tempo médio de germinação) e IVG (índice de velocidade de germinação) para sementes de <i>Moquiniastrum polymorphum</i>	110
Tabela 22 — Componentes da variância para as variáveis SV (sobrevivência), calos, enraizamento (%), N° de raízes, Craíz (comprimento médio de raízes), FO (folha original), brotação e N° de folhas para clones de <i>Moquiniastrum polymorphum</i>	111
Tabela 23 — Classificação genotípica por efeito genotípico previsto (g) e média genotípica (u+g) para as variáveis SV (Sobrevivência), calos, enraizamento (%), N° de raízes, Craíz	

(Comprimento médio de raízes), FO (Folha original), brotação e N° de folhas para clones de *Moquiniastrum polymorphum*. 113

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	20
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1	Sobre a espécie	23
2.2	Reprodução sexuada	25
2.3	Propagação vegetativa	28
2.4	Resgate vegetativo	29
2.5	Parâmetros genéticos	31
3	CAPÍTULO I – QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE <i>Moquiniastrum polymorphum</i>	35
3.1	RESUMO.....	35
3.2	ABSTRACT	35
3.3	INTRODUÇÃO.....	36
3.4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	39
3.4.1	Coleta do material vegetal e beneficiamento dos frutos.....	39
3.4.2	Caracterização inicial dos lotes.....	41
3.4.2.1	- Teor de água.....	41
3.4.2.2	- Germinação.....	42
3.4.2.3	- Número de sementes vazias	42
3.4.2.4	- Peso de mil sementes	43
3.4.3	Uso do soprador.....	43
3.4.3.1	- Abertura do soprador	43
3.4.3.2	- Eficiência do soprador	44
3.4.4	Análise estatística	44
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
3.5.1	Caracterização inicial dos lotes.....	44
3.5.2	Abertura do soprador	47
3.5.3	Eficiência do uso do soprador	49
3.6	CONCLUSÕES	51
4	CAPÍTULO II – RESGATE E PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE <i>Moquiniastrum</i> <i>polymorphum</i>	52
4.1	RESUMO	52
4.2	ABSTRACT	52

4.3	INTRODUÇÃO	53
4.4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	55
4.4.1	Seleção de plantas matrizes	55
4.4.2	Indução de brotações epicórmicas por técnicas de anelamento	56
4.4.3	Indução de brotação epicórmica em galhos destacados.....	58
4.4.4	Propagação vegetativa via estaquia	59
4.4.4.1	- Diferentes genótipos	61
4.4.4.2	- Diferentes épocas de coleta.....	61
4.4.4.3	- Diferentes ambientes de enraizamento	61
4.4.4.4	- Uso de reguladores de crescimento.....	62
4.4.4.5	- Diferentes tipos de recipientes	63
4.4.5	Avaliações.....	63
4.4.6	Análise estatística	63
4.5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	63
4.5.1	Indução de brotações epicórmicas por técnicas de anelamento	64
4.5.2	Indução de brotação epicórmica em galhos destacados.....	65
4.5.3	Diferentes genótipos	70
4.5.4	Diferentes épocas de coleta	73
4.5.5	Diferentes ambientes de enraizamento.....	76
4.5.6	Uso de reguladores de crescimento	78
4.5.7	Estaquia em diferentes tipos de recipientes	79
5	CAPÍTULO III – MINIESTAQUIA E QUALIDADE DE SEMENTES DE <i>Moquiniastrum</i>	
	<i>polymorphum</i> PROVENIENTES DE MINIJARDIM CLONAL	81
5.1	RESUMO.....	81
5.2	ABSTRACT	82
5.3	INTRODUÇÃO.....	82
5.4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	84
5.4.1	Implantação de minijardim clonal e propagação vegetativa por estaquia.....	84
5.4.2	Avaliação das sementes produzidas em minijardim clonal	85
5.4.2.1	- Avaliação da eficiência do uso do soprador.....	86
5.4.2.2	- Comparação da qualidade das sementes entre os clones	86
5.4.2.3	- Comparação da qualidade das sementes entre ambientes de coleta.....	86
5.4.2.4	- Teste de germinação e avaliações	86
5.4.3	Análise estatística	87

5.3	RESULTADOS E DISCUSÕES	88
5.3.1	Implantação de minijardim clonal e propagação vegetativa por estaquia.....	88
5.3.2	Avaliação das sementes produzidas em minijardim clonal	93
5.3.2.1	- Avaliação da eficiência do uso do soprador.....	93
5.3.2.2	- Comparação da qualidade das sementes entre os clones e entre ambientes de coleta ..	96
5.4	CONCLUSÕES	99
6	CAPÍTULO VI - ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS E GANHOS DE SELEÇÃO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE <i>Moquiniastrum polymorphum</i>.....	100
6.1	RESUMO.....	100
6.2	ABSTRACT	101
6.3	INTRODUÇÃO	101
6.4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	103
6.4.1	Propagação seminal.....	103
6.4.2	Propagação vegetativa por estaquia	105
6.4.3	Estimativa de parâmetros genéticos e ganhos de seleção.....	106
6.5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	107
6.5.1	Parâmetros genéticos relacionados a germinação	107
6.5.2	Parâmetros genéticos relacionados a propagação vegetativa por estaquia.....	110
6.6	CONCLUSÕES	115
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116

1 INTRODUÇÃO GERAL

Ao longo das últimas décadas, as florestas brasileiras têm enfrentado uma significativa redução em sua extensão original devido a fatores como o desmatamento, impulsionado por incentivos fiscais para a agricultura, a exploração econômica de produtos madeireiros, o aumento da população e a construção de complexos industriais (REGO *et al.*, 2009). Como resultado, o Brasil se destaca como um dos países com maiores perdas de cobertura florestal no mundo (KEENAN *et al.*, 2015).

O conhecimento dos fatores biológicos e ambientais, juntamente com informações práticas e teóricas sobre a reprodução de espécies nativas, desempenha um papel fundamental na reintrodução dessas espécies em seus habitats naturais. Isso possibilita o aumento da disponibilidade de sementes e mudas florestais de alta qualidade, atendendo à demanda por reflorestamento (MACHADO; SILVA, 2013). Ao mesmo tempo, essa abordagem contribui para reduzir os potenciais danos ao meio ambiente causados pela utilização de espécies exóticas, que podem se tornar invasoras e são mais comumente encontradas no mercado.

Desse modo, recomenda-se o uso de espécies que ocorrem naturalmente na região, especialmente as espécies nativas, devido à sua maior adaptabilidade e desenvolvimento em condições de ecossistemas locais (IVANAUSKAS *et al.*, 2007). Além disso, o emprego de espécies nativas promove a interação entre fauna e flora, uma vez que as plantas dependem dos animais para processos ecológicos essenciais, como polinização, dispersão de sementes, herbivoria e predação. Por sua vez, os animais dependem das plantas para abrigo e alimento (GALETTI *et al.*, 2003; KAGEYAMA; GANDARA, 2004). Essa interação é fundamental para a manutenção da biodiversidade e estabilidade dos ecossistemas.

Para a implantação das espécies, sementes e mudas são insumos indispensáveis, assim, para regular sua produção e comercialização, foram estabelecidas legislações específicas visando garantir a qualidade e a identificação desses materiais. No Brasil, a Lei Federal N° 10.711, de 5 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003), conhecida como "Lei de Sementes e Mudas", estabelece o Sistema Nacional de Sementes e Mudas e é regulamentada pelo Decreto Federal N° 10.586, de 18 de dezembro de 2020 (BRASIL, 2020).

No contexto das espécies florestais, a Instrução Normativa 56, aprovada em 8 de dezembro de 2011 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2011), estabelece mecanismos específicos para sementes e mudas florestais. Essa instrução normativa tem como objetivo assegurar a qualidade e a rastreabilidade desses insumos, promovendo a utilização

adequada e responsável dos recursos florestais. Essas legislações são essenciais para garantir a procedência, a qualidade e a conformidade dos materiais de propagação, contribuindo para a preservação da diversidade genética, a promoção da sustentabilidade ambiental e a eficiência dos programas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas.

No entanto, a produção comercial de mudas de espécies nativas no Brasil ainda é limitada, mesmo considerando a vasta diversidade de espécies presentes nos ecossistemas do país. É perceptível uma dificuldade em encontrar viveiros que ofereçam variedade e quantidade suficientes de mudas para atender à demanda de restauração de áreas degradadas, recomposição florestal e até mesmo para fins econômicos. Embora existam diversos estudos científicos sobre botânica e comportamento de espécies nativas florestais, ainda há um grande número de espécies com informações limitadas ou inexistentes, especialmente em relação a práticas de manejo que visam aumentar a produtividade e a qualidade dessas espécies. Essa lacuna de conhecimento impede seu uso intensivo (MOREIRA; MOREIRA, 1996; MONTEIRO; RAMOS, 1997; NASCIMENTO; OLIVEIRA, 1999; PEREZ *et al.*, 1999; LORENZI, 2002; CARVALHO, 2003; AZERÊDO, 2009).

No contexto mencionado, destaca-se a espécie florestal nativa *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho, da família Asteraceae, conhecida popularmente como cambará ou candeia. Sua distribuição abrange desde a Bahia até o Rio Grande do Sul, sendo encontrada em ecossistemas florestais do Cerrado, da Floresta Ombrófila e da Floresta Ombrófila Mista (LORENZI, 2002; SANCHO; ROQUE, 2015). Classificada como pioneira e secundária inicial, apresenta características importantes para a composição inicial em reflorestamentos de áreas degradadas, como dispersão anemocórica, resistência a incêndios e capacidade de rebrota (DURIGAN *et al.*, 1997; IVANAUSKAS *et al.*, 1999; LORENZI, 2002; CARVALHO, 2003).

Possui valor econômico significativo devido à sua madeira densa e sólida, que apresenta alta resistência a condições adversas. Além disso, a espécie também é valorizada por outros usos, como o farmacológico (devido às propriedades medicinais de suas folhas), o paisagístico (devido ao seu valor ornamental) e o ambiental (por sua capacidade de recuperação de áreas degradadas e por atrair insetos polinizadores) (BACKES; IRGANG, 2002; LORENZI, 2002; STEFANELLO *et al.*, 2006).

No entanto, apesar do reconhecimento da importância econômica e ambiental da espécie, a redução de sua população natural e o aumento na demanda por sementes e mudas de espécies florestais nativas para atividades de produção e conservação, há uma escassez de estudos sobre

sua forma de propagação, o que dificulta a sua disponibilidade em viveiros florestais para comercialização. Estudos prévios com a espécie indicam uma baixa taxa de germinação, porém as causas desse fenômeno ainda não são bem compreendidas. Assim, é necessário realizar estudos mais aprofundados que investiguem as causas da baixa germinação, além de buscar técnicas viáveis de beneficiamento e classificação de lotes da espécie, a fim de aumentar o índice de germinação.

No que diz respeito ao resgate e à propagação vegetativa da espécie, não existem estudos disponíveis, tornando-se necessário investigar o comportamento da espécie ao utilizar essas técnicas. Isso permitirá a seleção e a clonagem de indivíduos com características desejáveis e superiores, proporcionando alternativas para a propagação, especialmente diante das dificuldades de produção de mudas por meio da reprodução sexuada.

Nesse contexto, o trabalho seguirá em três linhas principais de pesquisa:

- 1) Estudo envolvendo sementes de *M. polymorphum*: caracterizar a qualidade física e fisiológica de diferentes lotes, avaliar a qualidade de sementes de diferentes locais de coleta (campo e minijardim clonal) e testar a eficiência do uso de soprador para o aumento do índice germinativo.
- 2) Propagação vegetativa de *M. polymorphum*: testar a estaquia, em diferentes épocas de coletas e diferentes ambientes de enraizamento, contemplando a avaliação de diferentes técnicas de resgate de material vegetal, tanto a partir de brotações da copa quanto de brotações epicórmicas; avaliar a produção de brotações epicórmicas a partir de galhos destacados e sua propagação; testar o uso de indutores de enraizamento; avaliar o potencial de enraizamento de miniestacas proveniente de minijardim.
- 3) Quantificar a existência de variabilidade genética em caracteres de viabilidade e vigor das sementes e para as características relacionadas à propagação vegetativa por meio da estimativa dos componentes da variância e dos parâmetros genéticos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sobre a espécie

A espécie *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho pertence à família Asteraceae, que é a maior família de plantas com flores (Angiospermas). A família Asteraceae abriga aproximadamente 1300 gêneros e 23.000 espécies em todo o mundo. No Brasil, essa família está representada por cerca de 250 gêneros e 2.000 espécies, distribuídas em diferentes tipos de vegetação. A família Asteraceae é considerada de extrema importância entre as plantas com flores, representando cerca de 10% de toda a flora de Angiospermas (WILSON, 1986).

Ao longo do tempo, várias classificações foram propostas para as espécies pertencentes à família Asteraceae, resultando em alterações na descrição dos gêneros, tribos e subfamílias. Essas mudanças são baseadas em dados genéticos e têm contribuído para uma melhor compreensão da filogenia e das relações evolutivas dentro dessa família (PANERO e FUNK, 2008).

O gênero *Gochnatia* passou por alterações significativas em sua classificação. Anteriormente, esse gênero agrupava 70 espécies em seis seções, uma delas chamada *Moquiniastrum*. No entanto, estudos de filogenia molecular revelaram que as espécies da seção *Moquiniastrum* apresentavam maior similaridade entre si e diferiam das demais espécies do gênero. Essa descoberta levou à elevação da seção *Moquiniastrum* ao nível de gênero independente (CABRERA e KLEIN, 1973; SANCHO *et al.*, 2013).

O gênero *Moquiniastrum* compreende um total de 21 espécies, incluindo arbustos, subarbustos e, ocasionalmente, árvores. Essas espécies possuem centros de dispersão importantes no Brasil, Argentina, Bolívia, Paraguai, Peru, Uruguai e Venezuela (SANCHO *et al.*, 2013). No Brasil, são encontradas 19 espécies distribuídas nos principais domínios fitogeográficos, incluindo o Cerrado (Minas Gerais, Bahia, Goiás, Paraná, São Paulo), Pampa (Rio Grande do Sul) e as regiões de Mata Atlântica, que se estendem do Nordeste ao Sul do país (CABRERA e KLEIN, 1973; SANCHO *et al.*, 2013, 2014). Na região em questão, há ocorrência de 10 espécies, sendo: *M. argyreum*, *M. barrosoae*, *M. cinereum*, *M. cordatum*, *M. mollissimum*, *M. paniculatum*, *M. polymorphum*, *M. ramboi*, *M. ramboi* e *M. velutinum* (SANCHO *et al.*, 2014).

Moquiniastrum polymorphum, conhecida popularmente como cambará ou candeia, é uma espécie arbórea de porte médio (LORENZI, 2014). Essa árvore pode atingir até 10 metros de altura e possui um tronco tortuoso e suberoso, com casca profundamente sulcada e estrias

largas. Seu crescimento é considerado lento a moderado, e sua produção volumétrica máxima pode chegar a $9,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Durante os primeiros quatro anos de idade, há um crescimento expressivo em altura (AOKI; LEITE FILHO, 2010). Essa espécie é classificada como decídua a semidecídua, o que significa que ocorre a queda de folhas em períodos específicos do ano, geralmente entre os meses de maio e setembro, com brotação ocorrendo ao longo de todo o ano (PILON *et al.*, 2015).

As folhas, flores e cascas possuem propriedades medicinais e são amplamente utilizadas no preparo de chás e xaropes, especialmente na região Sul do Brasil, como expectorante para infecções respiratórias (MORS *et al.*, 2000; GARLET e IRGANG, 2001; BUENO *et al.*, 2005; ARAMBARRI *et al.*, 2008). A madeira do cambará apresenta atributos importantes economicamente, sendo utilizada em obras submersas, pontes, esquadrias, construção naval, rodas d'água e moirões de cerca devido à sua grande resistência ao apodrecimento, seu cerne compacto e sua durabilidade ao ar livre e em condições adversas. Além disso, a planta possui apelo ornamental e é frequentemente utilizada em projetos de paisagismo em geral (CABRERA e KLEIN, 1973; LORENZI, 2002).

O valor econômico atribuído à espécie contribuiu para sua exploração intensa, o que resultou em populações fragmentadas e isoladas (CARVALHO, 2003; SCHLEMPER *et al.*, 2011). Em termos de conservação, a espécie é classificada como "Menos Preocupante" em âmbito nacional de acordo com o CNCFlora (2021). Já regionalmente, segundo a lista vermelha de plantas ameaçadas do Estado do Rio Grande do Sul, é considerada "Em perigo" (Estado Decreto nº 51.109 de 19 de dezembro de 2014).

M. polymorphum é uma espécie adaptável, capaz de se desenvolver em condições desfavoráveis, como solos arenosos e pouco férteis. Ela desempenha um papel importante como espécie secundária inicial, além de ser tolerante a geadas leves e estar presente nas margens de rios. Essas características a tornam altamente recomendada para colonização de áreas abertas e para recuperação de ecossistemas degradados (DURIGAN *et al.*, 2002).

Suas folhas são alternas, simples, oval a oval-lanceolada, com base e ápice agudos, subcoriáceas, branco-tomentosas na face inferior, de 14 a 18 cm de comprimento. Seus frutos são do tipo aquênio, pequenos, densamente piloso e de coloração branca e suas sementes são presas internamente à parede do fruto por um só ponto (LORENZI, 1998). As flores possuem coloração branco-amareladas, medindo cerca de 1 cm de comprimento em inflorescências do tipo capítulo, densas nas axilas das folhas terminais, são classificadas como ginodióicas, as quais podem apresentar na mesma inflorescência tanto flores femininas e flores masculinas

(hermafroditas ou monóicas) como unissexuais femininas (FREITAS, 2014). Possuem um acentuado aroma de mel, a qual é muito visitada por abelhas e borboletas durante sua floração, atribuindo um potencial melífero à espécie (LORENZI, 1998; DURIGAN *et al.* 2002; STEFANELLO *et al.* 2006).

A polinização da espécie *M. polymorphum* ainda é pouco conhecida, mas alguns autores mencionam que as abelhas são os principais polinizadores (SANCHO, 2000; SANCHO; FREIRE, 2009), além de inúmeros insetos pequenos, sem especificação de gênero ou espécie (MORELATTO, 1991; YAMAMOTO; KINOSHITA; MARTINS, 2007). Quanto à fenologia, apresenta floração geralmente nos meses de outubro a dezembro, e a maturação dos frutos ocorre principalmente de dezembro a fevereiro (BRANDÃO *et al.*, 2002; LORENZI, 2002).

Para a obtenção das sementes é recomendado coletar os frutos diretamente da árvore quando começarem a cair naturalmente. Em seguida, as inflorescências devem ser cortadas e colocadas ao sol para secarem e liberarem as sementes. É importante cobrir as inflorescências com tela para evitar a perda das sementes devido à ação do vento. A espécie produz uma quantidade significativa de sementes anualmente, estimando-se que um quilograma de sementes contenha cerca de 2.200.000 unidades (LORENZI, 2002).

A germinação das sementes é classificada como epígea, ocorrendo normalmente entre 15 e 25 dias após a sementeira, conforme descrito por Lorenzi (2002). No entanto, Carvalho (2003) relata um tempo de emergência um pouco mais longo e variável, que pode variar de 8 a 68 dias. Embora a espécie produza uma quantidade considerável de sementes, existe um problema significativo em relação à sua reprodução sexuada, uma vez que a taxa de germinação é considerada baixa, variando entre 30% e 50%. A causa exata desse baixo índice germinativo ainda é pouco estudada (LORENZI, 2002; CARVALHO, 2003).

2.2 Reprodução sexuada

A propagação da maioria das espécies florestais nativas é realizada por meio de sementes. Nesse sentido, o sucesso no estabelecimento de mudas está diretamente relacionado ao conhecimento do processo de germinação específico de cada espécie, bem como à qualidade das sementes utilizadas (REGO *et al.*, 2009). A qualidade das sementes é determinada por características físicas, fisiológicas, sanitárias e genéticas, e essas informações são essenciais para orientar práticas de sementeira e armazenamento adequadas (CARVALHO; NAKAGAVA, 1988; FIGLIOLIA *et al.*, 1993). Compreender essas características é

fundamental para garantir o sucesso na implantação de mudas e no manejo de espécies florestais nativas.

De fato, os testes de germinação e de vigor são ferramentas importantes na avaliação da qualidade fisiológica das sementes (VIEIRA *et al.*, 1994). Esses testes são utilizados para determinar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes e fornecem informações confiáveis tanto para analistas quanto para produtores de sementes. Por meio desses testes, é possível comparar a qualidade de diferentes lotes de sementes e estimar o potencial de emissão de plântulas de cada lote (ISTA, 1993).

A germinação das sementes pode ser afetada por uma variedade de fatores, incluindo a viabilidade do embrião, dormência, disponibilidade de água, luz, temperatura, oxigênio e presença de patógenos (DOUSSEAU, 2008). Para que a germinação ocorra com sucesso, é necessário que todos esses fatores estejam favoráveis, levando em consideração as características específicas de cada espécie (RORATO, 2010).

É de extrema importância compreender os fatores que influenciam o processo de germinação, uma vez que isso permite o controle e a manipulação desses fatores, visando aumentar a taxa, velocidade e uniformidade da germinação. Isso resulta na produção de mudas mais vigorosas e saudáveis, além de reduzir os custos de produção (DUTRA, 2016). Ao conhecer e manipular esses fatores de forma adequada, é possível otimizar o processo germinativo e obter melhores resultados na produção de mudas, contribuindo para o sucesso de projetos de reflorestamento, recuperação de áreas degradadas e conservação da biodiversidade.

Estudos de como fatores internos e externos influenciam a germinação e a dormência das sementes para cada espécie é que permitem controlar o armazenamento e produção de novos indivíduos (FLORIANO, 2004). Em algumas espécies da família Asteraceae, a presença de dormência e/ou o alto índice sementes vazias estão entre os fatores relacionados à baixa porcentagem de germinação de sementes (CHAVES e RAMALHO, 1996).

A dormência é um fenômeno pelo qual as sementes de uma determinada espécie, mesmo sendo viáveis e tendo todas as condições ambientais favoráveis, não germinam (BASKIN e BASKIN 2004). Considerada como um mecanismo de sobrevivência em plantas, a dormência garante a distribuição da germinação ao longo do tempo e espaço, (KOORNNEEF *et al.*, 2002), impedindo que as sementes venham a germinar todas ao mesmo tempo, com isso evitando uma possível eliminação da espécie caso ocorra uma alteração climática que influencie no desenvolvimento das sementes já germinadas (CARVALHO e NAKAGAWA, 1983).

A presença de sementes vazias é um fator que pode afetar a qualidade dos lotes de sementes. Essas sementes vazias podem ser causadas principalmente pela baixa produção de pólen, alta taxa de aborto de óvulos ou embriões (SOUSA e HATTEMER, 2003), ou falhas na fecundação do óvulo devido à falta de polinizadores (KOSINSKI, 1987). Para melhorar a qualidade do lote, é necessário realizar um processo de beneficiamento, que consiste na remoção das sementes vazias, impurezas e sementes de outras espécies. Esse processo resulta em um lote mais puro, adequado para semeadura, armazenamento e comercialização (FERREIRA e BORGHETTI, 2004; WENDLING *et al.*, 2005).

Uma técnica comumente utilizada no beneficiamento de sementes é o uso de sopradores de sementes (NOGUEIRA e MEDEIROS, 2007; PUPIM *et al.*, 2008). Os sopradores são capazes de separar as sementes vazias e impurezas por meio de correntes de ar. Esse procedimento contribui para a obtenção de um lote de sementes mais limpo e de melhor qualidade. Estudos realizados com a espécie em questão recomendam o uso do soprador, pois observou-se que ele aumentou a qualidade física e fisiológica dos lotes testados. Shibata *et al* (2016) observaram que houve um aumento significativo na taxa de germinação, passando de 34% para 76% e de 7% 51% em dois diferentes lotes. Dessa forma, o processo de beneficiamento por meio do uso do soprador de sementes é essencial para aprimorar a qualidade dos lotes, resultando em uma maior porcentagem de germinação e proporcionando lotes de sementes mais viáveis e adequados para o plantio.

A maioria dos estudos que dizem respeito à propagação de espécies florestais nativas brasileiras está relacionado à propagação sexuada, pela própria ausência de informações silviculturais das espécies e pelo maior domínio operacional e menores custos iniciais dessa técnica. A propagação via semente também é relativamente mais simples e permite a geração de variabilidade genética, constituindo assim a principal matéria prima para obtenção de híbridos, populações recombinantes e descendências heterozigotas). Por outro lado, o uso dessa forma de propagação tem limitado a produção comercial de mudas (CARVALHO, 2003) além de outros fatores, peculiares de determinadas espécies, como a produção irregular ou escassez de sementes ao longo dos anos, dificultando o suprimento adequado no processo de produção de mudas.

A propagação sexuada, por meio de sementes, é amplamente utilizada nos estudos relacionados à propagação de espécies florestais nativas brasileiras. Isso ocorre devido à falta de informações silviculturais específicas dessas espécies e à praticidade e menor custo associados a essa técnica. Além disso, a propagação por sementes é relativamente simples e

permite a geração de variabilidade genética, sendo fundamental para a obtenção de híbridos, populações recombinantes e descendências heterozigotas (RICHARDS, 1997).

No entanto, o uso exclusivo da propagação por sementes apresenta algumas limitações na produção comercial de mudas, como apontado por Carvalho (2003). Essas limitações podem estar relacionadas a fatores específicos de determinadas espécies, como a produção irregular ou escassa de sementes ao longo dos anos. Essa irregularidade dificulta o fornecimento adequado de sementes no processo de produção de mudas.

Portanto, embora a propagação por sementes seja uma técnica amplamente empregada e importante para a produção de mudas de espécies florestais nativas, é necessário considerar outros métodos de propagação, como a propagação vegetativa, a fim de superar as limitações e garantir um suprimento adequado de mudas para fins comerciais.

2.3 Propagação vegetativa

Na reprodução assexuada, os indivíduos são formados por meio da mitose de células somáticas, sem a ocorrência de meiose e fertilização (HOLSINGER, 2000; KARASAWA *et al.*, 2009). Esse processo permite a multiplicação de partes da planta, como células, tecidos, órgãos ou propágulos, resultando em indivíduos geneticamente idênticos à planta mãe, conhecidos como clones (FERRARI *et al.*, 2004). Nas angiospermas, a reprodução assexuada ocorre principalmente por meio da propagação vegetativa ou da apomixia (HOLSINGER, 2000; SILVERTOWN, 2008). A propagação vegetativa é utilizada quando as sementes são produzidas em quantidade insuficiente, apresentam baixa viabilidade, são de difícil armazenamento ou quando ocorrem híbridos estéreis (FERREIRA, 1997).

Devido aos desafios enfrentados na propagação por sementes, uma alternativa promissora é a utilização da propagação vegetativa, aliada a possibilidade de seleção de indivíduos com características superiores (WENDLING e BRONDANI, 2015). As técnicas de propagação vegetativa representam uma solução para superar as dificuldades encontradas na propagação de espécies nativas, oferecendo benefícios tanto para fins comerciais quanto para resgate e conservação dos recursos genéticos florestais.

As mudas provenientes da propagação vegetativa apresentam alta uniformidade quando as condições de solo e clima são homogêneas. Essa uniformidade traz benefícios como maior produtividade, crescimento uniforme, formato e qualidade tecnológica da madeira, além de outras características desejáveis, como resistência a pragas e doenças, melhor aproveitamento de recursos hídricos e nutricionais do solo, entre outros (ELDRIDGE, 1994). A utilização da

propagação vegetativa também se justifica como uma forma rápida e relativamente econômica de aumentar a produtividade e a qualidade das mudas.

Existem diversas técnicas que podem ser utilizadas na propagação vegetativa, sendo os principais métodos utilizados atualmente: micropropagação, estaquia, miniestaquia, microestaquia e enxertia. A técnica de estaquia é a mais comum, consistindo na produção de mudas a partir de propágulos de uma planta mãe que possua características desejáveis, sendo prática e de fácil aplicação (WENDLING e BRONDANI, 2015).

No entanto, um dos desafios encontrados na propagação por estaquia é a obtenção de brotos viáveis que apresentem boa capacidade de enraizamento adventício e desenvolvimento adequado das mudas produzidas. Essas duas variáveis estão diretamente relacionadas à genética da planta mãe e ao estágio de desenvolvimento dos brotos utilizados para a enraizamento. Quanto mais avançado o estágio de desenvolvimento do material vegetativo, menor é a capacidade de enraizamento e pior pode ser o desenvolvimento da planta no campo (FERRARI *et al.*, 2004).

Para superar essas dificuldades, são empregadas técnicas auxiliares, como o uso de hormônios de enraizamento e tratamentos pré-enraizamento, visando aumentar a taxa de sucesso na formação de raízes adventícias. Além disso, é importante selecionar adequadamente as plantas mães, levando em consideração características como vigor, sanidade e capacidade de enraizamento.

A estaquia é uma técnica de propagação vegetativa amplamente empregada em espécies de valor comercial, como o eucalipto por exemplo, podendo também ser viável para propagar espécies nativas (FERRARI *et al.*, 2004). Desse modo, é importante desenvolver esforços para aprimorar métodos existentes de propagação vegetativa e estabelecer e adaptar protocolos que permitam a eficiência desta técnica em espécies florestais nativas.

2.4 Resgate vegetativo

Em muitas espécies perenes, em especial para espécies florestais, o material selecionado para a propagação vegetativa é proveniente de plantas em estágios mais avançados de maturação. Isso ocorre porque é nessa fase adulta que as plantas manifestam suas características desejáveis, como resistência a pragas, doenças, produção de frutos ou madeira de qualidade (COSTA *et al.*, 2005; SANTIN *et al.*, 2008; BRONDANI *et al.*, 2009; WENDLING *et al.*, 2014; STUEPP *et al.*, 2018). No entanto, a propagação vegetativa de tecidos mais maduros

apresenta desafios devido à menor capacidade de diferenciação celular e à menor atividade fisiológica desses tecidos, especialmente em espécies lenhosas (TARRAGÓ *et al.*, 2005). Isso significa que, em alguns casos, a resposta ao enraizamento pode ser limitada e o sucesso da propagação vegetativa comprometido.

No entanto, existem técnicas que podem ser aplicadas diretamente nas matrizes selecionadas para promover o revigoramento do material vegetal e aumentar as chances de enraizamento dos propágulos. Essas técnicas têm como objetivo estimular a brotação de materiais vegetais mais jovens, que geralmente apresentam maior capacidade de enraizamento e desenvolvimento (GRATTAPAGLIA e MACHADO, 1998; HARTMANN *et al.*, 2011; WENDLING *et al.*, 2013; WENDLING E BRONDANI, 2015; STUEPP *et al.*, 2015, 2017, 2018; NASCIMENTO *et al.*, 2018, 2019).

Dentre as técnicas de resgate utilizadas, destacam-se o anelamento do caule, a aplicação de podas drásticas na copa, a enxertia, o uso de galhos podados e a decepa da árvore (ALMEIDA *et al.*, 2007; WENDLING *et al.*, 2013). O anelamento do caule/ramos envolve a remoção parcial ou completa da casca, interrompendo temporariamente o movimento da seiva elaborada das folhas para as raízes, resultando em um desequilíbrio momentâneo na relação entre as hormônias auxina e citocinina na região abaixo do corte, o que estimula a emissão de brotações (SALISBURY e ROSS, 1996; HARTMANN *et al.*, 2011). Embora ainda pouco utilizada no setor florestal, especialmente em espécies nativas, essa técnica já foi testada em algumas espécies, como *Pinus pinaster*, *Eucalyptus grandis* e *Ilex paraguariensis* (ALONSO *et al.*, 2002; RIBEIRO *et al.*, 1992; MEDRADO *et al.*, 2002).

O anelamento do caule pode ser realizado em diferentes alturas da planta matriz. Porém, é importante ressaltar que a porção basal do caule das plantas lenhosas geralmente apresenta maior vigor, pois contém meristemas formados em estágios mais próximos à germinação, que permanecem dormentes durante o desenvolvimento da planta (HARTMANN *et al.*, 2011). Portanto, as técnicas de resgate são frequentemente aplicadas nesses locais, com o intuito de promover a brotação de material vegetal mais jovem e vigoroso (XAVIER *et al.*, 2013).

Uma outra técnica já empregada em espécies nativas é o uso de galhos destacados, que difere de outras técnicas, como o corte raso, ao evitar a morte da planta durante o processo de resgate. Nesse método, galhos fisiologicamente ativos são coletados diretamente da planta mãe, podendo apresentar diferentes tamanhos e formas. Esses galhos são então acondicionados em condições ambientais propícias para a emissão de brotações, os quais, por sua vez, são enraizados ou enxertados quando atingem tamanho adequado para a produção de mudas.

Embora considerada uma técnica de execução relativamente simples, os galhos utilizados estão intimamente ligados à idade ontogenética da planta, ou seja, sua posição em altura na planta mãe pode afetar o sucesso das brotações e o vigor do material resultante (ALMEIDA *et al.*, 2007; XAVIER *et al.*, 2013; WENDLING e BRONDANI, 2015). A sobrevivência dos galhos e a produção de comprimentos maiores estão relacionadas a fatores como genótipo, local de origem, tamanho e forma, os quais podem ter um impacto direto nos resultados dessa técnica (WENDLING *et al.*, 2013; NASCIMENTO *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2021).

De forma geral, a aplicação de técnicas de resgate pode causar um desequilíbrio hormonal nas plantas, visando estimular o desenvolvimento vegetativo em uma região específica e formação de brotações epicórmicas. Um dos principais efeitos hormonais é o acúmulo de citocinina na área injuriada, o que promove a reativação do crescimento e o surgimento de novas brotações (HARTMANN *et al.*, 2011; TAIZ e ZEIGER, 2018). Salienta-se que o uso de brotações epicórmicas tem se mostrado uma alternativa promissora para o resgate de material adulto (XAVIER e SANTOS, 2002; HARTMANN *et al.*, 2011).

No entanto, é importante destacar que vários fatores podem influenciar a capacidade de brotação da planta. Como a idade da planta mãe, a época em que a técnica, nutrição adequada da planta, disponibilidade de água e luz, a presença de doenças ou pragas, e a genética da espécie também podem influenciar a capacidade de brotação. Portanto, é importante considerar todos esses aspectos ao aplicar as técnicas de resgate, a fim de obter melhores resultados e garantir o sucesso da propagação vegetativa das espécies nativas.

Embora seja possível a indução e o desenvolvimento de brotos epicórmicos mesmo em plantas mais maduras, esses brotos ainda dependem da fisiologia atual da planta mãe, que pode estar menos ativa (XAVIER *et al.*, 2013; HARTMANN *et al.*, 2011). Quanto à época de coleta, é sugerido que seja especialmente pouco tempo antes do aumento das temperaturas, assim a energia utilizada para a emissão de novos brotos na copa, como as citocininas, será redirecionada para novas gemas dormentes (TAIZ e ZEIGER, 2018).

2.5 Parâmetros genéticos

No contexto do melhoramento de plantas, as estimativas de parâmetros genéticos e a predição de ganhos por meio dos processos seletivos desempenham um papel crucial na formulação e aplicação de estratégias mais eficazes. Essas informações fornecem subsídios para

a seleção e a recombinação apropriadas no novo ciclo de seleção, permitindo uma escolha embasada e direcionada de indivíduos com características desejáveis. Essa abordagem impulsiona o progresso genético e contribui para alcançar os objetivos almejados no programa de melhoramento (RESENDE, 1991; FERNANDES *et al.*, 2004).

Para compreender o funcionamento da estrutura genética e obter estimativas de ganhos genéticos em uma população, diversos parâmetros são utilizados. Um parâmetro de extrema importância nesse contexto, conforme destacado por Kageyama (1980), é o coeficiente de variação genética. Esse coeficiente permite quantificar a quantidade de variação existente entre as progênies e possibilita estimativas dos ganhos genéticos que podem ser alcançados.

A variabilidade genética das plantas abrange a diversidade de características genéticas e alelos presentes em uma determinada espécie vegetal. Essa variabilidade genética está presente tanto entre as populações quanto dentro delas, sendo moldada pela interação de diversos processos evolutivos, como mutação, migração, seleção e cruzamentos (LOVELESS; HAMRICK, 1984). Os processos evolutivos influenciam a estrutura genética das espécies, resultando na diversidade genética observada. Essa diversidade é mantida e gerada por mecanismos evolutivos que desempenham um papel crucial na adaptação a diferentes ambientes e nas respostas às pressões seletivas. A detecção, quantificação e análise da variabilidade genética são de interesse para melhoristas. De acordo com TORGGLER *et al.* (1995), a variabilidade genética é fundamental na evolução adaptativa, pois a seleção natural age sobre as variantes nas populações, impulsionando a adaptação ao ambiente.

Além disso, informações sobre a variabilidade genética, também permite avaliar a estrutura genética entre as populações por meio de testes genéticos, fornecendo informações relevantes para a definição de zonas de coleta e uso de sementes (CUNNINGHAM, 1975; BOWER; AITKEN, 2008). Esses testes desempenham um papel crucial na tomada de decisões relacionadas à conservação e ao manejo de recursos genéticos, permitindo identificar a diversidade genética existente e auxiliando na preservação e no uso sustentável desses recursos.

Os aspectos ecológicos das espécies exercem uma influência significativa na variabilidade genética entre populações, uma vez que afetam o fluxo gênico entre elas (LOVELESS; HAMRICK, 1984). Dependendo do sistema reprodutivo da espécie, a estrutura genética das populações pode variar, e a distribuição da variabilidade genética pode ocorrer de forma distinta entre os indivíduos que compõem cada população. O tipo e o comportamento dos agentes polinizadores e dispersores de sementes também desempenham um papel importante, pois podem influenciar o fluxo gênico de maneira diferenciada. Espécies com

agentes polinizadores ou dispersores capazes de atingir grandes distâncias, como vento, aves ou morcegos, tendem a apresentar maior variabilidade genética dentro das populações, uma vez que o amplo fluxo gênico dificulta uma diferenciação substancial entre as populações (MORI, 2003).

Paiva *et al.* (2002) enfatizaram que o método de seleção adotado, bem como as correlações genéticas e fenotípicas entre os caracteres, o tipo de ação gênica envolvida e a precisão experimental, são fatores que exercem influência direta nesse processo. Essas considerações destacam a complexidade e a interação de vários elementos que devem ser levados em conta ao planejar estratégias de melhoramento genético, ressaltando a necessidade de abordagens integradas e cuidadosamente planejadas para maximizar os resultados obtidos.

Outro parâmetro importante é a herdabilidade, a qual é definida como a razão entre as variâncias genotípicas e fenotípicas, e por meio dela é possível avaliar a eficiência esperada da seleção na utilização da variabilidade genética. Esse coeficiente pode ser interpretado em um sentido amplo ou restrito. No sentido amplo, ele representa a proporção da variância genética em relação à variância fenotípica total observada. Já no sentido restrito, ele expressa a quantidade relativa da variância genética que pode ser aproveitada no processo de melhoramento (MORAES, 2001).

A herdabilidade é um parâmetro que não se aplica apenas a um caráter específico, mas também à população e às circunstâncias ambientais às quais os indivíduos estão expostos. O valor da herdabilidade depende da magnitude de todos os componentes de variância, portanto, qualquer alteração nesses componentes afetará seu valor. É importante destacar que características com baixa herdabilidade são mais suscetíveis a variações ambientais (BERTI, 2013).

O programa Selegen é amplamente utilizado como uma ferramenta para a avaliação de ganhos genéticos em espécies florestais, fornecendo informações valiosas para a seleção de genótipos superiores. Utilizando modelos mistos, como o modelo de máxima verossimilhança restrita (REML) e a predição linear não viciada (BLUP), para estimar componentes de variância, herdabilidade e correlações genéticas. Essas análises estatísticas complexas consideram tanto a estrutura genética quanto a ambiental das populações em estudo, permitindo a separação das variações genéticas e ambientais. Dessa forma, o Selegen possibilita uma estimativa dos efeitos genéticos dos indivíduos, contribuindo para a identificação e seleção de genótipos com melhor desempenho.

De acordo com Resende *et al.* (2000), o procedimento REML/BLUP apresenta várias vantagens significativas: a) corrige simultaneamente os dados para os efeitos ambientais, estima os parâmetros genéticos e prevê os valores genéticos; b) possibilita a comparação de indivíduos ao longo do tempo e do espaço; c) produz resultados imparciais; d) maximiza a precisão seletiva; e) maximiza o ganho genético e a eficiência dos programas de melhoramento; f) não requer que os dados estejam balanceados; g) permite a utilização simultânea de um grande número de informações, resultando em estimativas mais precisas; h) lida com estruturas complexas de dados, como medidas repetidas, locais e gerações diferentes, interação genótipos x ambientes, cruzamentos dialélicos e fatoriais, delineamentos em látice, entre outros; e i) possibilita a previsão dos efeitos de dominância.

Com os parâmetros obtidos pelo Selegen, pode-se identificar os melhores genótipos para determinadas características, como rápido crescimento, resistência a pragas e doenças, qualidade da madeira, entre outras. Em resumo, o uso do programa Selegen permite uma avaliação precisa dos ganhos genéticos em espécies florestais, auxiliando no desenvolvimento de programas de melhoramento genético mais eficientes.

3 CAPÍTULO I – QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Moquiniastrium polymorphum*

3.1 RESUMO

Diversos autores têm observado uma baixa porcentagem de germinação em sementes de *Moquiniastrium polymorphum*. No entanto, é necessário buscar informações que possam auxiliar no aumento dessa porcentagem e observar se as sementes vazias são de fato a única causa dessa germinação reduzida. Nesse sentido, os objetivos deste capítulo são caracterizar diferentes lotes de sementes de *M. polymorphum* por meio de estudos relacionados às qualidades física e fisiológica das sementes, além de avaliar a eficiência do uso do soprador de sementes durante o beneficiamento. As sementes foram coletadas no município de Lages/SC no ano de 2022, sendo duas épocas de coleta (Janeiro e Março), totalizando oito lotes distintos. Após o beneficiamento, foram conduzidos dois experimentos: 1) Caracterização inicial dos lotes por meio da determinação do teor de água, teste de germinação e peso de mil sementes; 2) Avaliação da eficiência do soprador com diferentes aberturas (1,5 cm, 2,0 cm e 2,5 cm). Foi constatado que existem diferenças na qualidade física e fisiológica entre os lotes analisados, com porcentagens de germinação variando de 0% a 42%. Além disso, verificou-se uma elevada proporção de sementes vazias, alcançando até 100% em alguns lotes. O uso do soprador se mostrou eficiente para separar as sementes de acordo com sua densidade, resultando em um aumento na porcentagem de germinação de 30% para 50% no melhor lote. Portanto, recomenda-se a passagem das sementes pelo soprador com abertura entre 1,5 cm e 2,0 cm para aumentar a porcentagem de germinação. Contudo, quando ocorre uma incidência significativa de sementes vazias, a eficácia da utilização do soprador é prejudicada. Neste trabalho, ficou claramente demonstrado que a baixa porcentagem de germinação está diretamente relacionada à proporção de sementes vazias.

Palavras-chave – cambará; sementes vazias, soprador de sementes.

3.2 ABSTRACT

Several authors have observed a low germination percentage in *Moquiniastrium polymorphum* seeds. However, it is necessary to seek information that can assist in increasing this percentage and to observe whether empty seeds are indeed the sole cause of this reduced germination. In

this context, the objectives of this chapter are to characterize different batches of *M. polymorphum* seeds through studies related to the physical and physiological qualities of the seeds, as well as to evaluate the efficiency of using a seed blower during the processing. The seeds were collected in the municipality of Lages/SC in the year 2022, in two collection periods (January and March), totaling eight distinct batches. After processing, two experiments were conducted: 1) Initial characterization of the batches through determination of water content, germination testing, and weight of a thousand seeds; 2) Evaluation of the efficiency of the blower with different openings (1.5 cm, 2.0 cm, and 2.5 cm). It was found that there are differences in the physical and physiological quality among the analyzed batches, with germination percentages ranging from 0% to 42%. Additionally, a high proportion of empty seeds was observed, reaching up to 100% in some batches. The use of the blower proved to be effective in separating seeds according to their density, resulting in an increase in the germination percentage from 30% to 50% in the best batch. Therefore, it is recommended to pass the seeds through the blower with an opening between 1.5 cm and 2.0 cm to increase the germination percentage. However, when a significant incidence of empty seeds occurs, the effectiveness of using the blower is compromised. This study clearly demonstrated that the low germination percentage is directly related to the proportion of empty seeds.

Keywords - cambará; empty seeds; seed blower.

3.3 INTRODUÇÃO

A demanda por mudas nativas no Brasil vem aumentando consideravelmente com o passar dos anos, devido à existência de leis relacionadas à proteção do meio ambiente, as quais colaboram para a conservação e a recuperação de áreas degradadas. No entanto, mesmo com a existência dessas leis, a maioria das espécies florestais ainda enfrenta decréscimos em sua população, devido à exploração excessiva e/ou à falta de conhecimento em técnicas de manejo que visem o aumento de produtividade e qualidade dessas espécies, o que impede seu uso de forma intensiva (AZERÊDO, 2009).

A falta de informações sobre a reprodução de espécies nativas representa um desafio para obter diversidade e quantidade suficiente de mudas nos viveiros, o que afeta a implementação de projetos de conservação e restauração ambiental. Isso resulta em dificuldades no sucesso de reflorestamentos. No entanto, o uso de espécies nativas é vantajoso, uma vez que essas plantas

estão adaptadas às condições climáticas, hidrológicas, topográficas e de solo da região de plantio. Além disso, interagem de forma adequada com o ecossistema local (IVANAUSKAS *et al.*, 2007).

Um exemplo disso, é a espécie nativa *Moquiniastrum polymorphum* (Asteraceae), popularmente conhecido como cambará, a qual possui importância econômica e ambiental, mas com escassez de informações e disponibilidade em viveiros florestais. Esta árvore é nativa da América do Sul e possui um alto valor econômico devido à sua madeira. Além disso, a espécie também apresenta importância farmacológica e paisagística, sendo frequentemente recomendada para o reflorestamento de áreas degradadas devido às suas características de dispersão, resistência ao fogo e capacidade de regeneração. No entanto, a falta de informações sobre sua reprodução e produção de mudas, bem como a ausência de métodos padronizados de avaliação das sementes representam desafios para seu cultivo em grande escala (DURIGAN *et al.*, 1997; IVANAUSKAS *et al.*, 1999; LORENZI, 2002; SANTANA, 2002; CARVALHO, 2003).

A propagação de *M. polymorphum* geralmente é realizada por meio de sementes, no entanto, a taxa de germinação é normalmente baixa (LORENZI, 1992; CARVALHO, 2003; MACHADO, 2012). Um dos fatores que contribui para a baixa porcentagem de germinação em algumas espécies da família Asteraceae é a presença de dormência e/ou sementes vazias (CHAVES e RAMALHO, 1996).

Contudo, a dormência não é um fator limitante para a germinação das sementes de *M. polymorphum*, uma vez que estas são capazes de germinar mesmo sem a necessidade de tratamentos pré-germinativos. Por outro lado, a principal razão para o baixo índice de germinação é a ocorrência de sementes vazias. Durante o seu ciclo reprodutivo, a espécie produz uma grande quantidade de sementes, mas a maioria delas acaba não se desenvolvendo. Isso pode ser atribuído a vários fatores, tais como a baixa produção de pólen, alta taxa de aborto de óvulos ou embriões (SOUSA e HATTEMER, 2003), ou até mesmo a falta de polinizadores, o que resulta em falhas na fecundação dos óvulos (KOSINSKI, 1987).

Durante o processo de beneficiamento de sementes, existem técnicas disponíveis para remover sementes vazias, bem como impurezas, sementes chochas, quebradas e resíduos de outras sementes, com o objetivo de aumentar o índice germinativo do lote. Essas técnicas envolvem procedimentos e o uso de equipamentos específicos. Por exemplo, por meio da diferença de peso, as sementes podem ser separadas usando mesa de gravidade e centrifugação,

(FERREIRA e BORGHETTI, 2004; WENDLING *et al.*, 2005). Além disso, sopradores também podem ser utilizados nesse processo (NOGUEIRA e MEDEIROS, 2007).

O uso de sopradores tem se mostrado eficiente em várias espécies florestais que apresentam um alto índice de sementes vazias. Por exemplo, em estudos realizados com sementes de *Eremanthus erythropappus*, foi observado um aumento na germinação das sementes de 14,7% para 93,4% com o uso de sopradores (TONETTI *et al.*, 2006). Resultados semelhantes foram encontrados em sementes de *Agapanthus africanus*, onde a porcentagem de germinação aumentou de 35% para 84% após o beneficiamento com sopradores (PEREIRA e CARVALHO, 2008). Em estudo com a espécie *M. polymorphum*, verificou-se um aumento na porcentagem de germinação de dois lotes de sementes de 34% para 76% e de 7% para 51% após o uso de sopradores (SHIBATA *et al.*, 2016). Destaca-se a importância de realizar testes adicionais com diferentes lotes de sementes, a fim de obter uma compreensão mais abrangente da taxa de germinação da espécie.

No entanto, apesar da presença de sementes vazias ser uma das causas da baixa germinação de lotes de sementes da espécie, em estudo realizado por Farias (2016), com o uso de equipamento de raio-X digital, observou-se que nem todas as sementes classificadas como cheias germinaram ou formaram plântulas normais. Isso indica a presença de sementes inviáveis ou com baixo vigor dentro desse grupo, sendo necessários estudos de qualidade de sementes envolvendo outros testes.

A avaliação de sementes florestais, especialmente de espécies nativas, é dificultada devido aos diferentes tipos bimorfológicos das sementes e à sua heterogeneidade nos padrões de germinação. Diversos testes e critérios são utilizados nessa avaliação, tais como germinação, porcentagem de pureza, peso de mil sementes e teor de umidade. Esses testes são influenciados pelas características específicas de cada espécie, bem como pela procedência das sementes, pelo lote e pelo tempo de armazenamento (FORTES *et al.*, 2008).

A avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes é de fundamental importância, fornecendo uma base sólida para qualquer estudo relacionado a espécies vegetais. Essas informações são essenciais para fins de semeadura e armazenamento adequado das sementes (FIGLIOLIA *et al.*, 1993). Testes fisiológicos, como germinação e vigor das sementes, e testes físicos, como teor de água e peso de mil sementes, são alguns dos indicadores mais comumente utilizados na classificação da qualidade dos lotes de sementes.

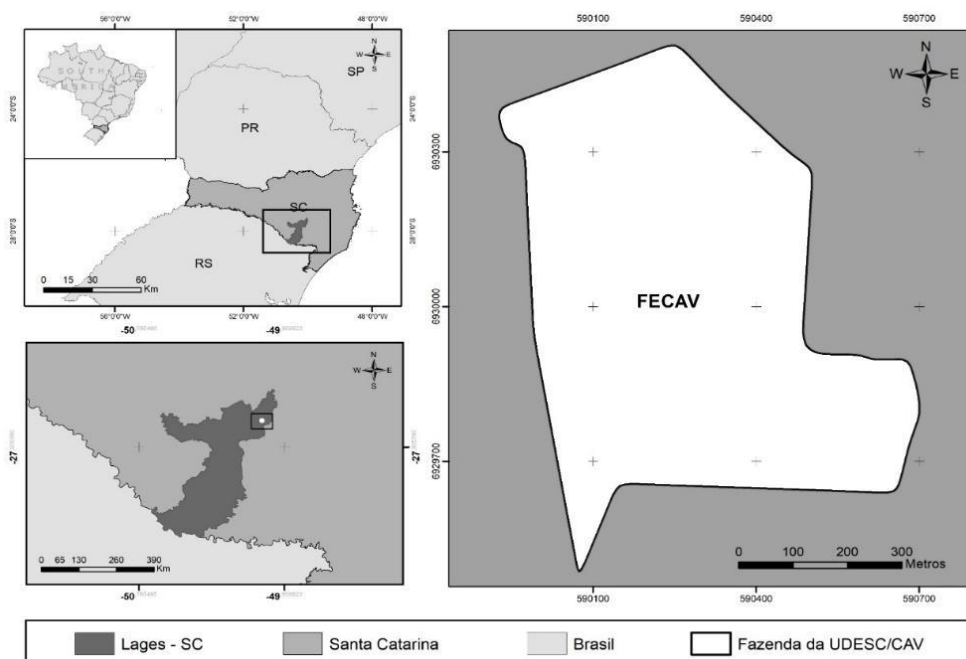
Deste modo, os objetivos deste capítulo foram categorizar diferentes lotes de sementes de *M. polymorphum*, por meio de estudos relacionados às qualidades física e fisiológica das sementes e avaliar a eficiência do uso do soprador de sementes durante o beneficiamento.

3.4 MATERIAIS E MÉTODOS

3.4.1 Coleta do material vegetal e beneficiamento dos frutos

Os frutos da espécie *M. polymorphum* foram coletados na Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias, localizada nas coordenadas 27°45'39.4"S e 50°04'36.4"W (Figura 1), durante o início do processo de dispersão. A área é classificada como Floresta Ombrófila Mista, também conhecida como Mata de Araucárias.

Figura 1 - Mapa de localização da Fazenda Experimental da Universidade do Estado de Santa Catarina – Centro de Ciências Agroveterinárias em Lages-SC.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Para a coleta, foram selecionadas 18 matrizes, as quais foram separadas em oito lotes. Para a formação dos lotes levou-se em consideração uma distância mínima de 30 metros entre os indivíduos, bem como a data de coleta, considerando a disponibilidade das sementes (Tabela 1).

Tabela 1 — Data de coleta e medidas de Diâmetro à altura do peito (DAP) (cm) e altura (m) das árvores-matrizes que formaram os lotes de sementes de *Moquiniastrum polymorphum*.

Lotes	Data de coleta	Matrizes	DAP (cm)	Altura (m)
1	11/01/2022	37	50,9*	9,0
2	11/01/2022	55 – 56	26,4 – 31,6	4,5 – 8,0
3	11/01/2022	68 - 70 - 80 – 91	25,1 – 18,4 – 52,9 – 13,0	8,0 – 6,5 – 8,0 – 4,0
4	11/01/2022	116 - 225 – 228	10,2 – 13,0 – 13,3	3,5 – 4,4 – 4,0
5	11/01/2022	165 – 166	6,0 – 31,1	3,0 – 7,0
X	30/03/2022	67 - 70 - 112- 116	12,3 – 18,4 – 5,2 – 10,2	4,5 – 6,5 – 2,5 – 3,5
Y	30/03/2022	57	5,0	3,0
Z	30/03/2022	186 - 191 – 201	8,6 – 13,0 – 16,5	4,0 – 4,5 – 4,0

*Os valores de DAP e altura estão organizados, respectivamente, de acordo com cada árvore matriz. Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Na Figura 2, é possível observar a localização das matrizes que compõem os oito lotes.

Figura 2 - Mapa com a localização das matrizes da coleta de sementes de *Moquiniastrum polymorphum*, inseridas na Fazenda Experimental da Universidade do Estado de Santa Catarina – Centro de Ciências Agroveterinárias em Lages-SC.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Cfb, caracterizado como um clima temperado úmido, sem estação seca. A temperatura média

anual é de 17 °C e a precipitação anual média é de 1.500 mm. Na Tabela 2 observa-se os dados médios, segundo a estação meteorológica (1028 - Lages - Epagri/Automatizada), de temperatura, precipitação e umidade dos meses que antecederam a coleta e os meses em que foi realizada a coleta dos frutos.

Tabela 2 — Valores mensais de temperatura, precipitação, umidade média do município de Lages-SC.

Meses	Temperatura média	Precipitação total	Umidade média
	°C	Mm	%
Dezembro	20,4	38,4	76
Janeiro	21,1	88,4	78,5
Fevereiro	20,5	96,8	78,2
Março	18,8	260,4	88,2

Fonte: Epagri 2022

Para o beneficiamento os frutos foram transportados para o Laboratório de Sementes Florestais da Universidade, colocados em bandejas plásticas e deixados para secar em temperatura ambiente por 24 horas. Após a secagem, as sementes foram separadas manualmente dos frutos, resultando apenas nas unidades de dispersão conhecidas como cipselas, que serão referidas como sementes ao longo deste trabalho.

Após a extração das sementes, foram conduzidos dois experimentos: 1) Caracterização inicial dos lotes, 2) Sementes vazias e uso do soprador. Em cada experimento, os lotes utilizados foram utilizados de acordo com a disponibilidade de sementes.

3.4.2 Caracterização inicial dos lotes

3.4.2.1 - Teor de água

Inicialmente, pesou-se cápsulas de alumínio vazias em balança analítica com precisão de 0,0001 g, gerando o peso dos recipientes, em seguida foram adicionadas cerca de 0,300 g de sementes de cada lote nas cápsulas, as quais foram pesadas novamente, obtendo assim o peso fresco das sementes. As cápsulas foram levadas para estufa em temperatura de 105±3°C durante 24 horas e por fim, foram pesadas novamente, onde obteve-se o peso das amostras secas.

A umidade foi calculada pela fórmula abaixo e obtida pela média de duas repetições.

$$U\% = \frac{P_i - P_f}{P_i - T} \times 100$$

Em que: U = umidade das sementes; Pi = peso úmido das sementes; Pf = peso seco das sementes; T = Peso do recipiente (tara).

3.4.2.2 - Germinação

Para o teste de germinação, as sementes foram separadas em 4 repetições de 25 sementes por lote e levadas para germinadores regulados à luz constante e temperatura de 25 °C, em caixas acrílicas do tipo gerbox, tendo como substrato folhas de papel mata-borrão umedecidas com água destilada (duas vezes e meia o peso do papel) (SHIBATA *et al.* 2016).

As avaliações foram realizadas diariamente até o 34º dia conforme indicado nas Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais (BRASIL, 2013), contabilizando as porcentagens de germinação, considerando semente germinada aquela que apresentava a formação de cotilédones e radícula maior que 1 cm. Para o cálculo de Tempo Médio de Germinação (TMG) e o índice de Velocidade de germinação (IVG) considerou-se como germinadas as sementes que apresentavam protrusão radicular primária de pelo menos 1 mm de comprimento.

O TMG e o IVG foram calculados da seguinte forma:

$$TMG = \frac{(\sum ni \cdot ti)}{\sum ni}$$

Onde: ni = número de sementes germinadas por dia; ti = tempo de incubação.

$$IVG = \sum \frac{ni}{ti}$$

Em que: ni = número de sementes que germinaram no tempo ' i '; ti = tempo após instalação do teste; $i = 1 \rightarrow 34$ dias.

3.4.2.3 - Número de sementes vazias

Cem sementes de cada lote (4 repetições de 25 sementes) foram separadas e abertas individualmente com o uso de um bisturi e uma lupa, a fim de identificar a presença ou ausência do embrião (Figura 3). Com base nessa análise, as sementes foram classificadas como cheias (com embrião presente) ou vazias (sem embrião).

Figura 3 – Sementes cheias (A) e sementes vazias (B) de *Moquiniastrum polymorphum*



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

3.4.2.4 - Peso de mil sementes

O peso de mil sementes foi determinado com as sementes já beneficiadas, assim foram realizadas pesagens de oito repetições de 100 sementes, de cada um dos oito lotes, as quais foram contadas de forma manual. O resultado se deu pela multiplicação do peso obtido por 10, a partir de cada repetição, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

3.4.3 Uso do soprador

3.4.3.1 - Abertura do soprador

Cerca de 0,5 g de sementes de cada lote (1, 2, 3, 4 e 5) foram pesadas em balança analítica com precisão 0,0001 g, incorporadas e homogeneizadas, formando um único lote. Posteriormente, as sementes foram separadas em quatro repetições de 0,5 g, as quais foram passadas no soprador de sementes South Dakota® com diferentes aberturas (1,5, 2,0 e 2,5 cm), testando um total de 2,0 g de semente por abertura, durante dois minutos.

Por fim, as sementes foram separadas em cheias e vazias, objetivando de assegurar a eficiência do uso do soprador, e ambas foram postas para germinar. O experimento foi um fatorial 2x3 (sementes vazias ou cheias e aberturas do soprados) com 4 repetições de 25 sementes por tratamento. As sementes foram avaliadas diariamente, durante 34 dias, obtendo-se resultados de germinação (%), TMG (dias) e IVG, conforme metodologias descritas anteriormente.

3.4.3.2 - Eficiência do soprador

Neste caso, diferente do experimento anterior (Abertura do soprador), os lotes foram avaliados individualmente. Assim, as sementes dos lotes 1, 2, 3, 4 e 5 foram postas para germinar (4 repetições de 25 sementes), divididas em dois tratamentos, sementes passadas no soprador com abertura de 1,5 cm durante 2 minutos e sementes não passadas pelo soprador (controle). As sementes foram avaliadas diariamente, durante 34 dias, onde obteve-se resultados de germinação (%), TMG (dias) e IVG, conforme metodologias descritas anteriormente

3.4.4 Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), onde testou-se a normalidade dos dados pelo teste de Shapiro Wilk. Posteriormente, foram submetidos à ANOVA seguida pelo teste e médias Scott-Knott ($P < 0,05$), realizada pelo software estatístico software SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA, 2020).

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.5.1 Caracterização inicial dos lotes

Houve diferença significativa entre os tratamentos testados para todas as variáveis analisadas, exceto para teor de umidade, o qual não variou significativamente entre os oito lotes de sementes avaliados (Tabela 3).

As sementes de *M. polymorphum* dos lotes 2 e Y apresentaram valores superiores de germinação, em relação às sementes dos demais lotes (Tabela 3). Salienta-se que os lotes 2 e Y foram formados por matrizes muito próximas umas das outras (menos de 20 metros), se diferenciando principalmente pela época de coleta. Assim, pode-se indicar uma relação da qualidade das sementes com o local das árvores matrizes na área.

Em relação as sementes vazias, constatou-se que a porcentagem de sementes sem embrião foi de aproximadamente 100% na maioria dos lotes estudados, exceto nos lotes 2 e Y (Tabela 3). Os resultados obtidos foram correspondentes aos observados no teste de germinação, indicando que a falta de germinação, neste caso, está associada a sementes vazias.

Tabela 3 — Teor de água (%), Germinação (%), Sementes vazias (SV) (%), Índice de velocidade de germinação (IVG) e peso de mil sementes (g) de oito lotes de sementes de *Moquiniastrum polymorphum*.

Lotes	Teor de água %	Germinação %	SV %	IVG	Peso de mil sementes Gramas
1	12,5	2 b*	98 a	0,16 b	0,0478 b
2	13,0	30 a	61 b	2,11 a	0,1084 a
3	13,2	10 b	94 a	0,66 b	0,0495 b
4	16,2	2 b	100 a	0,09 b	0,0484 b
5	13,9	0 b	100 a	0,00 b	0,0493 b
X	14,0	1 b	100 a	0,02 b	0,0482 b
Y	8,0	43 a	55 b	1,42 a	0,1014 a
Z	11,7	0 b	98 a	0,00 b	0,0442 b

*Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si de acordo com o teste de médias Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Elaborada pela autora (2022).

A relação entre porcentagem de germinação dos lotes e porcentagem de sementes vazias pode estar associada aos polinizadores, considerando que tanto no momento da coleta como em acompanhamento dos indivíduos à campo, observou-se a presença de uma maior quantidade de *Apis* (abelha-europeia) e de alguns indivíduos da ordem lepidóptera em torno das matrizes que formaram os lotes 2 e Y. Como ainda são escassos estudos com a espécie, poucos trabalhos são encontrados em relação aos seus polinizadores. De forma geral, os autores citam como principais polinizadores da espécie as abelhas (SANCHO, 2000; SANCHO; FREIRE, 2009) e diversos insetos pequenos, sem especificação de gênero ou espécie (YAMAMOTO; KINOSHITA; MARTINS, 2007).

A causa dessa maior concentração de polinizadores em um fragmento específico da área de estudo ainda é desconhecida. Entretanto, a Figura 2 revela que o fragmento onde os lotes 2 e Y foram coletados apresentava uma densidade maior de mata nativa. Embora a presença de água geralmente atraia os polinizadores, esse fator não foi observado nesta área em particular. Isso sugere que outros fatores tenham influenciado a presença desses polinizadores nesse fragmento, como a disponibilidade de recursos florais ou características específicas do ambiente.

Diversos estudos têm destacado a importância dos polinizadores na promoção da fertilização cruzada e na viabilidade das sementes, o que contribui diretamente para a manutenção da diversidade genética e o fortalecimento das populações arbóreas (JOHNSON *et al.*, 2010; GHAZOUL, 2015). A polinização realizada por insetos, como abelhas e borboletas,

tem sido amplamente documentada como um fator-chave na polinização de árvores e no estabelecimento de suas plântulas (FOWLER, 2018; AIZEN & HARDER, 2007).

Baixos valores de porcentagem de germinação têm sido evidenciados em trabalhos com a espécie, em condições semelhantes na condução da germinação. Machado (2012) encontrou valores próximos a 19% de germinação e Faria (2016) verificou 12% de germinação, já estudos de Corrêa (2016) obtiveram apenas 2% de sementes germinadas. . Neste trabalho, a média de germinação entre os lotes foi cerca de 11%, chegando ao seu valor máximo no lote Y com 43% de sementes germinadas (Tabela 3).

De modo geral, observou-se que a protrusão radicular (Figura 4) começava, em média, no quinto dia após a realização do teste, e não foram observados aumentos na germinação das sementes após o 21º dia. Lorenzi (2002) observou resultados semelhantes, relatando protrusão radicular entre o 15º e o 25º dia, por outro lado, Carvalho (2003) cita que as sementes ainda iniciavam sua germinação aos 68 dias. A discrepância observada entre os autores sugere que a baixa porcentagem de germinação pode estar relacionada ao vigor das sementes de alguns lotes, que podem ter diferentes tempos de germinação. Portanto, é importante testar um período de tempo mais prolongado, do que o indicado para espécie, para a germinação das sementes.

Figura 4 - Sementes de *Moquiniastrum polymorphum* classificadas como germinadas para os cálculos de IVG e TMG (A); classificadas como normais (B).



Fonte: Elaborada pela autora (2022)

O teor de água dos lotes variou de 8 a 16,2%, com média de 12,8%. Na literatura encontram-se trabalhos com teores de água semelhantes aos encontrados neste trabalho, para esta mesma espécie. Machado *et al* (2015) estudando diferentes lotes, encontraram valores que variaram de 7,23 a 12,98%, já Corrêa (2016) encontrou valores próximos a 15% e Faria (2016), também estudando sementes desta espécie, encontrou média de 8% de umidade.

De maneira geral, pode-se concluir que o teor de água das sementes não teve um impacto significativo na germinação, uma vez que lotes com teores de água muito semelhantes

apresentaram índices germinativos diferentes. No entanto, é importante ressaltar que o lote Y, que tinha o menor teor de água inicial (8%), obteve a maior porcentagem de germinação (42%). É válido destacar que, à medida que as sementes atingem a maturidade fisiológica, seu teor de água tende a diminuir rapidamente, e passam a ser mais influenciadas pelas condições climáticas, como a umidade relativa do ar, do que pela própria planta mãe (DIAS, 2001). Nesse sentido, a porcentagem de germinação pode estar relacionada à maturidade das sementes, que pode ocorrer de forma assíncrona em diferentes lotes, juntamente com outros fatores.

A variável peso de mil sementes destaca-se pela sua relação com a germinação e vigor das sementes. Observa-se que sementes mais pesadas, as quais possuem uma maior probabilidade de estarem cheias, apresentaram maior porcentagem de germinação (Tabela 3). Faria (2016) também observou o maior número de sementes cheias na fração mais pesada, após passar as mesmas pelo soprador. Socolowski e Cicero (2008) relataram que a massa das sementes é um indicador de sua qualidade fisiológica.

3.5.2 Abertura do soprador

Houve interação significativa entre sementes vazias ou cheias e as aberturas do soprados para a porcentagem de germinação e tempo médio de germinação de sementes de *M. polymorphum*

. Os resultados da Tabela 4 evidenciam que as aberturas de 1,5 cm e 2,0 cm utilizadas no soprador tiveram um impacto na classificação das sementes em cheias e vazias, sendo que a porcentagem de germinação foi maior nas sementes cheias. Embora as aberturas de 1,5 cm e 2,0 cm não tenham apresentado diferença estatisticamente significativa entre si, ambas se mostraram mais eficientes na remoção de sementes vazias em comparação com a abertura de 2,5 cm (Tabela 3).

Todas as sementes germinadas produziram plântulas normais, com partes aérea e radícula bem desenvolvidas, sem apresentar qualquer dano ou anormalidade (Figura 4B), indicando vigor das sementes. O TMG variou de 1 a 6 dias, no entanto no quinto dia, ocorreu o maior número de sementes germinadas. Quanto à variável IVG, não foi observada interação entre os fatores, apresentando diferença estatisticamente significativa apenas entre sementes cheias e vazias. Nesse aspecto, as sementes cheias apresentaram o maior valor de IVG (0,9167).

Tabela 4 – Germinação (%), tempo médio de germinação (TMG -dias) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes vazias ou cheias de *Moquiniastrum polymorphum* submetidas ao beneficiamento com soprador em diferentes aberturas.

Tratamentos	ABERTURAS			Média
	1,5 cm	2,0 cm	2,5 cm	
	GERMINAÇÃO (%)			
Vazias	0,0 bB*	1,0 bB	15,0 aA	5,3
Cheias	22,0 aA	23,0 aA	14,0 aA	19,6
Média	11,0	12,0	14,5	-
	TMG (dias)			
Vazias	0,0 bB	1,0 bB	6,0 aA	2,3
Cheias	6,0 aA	4,5 aA	5,0 aA	5,2
Média	3,12	2,75	5,5	-
	IVG			
Vazias	0,0000	0,0625	0,6455	0,2360 b
Cheias	0,9406	1,0595	0,7500	0,9167 a
Média	0,4703	0,5611	0,6377	-

*Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si de acordo com o teste de médias Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Elaborada pela autora (2022).

A escolha adequada do tamanho de abertura é amplamente variável na literatura, levando em consideração o modelo do equipamento e suas especificações, como a velocidade do ar, podem influenciar diretamente no resultado da separação entre sementes leves e pesadas. Por exemplo, Shibata *et al.* (2016) trabalhando com sementes dessa espécie e utilizando o mesmo modelo de equipamento (South Dakota) com abertura de 1,5 cm, obteve resultados satisfatórios ao observar um aumento na germinação de um dos lotes estudados, passando de 7% para 51%. Em contrapartida, Faria (2016), ao testar diferentes aberturas do soprador do tipo General, constatou que a abertura mais eficiente foi de 5 cm, a qual resultou nos melhores resultados de germinação e na maior fração de sementes pesadas. As aberturas de 1 cm e 2 cm, por outro lado, não demonstraram eficiência na separação das sementes.

Além disso, o uso do soprador proporciona benefícios adicionais, como a remoção de sementes malformadas, danificadas ou com presença de patógenos, reduzindo a disseminação de doenças e pragas nas áreas de cultivo (DALASTRA *et al.*, 2018). Essa seleção prévia das sementes contribui para aumentar a eficiência do processo de germinação, melhorando o estabelecimento das plântulas e consequentemente o desempenho das mudas.

Neste estudo, verificou-se que, mesmo com o uso do soprador, a taxa de germinação das sementes permaneceu baixa, atingindo um máximo de 23% (Tabela 4). Em estudo anterior realizado por Farias (2016), por meio de um equipamento de raio-X digital, constatou-se que nem todas as sementes classificadas como cheias foram capazes de germinar ou formar

plântulas normais, indicando presença de sementes inviáveis ou com baixo vigor. Esse resultado levanta a hipótese de que pode existir outros fatores além da presença de sementes vazias que influenciem na germinação das sementes, e/ou que outros métodos de beneficiamento das sementes precisem ser testados.

3.5.3 Eficiência do uso do soprador

Na variável de germinação foi observada uma interação entre os fatores estudados. O lote 2, quando utilizado o soprador, apresentou o maior valor na porcentagem de germinação (50%). Em comparação com os demais lotes, o lote 2 foi superior, registrando um aumento de 20% na porcentagem de germinação com o uso do soprador. Em relação aos outros lotes, todos eles, com exceção do lote 3, mostraram um aumento na porcentagem de germinação quando submetidos ao soprador, embora esse aumento não tenha sido estatisticamente significativo (Tabela 5). Como visto anteriormente, 100% das sementes germinadas deram origem a plântulas normais.

O TMG apresentou diferença significativa apenas em relação ao fator lote. No entanto, observa-se que os menores tempos foram encontrados nos lotes que tiveram as menores porcentagens de germinação. Portanto, em média, considera-se que o TMG foi de 7 dias. Da mesma forma que na germinação, o IVG também apresentou resultados significativos para a interação dos fatores, sendo o lote 2 com o uso do soprador o que obteve o maior valor (4,7860).

Existe na literatura uma série de trabalhos que comprovam a eficiência do uso de sopradores no aumento da porcentagem de germinação (TONETTI *et al.*, 2006; CASTELLANI *et al.*, 2007; PEREIRA; CARVALHO, 2008. FEITOSA *et al.*, 2009). Como já mencionado, Shibata *et al.* (2016) trabalhando com sementes de *M. polymorphum* verificaram que o uso do soprador aumentou a qualidade fisiológica dos lotes estudados, ressaltando que este equipamento separa as sementes de acordo com sua densidade, deste modo, sementes mais densas apresentam maior porcentagem de germinação.

É importante destacar que em lotes com maior massa, ou seja, com um maior número de sementes cheias, o uso de sopradores se torna mais eficiente, pois é capaz de separar de forma mais precisa as sementes cheias das vazias. Por outro lado, em lotes com valores de peso de mil sementes muito baixos, apesar de ocorrer a separação durante o processo de beneficiamento com o uso do soprador, ela não é eficiente, uma vez que muitas das sementes separadas como cheias não germinam porque estão vazias, como pode-se observar na Tabela 3.

Essa abordagem é importante para garantir a eficiência do uso do soprador. Portanto, é recomendado levar em consideração o peso das sementes antes do beneficiamento ou buscar métodos alternativos mais adequados para lotes com sementes muito leves, buscando otimizar o processo de separação e assegurar um resultado mais eficiente.

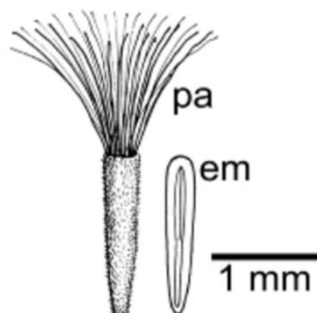
Tabela 5 — Germinação (%), tempo médio de germinação (dias) e Índice de velocidade de germinação de sementes de *Moquiniastrium polymorphum* submetidas ou não ao beneficiamento com soprador de sementes.

Tratamentos	LOTES					Média
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	
	GERMINAÇÃO %					
Com soprador	3,5 aB	50,0 aA	8,0 aB	2,5 aB	4,0 aB	13,6
Sem soprador	2,0 aC	30,0 bA	10,0 aB	1,5 aC	0,0 aC	8,7
Média	2,7	40,0	9,0	2,0	2,0	-
	TMG (dias)					
Com soprador	3,0	5,0	8,0	6,0	5,0	6,0
Sem soprador	5,0	7,0	7,0	4,0	0,0	5,0
Média	4,1 A	6,5 B	7,7 B	4,8 A	2,6 A	-
	IVG					
Com soprador	0,3095 aB	4,7860 aA	0,5763 aB	0,1676 aB	0,3815 aB	1,2442
Sem soprador	0,1635 aC	2,1112 bA	0,6645 aB	0,0919 aC	0,0000 aC	0,6062
Média	0,2365	34,485	0,6204	0,1298	0,1907	-

*Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si de acordo com o teste de médias Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Outro fator que pode ser mencionado, é a pilosidade da estrutura papus, causando uma agregação das sementes durante o uso do soprador, potencialmente interferindo na eficiência do equipamento. A remoção dessa estrutura poderia ajudar nesse procedimento. No entanto, é importante considerar o tamanho, inferior a 1 cm, e a estrutura da semente. Estudos sobre a morfologia das sementes relatam que em sementes de *M. polymorphum* o tecido de reserva é ausente ou ocorre em pequena quantidade (GOGOSZ *et al.*, 2015). Portanto, a remoção do papus requer cuidado minucioso, pois há o risco de danificar o embrião, o que se torna um desafio para separar as sementes de forma eficiente sem comprometer sua capacidade de germinação.

Figura 5 - Morfologia das sementes de *Moquiniastrum polymorphum* – papus (pa); embrião (em).



Fonte: Cosmo e Gogosz (2015)

Com base nos resultados observados, sabe-se que a baixa taxa de germinação da espécie é atribuída ao alto número de sementes vazias. Considerando, que nos lotes testados, as sementes que germinaram demonstraram um alto vigor, desenvolvendo-se rapidamente em plântulas bem desenvolvidas. No entanto, a fim de aumentar a taxa de germinação e garantir a confiabilidade dos dados, é recomendável conduzir estudos com o objetivo de aprimorar o processo de beneficiamento das sementes.

3.6 CONCLUSÕES

Os lotes de sementes de *Moquiniastrum polymorphum* apresentaram diferença na qualidade física e fisiológica (viabilidade e vigor) entre si.

A baixa porcentagens de germinação dos lotes estudados está relacionada ao número de sementes vazias.

O peso de mil sementes foi um indicador de qualidade fisiológica para esta espécie, considerando a relação dos maiores índices germinativos em lotes com sementes de maiores densidades.

Em relação ao beneficiamento, recomenda-se a passagem das sementes, de maior densidade, pelo soprador com abertura de 1,5 a 2,0 cm durante dois minutos, considerando que o peso da semente influencia diretamente a eficiência do soprador.

4 CAPÍTULO II – RESGATE E PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *Moquiniastrum polymorphum*

4.1 RESUMO

O objetivo deste capítulo foi avaliar o resgate vegetativo de árvores adultas de *M. polymorphum* a partir das técnicas de anelamento, semianelamento e galhos destacados. Quanto a propagação vegetativa, a estaquia de diferentes genótipos em função de estação de coleta, ambientes de enraizamento, uso de indutores de enraizamento e diferentes recipientes foram testados. Os genótipos utilizados e seu material vegetal foram provenientes da fazenda experimental do CAV/UDESC no município de Lages/SC. Para o resgate vegetativo, apenas 8% dos genótipos anelados ou semianelados emitiram brotações. Os galhos destacados apresentaram maior taxa de brotações quando posicionados verticalmente, com valores próximos a 90%, enquanto os horizontais apresentaram apenas 14,3% para o mesmo período. Ainda, as estacas oriundas destas brotações apresentaram baixas sobrevivência e enraizamento. Todavia, a estaquia apresentou grande potencial de enraizamento a partir de brotações de copa coletadas na primavera, alcançando valores próximos a 80%, enquanto estacas coletas no outono não apresentaram sobreviventes. O uso de indutores de enraizamento não resultou no aumento do enraizamento das estacas quando comparado ao tratamento controle, este tendo a maior porcentagem, de 9,2%. Não foi observado diferença significativa entre os ambientes de enraizamento, nem diferença nas porcentagens de enraizamento nos recipientes testados. Como não há na literatura trabalhos de propagação vegetativa com esta espécie, e tão pouco com espécies do mesmo gênero e família, julga-se necessário a realização de estudos mais aprofundados que relatem os fatores que podem influenciar e aprimorar o sucesso da técnica de propagação vegetativa para *M. polymorphum*.

Palavras-chave: Anelamento; Galhos destacados; Estaquia.

4.2 ABSTRACT

The objective of this chapter was to evaluate the vegetative rescue of adult *Moquiniastrum polymorphum* trees using techniques such as girdling, half-girdling, and branch cuttings. Regarding vegetative propagation, different genotypes were tested for their rooting capacity based on collection season, rooting environments, the use of rooting inducers, and different

containers. The genotypes and plant material used were obtained from the experimental farm of CAV/UDESC in the municipality of Lages/SC. For vegetative rescue, only 8% of the girdled or half-girdled genotypes produced shoots. Branch cuttings showed a higher shoot formation rate when positioned vertically, reaching values close to 90%, while horizontally positioned cuttings achieved only 14.3% for the same period. Moreover, the cuttings obtained from these shoots had low survival and rooting rates. However, the rooting potential of cuttings derived from crown shoots collected in the spring was high, reaching values close to 80%, while cuttings collected in the autumn did not produce any survivors. The use of rooting inducers did not result in increased rooting of the cuttings compared to the control treatment, which had the highest percentage, at 9.2%. There was no significant difference observed between rooting environments, nor in the rooting percentages of the tested containers. Since there is a lack of literature on vegetative propagation of this species, as well as species from the same genus and family, further in-depth studies are deemed necessary to explore the factors that can influence and enhance the success of the vegetative propagation technique for *M. polymorphum*.

Keywords: girdling; detached branches; cuttings.

4.3 INTRODUÇÃO

Moquiniastrum polymorphum (Less.) G. Sancho, conhecida popularmente como cambará, é uma espécie pertencente à família Asteraceae, classificada como pioneira e secundária inicial. Encontra-se em uma série de levantamentos florísticos naturais, e possui importantes características para composição inicial em reflorestamentos de áreas degradadas, tais como dispersão anemocórica, resistência a incêndios e capacidade de rebrota (DURIGAN *et al.*, 1997; IVANAUSKAS *et al.*, 1999; LORENZI, 2002; SANTANA, 2002; CARVALHO, 2003). No entanto, apesar da sua importância ecológica e econômica, a espécie vem apresentando alguns problemas em relação a sua baixa germinação (LORENZI, 2002; CARVALHO, 2003) e a falta de estudos em relação a sua reprodução.

Uma solução para os desafios encontrados na propagação por sementes seria adotar a propagação vegetativa. Essa técnica envolve a multiplicação de partes de plantas, permitindo a clonagem exata do genótipo da planta mãe devido à totipotência das células vegetais, ou seja, a capacidade de qualquer célula do organismo vegetal de regenerar uma planta completa (PAIVA; GOMES, 2011; XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013). A propagação vegetativa é

frequentemente vista como uma alternativa viável, principalmente devido à sua capacidade de permitir a produção contínua de mudas ao longo do ano. Isso possibilita a criação de jardins clonais, compostos por genótipos cuidadosamente selecionados, que exibem características fenotípicas superiores e desejáveis (OLIVEIRA *et al.*, 2016). Além disso, essa técnica é especialmente útil na propagação de espécies que apresentam dificuldades de germinação (GONÇALVES *et al.*, 2021).

A propagação vegetativa é influenciada por vários fatores que desempenham um papel crucial em seu sucesso, começando pela seleção adequada dos indivíduos. É importante considerar que características fenotípicas desejáveis são geralmente expressas em estágios específicos de maturação da planta mãe (HARTMANN *et al.*, 2011). Isso pode dificultar a coleta e a propagação do material, uma vez que tecidos mais maduros tendem a ter menor capacidade de diferenciação celular, especialmente em espécies lenhosas (TARRAGÓ *et al.*, 2005; COSTA *et al.*, 2005; SANTIN *et al.*, 2008a; WENDLING *et al.*, 2014b; STUEPP *et al.*, 2018) o que impacta diretamente o enraizamento do material vegetal.

Em espécies florestais há um gradiente de maturação da base para o ápice da árvore, devido ao envelhecimento ontogenético da planta (HARTMANN *et al.*, 2011; XAVIER *et al.*, 2013), assim, o material com maior vigor encontrado está armazenado na porção mais basal do caule, já que os meristemas nesta região se formam nos períodos mais próximos à germinação, mantidos dormentes com o desenvolvimento da planta. (HARTMANN *et al.*, 2011). Dessa forma, a fim de obter propágulos com maior grau de juvenilidade, os quais serão mais propensos ao enraizamento, é recomendado provocar a indução de brotações basais proporcionando o resgate de material adulto.

Dentre as metodologias empregadas para a indução de brotações de árvores adultas está a enxertia, o anelamento do caule, o uso do fogo na base da árvore, o uso de galhos podados e a decepa da árvore (ALMEIDA *et al.*, 2007; WENDLING *et al.*, 2013). Assim, posteriormente estas brotações servirão de matéria prima para as técnicas de propagação vegetativa.

A estaquia é a técnica mais utilizada na propagação de espécies florestais, cujos indivíduos são selecionados na idade adulta (ALMEIDA *et al.*, 2007; FERRARI *et al.*, 2004; WENDLING, 2003; XAVIER *et al.*, 2013), uma vez que possibilita a obtenção de maior número de mudas por ramo em menor espaço de tempo (HARTMANN *et al.*, 2014). A estaquia é um processo de propagação assexuada, que consiste na organização de indutores radiculares nas células do floema secundário do câmbio ou do parênquima do lenho, que se transforma em primórdios radiculares (AGUSTÍ, 2004).

O enraizamento, neste processo de propagação, é dependente de muitos fatores, tanto internos quanto externos. Dentre estes, citam-se a condição nutricional e fitossanitária da planta matriz, o potencial genético, o balanço hormonal, a época de realização, a temperatura e umidade (HARTMANN *et al.*, 2014).

Portanto, objetivou-se neste capítulo, avaliar o resgate de árvores adultas de *Moquiniastrum polymorphum* sob diferentes técnicas, bem como a viabilidade da propagação vegetativa da espécie por meio da estaquia.

4.4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.4.1 Seleção de plantas matrizes

As plantas matrizes estão localizados na Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) no município de Lages-SC (27°45'39.4"S - 50°04'36"4W) (Figura 1). A tipologia florestal é caracterizada como Floresta Ombrófila Mista, também conhecida como Mata de Araucárias. Segundo KÖPPEN o clima da região possui característica Cfb, com clima temperado e verão ameno. A chuva ocorre de forma uniformemente distribuída, sem estação seca. Com temperatura média anual de 17 °C e precipitação anual média de 1.500 mm.

Os valores mensais de temperatura, precipitação total e umidade (Epagri, 2022) dos meses de coleta dos materiais vegetais estão inseridos na Tabela 6.

Tabela 6 — Valores mensais de temperatura, precipitação e umidade da cidade de Lages-SC.

Mês/ano	Temperatura média	Precipitação total	Umidade média
	° C	Mm	%
Novembro/2020	17,2	99,8	79,2
Abril/2021	16,0	3,4	81,7
Novembro/2021	18,0	108,4	79,6
Março/2022	18,9	260,4	88,3

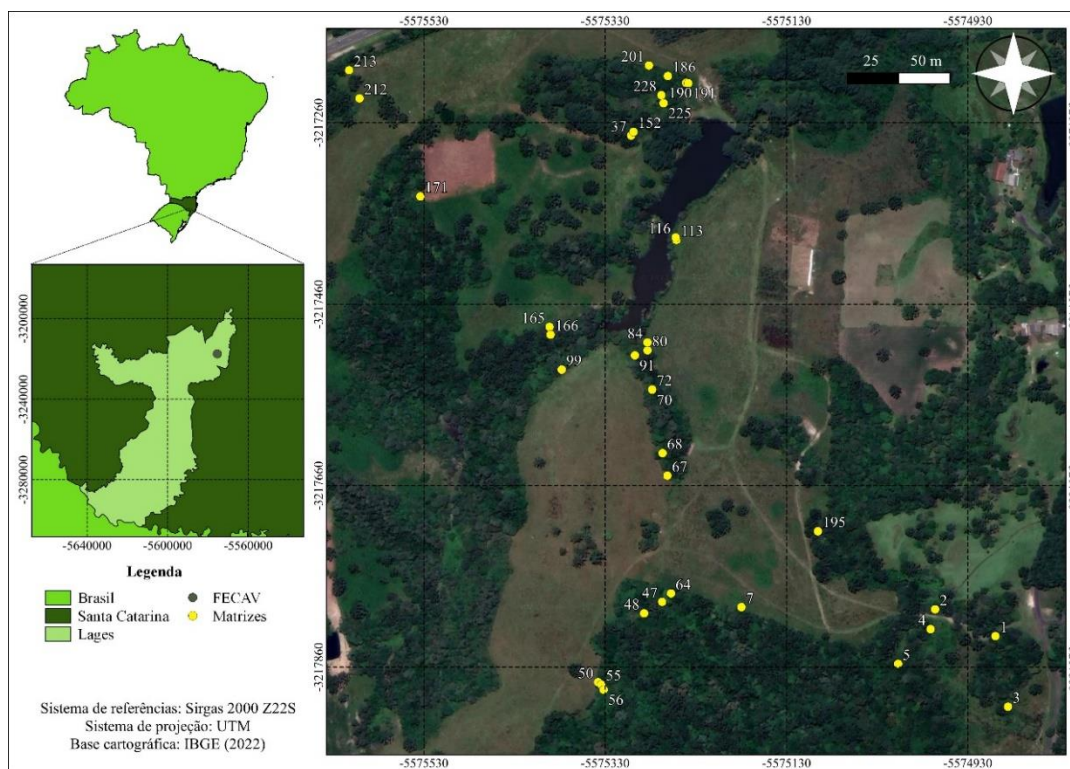
Fonte: Epagri, (2022).

Realizou-se um censo florestal na área experimental em estudo, onde todas as árvores da espécie, sejam adultas ou em processo de regeneração, foram mapeadas. Cada árvore foi identificada com plaquetas metálicas numeradas, e suas coordenadas geográficas foram

coletadas utilizando GPS. As plantas matrizes foram avaliadas quanto ao diâmetro à altura do peito (DAP) com auxílio de uma fita métrica e quanto a altura por estimação.

Foram selecionados indivíduos adultos (já em fase de reprodução) com diâmetro na altura do peito (DAP) igual ou superior a 5 cm, respeitando, sempre que possível, uma distância mínima de 50 m entre eles, conforme recomendado por Silva (2019), a fim de assegurar uma maior diversidade genética. Devido à variação encontrada na área e levando em conta os critérios mencionados, não foi possível considerar a semelhança fenotípica como critério de seleção dos indivíduos. Na Figura 6 observa-se a localização de todas as matrizes selecionadas para este estudo.

Figura 6 - Mapa de localização da Fazenda Experimental da Universidade do Estado de Santa Catarina – Centro de Ciências Agroveterinárias em Lages-SC e localização das matrizes estudadas.



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

4.4.2 Indução de brotações epicórmicas por técnicas de anelamento

O experimento foi realizado em setembro de 2020, período em que ocorre o retorno vegetativo da espécie decorrente do aumento da temperatura na região (Tabela 6). Foram selecionados 12 indivíduos, os quais foram separados em dois tratamentos, sendo: anelamento

completo (100% em volta do tronco) e semianelamento (50% em volta do tronco), os quais possuem suas características de DAP e altura expressas na Tabela 7. Ambos os tratamentos de anelamento foram realizados em uma altura média de 20 cm do solo, com auxílio de um facão. A largura da secção foi em média de 3 cm, sendo removida apenas a porção da casca exterior, não afetando o câmbio vascular ou o lenho (Figura 7).

Tabela 7 – Medidas de Diâmetro à altura do peito (DAP) e altura dos genótipos de *Moquiniastrum polymorphum* anelados e semianelados.

Genótipo	DAP (cm)	H (m ²)
Anelamento (100%)		
2	37,3	4,5
4	42,0	5,5
47	31,2	8,5
68	25,1	8,0
80	52,9	8,0
116	10,2	3,5
Semi-anelamento (50%)		
1	48,9	6,5
5	18,6	8,0
37	50,9	9,0
48	17,2	6,5
72	15,8	7,0
195	45,2	10,0

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

As avaliações foram iniciadas 90 dias após a aplicação dos tratamentos, sendo realizadas mensalmente até 390 dias (outubro de 2021) quanto a presença ou não de brotações (%), número médio de brotos formados e comprimento médio de brotos (cm).

Figura 7 - Indivíduos de *Moquiniastrum polymorphum* anelados e semianelados.



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

4.4.3 Indução de brotação epicórmica em galhos destacados

Para este experimento foram selecionados sete indivíduos de *M. polymorphum*, dos quais foram coletados galhos com auxílio de motosserra, sendo retiradas as brotações e as folhas presentes e seccionados em tamanhos menores variando de 30 a 50 cm de comprimento. Os galhos tiveram suas extremidades seladas com papel filme para evitar a perda de água excessiva. Posteriormente foram levados ao Viveiro Florestal da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e armazenados em estufim, a fim de proporcionar condições de temperatura e umidade controladas de aproximadamente 24 °C e 95% de UR, respectivamente. Na Tabela 8 observa-se as medidas de DAP e altura dos indivíduos coletados.

Tabela 8 — Medidas de Diâmetro à altura do peito (DAP) e altura dos genótipos de *Moquiniastrum polymorphum*.

Genótipo	DAP (cm ²)	H (m ²)
1	48,9	6,5
2	37,3	4,5
4	42,0	5,5
37	50,9	9,0
68	25,2	8,0
72	15,9	7,0
84	32,8	8,0

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Os galhos foram colocados em duas posições diferentes, vertical e horizontal, conforme ilustrado nas Figuras 8A e 8B, respectivamente. Os galhos posicionados verticalmente foram acomodados em bandejas contendo areia e uma camada superficial de pedra brita, proporcionando suporte adequado. Já os galhos posicionados horizontalmente foram inicialmente colocados em contato direto com o solo do viveiro, que era composto por pedra brita. No entanto, durante as primeiras avaliações, foi observado excesso de umidade, o que poderia prejudicar o desenvolvimento das brotações. Portanto, esses galhos foram transferidos para bandejas plásticas a fim de controlar melhor as condições de umidade.

As avaliações ocorreram semanalmente até o número de brotações se manter constante e/ou o início de seca dos brotos, sendo avaliados início e finalização da produção de brotações (dias); galhos com novas brotações (%); número médio de brotações produzidas (UN), comprimento médio de brotações (cm) e vida útil dos galhos (dias). O comprimento das brotações foi medido com o auxílio de uma régua onde foi considerada como brotações com pelo menos 0,5 cm de comprimento.

Figura 8 - Galhos destacados de indivíduos de *Moquiniastrum polymorphum*. Posição vertical (A); posição horizontal (B).



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

No final das avaliações, foi contabilizada a produtividade de estacas referentes as brotações de cada tratamento. Estas foram postas para enraizar em tubetes de 180 cm³ contendo substrato composto por turfa, vermiculita, resíduo orgânico classe “A” e calcário, com densidade: 130 kg m⁻³, capacidade de retenção de água: 300% m/m e pH: 5,5. Foi incorporado ao substrato 6 g L⁻¹ de fertilizante NPK (15-9-12) de liberação controlada comercial. As estacas foram mantidas em estufim e avaliadas após 90 dias quanto a sua sobrevivência (%), formação de calos (%), presença de raízes (%), número e comprimento de raízes (cm) e presença/ausência de folha original (%).

O experimento foi implantado em DIC, em esquema fatorial 7 x 2, o primeiro referente ao número de genótipo e o segundo a posição dos galhos no estufim (vertical e horizontal). Cada tratamento foi representado por no mínimo três repetições, sendo cada repetição representada por um galho.

4.4.4 Propagação vegetativa via estaquia

Foram realizadas quatro coletas de brotações da copa para estaquia, como apresentado na Tabela 9. Essas coletas ocorreram em diferentes épocas, na primavera (início do ciclo reprodutivo da espécie) e no outono (final do ciclo).

Nas três primeiras coletas, os mesmos genótipos foram coletados, mas na terceira coleta, foram adicionados mais cinco genótipos, visando identificar indivíduos superiores. Na quarta coleta, os indivíduos selecionados para coleta foram aqueles que apresentaram os melhores resultados de enraizamento nas coletas anteriores. É importante destacar que, devido à escassez

de material vegetal, alguns indivíduos previamente selecionados tiveram que ser substituídos por outros localizados muito próximos (a uma distância inferior a 3 metros), com o objetivo de manter a variabilidade genética.

Tabela 9 – Características dimensionais das matrizes selecionadas e esquema de coleta de propágulos de genótipos de *Moquiniastrum polymorphum*.

Genótipo	DAP (cm ²)	Altura (m ²)	Coleta			
			1°	2°	3°	4°
			nov/20	abr/21	nov/21	mar/22
3	50,9	6,5	X	X	X	X
4	42,0	5,5	X	X	X	-
7	6,9	3,0	X	X	X	-
50	50,8	10,5	X	X	X	-
64	27,0	4,0	X	X	X	-
68	25,1	8,0	-	-	X	X
70	18,5	6,5	X	X	X	X
80	52,9	8,0	-	-	X	-
84	32,8	8,0	X	X	-	-
99	5,3	2,3	-	-	X	X
152	10,3	5,0	-	-	X	X
165	6,0	3,0	-	-	X	X
171	16,7	6,0	-	-	X	X
190	20,6	5,5	X	X	X	X
212	22,0	6,0	X	X	-	-
213	11,4	3,3	-	-	X	X
225	13,0	4,4	X	X	X	X

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

A metodologia utilizada para a produção das estacas seguiu o mesmo padrão em todos os experimentos. As brotações foram levadas ao Viveiro Florestal da Universidade, onde as mesmas foram seccionadas em estacas de (8± 2 cm), com corte da parte basal em bisel, mantendo uma ou duas folhas, as quais tiveram sua área reduzida em 50% a fim de evitar a transpiração e perda de água excessiva. A parte do ápice e/ou a parte mais lignificada das brotações foram descartadas para garantir qualidade e padronização do material seccionado. As estacas foram mantidas em água até o momento de sua implantação no substrato.

As estacas foram inseridas em tubetes (180 cm³) preenchidas com substrato comercial, como mencionado anteriormente, sendo incorporado ao substrato 6 g L⁻¹ de fertilizante NPK (15-9-12) de liberação controlada, com o objetivo de garantir a continuidade do

desenvolvimento de estacas enraizadas. Todas as bandejas foram mantidas em estufim (Figura 9).

Figura 9 - Estacas de *Moquiniastrum polymorphum*.



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

4.4.4.1 - Diferentes genótipos

Neste experimento, foram avaliados 17 genótipos, todos coletados na primavera. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em que cada genótipo foi considerado um tratamento, representado por 9 repetições de seis estacas. As estacas foram preparadas de acordo com o procedimento descrito anteriormente (Item 4.4.4), incluindo o substrato, recipiente e o local de enraizamento.

4.4.4.2 - Diferentes épocas de coleta

Dez genótipos foram selecionados e coletados na primavera e no outono. O experimento foi conduzido em DIC, em esquema fatorial 10 x 2, o primeiro referente ao número de genótipo e o segundo a época de coleta. Cada tratamento foi representado por 9 repetições de 6 estacas, as quais foram preparadas seguindo as diretrizes previamente mencionadas (Item 4.4.4).

4.4.4.3 - Diferentes ambientes de enraizamento

Neste experimento sete indivíduos foram testados. A metodologia utilizada para confecção das estacas, assim como o recipiente e substrato utilizado seguiram os mesmos padrões mencionados no item anterior (Item 4.4.4).

As bandejas com as estacas foram acondicionadas no estufim da universidade e/ou em casa de vegetação de uma empresa florestal da Região, contendo as seguintes características respectivamente:

- 1- Estufim inserido sob uma casa de vegetação com sombrite (50%) no Viveiro Florestal da UDESC, possuindo irrigação automática por microaspersão, composta de quatro irrigações diárias de dez minutos cada (9:00, 12:00, 15:00 e 18:00 horas) (PEREIRA *et al.*, 2019), salientando que porções ou lados inteiros deste podem ser abertos a fim de diminuir a temperatura em dias de calor excessivo;
- 2- A casa de vegetação com irrigação por nebulização intermitente (CVNI) pertence a uma empresa florestal localizada no município de Otacílio Costa (SC) (27°31'18" S; 50°06'07" O). A região possui um clima temperado (Cfb), com uma temperatura média de 16,3 °C e uma precipitação média anual de 1.519 mm. A CVNI é um ambiente controlado, onde a temperatura e a umidade do ar são monitoradas e ajustadas, visando minimizar os efeitos das variáveis climáticas. Isso tem como objetivo garantir uma maior taxa de sobrevivência e enraizamento dos propágulos utilizados.

O uso do ambiente de enraizamento da empresa florestal iniciou-se a partir de 2º coleta, sendo que, por dificuldades de transporte apenas sete genótipos foram selecionados aleatoriamente para o teste de enraizamento em diferentes ambientes de acondicionamento. O experimento foi conduzido em DIC, em esquema fatorial 7 x 2, o primeiro referente ao número de genótipo e o segundo ao ambiente de enraizamento (estufim e casa de vegetação). Cada tratamento foi representado por 9 repetições de 6 estacas.

4.4.4.4 - Uso de reguladores de crescimento

Estacas da população de *M. polymorphum* provenientes de brotações de copa coletadas em novembro de 2020 foram testadas em relação ao uso de reguladores de crescimento. As soluções AIB foram preparadas em meio hidroalcolico (50% etanol) nas concentrações: 0 mg L⁻¹; 2.000 mg L⁻¹; 4.000 mg L⁻¹ e 6.000 mg L⁻¹.

Cada estaca teve sua base (aproximadamente 3 cm) imersa durante 20 segundos na respectiva solução de AIB. Após a imersão, as estacas foram postas para enraizar em tubetes de 180 cm³ preenchidas com substrato comercial + 6 g L⁻¹ de fertilizante NPK, como já descrito anteriormente. As bandejas, contendo os tubetes e estacas, foram acondicionadas em estufim, com irrigação por microaspersão composta de quatro irrigações diárias de dez minutos cada. O experimento foi conduzido em DIC, onde cada tratamento (doses de AIB) foram testados em 9 repetições de 6 estacas.

4.4.4.5 - Diferentes tipos de recipientes

Para este experimento quatro recipientes foram testados, sendo tubetes de 180 cm³, 110 cm³, 80 cm³ e bandeja plástica de 20 litros. Todos foram preenchidos com substrato comercial + 6 g L⁻¹ de fertilizante NPK, como já descrito nos experimentos anteriores. Utilizou-se estacas a nível de população, coletadas de diferentes genótipos em novembro de 2020, sendo testadas 56 estacas (9 repetições de 6 estacas) por recipiente.

4.4.5 Avaliações

Para a estaquia, após 90 dias foram avaliadas as seguintes variáveis: sobrevivência (%), formação de calos (%), enraizamento (%), número médio de raízes formadas, presença de novas brotações (%), permanência de folhas originais (%) e número de novas folhas. Porém, nem todas as variáveis foram apresentadas durante todos os resultados, sendo selecionadas somente aquelas que apresentavam alguma resposta pertinente para o experimento.

4.4.6 Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo avaliada a normalidade de todos os dados pelo teste Shapiro-Wilk. Com a normalidade atingida, os dados foram submetidos à ANOVA seguida pelo teste de médias Scott-Knott ($P < 0,05$), realizada pelo software estatístico software SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA, 2020). Foi realizado também o cálculo de correlação de Pearson para as variáveis avaliadas.

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.5.1 Indução de brotações epicórmicas por técnicas de anelamento

Durante todo o período de avaliação, apenas um indivíduo (indivíduo 47) que recebeu o tratamento de anelamento apresentou uma brotação de aproximadamente 24 cm (Figura 10), 394 dias após a aplicação do tratamento. A partir dessa brotação, foram produzidas estacas para a propagação. No entanto, foi observada uma taxa de mortalidade de 100% para essas estacas.

Figura 10 - Brotação epicórmica do indivíduo de *Moquiniastrum polymorphum* após o anelamento.



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Com base nos resultados encontrados, considera-se que as técnicas de anelamento e semianelamento não demonstram potencial de resgate vegetativo para esta espécie, considerando sua baixa taxa de brotação entre os indivíduos à campo e a não sobrevivência de suas estacas (apesar da baixa amostragem), se tornando uma técnica inviável nas condições avaliadas. Em relação a *M. polymorphum* não há na literatura estudos sobre o seu resgate vegetativo, e poucos com outras espécies de sua família, sendo que não foi encontrado nenhum trabalho utilizando a técnica de anelamento.

Ainda há uma carência de estudos em relação ao resgate e a propagação vegetativa via estaquia de espécies nativas (DIAS *et al.*, 2012; XAVIER *et al.*, 2003). No entanto, existem alguns estudos que demonstram a eficiência do uso destas técnicas no resgate vegetativo de espécies nativas, como *Anadenanthera macrocarpa* (DIAS *et al.* 2015), *Ilex paraguariensis* (NASCIMENTO *et al.* 2018) e *Cedrela fissilis* (SANTOS JUNIOR, 2021). De modo que, o sucesso do método depende de uma série de fatores, como a espécie, o genótipo, a época do

ano, as condições ambientais e fisiológicas da planta, a intensidade e a praticidade do anelamento realizado (XAVIER, *et al.*, 2013), a altura do anelamento (PERRANDO e CORDER, 2006; STUEPP *et al.*, 2016) e a fertilidade do solo (NASCIMENTO *et al.*, 2019).

Apesar de acreditar-se que os resultados obtidos podem ser atribuídos a características intrínsecas da espécie, ressalta-se que a aplicação da técnica não ocasionou morte de nenhum dos indivíduos estudados, o que demonstra que a espécie suporta a retirada de um anel parcial e total da casca sem causar danos letais.

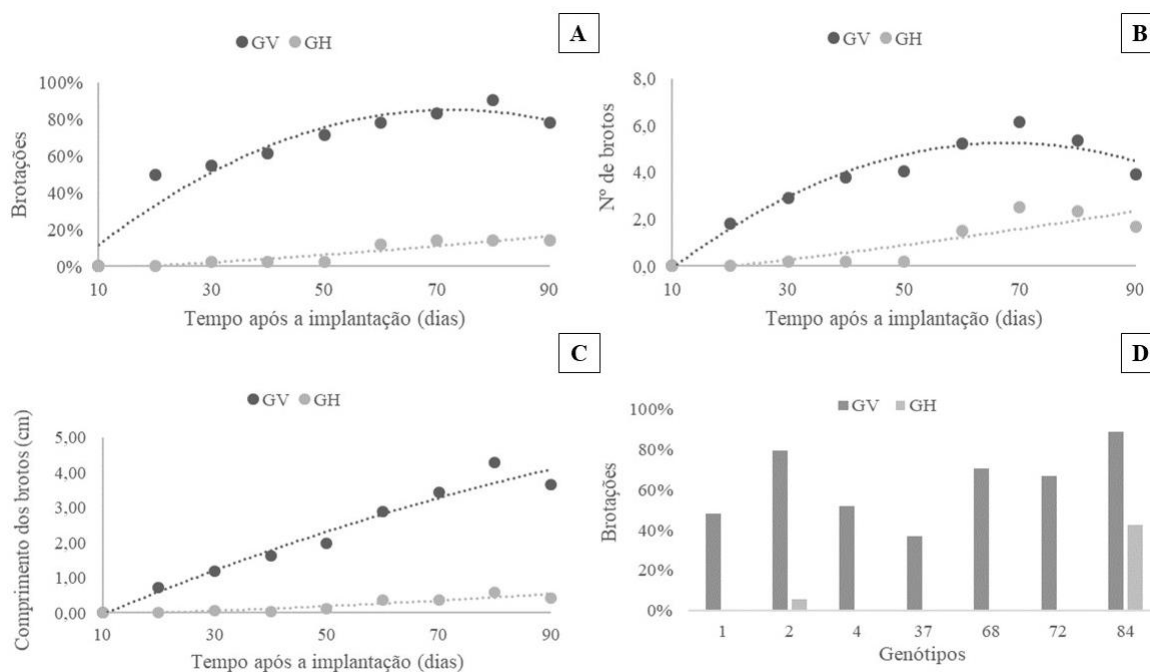
A brotação observada também indica um possível potencial de rejuvenescimento da espécie, sendo necessários mais estudos, como diferentes alturas de anelamento, diferentes épocas de aplicação da técnica, uso de promotores ou adubação, entre outros. Apesar de alguns trabalhos como, Stuepp *et al.* (2015) e Stuepp *et al.* (2017) afirmarem que estacas provenientes de material revigorado tendem a apresentar uma maior porcentagem de sobrevivência, considerando seu maior vigor vegetativo, estacas realizadas a partir desta brotação tiveram 100% de mortalidade. O que pode estar associado a uma série de fatores, como as características do material epicórmico utilizado, como a pouca lignificação, o vigor da planta mãe (WENDLING *et al.*, 2014; STUEPP *et al.*, 2017), os níveis de auxinas (TAIZ e ZEIGER, 2018), além dos fatores ambientais, como a época de formação, coleta e estaquia do broto, como também as condições de acondicionamento das estacas.

4.5.2 Indução de brotação epicórmica em galhos destacados

Após 90 dias de avaliação não foi observada nenhuma morte dos galhos destacados, apesar de alguns não emitirem brotações, também não foi observada seca ou podridão dos galhos avaliados. Os galhos mantidos na posição vertical apresentaram uma maior porcentagem de brotação chegando a cerca de 90% no 80º dia, já os galhos posicionados na horizontal, neste mesmo período, apresentaram 14,29% de brotações (Figura 11A).

Observa-se na Figura 11A que os galhos na vertical apresentaram brotações de forma mais rápida. No 20º dia havia mais de 40% de galhos brotados, enquanto os galhos na horizontal apresentavam apenas 2,37% neste mesmo período. No entanto, após os 80 dias, as brotações dos galhos verticais apresentaram um decréscimo, de 90% para 78%, apresentando seca e queda dos brotos. Já os galhos horizontais mantiveram suas brotações presentes até o final das avaliações (90 dias).

Figura 11 - Porcentagem de galhos brotados, (A), número de brotos (B), comprimento de brotos (cm) (C), brotação em relação aos diferentes genótipos (%) (D) de galhos destacados de *Moquiniastrium polymorphum* em diferentes sentidos de armazenamento (galhos na vertical (GV); galhos horizontal (GH)).



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Os galhos posicionados verticalmente apresentaram um maior número de brotos, com média de quatro brotos por galho, atingindo o valor máximo aos 70 dias, com seis brotos por galho. Por outro lado, os galhos posicionados horizontalmente tiveram uma média de apenas um broto por galho ao longo dos 90 dias de avaliação. O número máximo de brotos nessa posição foi alcançado aos 70 dias, com cerca de três brotos por galho (Figura 11B).

O comprimento das brotações seguiu a mesma tendência das variáveis anteriores, com os galhos posicionados verticalmente apresentando os maiores comprimentos. Em média, aos 80 dias, as brotações nesses galhos atingiram cerca de 4,2 cm (Figura 11C), no entanto, após esse período, ocorreu seca e/ou queda das maiores brotações. Por outro lado, nos galhos mantidos na posição horizontal, apenas um genótipo apresentou brotações com uma média de 3,5 cm de comprimento. No entanto, o comprimento médio das brotações nesses galhos foi de apenas 0,2 cm.

Figura 12 - Brotação de galhos de *Moquiniastrum polymorphum* na posição vertical. Após 20 dias (A), 40 dias (B), 60 dias (C) e 80 dias (D).



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Sendo assim, com base nos resultados observados nesse estudo observa-se que os galhos no sentido vertical podem fornecer uma produção maior e mais rápidas de brotos. No mesmo sentido, Nascimento *et al.* (2018) mostram que galhos posicionados na horizontal podem ter sua vida útil prolongada, porém com uma menor produtividade. De acordo com o mesmo autor, os galhos de *I. paraguariensis* dispostos horizontalmente, podem permanecer ativos por aproximadamente 300 dias. Esses resultados estão de acordo com Wendling *et al.* (2013) que mencionam que o sentido do armazenamento pode influenciar diretamente na produção e na vida útil dos brotos (WENDLING *et al.*, 2013). Segundo Hartmann *et al.* (2011) a porcentagem de brotações nos galhos está possivelmente relacionada aos níveis endógenos de auxina e citocininas presentes nos galhos. O desequilíbrio hormonal desses fito-hormônios é um dos fatores mais influentes para o sucesso dessa técnica.

A maior produção de brotos na posição vertical pode estar relacionada com a translocação mais acelerada de açúcares, hormônios e fitoassimilados nesta posição, como uma resposta adaptativa das plantas para garantir um suprimento eficiente de nutrientes e substâncias essenciais para seu crescimento e desenvolvimento. Além disso, a gravidade exerce uma influência importante nesse transporte, uma vez que, na posição vertical dos galhos, a força gravitacional atua a favor do fluxo descendente dos açúcares, promovendo um transporte mais rápido em direção às áreas de crescimento, como os meristemas apicais (HERPPICH *et al.*, 2001).

Assim, a grande porcentagem de brotações em galhos verticais pode ser explicada pela facilidade do desbalanço hormonal com acúmulo de citocininas, uma vez que os galhos foram mantidos em seu sentido natural (HARTMANN *et al.*, 2011; TAIZ e ZEIGER, 2018) o que

pode promover um melhor desenvolvimento de gemas dormentes, diferente dos galhos horizontais, onde é necessário um rearranjo no sentido e direção destes hormônios para que haja seu funcionamento, pois nesse caso, houve alteração do sentido natural dos galhos (TAIZ e ZEIGER, 2018).

Existem outros fatores que podem influenciar a produção de brotações epicórmicas de galhos destacados, como o genótipo utilizado (SILVA *et al.*, 2021). Assim, quando consideramos os diferentes genótipos (Figura 11D), observamos que ocorreram brotações em todos os genótipos nos galhos posicionados verticalmente. No entanto, o mesmo não ocorreu nos galhos posicionados horizontalmente, sendo que apenas dois genótipos apresentaram brotações nessa posição. É importante destacar que os genótipos que apresentaram brotações nos galhos deitados (genótipos 4 e 84) também obtiveram as maiores taxas de brotação nos galhos posicionados verticalmente (79,6% e 88,9%, respectivamente). Isso indica uma possível superioridade desses genótipos em relação aos demais em termos de capacidade de brotação.

Os resultados obtidos para a porcentagem média de sobrevivência, formação de calos, enraizamento e brotações das estacas obtidas a partir das brotações epicórmicas dos galhos são apresentados na Tabela 10. Os resultados indicam que não houve interação entre os fatores. Foi observada uma diferença estatisticamente significativa entre as posições testadas, sendo que as estacas provenientes dos galhos posicionados verticalmente apresentaram as maiores médias. Isso sugere que a posição de acondicionamento dos galhos influencia os resultados da estaquia, com melhores resultados obtidos quando os galhos estão em pé.

Ressalta-se que as diferenças encontradas nas variáveis entre as posições estudadas podem estar relacionadas a quantidade de estacas produzidas, considerando que o número de brotações em galhos em pé foi superior aos galhos deitados. A média de sobrevivência das estacas foi de 25,2% dos galhos em pé e de apenas 0,8% dos galhos deitados. A maior média encontrada para ambas as posições foi no genótipo 84, sendo 40,2% das estacas oriundas dos galhos na vertical e 5,5% dos galhos na horizontal. As estacas procedentes dos galhos em pé tiveram 16,2% de suas estacas com calos, já dos galhos deitados apenas em um indivíduo foi observado a presença de calos, resultando numa média geral de 0,5% de estacas com calos.

De modo geral, observou-se baixas taxas de enraizamento entre os indivíduos dos galhos da posição horizontal, não sendo observada nenhuma estaca enraizada em nenhum dos indivíduos testados. Nas estacas derivadas dos galhos pela posição vertical houve enraizamento de 10,8% das estacas. Esse valor representa menos da metade da porcentagem de estacas vivas.

Em relação aos genótipos, o indivíduo 84 foi o que apresentou os maiores valores de estacas enraizadas, com 37,1%, seguido pelo indivíduo 72 com 15,7%.

Tabela 10 — Porcentagens médias de sobrevivência, formação de calos, enraizamento e brotação de estacas de brotações epicórmicas obtidas de galhos destacados de *Moquiniastrum polymorphum*.

Posição	Genótipo							Média
	1	2	4	37	68	72	84	
	----- Sobrevivência (%) -----							
GP	24,8	19,4	13,8	11,1	30,9	36,5	40,2	25,2 a*
GD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	0,8 b
Média	12,42	9,70	6,93	5,56	15,45	18,22	22,85	-
	----- Calos (%) -----							
GP	13,4	16,3	4,7	0,0	4,7	34,3	40,2	16,2 a
GD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	0,5 b
Média	6,7	8,1	2,4	0,0	2,4	17,1	21,9	-
	----- Enraizamento (%) -----							
GP	11,4	6,6	0,0	0,0	4,8	15,7	37,1	10,8 a
GD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 b
Média	5,7	3,3	0,0	0,0	2,4	7,8	18,5	-
	----- Brotação (%) -----							
GP	7,5	9,7	3,0	0,0	9,5	20,4	9,0	8,5 a
GD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 b
Média	3,7	4,8	1,5	0,0	4,7	10,2	4,5	-

*Médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si de acordo com o teste de médias Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Também não foi observada nenhuma brotação nas estacas dos galhos horizontais, e 8,5% das estacas dos galhos verticais apresentavam novas folhas. Destaca-se aqui, que apesar do indivíduo 84 ter apresentado a maior porcentagem de enraizamento, ele apresentou menores porcentagem de presença de folhas quando comprado aos indivíduos que tiveram uma menor taxa de enraizamento. Como foi o caso do genótipo 2, o qual apresentou apenas 6,6% de enraizamento, no entanto apresentou 9,7% de suas estacas com brotações, o que pode estar relacionado as reservas energéticas do material vegetal.

O uso de brotações epicórmicas no sucesso de enraizamento de estacas vêm apresentado resultados variáveis (WENDLING *et al.* 2009). O uso da técnica de resgate para o gênero *Eucalyptus* já é bem estabelecida e vem mostrando sucesso na estaquia para muitas espécies deste gênero (ALMEIDA *et al.*; 2007; XAVIER; SILVA, 2010). Estudos realizados com

estacas oriundas de brotações de galhos destacados de *Paulownia fortunei* apresentaram alta taxa de enraizamento (STUEPP *et al.*, 2014). Já para as espécies *Araucaria angustifolia* (WENDLING *et al.*, 2009) e *Astronium fraxinifolium* (XAVIER, 2021) a técnica não se mostrou apropriada. No entanto, para as espécies nativas, ainda é necessário aprofundar as pesquisas nesta área.

Outro fator importante que pode ser destacado é a posição dos galhos coletados da planta mãe, uma vez que essa característica pode comprometer o vigor do material (ALMEIDA *et al.*, 2007), já que está totalmente interligada com a idade ontogenética da planta (XAVIER *et al.*, 2013), considerando que quanto mais próximos a base mais vigorosas serão as gemas, em relação as gemas de galhos retirados do ápice da planta mãe.

Neste trabalho, as alturas das matrizes eram variadas, e como se trata de uma espécie com característica de tronco tortuoso e pela tipologia de formação dos galhos, não foi possível manter uma padronização de altura na coleta dos galhos, no entanto, todos foram coletados a pelo menos a 1,3 metro da base da árvore.

De forma geral, apesar dos galhos terem apresentado uma boa porcentagem de brotação, o vigor dos brotos durante a estaquia pode ter sido influenciado por uma série de variáveis, como a altura de coleta do material, a idade e o vigor da planta mãe, a localização das matrizes e também pelo fator genético.

4.5.3 Diferentes genótipos

Foram observadas diferenças significativas entre os indivíduos estudados (Tabela 11). O genótipo 152 destacou-se, apresentando valores superiores em relação aos demais. Ele alcançou taxas de sobrevivência, formação de calos e enraizamento próximas a 80%. Além disso, esse genótipo teve o maior número de raízes por estaca, com uma média de cinco raízes, cujo comprimento médio foi de 6,4 cm. Ao final das avaliações, 50% das estacas desse genótipo ainda mantinham suas folhas originais. O genótipo 213 também obteve resultados satisfatórios, com todas as suas estacas vivas e apresentando enraizamento de 57,4%.

Nenhum genótipo estudado apresentou 100% de mortalidade de suas estacas, e dos 17 genótipos avaliados, apenas cinco (64, 80, 99, 171 e 212) não apresentaram enraizamento. A porcentagem de formação de calos foi proporcional ao número de estacas vivas em todos os genótipos avaliados, porém apenas uma porção das estacas que apresentaram calos enraizaram. Wendling *et al.* (2013), Stuepp *et al.* (2017) e Nascimento *et al.* (2018), citam que a presença

de calos é comum em propágulos maduros de *I. paraguariensis*, que não passaram por nenhuma técnica de revigoração ou rejuvenescimento. De tal forma que a presença de calos na estaca pode indicar um provável enraizamento futuro, acredita-se que se estas permanecerem por um maior período no ambiente de enraizamento, pode ocorrer o prosseguimento dos processos fisiológicos do material (STUEPP *et al.*, 2017b; NASCIMENTO *et al.*, 2018).

Tabela 11 — Médias de sobrevivência (%), formação de calos (%), enraizamento (%), número de raízes, comprimento de raízes (cm), permanência das folhas originais (%), brotação (%) e número de novas folhas de estacas de *Moquiniastrum polymorphum* em relação ao genótipo.

Genótipo	Sob. (%)	Calos (%)	Enraizamento (%)	Nº de raízes	Comp. de raízes (cm)	FO (%)	Brotação (%)	Nº de folhas
3	12,0 d*	10,2 d	1,8 c	0,02 c	0,04 b	11,1 b	3,7 c	0,12 b
4	5,6 d	2,7 d	4,5 c	0,05 c	0,28 b	3,7 b	11,1 c	0,26 b
7	7,4 d	6,4 d	3,7 c	0,07 c	0,32 b	6,4 b	2,7 c	0,07 b
50	3,7 d	2,7 d	1,8 c	0,12 c	0,14 b	0,0 b	3,7 c	0,10 b
64	9,2 d	8,3 d	0,0 c	0,00 c	0,00 b	0,0 b	3,7 c	0,20 b
68	33,3 c	33,3 c	5,5 c	0,05 c	0,34 b	12,9 b	29,6 c	1,18 b
70	1,8 d	0,9 d	0,9 c	0,08 c	0,05 b	0,0 b	0,0 c	0,00 b
80	14,8 d	14,8 d	0,0 c	0,00 c	0,00 b	14,8 b	0,0 c	0,00 b
84	22,2 c	20,3 c	16,6 c	0,37 c	1,26 b	9,3 b	14,8 c	0,44 b
99	12,9 d	11,1 d	0,0 c	0,00 c	0,00 b	5,5 b	11,1 c	0,148b
152	79,6 a	75,9 a	77,7 a	4,70 a	6,44 a	50,0 a	70,9 a	1,68 b
165	16,6 d	16,6 d	9,3 c	0,31 c	0,63 b	9,2 b	11,2 c	0,11 b
171	27,7 c	25,9 c	0,0 c	0,00 c	0,00 b	5,5 b	24,0 c	0,61 b
190	30,5 c	30,5 c	16,6 c	0,40 c	1,56 b	17,5 b	24,0 c	0,73 b
212	25,9 c	24,0 c	0,0 c	0,00 c	0,00 b	5,5 b	24,0 c	0,61 b
213	57,4 b	46,3 b	57,4 b	3,42 b	7,20 a	42,6 a	44,4 b	4,20 a
225	16,6 d	12,9 d	11,1 c	0,30 c	0,96 b	8,3 b	10,1 c	0,40 b
Média	24,72	22,51	14,45	0,58	1,364	13,65	19,79	0,76

*Médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si de acordo com o teste de médias Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Elaborada pela autora (2022).

De acordo com os resultados da Correlação de Pearson (Tabela 12), é possível observar uma forte correlação entre as variáveis estudadas, com destaque para a presença de folhas, tanto as folhas originais quanto as novas brotações, em relação à sobrevivência e ao enraizamento das estacas. Essa correlação é classificada como muito forte (0,9), indicando que a presença de folhas está positivamente relacionada à taxa de sobrevivência e ao enraizamento das estacas.

Tabela 12 – Correlação de Pearson entre as variáveis avaliadas em relação a estaquia de *Moquiniastrum polymorphum*.

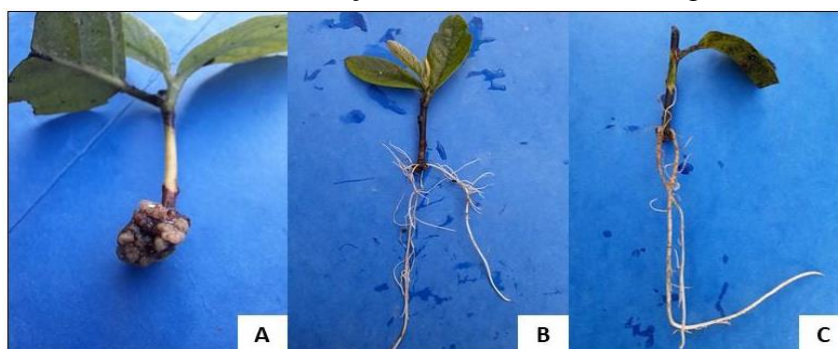
	Sob.	Calos	Enraizamento	Nº raízes	Comp. Raiz	FO	Brotação
Sob	-	-	-	-	-	-	-
Calos	1,0	-	-	-	-	-	-
Raiz	0,9	0,9	-	-	-	-	-
Nº raízes	0,9	0,9	1,0	-	-	-	-
Comp. de raiz	0,9	0,8	1,0	1,0	-	-	-
FO	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	-	-
Brotação	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,9	-
Nº folhas	0,8	0,7	0,8	0,8	0,9	0,8	0,7
DAP	0,4	-	0,3	-	-	-	-

Sob = Sobrevivência; FO = folha original. 0.9 para mais ou para menos indica uma correlação muito forte; 0.7 a 0.9 positivo ou negativo indica uma correlação forte; 0.5 a 0.7 positivo ou negativo indica uma correlação moderada; 0.3 a 0.5 positivo ou negativo indica uma correlação fraca; 0 a 0.3 positivo ou negativo indica uma correlação desprezível. Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Segundo Azevedo *et al.* (2009), Nogueira *et al.* (2017) e Belniaki *et al.* (2018) a presença de folhas em estacas de espécies vegetais, induzem um maior desenvolvimento radicial, com maior número e comprimento de raízes. A produção de compostos fenólicos, como a auxina, pela parte aérea da planta, pode explicar esta relação entre estas variáveis (VIGNOLO *et al.* (2014). Assim, para algumas espécies, a presença de folhas se mostra um fator determinante para que ocorra a rizogênese durante o processo de estaquia (NOGUEIRA *et al.*, 2017). Essa informação pode ser útil para orientar práticas de manejo e seleção de estacas com maior potencial de sucesso na propagação vegetativa.

É importante considerar a idade da planta-matriz como um fator que pode influenciar a capacidade de enraizamento dos propágulos. Estudos anteriores demonstraram que propágulos provenientes de indivíduos mais velhos tendem a apresentar menor taxa de enraizamento (HARTMANN *et al.*, 2014). No entanto, ao realizar a análise de correlação de Pearson (Tabela 12) entre as variáveis de sobrevivência e enraizamento das estacas em relação ao diâmetro na altura do peito (DAP) da planta-matriz, observou-se uma correlação fraca entre essas variáveis. Os coeficientes de correlação foram de 0,4 para a correlação entre DAP e sobrevivência, e 0,3 para a correlação entre DAP e enraizamento. Isso sugere que, apesar de haver uma tendência de menor enraizamento em plantas mais velhas, o DAP da planta-matriz não é um preditor forte para a capacidade de enraizamento das estacas desta espécie.

Figura 13 - Estacas de *Moquiniastrum polymorphum* após 90 dias de implantação. Formação de calos (A), raízes e brotações (B), raízes e folha original (C).



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

De forma geral, os resultados obtidos neste estudo mostram que a espécie tem condições de ser propagada vegetativamente (Figura 13), a qual mostrou capacidade de enraizamento em determinados genótipos. Como os genótipos são provenientes da mesma população, é provável que as diferenças observadas sejam resultado de variações genéticas individuais, ou seja, diferentes genótipos podem apresentar respostas distintas em relação à sua capacidade de enraizamento através da propagação vegetativa (FRANZON *et al.* 2010). No entanto, a inexistência de trabalhos com *M. polymorphum* em relação a sua estaquia, faz com que sejam necessários mais estudos, para entender de fato os fatores que influenciam no enraizamento adventício.

4.5.4 Diferentes épocas de coleta

Foi observada uma interação significativa entre os diferentes genótipos e as épocas de coleta para todas as variáveis analisadas (Tabela 13). Nota-se que o material vegetal coletado durante a primavera apresentou resultados superiores em comparação com o material coletado no outono. Sendo que, todas as estacas dos genótipos avaliados coletadas no outono não obtiveram sucesso no enraizamento, resultando em uma taxa de mortalidade de 100%.

Avaliando-se os genótipos coletados na primavera, observa-se que a variável sobrevivência apresentou diferença significativa entre os genótipos, sendo o genótipo 190 o que obteve a maior porcentagem de estacas vivas (52%), seguido pelos indivíduos 84 e 212, ambos com sobrevivência de 25,6%. Os genótipos que apresentaram o maior índice de mortalidade foram o 3, 50 e o 70, com média de aproximadamente 98% de estacas mortas.

Tabela 13 — Porcentagens médias de sobrevivência, formação de calos, enraizamento, folhas originais e brotação de estacas de *Moquiniastrum polymorphum* de diferentes genótipos coletados na primavera e no outono.

Épocas de coleta	Genótipo										Média
	Sobrevivência (%)										
	3	4	7	50	64	70	84	190	212	225	
Primavera	3,6* aE	9,1 aD	9,6 aD	1,83 aE	14,6 aC	0,0 aE	22,0 aB	52,0 aA	25,6 aB	5,5 aD	14,3
Outono	0,0 aA	0,0 bA	0,0 bA	0,0 aA	0,0 bA	0,0 aA	0,0 bA	0,0 bA	0,0 bA	0,0 bA	0,0
Média	1,8	4,5	4,5	0,2	7,3	0,0	11,0	26,0	12,3	2,7	7,8
Calos (%)											
Primavera	1,8 aE	7,3 aD	7,3 aD	1,8 aC	12,8 aC	0,0 aE	20,1 aB	52,0 aA	23,8 aB	5,5 aD	13,2
Outono	0,0 aA	0,0 bA	0,0 bA	0,0 aA	0,0 bA	0,0 aA	0,0 bA	0,0 bA	0,0 bA	0,0 bA	0,0
Média	0,9	3,6	3,6	0,9	6,4	0,0	10,0	26,0	11,9	2,7	6,6
Enraizamento (%)											
Primavera	0,0 aD	5,5 aC	7,3 aC	0,0 aD	0,0 aD	0,0 aD	16,5 aB	25,6 aA	0,0 aD	1,8 aD	5,6
Outono	0,0 aA	0,0 bA	0,0 bA	0,0 aA	0,0 aA	0,0 aA	0,0 bA	0,0 bA	0,0 aA	0,0 aA	0,0
Média	0,0	2,7	3,6	0,0	0,0	0,0	8,2	12,8	0,0	0,9	2,8
Folhas originais (%)											
Primavera	3,6 aC	1,8 aC	9,1 aB	1,8 aC	3,6 aC	0,0 aC	9,1 aB	33,1 aA	5,5 aB	1,8 aC	6,9
Outono	0,0 aA	0,0 aA	0,0 bA	0,0 aA	0,0 aA	0,0 aA	0,0 bA	0,0 bA	0,0 aA	0,0 aA	0,0
Média	1,8	0,9	4,5	0,9	1,8	0,0	4,5	16,5	2,7	0,9	3,4
Brotação (%)											
Primavera	0,0 aE	11,0 aD	1,8 aE	1,8 aE	14,6 aC	0,0 aE	14,6 aC	40,3 aA	23,8 aB	1,8 aE	11,0
Outono	0,0 aA	0,0 aA	0,0 bA	0,0 aA	0,0 aA	0,0 aA	0,0 bA	0,0 bA	0,0 aA	0,0 aA	0,0
Média	0,0	5,5	0,9	0,9	7,3	0,0	7,3	20,1	11,9	0,9	5,5

*Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si de acordo com o teste de médias Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Elaborada pela autora (2022).

No genótipo 190 a presença de calos foi observada em todas as estacas vivas (52%), sendo também o genótipo com maior índice de enraizamento (25,66%). Os genótipos 84 e 212, apresentaram as segundas maiores média de formação de calos, não diferindo entre si estatisticamente. No entanto, o genótipo 212 não apresentou nenhuma estaca enraizada, enquanto o genótipo 84 em cerca de 16,5% das estacas possuíam raízes.

De modo geral, as porcentagens de presença de folhas originais e brotações foi proporcional às porcentagens de estacas enraizadas, onde baixas porcentagens de presença de folhas geraram baixo índice de enraizamento. As maiores porcentagens de estacas com a presença de folhas originais e brotações também foram superiores no genótipo 190, onde mais da metade das estacas vivas ainda apresentavam suas folhas originais (33,2%) e novas brotações foram observadas em 40,3% das estacas.

Entre os diversos aspectos relacionados à propagação vegetativa, a época de coleta do material propagativo foi citada por Ono e Rodrigues (1996) como um dos principais fatores que interferem no processo de sobrevivência e enraizamento das estacas. Estacas coletadas no período de maior crescimento da espécie, neste caso, na primavera e início de verão, são menos lignificados, apresentando uma maior capacidade de enraizamento, enquanto estacas coletadas no inverno possuem maior grau de lignificação e tendem a enraizar menos (FACCHINELLO *et al.* 1995). Períodos entre o final do inverno e início da primavera, ocorre o aumento gradativo das temperaturas, por isso, tendem a ser os ideais para a obtenção de material vegetal para propagação vegetativa, já que a planta retoma suas atividades metabólicas, e utiliza sua energia armazenada para enraizar (HARTMANN *et al.*, 2011; STUEPP *et al.*, 2017; SÁ *et al.*, 2018).

Como o fator época de coleta é variável para cada espécie, são necessários estudos que relatem o comportamento da mesma em relação a sua propagação vegetativa em diferentes épocas do ano. Fatores ambientais pelos quais a planta matriz é submetida influenciam diretamente a capacidade de enraizamento devido a maior ou menor síntese de hormônios como as auxinas (ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001). A atividade cambial e o nível endógeno de auxina (IAA) podem ser influenciados pela época do ano, o momento de coleta das estacas se torna um fator importante a ser considerado por influenciar no enraizamento (NEGISHI *et al.*, 2014).

Algumas espécies, como as de fácil enraizamento, qualquer época do ano é favorável à retirada de estacas, no entanto, para outras, o período de maior enraizamento coincide com a estação de repouso ou com a estação de crescimento vegetativo, relacionadas às condições fisiológicas da planta (PAIVA & GOMES, 1993; DAVIES JR. *et al.*, 2017).

Nesse sentido, o menor desempenho geral do outono pode estar relacionado à condição fenológica das plantas matrizes, uma vez que a fase reprodutiva da espécie *M. polymorphum* ocorre de outubro até maio (FREITAS, 2014), com picos de floração de janeiro até abril e frutificação de fevereiro a junho (CORRÊA, 2016). Assim, plantas que estão em fase reprodutiva, sobretudo durante ou após o enchimento de sementes e/ou de frutos, tendem a possuir poucas reservas em seus tecidos de armazenamento, já que flores, sementes e frutos são considerados drenos fisiológicos para a planta (FLOSS, 2011).

De acordo com Floriano (2004), espécies caducifólias geralmente apresentam um melhor enraizamento durante o outono e inverno, enquanto espécies de folhas perenes tendem a se sair melhor na primavera e verão. No entanto, os resultados obtidos até o momento neste estudo contradizem essa afirmação. Observou-se que as estacas coletadas durante a primavera

apresentaram um desempenho superior em relação às coletadas no outono. É importante ressaltar que a espécie *M. polymorphum* estudada é classificada como decídua a semidecídua, apresentando períodos de queda de folhas entre os meses de maio e setembro (PILON *et al.* 2015). Essa discrepância entre os resultados pode indicar que fatores específicos do ambiente e do manejo das estacas podem estar influenciando no enraizamento das estacas, independente do padrão fenológico geralmente associado à espécie

4.5.5 Diferentes ambientes de enraizamento

Não foi encontrada interação significativa entre os genótipos e os ambientes de enraizamento. Embora não tenha havido diferença estatisticamente significativa entre os ambientes testados, o estufim apresentou os melhores resultados em todas as variáveis observadas. No geral, os valores obtidos foram relativamente baixos, sendo os maiores registrados em sobrevivência (20,16%), formação de calos (18,33%) e presença de folhas originais (18,33%) no genótipo 3 acondicionado no estufim. No entanto, esses valores não diferiram estatisticamente dos demais genótipos e ambientes testados, conforme mostrado na Tabela 14.

Em relação ao enraizamento, apesar do genótipo 3 ter apresentado as maiores taxas de sobrevivência (20,16%), apenas 3,66% destas estacas vivas enraizaram. Já, o genótipo 190, o qual teve uma taxa de sobrevivência de apenas 9,16%, apresentou enraizamento de 80% de suas estacas vivas (7,33%) em estufim. Na CVNI apenas o genótipo 7 teve resultados superiores em sobrevivência, calos e brotações quando comparados aos encontrados no estufim. Pereira (2018) estudando diferentes clones de *Sequoia sempervirens* em diferentes ambientes de enraizamento, relata que provavelmente esta diferença observada no comportamento entre os genótipos seja em função da interação de características genéticas versus o efeito ambiental.

As estacas tiveram suas folhas originais mais preservadas no estufim, uma vez que as estacas acondicionadas em CVNI tiveram praticamente 0% de presença da folha original em todos os genótipos. Brondani *et al.* (2008) citam que a presença de folhas nas estacas são características mais relacionadas com a genética da planta mãe, no entanto as condições do ambiente de enraizamento podem ser favoráveis ou não a produção ou permanência das folhas.

Assim como os fatores já mencionados anteriormente, observa-se que o ambiente de enraizamento também pode influenciar no enraizamento das estacas (XAVIER *et al.*, 2013). Sendo que em fase inicial de desenvolvimento o ambiente deve permitir a sobrevivência dos

propágulos vegetativos, principalmente, pelo controle da umidade relativa do ar e da temperatura (HARTMANN et al. 2011).

Tabela 14 — Porcentagens médias de sobrevivência, formação de calos, enraizamento, folhas originais e brotação de estacas de *Moquiniastrum polymorphum* em diferentes tipos de ambientes de enraizamento (Estufim e Casa de vegetação com irrigação por nebulização intermitente (CVNI)).

Ambiente de enraizamento.	Genótipo							Média
	3	4	7	50	64	80	190	
Sobrevivência (%)								
Estufim	20,2	1,8	5,5	5,5	3,7	7,3	9,2	7,6
CVNI	9,1	1,8	12,8	0,0	0,0	1,8	7,3	4,7
Média	14,6 a*	1,8 c	9,1 b	2,5 c	1,8 c	4,5 c	8,2 b	6,1
Calos (%)								
Estufim	18,3	0,0	5,5	3,7	3,7	7,3	9,2	6,8
CVNI	9,2	0,0	12,8	0,0	0,0	1,8	7,3	4,5
Média	13,7 a	0,0 b	9,1 a	1,8 b	1,8 b	4,5 b	8,2 a	5,6
Enraizamento (%)								
Estufim	3,7	1,8	0,0	3,7	0,0	0,0	7,3	2,4
CVNI	5,5	1,8	0,0	0,0	0,0	1,8	5,5	2,1
Média	4,5 a	1,8 b	0,0 b	1,8 b	0,0 b	0,9 b	6,4 a	2,2
Folhas originais (%)								
Estufim	18,3	0,0	3,7	3,7	0,0	7,3	1,8	4,9 a
CVNI	5,5	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0 b
Média	11,9 a	0,0 b	2,7 b	1,8 b	0,0 b	3,6 b	0,9 b	3
Brotação (%)								
Estufim	7,3	1,8	3,7	5,5	3,7	0,0	7,3	4,2
CVNI	5,5	1,8	11,0	0,0	0,0	1,8	7,3	3,9
Média	6,4	1,8	7,3	2,8	1,8	0,9	7,3	4,1

*Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si de acordo com o teste de médias Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Apesar de não ter observado diferença estatística entre os ambientes, como já mencionado, é importante salientar o bom desempenho do estufim na sobrevivência e enraizamento desta espécie, observado em outros experimentos neste trabalho. Considerando um ambiente viável economicamente para a propagação desta espécie, já que trata-se de um local de baixo custo para instalação, de fácil manutenção, com bom controle de temperatura e principalmente umidade (PEREIRA, 2018).

4.5.6 Uso de reguladores de crescimento

De maneira geral, os resultados obtidos indicaram que os valores das variáveis avaliadas foram relativamente baixos. A média de sobrevivência foi inferior a 9% e o enraizamento das estacas foi de apenas 4% (Tabela 15).

Tabela 15 — Médias de sobrevivência (%), formação de calos (%), enraizamento (%), número de raízes e comprimento de raízes (cm) de estacas de *Moquiniastrum polymorphum* em relação a diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB).

Concentração (mg L ⁻¹)	Sobrevivência (%)	Calos (%)	Enraizamento (%)
0	12,9 a*	12,9 a	9,2 a
2.000	18,5 a	18,5 a	5,5 a
4.000	0,0 b	0,0 b	0,0 b
6.000	3,7 b	3,7 b	1,8 b
Média geral	8,7	8,7	4,1

*Médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si de acordo com o teste de médias Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Elaborada pela autora (2022).

O tratamento com a concentração de 2.000 mg L⁻¹ apresentou os maiores resultados em termos de sobrevivência e formação de calos, com um valor de 18,5%. No entanto, esse tratamento não mostrou diferença estatisticamente significativa em comparação com o tratamento controle, que apresentou o maior número de estacas enraizadas (9,25%). Nas concentrações de 4.000 mg L⁻¹, todas as estacas apresentaram mortalidade, enquanto na concentração de 6.000 mg L⁻¹ a sobrevivência foi de apenas 3,7% e o enraizamento foi de aproximadamente 1,85%. Não houve diferença estatisticamente significativa entre esses tratamentos.

Apesar da crescente preocupação com o uso de produtos sintéticos que apresentem riscos ambientais e a saúde, e nos dias atuais já existirem indutores alternativos no enraizamento de estacas, como os extratos naturais (CÂMARA, et al. 2016). Ainda é comum o estudo de reguladores de crescimento, como o ácido indolbutírico (AIB), cujo objetivo é promover o aumento na qualidade, na uniformidade e na velocidade do enraizamento dos materiais vegetais propagados vegetativamente (HARTMANN *et al.*, 1997). Entretanto, existe uma série de fatores que pode influenciar no sucesso da aplicação desta auxina sintética, podendo ser dependente da espécie, da época do ano, das concentrações utilizadas, entre outros fatores (FACHINELLO; NACHTIGAL; FORTES, 1995).

Assim, com base nos resultados encontrados até aqui, não se recomenda o uso do regulador de crescimento AIB para estaquia de *M. polymorphum*, levando em conta a redução de custos para a propagação da espécie. No entanto, ainda é necessário aprofundar os estudos em relação ao uso destes reguladores para a espécie.

4.5.7 Estaquia em diferentes tipos de recipientes

Os valores médios de sobrevivência, formação de calos e enraizamento foram consideravelmente baixos (9,72, 9,25 e 5,09% respectivamente). Nas variáveis sobrevivência e enraizamento os resultados não diferiram entre si, sendo o uso de tubetes de 180 cm³ o que apresentou a maior porcentagem nestas variáveis, onde 12,96% das estacas sobreviveram e 9,25% enraizaram (Tabela 16).

Tabela 16 — Porcentagens médias de sobrevivência, formação de calos e enraizamento de estacas de *Moquiniastrium polymorphum* em diferentes tipos de recipientes.

Recipiente	Sobrevivência (%)	Calos (%)	Enraizamento (%)
180 cm ³	12,9	12,9 a*	9,2
110 cm ³	11,1	11,1 a	5,5
80 cm ³	7,4	5,5 b	1,8
Bandeja	7,4	7,4 b	3,7
Média geral	9,7	9,2	5,0

*Médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si de acordo com o teste de médias Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Já a variável formação de calos apresentou diferença estatística, onde os tubetes de 180 cm³ e 110 cm³ foram os recipientes que proporcionaram a maior diferenciação celular das estacas, com 12,96 e 11,12% respectivamente, não diferindo entre si.

Temperatura e quantidade do substrato e proteção das raízes aos danos mecânicos, são variáveis influenciáveis pelo tipo de recipiente utilizado no enraizamento de plantas, os quais irão favorecer ou não a formação do sistema radicular (CARNEIRO, 1995). No caso deste trabalho, como observado anteriormente, houve uma diferença significativa no comportamento dos genótipos os quais formaram a população estudada neste experimento, assim, o fator genótipo também pode ter influenciado diretamente nos resultados encontrados neste estudo.

Ressaltando-se novamente que não há na literatura trabalhos de propagação vegetativa com essa espécie, e tão pouco com espécies do mesmo gênero e família, julgando-se necessário a realização de estudos mais aprofundados que relatem os fatores que podem

influenciar no sucesso da técnica de propagação para *M. polymorphum*, incluindo o melhor tipo de recipiente.

4.6 CONCLUSÕES

As técnicas de anelamento e semianelamento não apresentaram resultados viáveis para o resgate vegetativo, pois apenas um indivíduo apresentou brotações, as quais não tiveram capacidade de enraizamento.

Em relação aos galhos destacados, observou-se melhor desempenho dos galhos na posição vertical. No entanto, apesar da alta porcentagem de brotações nesses galhos, as estacas produzidas com esse material manifestaram baixas médias de sobrevivência e enraizamento.

Houve diferença de vigor entre os indivíduos em geral, indicando uma possível influência de características inerentes ao genótipo no enraizamento. Além disso, as épocas de coleta também influenciaram os resultados, com brotações coletadas na primavera mostrando sucesso no enraizamento de estacas, enquanto as coletadas no outono não apresentaram sobreviventes.

Embora não tenha observado diferença estatística entre os ambientes, é relevante destacar o bom desempenho do estufim na sobrevivência e enraizamento desta espécie. Sendo considerado um ambiente viável economicamente para a propagação dessa espécie.

O uso do regulador de crescimento AIB não se mostrou eficiente no aumento do enraizamento dessa espécie. Portanto, não se recomenda o uso desse indutor para estaquia de *M. polymorphum*, levando em conta a redução de custos para a propagação da espécie.

Por fim, os recipientes testados não influenciaram diretamente no enraizamento das estacas, no entanto, pode-se recomendar o uso dos tubetes de 180 cm³, uma vez que foi o recipiente utilizado em todo o estudo apresentando resultados satisfatórios.

5 CAPÍTULO III – MINIESTAQUIA E QUALIDADE DE SEMENTES DE *Moquiniastrum polymorphum* PROVENIENTES DE MINIJARDIM CLONAL

5.1 RESUMO

Os jardins clonais são utilizados para propagar plantas vegetativamente e produzir sementes de qualidade genética superior, especialmente em espécies florestais. Assim, o objetivo deste capítulo foi avaliar o desempenho de miniestacas e sementes provenientes de minijardim clonal em comparação com o material do campo. Para construir o minijardim clonal foram utilizadas mudas de *Moquiniastrum polymorphum* produzidas por estaquia. Posteriormente, foram coletados materiais vegetais no campo e no minijardim, incluindo brotações e sementes. As brotações foram estaqueadas e postas para enraizar. Após 90 dias foi avaliada a sobrevivência, formação de calos, enraizamento, número médio de raízes formadas, presença de novas brotações, retenção de folhas originais e quantidade de novas folhas. As sementes foram levadas ao Laboratório de Sementes Florestais e foram realizados três experimentos: 1) avaliação da eficiência do uso do soprador; 2) comparação da qualidade das sementes entre os clones; 3) comparação da qualidade das sementes entre ambientes de coleta. Os materiais do campo foram coletados na Fazenda Experimental do CAV, em Lages/SC. No geral, a maioria dos genótipos estudados apresentou melhores resultados de propagação vegetativa em miniestaquia, chegando a 100% de enraizamento no clone 213. Apenas um clone apresentou resultados estatisticamente superiores em estacas provenientes do material do campo. O uso do soprador não se mostrou eficiente para as sementes provenientes do minijardim clonal, uma vez que não foi observada diferença significativa entre os tratamentos. Foi observada diferença entre os clones estudados, com destaque para o clone 190, que apresentou maior germinação (%) tanto em comparação com os outros genótipos do minijardim quanto ao material proveniente do campo. No entanto, sementes provenientes do minijardim apresentaram menor vigor em comparação com as sementes do campo, com um alto número de plântulas anormais, apresentando anormalidade em quase 50% de todas as sementes germinadas. Para uma avaliação mais apurada, recomenda-se cultivar tanto as plântulas quanto as mudas provenientes do campo e do minijardim clonal, o que permitirá uma avaliação precisa da qualidade das sementes e das plantas geradas a partir delas, bem como das plantas obtidas por estaquia.

Palavras-chave: miniestacas; sementes anormais; radícula bifurcada.

5.2 ABSTRACT

Clonal gardens are used to propagate plants vegetatively and produce seeds of superior genetic quality, especially in forest species. Therefore, the objective of this chapter was to evaluate the performance of mini-cuttings and seeds derived from clonal mini-gardens in comparison to field material. To establish the clonal mini-garden, *Moquiniastrum polymorphum* seedlings produced by cuttings were used. Subsequently, plant materials were collected from the field and the mini-garden, including shoots and seeds. The shoots were prepared as cuttings and induced to root. After 90 days, survival, callus formation, rooting, average number of formed roots, presence of new shoots, retention of original leaves, and quantity of new leaves were evaluated. The seeds were taken to the Forest Seed Laboratory, where three experiments were conducted: 1) evaluation of blower efficiency; 2) comparison of seed quality among clones; 3) comparison of seed quality between collection environments. Field materials were collected at the Experimental Farm of CAV in Lages/SC. Overall, most of the studied genotypes showed better results in vegetative propagation through mini-cuttings, with clone 213 reaching 100% rooting. Only one clone showed statistically superior results in cuttings from field material. The use of the blower did not prove effective for seeds from the clonal mini-garden, as no significant difference was observed between the treatments. Differences were observed among the studied clones, particularly clone 190, which exhibited higher germination (%) both compared to other genotypes from the mini-garden and to material from the field. However, seeds from the mini-garden exhibited lower vigor compared to field seeds, with a high number of abnormal seedlings, showing abnormalities in nearly 50% of all germinated seeds. For a more accurate assessment, it is recommended to cultivate both seedlings and plants from the field and the clonal mini-garden. This will allow for a precise evaluation of seed and plant quality derived from them, as well as plants obtained through cuttings.

Keywords: Mini-cuttings; abnormal seeds; bifurcated radicles.

5.3 INTRODUÇÃO

Anteriormente conhecida como *Gochnatia polymorpha*, *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho (Asteraceae) é uma espécie de árvore nativa encontrada em várias tipologias florestais no Brasil, especialmente no bioma Cerrado, na Floresta Ombrófila e na Floresta Ombrófila Mista. Do ponto de vista ecológico, ela desempenha um papel importante nos

processos de sucessão primária e secundária e prospera em áreas com baixa disponibilidade de nutrientes, tornando-a uma escolha recomendada para o reflorestamento de regiões degradadas (LORENZI, 2014).

Da perspectiva econômica, sua madeira é valorizada por ser moderadamente pesada, resistente e compacta, o que a torna adequada para condições ambientais desafiadoras (FARIA *et al.*, 2019). Além disso, pesquisas recentes indicam seu potencial farmacológico, com extratos derivados de suas folhas demonstrando efeitos fitotóxicos em outras plantas (PINTO e KOLB, 2015) e sendo explorados como tratamentos alternativos para doenças inflamatórias (DE MORAES GONÇALVES *et al.*, 2019) e doenças oxidativas (BASTOS *et al.*, 2022).

Visto o potencial de recuperação de áreas degradadas, do mercado madeireiro e farmacológico da espécie *M. polymorphum*, é natural a necessidade de plantios de mudas para tais finalidades. Nesse sentido, a produção de mudas de alta qualidade é essencial para que o verdadeiro potencial da espécie seja alcançado, evitando perda de tempo e investimentos (GROSSNICKLE e MACDONALD, 2018).

A produção de mudas pode ocorrer por meio de sementes ou por métodos vegetativos, cada um com suas características, vantagens e desvantagens, dependendo do uso e do objetivo específico (HARTMANN *et al.*, 2014). O uso de sementes para produção de mudas, além de ser economicamente acessível, garante maior variabilidade genética devido à fecundação cruzada, mas pode apresentar dificuldades de germinação dependendo da espécie. Embora as sementes de *M. polymorphum* não apresentem dormência, há falta de estudos aprofundados sobre elas (FARIA *et al.*, 2019), sua taxa de germinação é baixa, variando de 30% a 50% (LORENZI, 2014). Problemas de germinação são comuns na família Asteraceae, sendo atribuídos principalmente à ocorrência de sementes vazias (CHAVES e RAMALHO, 1996).

Por outro lado, a propagação vegetativa permite a seleção de indivíduos com características desejáveis, sendo fundamental para programas de melhoramento genético com usos e destinos específicos para a espécie (WENDLING e BRONDANI, 2015; PALANSAMY *et al.*, 2020). No entanto, não há estudos sobre esse tema em *M. polymorphum*.

Para o sucesso da propagação vegetativa é imprescindível a formação de um sistema radicular nos propágulos, resultado do processo de enraizamento adventício. Embora vários aspectos afetem o sucesso do enraizamento de propágulos, como o uso de reguladores de crescimento (GRIGORIADOU *et al.*, 2020), a época de coleta (PIMENTEL *et al.*, 2019) e técnicas de revigoração (STUEPP *et al.*, 2018), atualmente há um foco maior em fatores genéticos das plantas matrizes.

A capacidade de propagação vegetativa em função da genética do indivíduo ainda é pouco explorada, permanecendo como um fator secundário em relação aos demais. Espécies florestais podem apresentar variações consideráveis na propagação vegetativa entre diferentes populações e até mesmo entre genótipos da mesma população (TATE e PAGE, 2018; NASCIMENTO *et al.*, 2022). Uma vez obtido sucesso no enraizamento de propágulos de indivíduos selecionados, é possível estabelecer minijardins clonais capazes de fornecer material vegetal de forma contínua (PALANSAMY *et al.*, 2020).

Os jardins clonais, além de servirem como fonte de propágulos vegetativos, também podem ser usados para a produção de sementes, conhecidos como pomares clonais (PALANSAMY *et al.*, 2020). Essa técnica de produção de sementes é amplamente utilizada em algumas espécies florestais e é considerada um dos principais métodos para obter sementes de qualidade genética, resultando no desenvolvimento de indivíduos de maior qualidade (OLIVEIRA *et al.*, 2018). Nos pomares clonais, a produção é dedicada exclusivamente à obtenção de sementes de qualidade superior por meio de melhoramento genético, usando a polinização de indivíduos selecionados (CANCELA, 2019).

Portanto, o objetivo deste capítulo foi avaliar o desempenho de miniestacas e sementes provenientes do minijardim clonal em comparação com o material do campo. O foco principal foi analisar e comparar o potencial desses materiais em termos de características específicas, visando identificar possíveis diferenças e avaliar a viabilidade e eficácia do uso do minijardim clonal como método de produção de material genético em comparação com o método convencional de campo.

5.4 MATERIAIS E MÉTODOS

5.4.1 Implantação de minijardim clonal e propagação vegetativa por estaquia

Este estudo foi conduzido entre os meses de agosto de 2022 a julho de 2023. Para a construção do minijardim, foram empregadas mudas obtidas através da estaquia realizada no capítulo II. Foram selecionados materiais de 5 genótipos que apresentavam características de desenvolvimento superiores, tais como uma quantidade maior de raízes e maior número de brotações. Assim, quando as mudas atingiram uma altura média de 20 cm, foram transferidas dos tubetes (180 cm³) para vasos de polietileno com capacidade de 1 L. Esses vasos foram preenchidos com substrato comercial composto por uma mistura de turfa, vermiculita, resíduo orgânico classe “A” e calcário acrescido de 6 g L⁻¹ de fertilizantes de liberação controlada (15-

9-12). Inicialmente, os vasos contendo as mudas foram mantidos em estufim, onde permaneceram por um período de dois meses para que as mudas pudessem se aclimatar ao novo recipiente.

Posteriormente, as mudas foram levadas para casa de vegetação coberta por polietileno fixo na parte superior e com laterais retráteis e submetidas a três irrigações diárias com duração média de 10 minutos. Devido ao crescimento das mudas, após aproximadamente três meses, as mudas foram novamente transplantadas para vasos com capacidade de 4 litros. Após os cinco meses, as mudas foram podadas e a parte aérea seccionada em estacas de aproximadamente 10 cm, contendo um par de folhas com a área foliar total reduzida em 50%. As minicepas mantidas no minijardim clonal foram podadas e as brotações retiradas foram utilizadas para a realização do experimento.

Para comparação com as estacas provenientes de minijardim foram coletadas brotações de copa de indivíduos adultos localizados na Fazenda Experimental do CAV, sendo os brotos levados para o viveiro da Universidade do Estado de Santa Catarina.

Estacas provenientes de minijardim e de plantas adultas foram seccionadas em estacas de tamanho médio de 8 ± 2 cm, com corte da parte basal em bisel, mantendo uma ou duas folhas, as quais tiveram sua área reduzida em 50% a fim de evitar a transpiração e perda de água excessiva. As estacas foram inseridas em tubetes com capacidade para 180 cm³, preenchidas com substrato comercial mais 6 g L⁻¹ de fertilizante NPK (15-9-12) de liberação controlada. Todas as bandejas foram mantidas em estufim.

O experimento foi conduzido em DIC, em esquema fatorial 5 x 2, o primeiro referente ao número de genótipo e o segundo ao local de coleta (campo e minijardim). Cada tratamento foi representado por 9 repetições de 6 estacas. As avaliações foram conduzidas após 90 dias da implementação do experimento, onde foram avaliadas as seguintes variáveis: sobrevivência (%), formação de calos (%), enraizamento (%), média do número de raízes formadas, presença de novas brotações (%), retenção de folhas originais (%) e quantidade de novas folhas.

5.4.2 Avaliação das sementes produzidas em minijardim clonal

Após aproximadamente oito meses da implantação, houve a produção de sementes em três genótipos presentes no minijardim de *M. polymorphum* (50, 225 e 190), que foram colhidas com o intuito de avaliar a qualidade fisiológica dessas sementes. Neste tópico três experimentos foram realizados:

5.4.2.1 - Avaliação da eficiência do uso do soprador

Para este experimento, sementes das três matrizes foram misturadas e homogeneizadas. Parte das sementes foram beneficiadas com o uso do soprador South Dakota® com abertura de 1,5 cm durante 2 minutos e parte das sementes não foi submetida a nenhum processo de beneficiamento, ou seja, sendo avaliado dois tratamentos – com e sem soprador. Posteriormente todas as sementes foram postas para germinar. O experimento foi conduzido em DIC e cada tratamento (com ou sem soprador) foi representado por 4 repetições de 25 sementes.

5.4.2.2 - Comparação da qualidade das sementes entre os clones

Neste experimento os três genótipos estudados (50, 225 e 190) foram avaliados individualmente. Assim, as sementes foram levadas ao laboratório, onde passaram pelo processo de beneficiamento (uso do soprador com abertura de 1,5 cm durante 2 minutos) e foram submetidas ao teste de germinação. O experimento foi conduzido em DIC e cada tratamento (diferentes genótipos) foi representado por 4 repetições de 25 sementes.

5.4.2.3 - Comparação da qualidade das sementes entre ambientes de coleta

Com o objetivo de avaliar a influência do local de origem na qualidade das sementes foram coletadas sementes do minijardim e sementes do campo. Onde, foram formados dois lotes distintos, o lote de sementes do minijardim, composto por três genótipos e o lote de sementes do campo, composto por seis genótipos localizados na Fazenda Experimental do CAV.

As sementes foram levadas ao laboratório de sementes, onde passaram pelo processo de beneficiamento (uso do soprador com abertura de 1,5 cm durante 2 minutos) e foram submetidas ao teste de germinação. O experimento foi conduzido em DIC e cada tratamento (diferentes locais de coleta) foi representado por 4 repetições de 25 sementes.

5.4.2.4 - Teste de germinação e avaliações

Em ambos os experimentos mencionados, as sementes foram postas para germinar em caixas acrílicas do tipo gerbox, tendo como substrato folhas de papel mata-borrão umedecidas

com água destilada (duas vezes e meia o peso do papel) e levadas para germinadores regulados à luz constante e temperatura de 25 °C (SHIBATA *et al.* 2016).

As avaliações foram realizadas diariamente até o 34º dia conforme indicado nas Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais (BRASIL, 2013) sendo prorrogado por mais 17 dias (51º dia) conforme Brasil (2009) para lotes de sementes com germinação lenta. Onde foram contabilizadas as porcentagens de germinação, considerando semente germinada aquela que apresentava a formação de cotilédones e radícula maior que 1 cm. Já para o cálculo de Tempo Médio de Germinação (TMG) e o índice de Velocidade de germinação (IVG) considerou-se como germinadas as sementes que apresentavam protrusão radicular primária de pelo menos 1 mm de comprimento.

Foram avaliadas as porcentagens de protrusão radicular, considerando no mínimo 1 mm de comprimento radicular; de plântulas normais, com dois cotilédones e radícula primária igual ou maior que 1 cm; o tempo médio de germinação (TMG) e o índice de velocidade de germinação (IVG), calculados da seguinte forma:

$$TMG = \frac{(\sum ni \cdot ti)}{\sum ni}$$

Onde: ni = número de sementes germinadas por dia; ti = tempo de incubação.

$$IVG = \sum \frac{ni}{ti}$$

Em que: ni = número de sementes que germinaram no tempo 'i'; ti = tempo após instalação do teste; $i = 1 \rightarrow 34$ dias.

Ao final do teste também foi avaliada a porcentagem de sementes vazias, por meio da abertura de sementes não germinadas. Devido à quantidade limitada de sementes disponíveis, não foi possível realizar certos testes de caracterização de sementes, como a determinação do teor de água e o peso de mil sementes.

5.4.3 Análise estatística

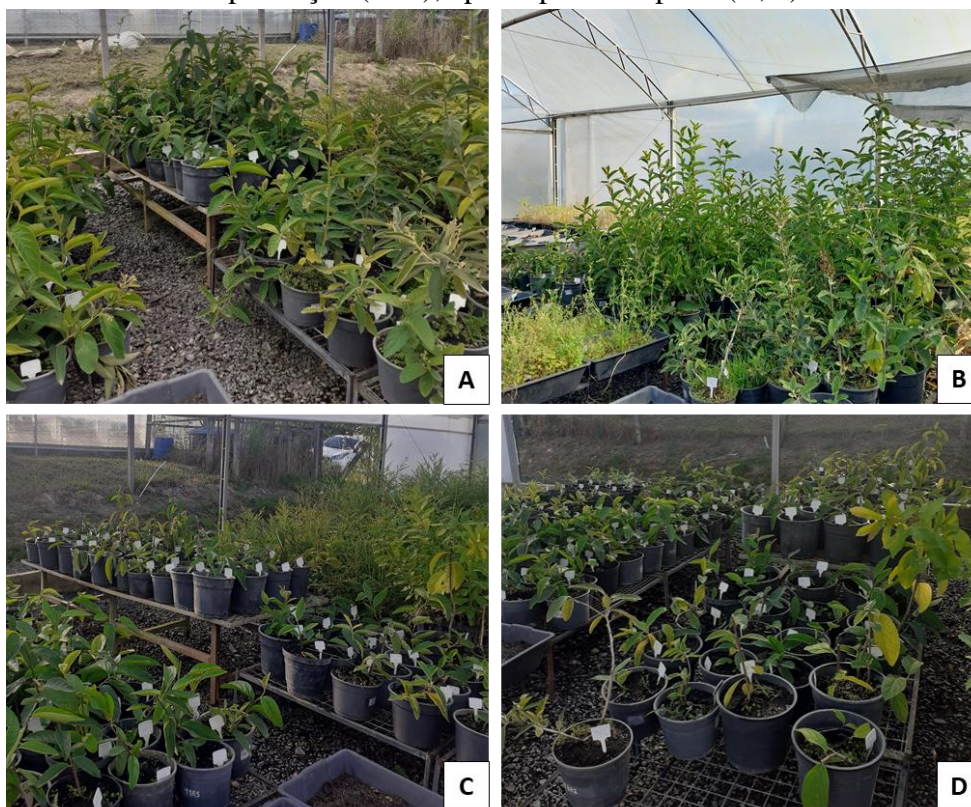
Os dados foram analisados quanto a normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk à 5% de probabilidade de erro, e posteriormente submetidos à ANOVA seguida pelo teste de médias Scott-Knott ($P < 0,05$), realizada pelo software estatístico software SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA, 2020).

5.5 RESULTADOS E DISCUSÕES

5.5.1 Implantação de minijardim clonal e propagação vegetativa por estaquia

A implantação do minijardim clonal de *M. polymorphum* resultou em uma taxa de mortalidade de apenas 4% das mudas após 6 meses do transplante, com 87% delas pertencendo ao genótipo 4. Durante esse mesmo período, mais de 70% das mudas alcançaram uma altura superior a um metro, aumento de diâmetro do caule, emissão de novas folhas e desenvolvimento de brotos (Figura 14 A;B), os quais foram utilizados para a produção de miniestacas.

Figura 14 - Minijardim de cones de *Moquiniastrum polymorphum* após 8 meses de implantação (A;B); após a primeira poda (C;D).



Elaborada pela autora (2023).

Após a primeira poda (Figura C;D), na qual apenas 50% do ramo principal foi mantido, observou-se uma taxa de mortalidade ainda mais baixa (2%). Além disso, o desenvolvimento das plantas não foi afetado posteriormente. É possível que a poda realizada tenha favorecido o estabelecimento dos indivíduos no minijardim devido ao desequilíbrio hormonal provocado, promovendo um melhor desenvolvimento das raízes (HARTMANN *et al.*, 2014).

É comum que cada espécie florestal apresente diferenças de adaptação de acordo com cada sistema de manejo no minijardim clonal, envolvendo condições que vão desde as estruturas utilizadas a até as condições climáticas de manutenção (XAVIER *et al.*, 2013). A elevada sobrevivência e o bom desenvolvimento vegetativo dos indivíduos do minijardim demonstram que a espécie apresentou uma excelente adaptação ao sistema utilizado.

Quanto a propagação de plantas em minijardim clonal e plantas adultas houve interação significativa entre os genótipos e a origem do material vegetal em todas as variáveis estudadas (sobrevivência, formação de calos, enraizamento, nº de raízes, comprimento de raízes, folha original e brotação).

Em relação a estaquia e Miniestaquia (Tabela 17), observou-se maior porcentagem de sobrevivência nas miniestacas, alcançando 35,7%, enquanto as estacas apresentaram uma taxa de aproximadamente 26%. Somente o genótipo 50 apresentou maior sobrevivência quando coletado no campo, enquanto os demais obtiveram resultados estatisticamente iguais ou superiores quando provenientes do minijardim. Destaca-se o genótipo 213, que obteve 100% de sobrevivência de suas miniestacas e o genótipo 3 que teve menos de 1% de sobrevivência em ambos os locais. Por outro lado, o genótipo 4 não apresentou resultados satisfatórios em nenhuma das variáveis avaliadas, apresentando taxa de mortalidade elevada em ambos os locais de coleta.

O enraizamento também apresentou variações entre os genótipos, dependendo do local de origem. O genótipo 213, quando coletado no minijardim, exibiu uma taxa de enraizamento de 100%, enquanto o mesmo genótipo, coletado no campo, apresentou uma taxa de enraizamento de aproximadamente 53%, representando cerca da metade da taxa obtida no minijardim. Por outro lado, o genótipo 50 mostrou a maior porcentagem de enraizamento quando proveniente do campo, com valores próximos a 52%. No entanto, esse mesmo genótipo, originário do minijardim, teve uma taxa de enraizamento inferior a 20%.

De modo geral, o genótipo 50 apresentou melhores resultados quando coletado no campo, enquanto o genótipo 213 mostrou-se mais eficiente quando coletado no minijardim, em todas as variáveis avaliadas. Em relação aos genótipos 7 e o 152, apesar de não ter diferença significativa, ambos apresentaram melhores resultados quando originários do minijardim clonal.

Tabela 17 — Porcentagens médias de sobrevivência, formação de calos, enraizamento, presença de folha original, brotações e média de número de raízes, comprimento de raízes e número de novas folhas de estacas e minijardim de *Moquiniastrum polymorphum* proveniente do campo e do minijardim clonal.

Material	Genótipos					Média
	Sobrevivência (%)					
	4	7	50	152	213	
Campo	1,8 aC*	1,8 bC	53,7 aA	18,5 bB	55,5 bA	26,2
Minijardim	0,0 aD	16,6 aC	17,6 bC	44,4 aB	100,0 aA	26,3
Média	0,9	9,2	35,6	31,4	77,7	
	Formação de Calos (%)					
Campo	0,0 aC	0,0 bC	33,3 aA	5,5 aC	16,6 aB	11,1
Minijardim	0,0 aA	16,6 aA	8,3 bA	11,1 aA	16,6 aA	10,5
Média	0,00	8,33	20,80	8,3	16,6	
	Enraizamento (%)					
Campo	1,8 aC	1,8 aC	51,8 aA	18,5 bB	53,7 bA	26,0
Minijardim	0,0 aD	11,1 aC	17,6 bC	40,7 aB	100,0 aA	34,0
Média	1,0	6,0	35,0	30,0	77,0	
	Nº de raízes					
Campo	0,0 aB	0,1 aB	3,3 aA	1,0 bB	3,5 bA	1,5
Minijardim	0,0 aC	0,4 aC	1,3 bC	2,8 aB	10,9 aA	3,1
Média	0,0	0,2	2,3	1,9	7,2	
	Comprimento das raízes					
Campo	0,1 aB	0,2 aB	6,3 aA	2,1 bB	7,4 bA	3,2
Minijardim	0,0 aC	1,8 aC	2,1 bC	5,3 aB	14,4 aA	4,7
Média	0,1	1,0	4,2	3,7	10,9	
	Folha Original (%)					
Campo	0,0 aC	18,5 aC	44,4 aA	16,6 aB	51,8 aA	26,2
Minijardim	0,0 aC	11,1 aC	10,1 bC	29,6 aB	67,6 aA	23,7
Média	0,0	14,8	27,3	23,1	59,7	
	Brotação (%)					
Campo	1,8 aA	1,8 aA	31,4 aA	7,4 aA	20,3 bA	12,5
Minijardim	0,0 aB	27,7 aB	8,3 aB	24,0 aB	62,9 aA	24,6
Média	0,9	14,8	19,8	15,7	41,6	

*Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si de acordo com o teste de médias Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Como nos experimentos anteriores, observa-se que a formação de raízes não foi influenciada pela presença de calos nas estacas. Em geral, aparentemente as estacas sem calos apresentaram uma taxa de enraizamento superior em comparação com os materiais que

formaram calos na base da estaca. Por exemplo, o genótipo 213 demonstrou 100% de enraizamento em suas miniestacas, porém apenas 17% apresentaram presença de calos.

O genótipo 213 registrou o maior número médio de raízes por miniestacas, com aproximadamente 11 raízes, com comprimento médio de 14 cm. Em comparação, quando o mesmo genótipo foi analisado no material do campo, verificou-se um menor número de raízes, com média de 3 raízes de 3 cm de comprimento. O segundo genótipo com maior número de raízes foi o genótipo 50, entretanto, em contraste com o genótipo anterior, ele apresentou a maior quantidade de raízes nas estacas, cerca de 3 raízes com média de 6 cm, enquanto as miniestacas tiveram média de apenas uma raiz, com cerca de 2 cm. Os demais genótipos apresentaram uma baixa quantidade de formação de raízes (Tabela 17).

Salienta-se que a qualidade das mudas oriundas da propagação vegetativa pode ser relacionada com a quantidade e comprimento das raízes nas estacas, considerando que um sistema radicular bem desenvolvido é essencial para o estabelecimento e crescimento das mudas após o transplante, contribuindo para uma maior absorção de água e nutrientes. Neste sentido, chama-se atenção para o genótipo 213, o qual teve maiores quantidades de raízes em maiores comprimentos, apresentando um grande potencial de formação de mudas de qualidade.

A porcentagem de presença da folha original foi praticamente a mesma para os dois ambientes, com uma média de 25%. Já o número de brotações foi maior nos materiais provenientes do minijardim, correspondendo a 25%. No entanto, essa diferença não foi estatisticamente significativa em comparação ao material coletado no campo, que apresentou uma taxa de 12% de brotações.

Determinar quaisquer vantagens na propagação vegetativa por meio de estaquia do material de campo das copas das plantas matrizes pode ser uma tarefa de elevada complexidade. É comum que as características desejáveis em indivíduos florestais se manifestem apenas após um determinado grau de maturação, o que reduz consideravelmente a possibilidade de propagar vegetativamente seus propágulos (WENDLING *et al.*, 2014; STUEPP *et al.*, 2018). Além disso, mesmo entre genótipos com características fenotípicas semelhantes, a taxa de enraizamento de estacas provenientes do material do ano pode variar em até 50% em *I. paraguariensis*, com alguns genótipos apresentando sucesso e outros não (NASCIMENTO *et al.*, 2020). Essa mesma variação foi observada em *M. polymorphum*, com diferenças de mais de 50% tanto na sobrevivência quanto no enraizamento do material do mesmo ano.

Por outro lado, após a etapa de coleta do material de campo e seu subsequente estabelecimento em um minijardim clonal, essas características passam a ser mais bem

conhecidas. No entanto, esse processo não garante a manutenção da sobrevivência e o sucesso do enraizamento. Um estudo realizado por Vieira *et al.* (2021) com *I. paraguariensis* demonstrou uma variação de aproximadamente 70% no enraizamento entre genótipos já estabelecidos em um minijardim clonal da espécie. Isso corrobora os resultados obtidos para as estacas de *M. polymorphum* provenientes do minijardim clonal, mas de forma potencializada, com variações de até 100% na sobrevivência e no enraizamento entre genótipos.

Em relação às médias gerais das variáveis de sobrevivência e enraizamento, constatou-se uma superioridade do material proveniente do minijardim em comparação ao material coletado no campo. Essa diferença pode ser atribuída a diversos fatores, sendo os principais relacionados às condições climáticas, práticas de manejo adotadas, facilidade de seleção do material vegetal e, principalmente, às características genéticas dos genótipos utilizados.

A ausência de mudanças abruptas nas condições climáticas entre o ambiente onde os clones se encontram e o local de enraizamento das estacas no estufim favoreceu a sobrevivência das plantas. Sabe-se que variações climáticas dentro ou entre ambientes, especialmente na temperatura, podem reduzir o vigor dos propágulos, resultando em uma maior taxa de mortalidade (XAVIER *et al.*, 2013; NASCIMENTO *et al.*, 2022).

Além disso, o manejo realizado nas plantas matrizes no minijardim clonal possibilitou um maior controle de diversas variáveis, tais como a preparação do substrato, aplicação de adubos, irrigação controlada e o monitoramento e controle de possíveis pragas e doenças. Essa abordagem também facilitou a coleta do material de forma mais eficaz. Embora seja um desafio determinar essas necessidades e compreendê-las, conhecer e controlar esses fatores é fundamental para uma produção eficiente de novas mudas por propagação vegetativa, e essas características podem variar entre espécies (HARTMANN *et al.*, 2014). No entanto, neste experimento, também foram evidenciadas variações entre os genótipos, o que demonstra possíveis necessidades específicas de cada um.

As plantas matrizes do minijardim clonal aprimoraram a coleta de material com maior vigor vegetativo devido aos fatores mencionados anteriormente. Com essas melhorias, foi possível desenvolver propágulos de melhor qualidade. Como exemplo dessa qualidade, podemos citar a altura das plantas matrizes, que permitiu a coleta em diferentes partes das plantas, e o menor grau de lignificação dos propágulos, teoricamente facilitando uma maior diferenciação celular.

De forma geral, os resultados obtidos indicam que, embora ambas as fontes de material possam ser utilizadas para a propagação vegetativa de *M. polymorphum*, o uso do minijardim

se mostrou eficaz em alguns genótipos. Isso ressalta a necessidade de aprimorar os procedimentos de coleta e propagação vegetativa do material epicórmico. É importante destacar que o material epicórmico, considerado ontogeneticamente juvenil, oferece as melhores condições para um enraizamento eficiente, devido ao seu maior vigor e capacidade totipotente (WENDLING *et al.*, 2013; STUEPP *et al.*, 2017; NASCIMENTO *et al.*, 2018).

5.5.2 Avaliação das sementes produzidas em minijardim clonal

A ocorrência da formação de sementes no minijardim clonal (Figura 15) foi influenciada por alguns fatores. Como a presença de estruturas reprodutivas femininas e masculinas, que foi facilitada devido à natureza clonal das mudas, todas com a mesma idade da planta matriz, as quais já tinham atingido sua maturação e também em relação a participação de agentes polinizadores. *M. polymorphum* trata-se de uma espécie classificada como ginodióicas, o que significa que tanto flores femininas e flores masculinas (hermafroditas ou monóicas) como unissexuais femininas podem ser encontrados na mesma inflorescência (FREITAS, 2014). Além disso, a proximidade da disposição dos vasos dentro do viveiro e/ou a ocorrência de polinização anemófila, facilitaram o acesso do pólen aos floretes femininos.

Figura 15 - Inflorescências em mudas clonais de *Moquiniastrum polymorphum* estabelecidas em minijardim clonal.



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

5.5.2.1 - Avaliação da eficiência do uso do soprador

Para sementes provenientes do minijardim clonal, constatou-se que o uso do soprador não se mostrou eficaz. Embora as sementes selecionadas com o soprador tenham demonstrado uma porcentagem de germinação ligeiramente maior, estatisticamente não houve diferença significativa entre os dois tratamentos, sendo verificada uma média de germinação de 32% (Tabela 18). A existência de uma quantidade considerável de sementes vazias (média de 68% independente do tratamento) pode ter impactado o desempenho do soprador, uma vez que o peso das sementes tem uma influência direta durante o processo de beneficiamento com o equipamento.

Tabela 18 – Porcentagens de protrusão radicular (PR), sementes vazias e plântulas normais de *Moquiniastrum polymorphum*. submetidas ou não ao beneficiamento com soprador de sementes.

Tratamento	PR (%)	SV (%)	Plântulas normais (%)	
			34 dias	51 dias
Com soprador	37* ^{ns}	63	36	62
Sem soprador	26	74	38	48
Média	32	68	37	55

*^{ns} - Não significativo estatisticamente. Fonte: Elaborada pela autora (2023).

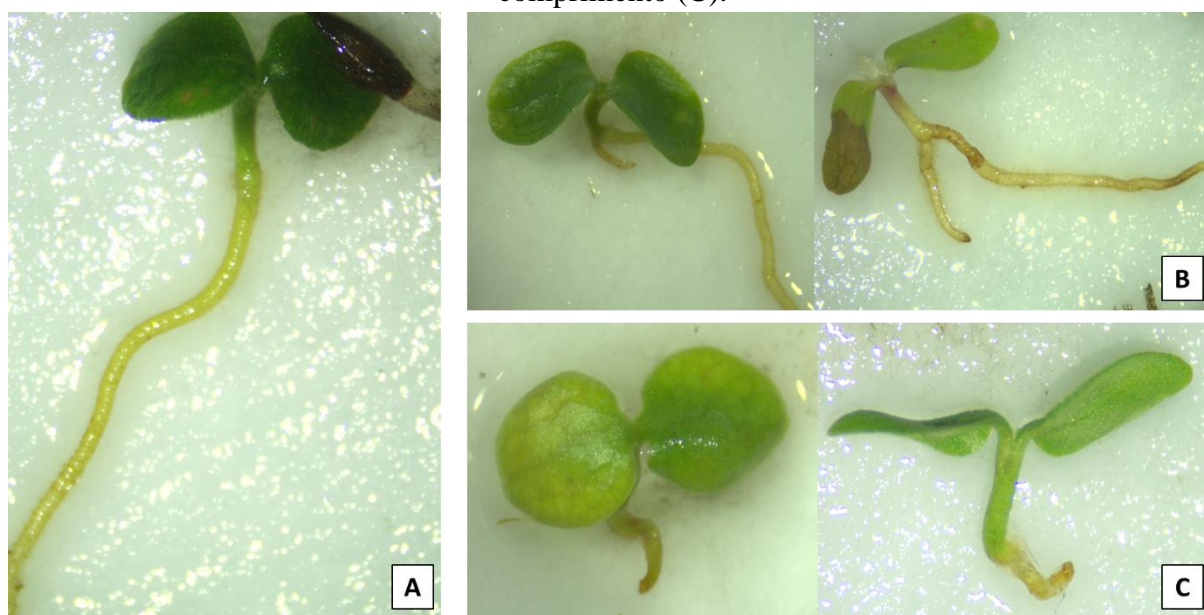
Os resultados da análise da porcentagem de sementes vazias ao final do teste de germinação revelaram que todas as sementes que continham embriões foram capazes de germinar (Tabela 17). Esses resultados divergem dos encontrados por Faria (2016), que constatou que algumas sementes classificadas como cheias não foram capazes de germinar ou produzir plântulas normais, sugerindo a presença de sementes inviáveis ou com baixo vigor.

As causas da presença de sementes vazias em espécies florestais são diversas, pode-se citar fatores como: baixa produção de pólen, alta taxa de aborto de óvulos ou embriões (SOUSA e HATTEMER, 2003), ou falhas na fecundação do óvulo (KOSINSKI, 1987). Além disso, estresses ambientais, como altas temperaturas, seca ou excesso de umidade, também podem contribuir para a formação de sementes vazias. Esses problemas podem ocorrer em diferentes estágios do desenvolvimento das plantas e afetar a qualidade dos lotes de sementes (BEWLEY *et al.*, 2013). Salienta-se que os vasos contendo os clones estavam localizados em uma casa de vegetação, onde pode ter ocorrido períodos de calor excessivo e estresses hídricos que podem ter afetado a produção de sementes da espécie. Dado a escassez de informações sobre o comportamento dessa espécie, neste caso, especificamente em relação à sua reprodução sexual

e formação de frutos e sementes, não é possível determinar com precisão as condições ideais para o desenvolvimento desses processos.

Apesar das sementes com embrião terem emitido radícula, nem todas deram origem a plântulas normais, sendo verificadas mais de 60% de plântulas anormais, aos 34 dias, passando para 40% aos 51 dias, conforme caracterização realizada por Gogosz *et al.* (2015). Constatou-se que a maioria das plântulas anormais não apresentava radícula ou a formação de dois cotilédones (Figura 16C); além disso, cerca de 20% dessas plântulas (aos 34 dias) apresentavam radícula bifurcada (Figura 16B). Conforme os autores descreveram a plântula da espécie *M. polymorphum* é classificada como fanerocotiledonar, apresentando desenvolvimento epígeo e cotilédones foliáceos (Figura 17).

Figura 16 - Plântulas de *Moquiniastrum polymorphum* classificadas em: normais (A), anormais com bifurcação da radícula (B) e anormais com radícula inferior a 1 mm de comprimento (C).

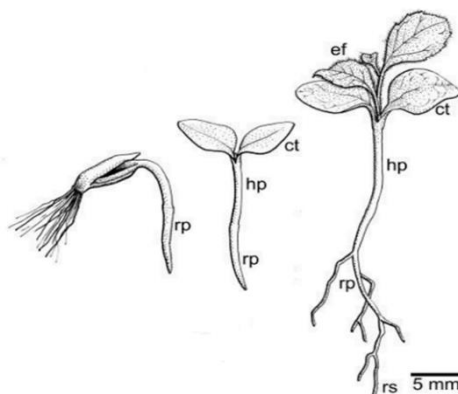


Fonte: A autora (2023)

Lobo *et al.* (2014), em seu estudo sobre a classificação morfofuncional de algumas espécies florestais brasileiras, também identificou a presença de raiz bifurcada como uma anomalia. Embora a classificação morfofuncional seja relevante na avaliação dos testes de germinação, é importante considerar que as espécies florestais tendem a ser mais suscetíveis à plasticidade fenotípica. A heterogeneidade ambiental, as variações sazonais e a influência de fatores como temperatura, fotoperíodo, precipitação e disponibilidade de recursos podem

resultar em uma plasticidade fenotípica significativa (CHAMBEL et al., 2005). Esses fatores, juntamente com a endogamia, podem ter contribuído para a diferença morfológica observada entre as plântulas do minijardim e as plântulas do campo.

Figura 17 - Fases de desenvolvimento de plântulas de *Moquiniastrum polymorphum*. ct: cotilédone; ef: eofilo; ep: epicótilo; hp: hipocótilo; rp: raiz primária; rs: raiz secundária.



Fonte: Cosmo e Gogosz (2015).

Aos 34 dias de avaliação, foi observado que uma porcentagem das plântulas provenientes do minijardim havia emitido apenas a radícula, porém completaram o desenvolvimento aos 51 dias.

Como mencionado anteriormente, além da espécie possuir flores hermafroditas as plantas do minijardim estavam muito próximas entre si. Desse modo, suspeita-se que a principal causa do baixo vigor das sementes do minijardim tenha sido a autofecundação e a endogamia resultante do cruzamento entre indivíduos geneticamente relacionados.

5.5.2.2 - Comparação da qualidade das sementes entre os clones e entre ambientes de coleta

No experimento em que os diferentes genótipos foram testados individualmente, mesmo com uma baixa porcentagem de germinação, observou-se uma diferença na qualidade das sementes dos clones estudados, onde o genótipo 190 apresentou os melhores resultados, com 15% de germinação (Tabela 19). E assim, como no resultado anterior, as sementes que não germinaram estavam vazias. O TMG variou de 5 a 13 dias, com média de 6 dias. Em relação ao IVG, embora não haja diferença estatística, observa-se que o clone 190 demonstrou maior vigor e um maior potencial de germinação.

Assim como no experimento do uso do soprador, também foi observada a presença de plântulas anormais. No entanto, ao contrário do observado anteriormente, não foram registradas alterações na quantidade de plântulas normais após os 34 dias de avaliações. Além disso, a presença de plântulas que apresentavam radícula bifurcada foi inferior a 2%, indicando uma ocorrência menos frequente dessas “anormalidades” (Tabela 19).

Tabela 19 – Médias de germinação (%), sementes vazias (%), Tempo médio de germinação (TMG) (dias), Índice de velocidade de germinação (IVG) e Plântulas normais (%) de sementes de *Moquiniastrum polymorphum* de diferentes genótipos e diferentes locais de coleta.

Clone	G (%)	SV (%)	TMG (dias)	IVG	PN (%)
152	5 b*	95 b	5 a	0,1695	60
190	15 a	85 a	13 b	0,3568	81
225	0 b	100 b	-	-	-
Média	7	93	6	0,1754	47
Minijardim	7	93	6	0,1754	47 b
Campo	5	95	5	0,1740	100 a
Média	6	94	5	0,1747	74

*Médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si de acordo com o teste de médias Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Na Tabela 19, é possível observar as diferenças entre as sementes coletadas no minijardim e as coletadas no campo. Nota-se que os valores médios de germinação, sementes vazias, TMG e IVG são muito semelhantes entre os dois locais. Isso indica que, para essas variáveis, o local de origem das sementes não teve uma influência significativa.

No entanto, destaca-se a variável plântulas normais, na qual as sementes coletadas no campo apresentaram 100% de suas plântulas com o par de cotilédones e radícula bem formados. Isso contrasta com as sementes do minijardim clonal, que tiveram mais de 50% de plântulas anormais. Essa diferença sugere que o ambiente de formação das sementes pode ter influenciado negativamente a qualidade e o desenvolvimento adequado das plântulas no minijardim clonal.

A qualidade das sementes pode ser definida como a combinação de características genéticas, físicas, fisiológicas e sanitárias que afetam sua capacidade de produzir plantas de alta produtividade (POPINIGIS, 1985). O vigor das sementes é influenciado desde o seu desenvolvimento e maturação. Dentre os fatores envolvidos, podemos destacar a temperatura, fotoperíodo, nutrição e estresse hídrico, além disso, o genótipo, especialmente o genótipo

materno, exerce influência nos processos genéticos e bioquímicos específicos associados à germinação e ao vigor das sementes (DONOHUE, 2009; HE *et al.*, 2014).

Apesar de sementes coletadas no campo estarem sujeitas a condições ambientais variáveis, maior incidência de pragas e doenças e aquelas de pomares clonais serem obtidas de plantas selecionadas e mantidas em condições controladas, vários fatores devem ser considerados nessas situações, como as características sexuais da espécie, polinização livre e condições de cultivo específicas.

Neste estudo, foi constatado que as sementes originárias do minijardim apresentaram uma qualidade inferior, o que foi evidenciado pela porcentagem de plântulas anormais. Essa diferença na qualidade pode ser atribuída, em parte, às condições ambientais adversas e à qualidade do pólen. Como mencionado anteriormente, a autofecundação, é um fator relevante, uma vez que sementes formadas por esse processo são mais propensas a apresentar uma redução na qualidade (HUSBAND; SCHEMSKE, 1996; KITTELSON; MARON, 2000). Além disso, a presença de endogamia não intencional, resultante da fecundação entre indivíduos geneticamente relacionados sem controle, pode contribuir para o surgimento de problemas. Isso ocorre devido à redução do valor de características quantitativas relacionadas à capacidade reprodutiva ou à eficiência fisiológica da planta, devido à homozigose de alelos (FALCONER, 1976).

Os efeitos da endogamia podem ser observados na perda de vigor, na menor capacidade de resistir a condições adversas e na redução da capacidade reprodutiva. Esses efeitos podem levar, em um futuro cenário, à incapacidade da população em se regenerar (KAGEYAMA *et al.*, 1998).). Como medida preventiva para aumentar a variabilidade nos lotes de sementes, é recomendado colher sementes de um número reduzido de matrizes em cada população e buscar a coleta em um maior número de populações. Isso é importante, uma vez que a heterogeneidade genética desempenha um papel crucial nas características de qualidade das sementes.

Ao comparar os resultados obtidos em cada genótipo com os resultados obtidos a partir das sementes colhidas no campo (Tabela 19), nota-se que o genótipo 190 apresentou resultados superiores em relação à sua porcentagem de germinação e ao IVG. Isso indica que, ao considerar a seleção de indivíduos para o melhoramento florestal, o genótipo 190 mostra-se promissor para a produção de sementes de *M. polymorphum* de maior qualidade. Esse tipo de resultado é importante no campo do melhoramento genético, pois estimula estudos relacionados à indução da floração dentro do minijardim clonal, pensando mais especificamente na formação

de pomares de sementes, especialmente para espécies que enfrentam desafios relacionados à baixa porcentagem de germinação

É recomendado que as plântulas provenientes tanto do campo quanto do minijardim clonal sejam cultivadas para avaliar seu crescimento e desenvolvimento. Isso permitirá uma avaliação mais precisa da qualidade das sementes e, conseqüentemente, das plantas geradas a partir delas. Sendo possível identificar possíveis diferenças de crescimento, vigor e características fenotípicas entre as diferentes origens das sementes, contribuindo para uma análise mais completa da qualidade das sementes e seu potencial na produção de plantas saudáveis e produtivas.

5.6 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo demonstram a viabilidade da implantação de um minijardim clonal de *M. polymorphum*. Sendo que, foi observada uma alta taxa de sobrevivência das mudas após o transplante, juntamente com um bom desenvolvimento vegetativo ao longo do tempo. A poda realizada mostrou-se benéfica, resultando em taxas de mortalidade ainda mais baixas e sem afetar o desenvolvimento posterior das plantas.

Em relação à propagação vegetativa, as miniestacas mostraram resultados superiores em todos os parâmetros estudados, destacando sua eficiência como método de propagação. No entanto, além da origem do material, também foi observado que as características genéticas específicas de cada genótipo influenciaram os resultados da propagação da espécie.

As sementes produzidas no minijardim apresentaram menor vigor, com alta porcentagem de sementes anormais. Isso pode ser atribuído à autofecundação ou endogamia, considerando as características reprodutivas da espécie e a proximidade dos clones no minijardim clonal.

Em suma, este estudo fornece dados para o melhoramento genético e a produção de sementes de *M. polymorphum*. Os resultados ressaltam a importância de considerar individualmente cada genótipo em relação a suas características específicas, potencial germinativo e qualidade das sementes. Essas informações são fundamentais para a seleção de indivíduos promissores e o desenvolvimento de estratégias adequadas para o manejo e a conservação dessa espécie florestal.

6 CAPÍTULO VI - ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS E GANHOS DE SELEÇÃO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE *Moquiniastrum polymorphum*

6.1 RESUMO

A realização de estudos para investigar a variabilidade genética de espécies florestais e explorar seu potencial para programas de melhoramento genético é crucial para promover o uso sustentável dessas espécies e desenvolver estratégias eficazes de conservação e manejo. Neste estudo, o objetivo foi estimar parâmetros genéticos em *Moquiniastrum polymorphum* relacionados às características de germinação e a propagação vegetativa em diferentes genótipos. Foram avaliados um total de oito genótipos para a propagação por sementes, em que as variáveis analisadas foram porcentagem de germinação, tempo médio de germinação (TMG) e índice de velocidade de germinação (IVG). Já para a propagação vegetativa foram analisados 17 genótipos em relação às variáveis porcentagem de sobrevivência, calos e enraizamento, número e comprimento de raízes, brotação, presença de folhas originais e número de novas folhas. As análises envolveram a estimativa dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos, bem como das correlações genéticas. Os resultados de V_f e \hat{b} revelaram que as características de germinação e TMG foram mais influenciadas por fatores genéticos, enquanto o IVG mostrou maior influência de fatores ambientais. Na propagação vegetativa, a maioria das características avaliadas também foram mais influenciadas por fatores genéticos. Os valores de CV_{gi} indicaram alta diversidade genética na população estudada. Além disso, as características apresentaram valores elevados de herdabilidade, sugerindo que fatores genéticos desempenham um papel significativo na variação observada. Os caracteres mais indicados para seleção de genótipos superiores em relação às sementes foram germinação e TMG, enquanto para a propagação vegetativa, foram enraizamento, número e comprimento de raízes, e desenvolvimento de novas folhas. Os genótipos que apresentaram os melhores desempenhos para qualidade de sementes e propagação foram o 196 e 152, respectivamente. Essas informações são valiosas para programas de melhoramento genético, orientando a seleção de genótipos com características desejáveis e com maior potencial para melhorias na produção de sementes e na propagação vegetativa.

Palavras-chave: Selegen; Herdabilidade; Variância fenotípica.

6.2 ABSTRACT

The undertaking of studies to investigate the genetic variability of forest species and explore their potential for genetic improvement programs is crucial to promote the sustainable use of these species and develop effective strategies for conservation and management. In this study, the objective was to estimate genetic parameters in *Moquiniastrum polymorphum* related to germination traits and vegetative propagation across different genotypes. A total of eight genotypes were evaluated for seed propagation, with analyzed variables including germination percentage, mean germination time (MGT), and germination speed index (GSI). For vegetative propagation, 17 genotypes were analyzed with respect to survival percentage, callus and rooting formation, number and length of roots, sprouting, presence of original leaves, and number of new leaves. The analyses encompassed the estimation of variance components, genetic parameters, as well as genetic correlations. The results of V_f and b^{\wedge} revealed that germination traits and MGT were more influenced by genetic factors, while GSI exhibited greater influence from environmental factors. In vegetative propagation, most evaluated traits were also more influenced by genetic factors. The values of CV_{gi} indicated high genetic diversity within the studied population. Furthermore, the traits displayed high heritability values, suggesting that genetic factors play a significant role in the observed variation. The most suitable traits for selecting superior genotypes regarding seeds were germination and MGT, while for vegetative propagation, rooting, number and length of roots, and development of new leaves were favorable. Genotypes 196 and 152 exhibited the best performance in seed quality and propagation, respectively. This information holds value for genetic improvement programs, guiding the selection of genotypes with desirable traits and higher potential for enhancing seed production and vegetative propagation.

Keywords: Selegen; Heritability; Phenotypic variance.

6.3 INTRODUÇÃO

Moquiniastrum polymorphum (cambará ou candeia) é uma espécie nativa do Brasil pertencente à família Asteraceae, que se desenvolve em diferentes ecossistemas florestais como no Cerrado e na Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Ombrófila Mista (LORENZI, 2002; SANCHO; ROQUE, 2015). A espécie possui potencial madeireiro devido as características de densidade e resistência de sua madeira, bem como potencial medicinal, paisagístico e ambiental

por desempenhar um papel importante na recuperação de áreas degradadas (BACKES; IRGANG, 2002; LORENZI, 2002; CARVALHO, 2003; STEFANELLO *et al.*, 2006).

A espécie floresce durante os meses de outubro a dezembro (LORENZI, 2002; CARVALHO *et al.*, 2003;), enquanto a frutificação ocorre de dezembro a fevereiro, conforme descrito por Lorenzi (2002), produzindo anualmente uma quantidade significativa de sementes, uma vez que um quilograma de sementes contenha cerca de 2.200.000 unidades (LORENZI 2002). No entanto, embora a espécie produza uma quantidade considerável de sementes, existe um problema significativo em relação à sua reprodução sexuada, uma vez que a taxa de germinação é considerada baixa, variando entre 30% e 50% (LORENZI, 2002; CARVALHO, 2003). Acredita-se que a baixa capacidade germinativa, aliada às informações silviculturais restritas prejudiquem a produção e disponibilidade de mudas dessa espécie em viveiros florestais.

Ao considerar a produção de mudas, um fator crucial para assegurar o uso apropriado de sementes em programas de restauração florestal é a preservação da variação genética das espécies, que está relacionada à distribuição geográfica (FREITAS; BEREL, 2003) e ao sistema reprodutivo da espécie, que resulta na estrutura genética das populações. Além disso, os fatores ecológicos das espécies também desempenham um papel significativo na variabilidade genética entre populações, uma vez que influenciam o fluxo gênico (LOVELESS; HAMRICK, 1984).

O tipo e comportamento dos agentes polinizadores e dispersores de sementes também exercem uma influência significativa, devido ao fluxo gênico diferenciado. Espécies com agentes polinizadores que se deslocam em grandes distâncias (como o vento, aves ou morcegos) e/ou dispersores que espalham as sementes por grandes áreas (como o vento) possuem maior variabilidade genética dentro das populações, uma vez que o amplo fluxo gênico pode impedir uma ampla diferenciação entre as populações (MORI, 2003). Assim, a seleção da fonte apropriada de sementes é crucial para garantir a produção de uma floresta sustentável geneticamente, limitar os danos causados por desastres climáticos ou pragas e preservar o "pool" gênico local, garantindo a diversidade genética necessária para a adaptação e resiliência da floresta (BIERNASKI *et al.*, 2012).

O conhecimento e a manutenção da variabilidade genética também são imprescindíveis quando se trata de propagação vegetativa. Salienta-se que este tipo de propagação oferece vantagens significativas na produção de mudas, especialmente quando se trata da seleção de genótipos superiores, sendo reconhecida e amplamente utilizada em espécies florestais de

importância econômica. Além disso, é reconhecida como uma alternativa viável para a produção de mudas de espécies com dificuldades na reprodução por sementes.

As respostas das plantas à propagação vegetativa e suas consequências têm sido pouco exploradas na literatura de genética quantitativa. No entanto, foi observada variação genética na capacidade de enraizamento em várias espécies de importância econômica, e os efeitos ambientais no enraizamento têm sido amplamente investigados visando otimizar o processo de enraizamento de estacas para produção comercial (SCHWAEGERLE, 2005). Embora o enraizamento seja um fator crucial na seleção de clones na silvicultura, são escassos os estudos que exploram o uso dessa característica (enraizamento) na seleção precoce de genótipos superiores.

Assim, apesar da relevância econômica e dos diversos usos atribuídos à espécie, há uma carência de estudos relacionados à sua variabilidade genética associada às características relacionadas à propagação vegetativa e o potencial de germinação das sementes. Portanto, é fundamental realizar pesquisas nessa área, a fim de obter informações sobre a variabilidade genética de *M. polymorphum* e explorar seu potencial para programas de melhoramento genético.

Portanto, o objetivo deste capítulo foi estimar parâmetros genéticos para características relacionadas a germinação e ao enraizamento em diferentes genótipos de *M. polymorphum*, além de estimar possíveis ganhos genéticos.

6.4 MATERIAIS E MÉTODOS

6.4.1 Propagação seminal

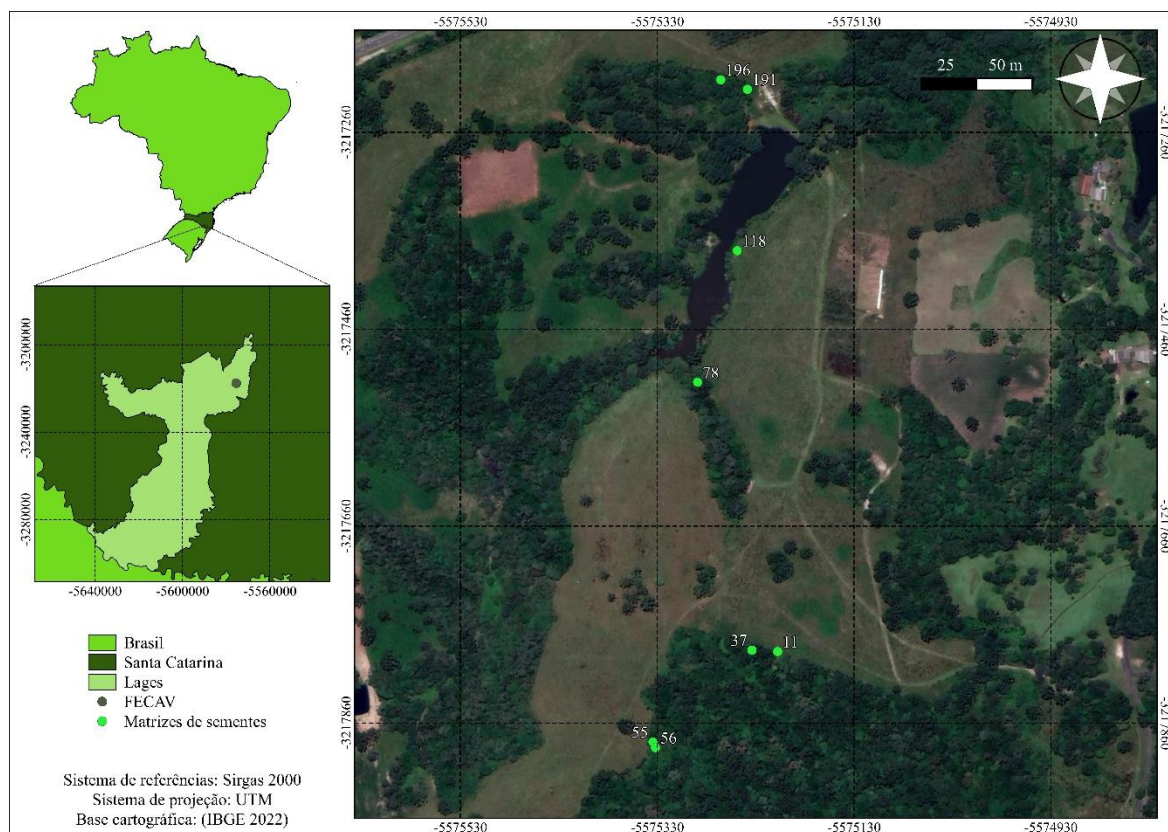
Foram coletadas sementes de oito diferentes matrizes (11, 37, 55, 56, 78, 118, 191 e 196) na Fazenda experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias, situada no município de Lages, Estado de Santa Catarina, Brasil (Figura 18). As inflorescências foram transportadas para o Laboratório de Sementes Florestais, onde foram submetidas ao processo de extração e colocadas para secar em bandejas plásticas, em condições ambientais, por um período de 24 horas. Em seguida, as sementes foram submetidas ao beneficiamento em um soprador South Dakota®, por 2 minutos, utilizando uma abertura de 1,5 cm.

Em seguida, as sementes foram colocadas para germinar em caixas acrílicas do tipo *gerbox*, utilizando papel mata borrão como substrato. O papel mata borrão foi previamente umedecido com água destilada em uma quantidade correspondente a duas vezes e meia o peso

do papel. As caixas foram então colocadas em germinadores com controle de luz e temperatura constante de 25 °C. Para cada matriz, foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes.

Durante o período de 34 dias, as sementes foram avaliadas diariamente para determinar sua taxa de germinação. Considerou-se como germinadas aquelas que apresentaram protrusão da radícula com pelo menos dois milímetros de comprimento, seguindo as diretrizes estabelecidas por Brasil (2013).

Figura 18 - Mapa com a localização das matrizes da coleta de sementes de *Moquiniastrium polymorphum*, inseridas na Fazenda Experimental da Universidade do Estado de Santa Catarina – Centro de Ciências Agroveterinárias em Lages-SC.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Além da taxa de germinação, foram também avaliados o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e o tempo médio de germinação (TMG). Calculados da seguinte forma:

$$TMG = \frac{(\sum ni \cdot ti)}{\sum ni}$$

Onde: ni = número de sementes germinadas por dia; ti = tempo de incubação.

$$IVG = \sum \frac{ni}{ti}$$

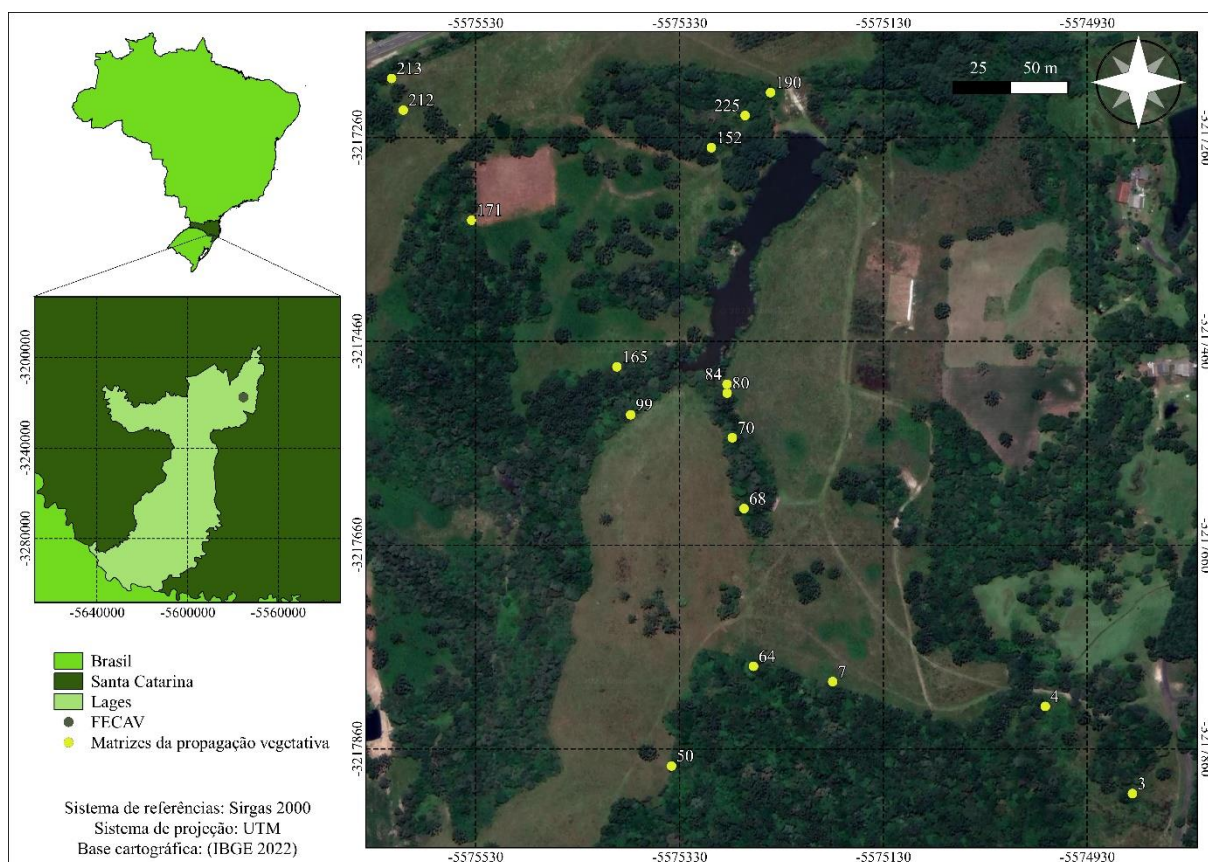
Em que: n_i = número de sementes que germinaram no tempo 'i'; t_i = tempo após instalação do teste; $i = 1 \rightarrow 34$ dias.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em que cada genótipo foi considerado um tratamento, representado por 4 repetições de 25 sementes.

6.4.2 Propagação vegetativa por estaquia

As brotações de copa utilizadas na produção das estacas também foram coletadas na Fazenda Experimental da Universidade. Para este experimento, foram utilizados dezessete clones (3, 4, 7, 50, 64, 68, 70, 80, 84, 99, 152, 165, 171, 190, 212, 213 e 225) (Figura 19). O material vegetal foi transportado até o viveiro da UDESC.

Figura 19 - Mapa com a localização das matrizes da coleta de brotações de copa de *Moquiniastrum polymorphum*, inseridas na Fazenda Experimental da Universidade do Estado de Santa Catarina – Centro de Ciências Agroveterinárias em Lages-SC.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

As estacas foram confeccionadas, possuíam média de 10 cm de comprimento com um par de folhas com a área foliar total reduzida em 50%. Foram cultivadas em tubetes de 180 cm³, preenchidos com substrato comercial adicionado de 6 g L⁻¹ de fertilizante de liberação controlada (15-9-12) e acondicionadas em estufim com irrigação por microaspersão durante 5 minutos, cinco vezes ao dia. Aos 90 dias as estacas foram avaliadas quanto à sobrevivência (%), calogênese (%), enraizamento (%), brotação (%), número e comprimento de raízes (cm), presença de folhas originais (%) e número de novas folhas de todos os clones estudados.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em que cada genótipo foi considerado um tratamento, representado por 9 repetições de seis estacas.

6.4.3 Estimativa de parâmetros genéticos e ganhos de seleção

A análise genética foi realizada com o auxílio do *software* Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada (SELEGEN) (RESENDE, 2007). Para todas as variáveis avaliadas o modelo estatístico utilizado foi: $y = Xu + Za + e$, em que y é o vetor de dados, u é o escalar referente à média geral (efeito fixo), a é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (assumidos como aleatórios), e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). Sendo que, as letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos. As equações do modelo misto para a previsão BLUP dos valores genéticos individuais são equivalentes a:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z & Z'W & X'T \\ Z'X & Z'Z + I\lambda_1 & Z'W & Z'T \\ W'X & W'Z & W'W + I\lambda_2 & W'T \\ T'X & T'Z & T'W & T'T + I\lambda_3 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \Gamma \\ a \\ p \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \\ W'y \\ T'y \end{bmatrix}$$

Em relação a:

$$\lambda_1 = \frac{\hat{\sigma}_e^2}{\hat{\sigma}_a^2} = \frac{1-h^2 - C_p^2 - C_{dic}^2}{h^2}; \lambda_2 = \frac{\hat{\sigma}_e^2}{\hat{\sigma}_p^2} = \frac{1-h^2 - C_p^2 - C_{dic}^2}{C_p^2}; \lambda_3 = \frac{\hat{\sigma}_e^2}{\hat{\sigma}_{dic}^2} = \frac{1-h^2 - C_p^2 - C_{dic}^2}{C_{dic}^2}$$

$h^2 = \hat{\sigma}_a^2 / \hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_{dic}^2 + \hat{\sigma}_e^2$ é a herdabilidade individual no sentido restrito;

$C_p^2 = \hat{\sigma}_p^2 / \hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_{dic}^2 + \hat{\sigma}_e^2$ é a correlação devido ao ambiente comum da parcela; e

$C_{dic}^2 = \hat{\sigma}_{dic}^2 / \hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_{dic}^2 + \hat{\sigma}_e^2$ é a correlação devido ao ambiente comum do delineamento completamente casualizado.

Para ambos os experimentos foram estimados os componentes da variância (variância genotípica; variância residual; variância fenotípica individual), bem como os parâmetros genético: herdabilidade das parcelas individuais no sentido amplo (ou seja, efeitos dos

genótipos totais); coeficiente de variação genotípica, coeficiente de variação residual e média geral do experimento. Para detectar a variabilidade genética dos caracteres na população, foi calculado o índice (\hat{b}) de acordo com a fórmula: $\hat{b} = CV_{gi}/CV_e$, que representa a razão entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação experimental, não influenciado pela média do caráter.

6.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.5.1 Parâmetros genéticos relacionados a germinação

Ao analisar os valores de variâncias na Tabela 20, pode-se observar que variáveis porcentagem de germinação e o TMG apresentaram valores mais altos de variância genotípica (V_g) em comparação com a variância residual (V_e). Isso indica que os fatores genéticos têm uma influência mais proeminente na variação fenotípica dessas características do que os fatores ambientais e não genéticos. Por outro lado, na variável IVG, observa-se que a V_e é maior em relação à V_g , indicando influência de outros fatores não genéticos na variação dessa característica.

Tabela 20 — Componentes da variância para as variáveis Germinação, TMG (Tempo médio de germinação) e IVG (índice de velocidade de germinação) para sementes de

Moquiniastrum polymorphum.

Componentes	Germinação (%)	TMG	IVG
V_g	80,33	15,52	0,05
V_e	67,62	5,95	0,07
V_f	147,96	21,48	0,13
h^2g	0,54 +- (0,34)	0,73 +- (0,45)	0,42 +- (0,32)
$CV_{gi}\%$	104,67	80,83	87,12
$CV_e\%$	96,04	50,07	102,88
\hat{b}	1,09	1,61	0,84
<i>Médio geral</i>	8,56	4,87	0,27

Em que: V_g = variância genotípica, V_e = variância residual, V_f = variância fenotípica individual, h^2g = herdabilidade das parcelas individuais no sentido amplo (ou seja, efeitos dos genótipos totais), CV_{gi} (%) = coeficiente de variação genotípica, CV_e (%) = coeficiente de variação residual, \hat{b} = razão entre o coeficiente de variação genético e o coeficiente de variação experimental.

Observa-se também que as médias gerais das variáveis germinação (8,56) e TMG (4,87) são menores do que os valores de variância (147,96 e 21,48, respectivamente) (Tabela 20). Essa

diferença sugere que os valores individuais dessas características estão amplamente dispersos em relação à média, indicando uma grande variação entre os indivíduos estudados, o que contribui para a alta variabilidade dessas características na população.

No entanto, para detectar a variabilidade genética específica desses caracteres, é necessário levar em consideração o efeito do ambiente e calcular o índice \hat{b} , que é a relação entre o coeficiente de variação genética (CV_{gi}) e o coeficiente de variação experimental (CV_e) (SMITH *et al.*, 2018). O cálculo desse índice permite uma avaliação mais precisa da variabilidade genética em relação à variabilidade experimental ou ambiental, uma vez que o CV_{gi} é uma medida da variação genética pura, não influenciada pela média do caractere, enquanto o CV_e incorpora a variação ambiental e experimental. Portanto, o índice \hat{b} fornece uma estimativa da proporção de variação fenotípica atribuível à variação genética em relação à variação não genética (HOLLAND, 2006).

O uso desses caracteres pode resultar em maiores ganhos na seleção, uma vez que os valores do índice maiores que 1 são devidos à sua alta variância genética própria, provavelmente pouco influenciada pelo ambiente, indicando grande possibilidade e sucesso na seleção (VENCOVSKY, 1978). No presente estudo, a germinação (1,09) e TMG (1,61) apresentaram valores superiores a 1, indicando menor efeito ambiental, e mais genético.

Dentre os caracteres analisados, o TMG apresentou a maior herdabilidade (h^2_g), com um valor de 0,73, seguida pela germinação e IVG, com 0,54 e 0,42, respectivamente. A herdabilidade é classificada de acordo com a interpretação proposta por Resende (1995): valores de 0,01 a 0,15 são considerados baixos, de 0,15 a 0,50 são classificados como médios, e valores acima de 0,50 são considerados altos. Assim, observa-se que a germinação e o TMG são classificados como altos, indicando que as expressões dessas características são fortemente influenciadas pelos genes. Costa *et al.* (2011) mencionam que características com alta herdabilidade requerem métodos de seleção mais simples, o que facilita o processo de melhoramento genético.

A alta herdabilidade na germinação de espécies florestais é frequentemente associada a um maior potencial de seleção e melhoramento genético dessas espécies. Isso significa que, ao selecionar indivíduos com alta capacidade de germinação, é possível aumentar a frequência dos genes favoráveis na população, resultando em melhor desempenho da germinação nas gerações subsequentes. Do ponto de vista da conservação genética, quando um caráter adaptativo possui um coeficiente de herdabilidade elevado, isso indica que ele é amplamente controlado por

fatores genéticos e que a população em questão possui uma variação genética significativa para responder à seleção natural imposta pelo ambiente (BERTI, 2013).

Valores de herdabilidade são indicadores importantes da existência de variabilidade genética dentro da população. Essa variabilidade oferece a oportunidade de selecionar materiais promissores, pois, ao conhecer o coeficiente de herdabilidade de uma característica e estudar a população que será melhorada, é possível estimar o ganho genético esperado por meio da seleção, mesmo antes de sua realização (CLEMENT, 2001).

Os coeficientes de variação genética são considerados indicadores fundamentais da variação existente, fornecendo uma estimativa dos ganhos genéticos potenciais em testes de procedências e progênies (KAGEYAMA; VENCOVSKY, 1983). De acordo com Sebbenn *et al.* (1998), um coeficiente de variação genética superior a 7% é considerado alto. Assim, os valores de CV_{gi} encontrados nas variáveis avaliadas foram altos, ultrapassando 80%. Esses valores indicam uma ampla diversidade genética na população estudada e um alto potencial para a realização de seleção e melhoramento genético de *M. polymorphum*.

No entanto, é importante mencionar que os valores de coeficiente de variação residual ($CVe\%$) também foram altos, especialmente na variável IVG, ultrapassando 100%. Isso indica uma variabilidade não explicada e menor precisão nas estimativas. A presença de fatores desconhecidos ou aleatórios pode estar influenciando essa característica em particular.

Com base nos valores médios genotípicos obtidos (Tabela 21), pode-se observar que houve variação significativa no desempenho das características avaliadas. Os valores médios genotípicos ($u+g$) variaram de 1,49 a 25,45 (%) para germinação; 0,42 a 9,33 dias para TMG; 0,07 a 0,70 para IVG. Os indivíduos com maior desempenho médio em termos de germinação, foram 196 e o 70, já os indivíduos com menor desempenho médio foram 118 e 56. Para TMG os indivíduos com melhores resultados foram o 196 e 55 e para IVG 196 e 70. Assim, de forma geral, os resultados indicam que o genótipo 196 apresentou o melhor desempenho médio em todas as características analisadas.

Essa informação é importante se tratando de seleção de genótipos superiores, visando obter plantas com características favoráveis em termos de germinação, TME e IVG. Essa seleção de genótipos superiores pode ser útil para programas de melhoramento genético, visando obter plantas com características desejáveis e melhor adaptadas às condições ambientais.

A investigação da variabilidade genética, incluindo o estudo do potencial germinativo, desempenha um papel fundamental nos programas de melhoramento genético. Esses estudos

visam explorar fontes de variabilidade genética, a fim de identificar materiais com características superiores e desejáveis (CRUZ; CARNEIRO, 2006). A alta herdabilidade na germinação de espécies florestais é frequentemente associada a um maior potencial de seleção e melhoramento genético dessas espécies. Isso significa que, ao selecionar indivíduos com alta capacidade de germinação, é possível aumentar a frequência dos genes favoráveis na população, resultando em melhor desempenho da germinação nas gerações subsequentes (FENNER; THOMPSON, 2005).

Tabela 21 – Classificação genotípica por efeito genotípico previsto (g) e média genotípica (u+g) para Germinação, TMG (Tempo médio de germinação) e IVG (índice de velocidade de germinação) para sementes de *Moquiniastrum polymorphum*.

Ind.	Germinação (%)			TMG			IVG		
	RK	G	u + g	RK	G	u + g	RK	G	u + g
11	5	-29,431	56,194	6	-26,233	22,517	6	-0,0805	0,1933
37	6	-41,823	43,802	5	-17,109	31,641	3	0,0265	0,3003
55	4	-21,170	64,455	2	3,992	88,670	5	0,0796	0,1942
56	7	-70,738	14,887	7	-44,483	0,4267	7	-0,2030	0,0708
70	2	69,706	155,331	1	44,483	93,233	2	0,1238	0,3975
118	8	-70,738	14,887	8	-44,483	0,4267	8	-0,2030	0,0708
191	3	0,4647	80,978	4	12,546	61,296	4	-0,0130	0,2608
196	1	168,843	254,468	3	35,358	84,108	1	0,4288	0,7026

Em que: RK = Ranking. Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Com base nos resultados obtidos observa-se que há um potencial promissor para melhorar a germinação e o vigor das sementes, o que pode ter um impacto positivo na produção de mudas e no estabelecimento das plantas no campo. Além disso, é importante considerar a manutenção da diversidade genética ao longo do processo de melhoramento genético, a fim de evitar a redução da variabilidade genética e garantir a adaptação das plantas às condições ambientais.

6.5.2 Parâmetros genéticos relacionados a propagação vegetativa por estaquia

Os resultados dos experimentos com estaquia de *M. polymorphum* revelaram um potencial significativo para melhorar o sucesso da propagação vegetativa através da seleção genética. Em todas as variáveis, exceto na variável FO, os valores de Vg observados foram

superiores do que os valores de V_e (Tabela 22). Essa observação sugere que os fatores genéticos exercem uma influência mais significativa na variação dessas características em comparação com fatores externos. Isso indica que as diferenças genéticas entre os indivíduos desempenham um papel mais proeminente na determinação das variações observadas nessas características, em oposição a influências externas ou ambientais.

Tabela 22 – Componentes da variância para as variáveis SV (sobrevivência), calos, enraizamento (%), N° de raízes, Craíz (comprimento médio de raízes), FO (folha original), brotação e N° de folhas para clones de *Moquiniastrum polymorphum*.

Componentes	SV (%)	Calos (%)	Enraizamento (%)	N° raízes
V_g	375,51	324,07	461,74	1,72
V_e	213,34	210,76	133,40	0,57
V_f	588,85	534,83	595,14	2,30
$h2g$	0,6380 +- (0,2574)	0,6060 +- (0,2509)	0,7759 +- (0,2839)	0,7502 +- (0,2792)
$Cv_{gi}\%$	86,55	88,33	174,42	221,40
$Cv_e\%$	65,24	71,23	93,75	127,75
\hat{b}	1,32	1,24	1,86	1,73
<i>Médio geral</i>	22,39	20,38	12,32	0,59
Componentes	Craíz (cm)	FO (%)	Brotação (%)	N° Folhas
V_g	4,63	160,99	256,82	1,01
V_e	1,61	193,32	177,70	0,84
V_f	6,24	354,31	434,53	1,85
$h2g$	0,7422 +- (0,2777)	0,4544 +- (0,2173)	0,5910 +- (0,2478)	0,5440 +- (0,2377)
$Cv_{gi}\%$	187,21	101,65	93,12	191,19
$Cv_e\%$	110,32	111,39	77,46	147,58
\hat{b}	1,69	0,91	1,20	1,29
<i>Médio geral</i>	1,15	12,48	17,21	0,62

Em que: V_g = variância genotípica, V_e = variância residual, V_f = variância fenotípica individual, $h2g$ = herdabilidade das parcelas individuais no sentido amplo (ou seja, efeitos dos genótipos totais), $Cv_{gi}\%$ = coeficiente de variação genotípica, $Cv_e\%$ = coeficiente de variação residual; \hat{b} = razão entre o coeficiente de variação genético e o coeficiente de variação experimental.

Em todas as variáveis, os valores das componentes de variância foram maiores do que as médias gerais (Tabela 22). Essa diferença sugere que os valores individuais dessas características estão amplamente dispersos em relação à média, indicando uma grande variação entre os indivíduos estudados.

Os valores mais altos de V_g indicam uma maior influência dos fatores genéticos nas variáveis estudadas. Esse resultado relaciona-se pelos valores do índice \hat{b} que foram maiores do que 1 em todas as variáveis avaliadas (Tabela 22), exceto na variável FO. Este índice é uma

medida que compara a variabilidade genética com a variabilidade total. Como mencionado anteriormente, quando esse índice é maior do que 1, sugere que os fatores genéticos têm uma contribuição mais proeminente na variação das características. Portanto, valores de \hat{b} superiores a 1 fornecem evidências adicionais de que os fatores genéticos desempenham um papel significativo na maioria das variáveis estudadas. Um exemplo que demonstra esse resultado é a variável enraizamento, onde o maior valor de índice \hat{b} foi encontrado, alcançando 1,86 (Tabela 22).

Nota-se que os valores encontrados de herdabilidade (Tabela 22), que de acordo com a classificação proposta por Resende (1995), foram predominantemente altos para a maioria das variáveis analisadas. Com exceção da variável FO, as demais variáveis demonstraram herdabilidade acima de 0,50, indicando alta herdabilidade. Destaca-se que o enraizamento obteve o maior valor de herdabilidade, com 0,77, seguido pelo número e comprimento de raízes, com 0,75 e 0,74, respectivamente. Esses resultados indicam a possibilidade de ganhos altos com a seleção para características avaliadas.

A alta herdabilidade nesse contexto é um fator relevante, pois indica que uma porção significativa da variação observada no enraizamento é atribuída à variação genética. Isso implica que a seleção de indivíduos com melhor capacidade de enraizamento pode resultar em um aumento na frequência de genes favoráveis na população, contribuindo para um melhor desempenho no enraizamento nas gerações futuras.

Estudos têm sido realizados para explorar a variabilidade genética no enraizamento de diferentes espécies vegetais, com o objetivo de identificar materiais genéticos com características superiores e desejáveis nesse aspecto. Pesquisas demonstraram que a alta herdabilidade no enraizamento está associada a um maior potencial de ganho genético (SILVA *et al.*, 2018). Isso significa que a seleção de indivíduos com melhores características de enraizamento pode resultar em um aumento na taxa de sucesso no enraizamento de estacas ou propagação por outros métodos.

Estudos em espécies como *Pinus* spp. têm demonstrado que a seleção de genótipos com alta herdabilidade no enraizamento resultou em ganhos significativos na produção de mudas com sistemas radiculares mais desenvolvidos (GOULART *et al.*, 2017).

Tabela 23 – Classificação genotípica por efeito genotípico previsto (g) e média genotípica (u+g) para as variáveis SV (Sobrevivência), calos, enraizamento (%), N° de raízes, Craíz (Comprimento médio de raízes), FO (Folha original), brotação e N° de folhas para clones de *Moquiniastrum polymorphum*.

Clone	SV (%)			Calos (%)			Enraizamento (%)			N° Raízes		
	RK	G	u + g	RK	g	u + g	RK	g	u + g	RK	G	u + g
3	12	-88,778	13,511	12	-87,134	116,667	10	-96,248	26,952	14	-0,5475	456
4	15	-147,883	76,005	15	-151,645	52,156	8	-72,932	50,268	10	-0,5013	0,0917
7	14	-132,559	91,329	14	-12,154	82,261	9	-82,258	40,942	9	-0,4782	0,1148
50	16	-163,206	60,682	16	-151,645	52,156	11	-98,579	24,521	7	-0,4321	0,161
64	13	-115,047	108,841	13	-104,337	99,464	15	-11,49	0,8299	15	-0,5475	0,0456
68	3	96,933	320,821	3	113,858	317,659	7	-65,066	58,133	11	-0,5145	0,0786
70	17	-180,719	43,169	17	-166,698	37,103	12	-105,574	17,626	8	-0,4782	0,1148
80	10	-64,925	158,963	9	-46,955	156,846	13	-112,377	10,823	12	-0,5338	0,0592
84	7	-0,3269	220,619	7	-0,0384	203,417	4	39,648	162,848	4	-0,2038	0,3893
99	11	-87,289	136,599	11	-84,628	119,173	16	-11,754	0,566	16	-0,5619	0,0312
152	1	523,232	74,712	1	500,304	704,105	1	625,035	748,235	1	39,068	44,999
165	9	-53,794	170,094	8	-35,006	168,794	6	-30,084	93,115	5	-0,2619	0,3312
171	5	46,691	270,579	5	47,696	251,497	17	-11,754	0,566	17	-0,5619	0,0312
190	4	73,213	297,101	4	89,197	292,998	3	41,316	164,516	3	-0,1551	0,4379
212	6	27,559	251,447	6	2,975	233,551	14	-112,377	10,823	13	-0,5338	0,0592
213	2	319,218	543,106	2	232,649	436,449	2	429,453	552,653	2	26,752	32,682
225	8	-49,375	174,513	10	-6,348	140,321	5	-0,9979	113,221	6	-0,2705	0,3225
Clone	Craíz			FO (%)			Brotação (%)			N° folhas		
	RK	G	u + g	RK	g	u + g	RK	g	u + g	RK	G	u + g
3	12	-10,185	0,1309	6	-0,9475	115,344	13	-114,747	5,735	11	-0,5148	0,1079
4	9	-0,7953	0,3541	14	-67,158	57,661	8	-50,808	121,289	8	-0,3081	0,3146
7	7	-0,7539	0,3955	10	-46,007	78,812	15	-121,141	50,956	12	-0,5148	0,1079
50	10	-0,9265	0,2229	15	-74,849	4,997	14	-114,747	5,735	13	-0,5148	0,1079
64	15	-10,576	0,0918	16	-80,617	44,202	12	-67,858	104,239	14	-0,5148	0,1079
68	8	-0,762	0,3874	5	0,2928	127,747	3	10,87	280,797	3	0,4743	1,1
70	11	-1,007	0,1424	17	-95,999	2,882	17	-146,717	2,538	15	-0,5148	0,1079
80	13	-10,301	0,1192	4	15,602	140,421	16	-139,842	32,255	10	-0,4867	0,136
84	4	0,1051	12,545	7	-22,485	102,334	7	-17,956	154,141	5	0,0344	0,6571
99	16	-10,865	0,0629	12	-58,176	66,643	10	-55,676	116,421	16	-0,5463	0,0763
152	2	50,043	61,537	1	312,615	437,434	1	416,533	58,863	2	10,623	16,849
165	6	-0,4862	0,6631	8	-27,624	97,195	9	-54,182	117,915	17	-0,5463	0,0763
171	17	-10,865	0,0629	13	-58,176	66,643	5	59,387	231,484	7	-0,1076	0,515
190	3	0,3801	15,295	3	38,595	163,414	4	6,002	232,117	6	-0,1014	0,5213
212	14	-10,301	0,1192	11	-48,671	76,148	6	55,176	227,274	4	0,2949	0,9176
213	1	57,227	68,721	2	250,122	374,941	2	24,319	415,287	1	31,096	37,322
225	5	-0,172	0,9774	9	-30,625	94,194	11	-59,333	112,764	9	-0,3081	0,3146

Em que: RK = Ranking. Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Nota-se, na Tabela 22, um coeficiente de variação genética ($CV_{gi}\%$) elevado para todas as variáveis analisadas, variando de 86,55 a 191,19. Esses valores indicam uma ampla diversidade genética na população estudada, demonstrando um alto potencial para a realização de seleção e melhoramento genético. De acordo com Souza (2021), os caracteres que apresentam as estimativas mais altas de $CV_{gi}\%$ são os mais promissores para a seleção de genótipos superiores, uma vez que a maior parte da variação observada nesses caracteres é atribuída ao genótipo.

Neste trabalho, observa-se que as variáveis enraizamento, número de raízes, comprimentos de raízes e número de novas folhas foram identificadas como aquelas que apresentaram os maiores valores de $CV_{gi}\%$ (Tabela 22), indicando que são as características mais adequadas para a seleção de genótipos superiores. No entanto, segundo Resende (2002) valores de CV_{gi} acima de 10% já são considerados suficiente para a seleção de genótipos.

Foi observada uma ampla variação nas médias genotípicas entre os genótipos estudados (Tabela 23). Para a variável enraizamento, esses valores variaram de 0,56 no genótipo 99 a 74,8 no genótipo 152. Destaca-se o genótipo 152, que apresentou as melhores médias em quase todas as variáveis avaliadas, exceto pelo comprimento de raízes e número de novas folhas, onde ele obteve as segundas melhores médias. Outros clones que se destacaram foram 213 e 190, os quais apresentaram altas porcentagens de sobrevivência e enraizamento, além de um bom desempenho nas outras variáveis estudadas.

Alguns clones que apresentaram maior valor genotípico para o enraizamento de estacas não foram os mesmos que apresentaram os maiores valores genotípicos para a presença de calos. Essa falta de correlação entre essas características já havia sido observada, conforme mencionado no Capítulo II. Embora em condições adequadas a formação de calos e o enraizamento possam ocorrer simultaneamente, eles são processos independentes, como destacado por Arteca (1996).

Observa-se que vários genótipos apresentaram valores negativos de efeito genotípico previsto (g), o que pode indicar um desempenho inferior desses genótipos em relação à média da população ou a um genótipo de referência. Essa observação ressalta a importância de analisar e considerar cuidadosamente o desempenho desses genótipos ao tomar decisões relacionadas à seleção ou ao melhoramento genético.

De maneira geral a análise dos parâmetros genéticos relacionados ao enraizamento de estacas proporcionou uma base sólida para o desenvolvimento de estratégias de seleção e melhoramento genético mais eficientes. Essa abordagem permite direcionar os esforços para os

genótipos mais promissores, maximizando o potencial de sucesso no enraizamento de estacas e contribuindo para a obtenção de plantas com características desejáveis para a silvicultura.

6.6 CONCLUSÕES

As variáveis de germinação e TMG, foram mais influenciadas por fatores genéticos, enquanto o IVG tende a ser mais influenciado por outros fatores externos. Em relação a propagação vegetativa, praticamente todas as variáveis avaliadas mostraram-se mais influenciadas por fatores genéticos.

Os valores de CV_{gi} encontrados sugerem uma alta diversidade genética dentro da população estudada, o que é promissor para a seleção e o melhoramento genético dessas características. Essa diversidade genética oferece oportunidades para identificar e selecionar genótipos superiores

Os caracteres analisados demonstraram valores elevados de herdabilidade, o que sugere que há uma proporção significativa da variação total dessas características que é controlada por fatores genéticos.

Para a seleção de genótipos superiores em relação às sementes, os caracteres mais indicados são a germinação e o TMG. Já para a propagação vegetativa, são o enraizamento, o número e o comprimento das raízes, e o desenvolvimento de novas folhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIZEN, M. A., & HARDER, L. D. **The Global Stock of Domesticated Honey Bees Is Growing Slower Than Agricultural Demand for Pollination.** *Current Biology*, 17(11), 1–4, 2007.
- ALMEIDA, F. D.; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M. **Propagação vegetativa de árvores selecionadas de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. por estaquia.** *Revista Árvore*, v. 31, n. 3, p. 445-453, 2007.
- AOKI, H.; LEITE FILHO, J. **Influência do espaçamento na conformação do fuste do camará (*Moquiniastrum polymorphum* (Less.) Cabr.** *Revista do Instituto Florestal de São Paulo*, v.22, n.2, p.289-295, 2010.
- ARAMBARRI, A. M.; FREIRE, S. E.; COLARES, M. N.; BAYON, N.D.; NOVOA, M.C.; MONTI, C.; STENGLEIN, S. A. **Leaf anatomy of medicinal shrubs and trees from misiones Forest of the Paranaense province (Argentina).** Part 2. *Bol. Soc. Argent. Bot.*, 43, 31-60, 2008.
- ARTECA, R. N. *Plant growth substances: principles and applications.* Springer Science & Business Media, 1996.
- AZERÊDO, G.A. **Qualidade Fisiológica de Sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth.** Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul: guia de identificação e interesse ecológico.** Instituto Souza Cruz: Pallotti, 70p, 2002.
- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. **A classification system for seed dormancy.** *Seed Science Research*, Cambridge, v. 14, n. 01, pp 1-16, 2004.
- BASTOS, M. S., SAALFED, R. M., COSTA, B. P., GARCIA, M. C., ANTUNES, K. H., RODRIGUES, K. F., MELO, D., SANTARÉM, E. R., OLIVEIRA, J. R. ***Moquiniastrum polymorphum* subsp. *polymorphum* extract inhibits the proliferation of an activated hepatic stellate cell line (GRX) by regulating the p27 pathway to generate cell cycle arrest.** *Journal of Ethnopharmacology*, v. 303, p. 116056, 2023.

BELNIKI, A. C., RABEL, L. A. D. N., GOMES, E. N., & ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. **Does the presence of leaves on coleus stem cuttings influence their rooting?** *Ornamental Horticulture*, 24, 206-210, 2018.

BERTI, C. L. F. **Variação genética para os caracteres fisiológicos, bioquímicos e nutricionais em sementes de uma população base de *Myracrodruon urundeuva* procedente de Aquidauana-MS**, 2013.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. Springer Science & Business Media, 2013.

BIERNASKI, F.A.; HIGA, A. R.; SILVA, L. D. **Variedade genética para caracteres juvenis de progênies de *Cedrela fissilis* Vell.: subsídio para definição de zonas de coleta e uso de sementes**. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.36, n.1, p.49-58, 2012.

BOWER, Q. D.; AITKEN, S. N. **Ecological genetics and seed transfer guidelines for *Pinus albicaulis*** (Pinaceae). *American Journal of Botany*, v.95, n.1, p.66-76, 2008.

BRANDÃO, M.; LACA-BUENDIA, J. P.; MACEDO, J. F. ***Grevillea robusta* A. Cunn.** In: *Árvores nativas e exóticas do Estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte: EPAMIG, p.429, 2002.

BRASIL, Lei nº 10.711, de 05 de agosto de 2003. **Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas e dá outras providências**. *Diário Oficial da União*, 06 de agosto de 2003.

BRASIL. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária /ACS. 399 p, 2009.

BRASIL. Decreto nº 10.586, de 18 de dezembro de 2020, (2020). <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.586-de-18-de-dezembro-de-2020-295257581>

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm.

BRASIL. Lei nº 6.905, de 12 de fevereiro de 1998 - **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências**.

- BRONDANI, G. E.; WENDLING, I.; ARAÚJO, M. A.; SANTIN, D.; BENEDETTI, E. L.; ROVEDA, L. F. **Composições de substratos e ambiente de enraizamento na estaquia de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.** Revista Floresta, v. 39, n. 1, p. 41-49, 2009
- BUENO, N. R.; CASTILHO, R. O.; COSTA, R. B.; POTT, A.; POTT, V. J.; SHCEIDT, G. N.; BATISTA, M. S. **Medicinal plants used by the Kaiowá and Guarani 120 indigenous populations in the Caarapó Reserve**, Mato Grosso do Sul, Brazil. Acta Bot. Bras., 19, 39-44, 2005.
- CABRERA, L. A. & KLEIN, R.M. **Compostas – tribo Mutisieae, in Reitz, R.** Flora Ilustrada Catarinense, Ed. Por Raulino Reitz, 1-124, 1973.
- CÂMARA, F. M. M., DE CARVALHO, A. S., MENDONÇA, V., DA CRUZ PAULINO, R., & DIÓGENES, F. É. P. **Sobrevivência, enraizamento e biomassa de miniestacas de aceroleira utilizando extrato de tiririca.** Comunicata Scientiae, 7(1), 133-138, 2016.
- CARNEIRO, A. M. Fruticultura. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa. 493p, 2004.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes; ciência, tecnologia e produção.** 3. Ed. Campinas: Fundação Cargill, 424p.1998.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes; ciência, tecnologia e produção.** 3. Campinas: Fundação Cargill. 429p. 1983.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras.** Embrapa Florestas, Colombo: 1040p, 2003.
- CASTELLANI, E. D.; AGUIAR, I. B.; PAULA, R. C. **Colheita de frutos, extração e beneficiamento de sementes de solanáceas arbóreas.** Informativo ABRATES, Brasília, DF, v.17, n.1, 2, 3, p.69-75, 2007.
- CHAMBEL, M. R., CLIMENT, J., ALÍA, R., & VALLADARES, F. **Phenotypic plasticity: a useful framework for understanding adaptation in forest species.** Forest Systems, 14(3), 334-344, 2005.
- CHAVES, M. M. F.; RAMALHO, R. da S. **Estudos morfológicos em sementes, plântulas e mudas de duas espécies arbóreas pioneiras da família Asteraceae (*Vanillosmopsis erythropappa* Sch. Bip. e *Vernonia discolor* (Spreng.) Less.** Revista árvore, v. 20, n. 1, p. 1-7, 1996.

CNCFlora – **Centro Nacional de Conservação da Flora** (2012.2). Disponível em: <
<http://cncflora.jbrj.gov.br/portal>.

CORRÊA, B. J. S. "**Fenofases reprodutivas, biologia floral e qualidade de sementes de *Moquiniastrum polymorphum* (Cabrera) G. Sancho no sudoeste do Paraná.**" Bachelor's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.

COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V.; CONTINI, A. Z.; REGO, F. L. H.; ROA, R. A. R.; MARTINS, W. J. **Avaliação genética de indivíduos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) na região de Carapó, MS**, pelo procedimento REML/BLUP. *Ciência Florestal*, v. 15, n. 4, p. 371-376, 2005.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV, 585 p, 2006.

CUNNINGHAM, R. A. **Provisional tree and shrub seed zones for the Great Plains**. Great Plains Agricultural Council Publication, v.71, p.1-15, 1975

DALASTRA, I., SCALON, S. P. Q., FREITAS, R. L., & PELISSARI, A. **Efficiency of blowers in maize seed classification**. *Journal of Seed Science*, 40(2), 202-208, 2018.

DAVIES JR., F. *et al.* **Plant propagation: principles and practices**. 9. ed. London: Pearson, 1004p, 2017.

DE MORAES G. V., DA SILVEIRA M, A., DE OLIVEIRA P. D. **Genus *Moquiniastrum* (Asteraceae): Overview of Chemical and Bioactivity Studies**, *Current Bioactive Compounds* 15(4), 2019.

DIAS, P. C.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. S.; FÉLIX, G. de A.; PIRES, I. E. "**Resgate vegetativo de árvores de *Anadenanthera macrocarpa*.**" *Cerne* 21: 83-89, 2015.

DOUSSEAU, S., ALVARENGA, A. A. D., ARANTES, L. D. O., OLIVEIRA, D. M. D., & NERY, F. C. (2008). **Germinação de sementes de tanchagem (*Plantago tomentosa* Lam.): influência da temperatura, luz e substrato**. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, n. 2, p. 438-443, 2008.

DURIGAN, G., FIGLIOLIA, M. B., KAWABATA., GARRIDO, M. A. de O. & BAITELLO, J. B. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. São Paulo: Páginas & Letras, 1997.

DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M. B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M. A. O.; BAITELLO, J. B. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. L^a ed., São Paulo: Instituto Florestal, 2002.

DUTRA, A. F., ARAUJO, M. M., RORATO, D. G., & MIETH, P. **Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Luehea divaricata* Mart. et. Zucc. em diferentes substratos**. *Ciência Florestal*, v. 26, n. 2, p. 411-418, 2016

ELDRIDGE, K., DAVIDSON, J., HARWOOD, C., & WYK, G. V. **Eucalypt domestication and breeding**. Clarendon Press. Clarendon Press, 1994.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI). **Banco de dados de variáveis ambientais de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2020. 20p. (Epagri, Documentos, 310) - ISSN 2674-9521 (On-line)

FACCHINELLO, J.C. *et al.* **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2.ed. Pelotas: Universitária, 178p, 1995.

FACHINELLO, JC, A. HOFFMANN, JC NACHTIGAL, E. KERSTEN, and GR de L. FORTES. "**Propagação de frutíferas de clima temperado**." *Pelotas: Gráfica Universitária da UFPEL*, 1995.

FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics**. London: Longman. 365p, 1976.

FARIA, J. C. T. "**Qualidade de sementes e produção de mudas de *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho**.", 2016.

FARIA, J. C. T., MELO, L. A., ASSUMPCÃO, C. R. M., BRONDANI, G. E., BREIER, T. B., & FARIA, J. M. R. **Physical quality of seeds of *Moquiniastrum polymorphum***. *Brazilian Journal of Biology*, 79(1), 63–69, 2019.

FEITOSA, S. S.; DAVIDE, A. C.; TONETTI, O. A. O.; FABRICANTE, J. R.; LUI, J. J. **Estudos de viabilidade de sementes de candeia (*Eremanthus erythropappus* (dc.) macleish)** por meio de testes de germinação e raios X. *Floresta*, v. 39, n. 2, p. 393-399, 2009.

FELIPPI M, MAFFRA CRB, CANTARELLI, EB, ARAÚJO MM, LONGHI SJ. **Fenologia, morfologia e análise de sementes de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud.** *Ciência Florestal* 22: 631-641, 2012.

FENNER, M., & THOMPSON, K. **The ecology of seeds**. Cambridge University Pres, 2005.

- FERNANDES, J. S. C.; RESENDE, M. D. V.; STURION, J. A.; MACCARI Jr., A. **Estudo comparativo de delineamentos experimentais para estimativas de parâmetros genéticos em erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. – Hil.)** Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 28, n. 5, p. 663- 671, 2004.
- FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais.** Colombo: Embrapa Florestas, 2004.
- FERREIRA, A. G. & BORGHETTI, F. **Germinação: do Básico ao Aplicado.** Porto Alegre: Artmed. 254 p, 2004.
- FERREIRA, M.; SANTOS, PET dos. **Melhoramento genético florestal dos Eucalyptus no Brasil breve histórico e perspectivas.** Tree improvement strategies; proceedings, 1997.
- FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. **Análise de sementes.** In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M.B (Coord.). Sementes florestais tropicais. Brasília: ABRATES, p. 137-174, 1993.
- FLORIANO, E. P. **Germinação e dormência de sementes florestais.** Caderno Didático, v. 2, 2004.
- FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê.** 5. ed. Passo Fundo: Ed. da UPF, 734p, 2011.
- FORTES, F. D. O., LÚCIO, A. D. C., LOPES, S. J., CARPES, R. H., & SILVEIRA, B. D. D. **Agrupamento em amostras de sementes de espécies florestais nativas do Estado do Rio Grande do Sul-Brasil.** Ciência Rural, 38, 1615-1623, 2008.
- FOWLER, S. V. **Pollination by bees and flies of selected tree species in New Zealand: implications for forest restoration.** New Zealand Journal of Ecology, 42(1), 76–86, 2018.
- FRANZON, R. C.; GONÇALVES, R. S.; ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. C. B. **Propagação vegetativa de genótipos de pitangueira do sul do Brasil por enxertia de garfagem.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 32, n. 1, 262-267, 2010.
- FREITAS, K. A, DE. **"O gênero *Moquiniastrum* (Asteraceae, Gochnatioideae, Gochnatieae) na região sul do Brasil."**, 2014.
- FREITAS, L. B.; BEREL, F. **Genética e evolução vegetal.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande Sul, 2003.

- GALETTI, M.; PIZO, M. A.; MORELLATO, P. **Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes.** In: **Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre.** 4 L. Universidade Federal do Paraná e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, p.395-422, 2003.
- GARLET, T. M. B.; IRGANG, B. E. **Plantas medicinais utilizadas na medicina popular por mulheres trabalhadoras rurais de Cruz Alta, Rio Grande do Sul.** Rev. Bras. Pl. Med., 4, 9-18, 2001
- GHAZOUL, J. **Pollen and Pollinators.** In *Floral Biology* (pp. 175–202). Springer International Publishing, 2015.
- GOGOSZ, A. M., BOERGER, M. R. T., COSMO, N. L., & NOGUEIRA, A. C. **Morfologia de diásporos e plântulas de espécies arbóreas da floresta com araucária, no sul do Brasil.** Floresta, 45(4), 819-832, 2015.
- GONÇALVES, T. M. **Teste de viabilidade e germinação de sementes de milho e feijão: uma proposta de atividade experimental de Botânica para o Ensino Médio.** Research, Society and Development, 2021.
- GOULART, M. F., GONÇALVES, F. M. A., RESENDE, M. D. V., MORAES, M. L. T., & CASTRO, R. V. O. **Herdabilidade e ganho genético na propagação vegetativa de *Pinus caribaea* var. hondurensis.** Cerne, 23(1), 47-54, 2017.
- GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. A. **Micropropagação.** In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas.** Embrapa-SPI/Embrapa-CNPq, v.1, p.43-76, 1998.
- GRIGORIADOU, K., SARROUPOULOU, V., KRIGAS, N., MALOUPA, E., TSOKTOURIDIS, G. **GIS-Facilitated Effective Propagation Protocols of the Endangered Local Endemic of Crete *Carlina diae* (Rech. f.) Meusel and A. Kástner (Asteraceae): Serving Ex Situ Conservation Needs and Its Future Sustainable Utilization as an Ornamental.** Plant, 9, 1465, 2020.
- GROSSNICKLE, S.C.; MACDONALD, J.E. **Seedling Quality: History, Application, and Plant Attributes.** Forests, 9, 283, 2018.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR, F. T.; GENEVE, R. L. Hartmann and Kester's **Plant propagation: principles and practices.** 8. ed., 927 p., 2014.

- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR, F. T.; GENEVE, R. L. Hartmann and Kester's **Plant propagation: principles and practices**. 8. ed., 915 p., 2011
- HERPPICH, W. B., HERBERT, G., HERPPICH, S., & LEUSCHNER, C. **Pressure-flow-relation of sieve tube systems in apical and basal parts of different vertically oriented branches of *Fagus sylvatica* L.** *Journal of Experimental Botany*, 52(358), 939-946, 2001.
- HOLLAND, J. B. **Estimating genetic correlation coefficients between environments using coefficient of parentage data.** *Crop Science*, 46(2), 641-654, 2006.
- HOLSINGER, K.E. **Reproductive systems and evolution in vascular plants.** *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 97, 7037-7042, 2000.
- HUSBAND, B. C., & SCHEMSKE, D. W. **Evolution of the magnitude and timing of inbreeding depression in plants.** *Evolution*, 50(1), 54-70, 1996.
- ISTA. International rules for seed testing. **Zurich: Seed Science and Tecnology**, 1993. n. 21, 363p, 1993.
- IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. **Fitossociologia de um trecho de Floresta Estacional Semidecidual em Itatinga, São Paulo, Brasil.** *Scientia Forestalis*, n.56, p.83-99, 1999.
- IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R.; SOUZA, V. C. **The importance of the regional floristic diversity for the forest restoration successfulness.** In: RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; GANDOLFI, S. (eds.). *High diversity forest restoration in degraded areas*. New York: Nova Science Publishers. 286p, 2007.
- JOHNSON, S. D., STEINER, K. E., & PAULSEN, T. R. **The Pollination niche and its role in the diversification and maintenance of the southern African flora.** *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1539), 499–516, 2010.
- KAGEYAMA, P. Y. **Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden.** 125 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1980
- KAGEYAMA, P. Y., & VENCOVSKY, R. (1983). **Genetic variation in progenies of a population of *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden [Brazil].** *IPEF-Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais*. 1983.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. **Recuperação de áreas ciliares**. In: R.R. RODRIGUES e H. F. LEITÃO-FILHO. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp/Fapesp, 2004.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B.; SOUZA, L.M.I. **Conseqüências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas**. Série Técnica IPEF, v.12, n.32, p.65-70, 1998.

KARASAWA, M.M.G.; DORNELAS, M.C.; ARAÚJO, A.C.G. & OLIVEIRA, G.C.X. **Biologia e genética dos sistemas reprodutivos**. Pp. 26-52. In: Karasawa, M.M.G. (ed.) **Diversidade reprodutiva de plantas**. Ribeirão Preto. Sociedade Brasileira de Genética. 113p. 2009.

KEENAN, R. J.; GREGORY A. R.; FRÉDÉRIC A.; JOBERTO V. DE F.; ALAN G.; ERIK L. **"Dynamics of global forest area: Results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015."** *Forest Ecology and Management* 352: 9-20, 2015.

KITTELSON, P. M., & MARON, J. L. **Outcrossing rate and inbreeding depression in the perennial yellow bush lupine, *Lupinus arboreus* (Fabaceae)**. *American Journal of Botany*, 87(5), 652-660, 2000.

KOORNNEEF, M.; BENTSINK, L.; HILHORST, H. **Seed dormancy and germination**. *Current Opinion in Plant Biology*. v. 5, p. 33-36, 2002.

KOSINSKI, G. **Empty seed production in European larch (*Larix decidua*)**. *Forest Ecology and Management*, 19: 241-246, 1987.

LOBO, G. A., SANTANA, D. G. D., SALOMÃO, A. N., REHBEIN, L. S., & WIELEWICKI, A. P. **A technological approach to the morphofunctional classification of seedlings of 50 Brazilian forest species**. *Journal of Seed Science*, 36, 87-93, 2014.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2014.

LOVELESS, M. D.; HAMRICK, J. L. **Ecological determinants of genetic structure in plant populations**. *Annual Review Ecology Systematics*, v.15, p.65-95, 1984.

- LOVELESS, MARILYN D., AND JAMES L. HAMRICK. "Ecological determinants of genetic structure in plant populations." *Annual review of ecology and systematics* 15, no. 1: 65-95, 1984.
- MACHADO, D. F. M. "Estudo da germinação e do efeito de *Trichoderma spp.* no crescimento de *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera." (2012).
- MACHADO, D. F. M.; SILVA, A. C. F. **Trichoderma no controle in vitro de fungos presentes em diásporos de *Gochnatia polymorpha***. Revista de Ciências Agrárias, v. 36, n.2, 2013.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 56 de 08 de dezembro de 2011. **Regulamenta a produção, a comercialização e a utilização de sementes e mudas de espécies florestais, nativas e exóticas**. Diário Oficial da União, 09 de dezembro de 2011.
- MEDRADO, M.J.S. *et al.* **Recuperação de ervais degradados**, Comunicado Técnico, 86. Colombo: Embrapa Florestas, 6p, 2002.
- MONTEIRO, P. P. M.; RAMOS, F. A. **Beneficiamento e quebra de dormência de sementes em cinco espécies florestais do cerrado**. Revista Árvore, v.1, n.2, p.169-74, 1997
- MORAES, M. L. T. **Variação genética e aplicação da análise multivariada em progênies de *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis Barret e Golfari**. 2001. 124 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2001
- MOREIRA, F. M. S.; MOREIRA, F. W. **Características da germinação de sementes de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro**. Acta Amazonica, v.26, n1/2, p.3-16, 1996.
- MORI, E. S. **Genética de populações arbóreas: orientações para seleção e marcação de matrizes**. Instituto Florestal. Série Registros, v.25, p.35-44, 2003.
- MORS, W. B.; RIZZINI, C. T.; PEREIRA, N. A. **Medicinal Plants of Brazil**, Michigan: Reference Publications Inc., p. 60, 2000
- NASCIMENTO, B. **Resgate e propagação vegetativa de *I. paraguariensis* St. Hil.** Dissertação – Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, setor de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2018.

NASCIMENTO, B., SÁ, A. C. S., MORAES, C., SANTOS, J. C. P., PEREIRA, M. O., & NAVROSKI, M. C. **Rooting cuttings of *Ilex paraguariensis* native to southern Brazil according to mother tree genotype, rooting environment and IBA use.** Scientia Forestalis, 48(128), e3087. 2020.

NASCIMENTO, B.; SÁ, A. C. S.; LEMOS, L. B.; ROSA, D. P.; PEREIRA, M. O.; NAVROSKI, M. C. **Three epicormic shoot techniques in *I. paraguariensis* mother trees and its cutting according to the material rejuvenation degree.** CERNE, v. 24, n. 3, p. 240-248, 2018.

NASCIMENTO, B.; SÁ, A. C. S.; NAVROSKI, M. C.; PEREIRA, M. O. **Alturas de anelamento completo em *Ilex paraguariensis* para produção de brotações epicórmicas.** Pesquisa Florestal Brasileira, v. 39, p. 306-306, 2019.

NASCIMENTO, B.; SÁ, A. C. S.; SOUZA, G.; PEREIRA, M. O.; NAVROSKI, M. C. **Nitrogenated fertilization favors vegetative rescue and propagation of *Ilex paraguariensis*.** CERNE, v. 25, n. 1, p. 76-83, 2019.

NASCIMENTO, M. P. S. C. B.; OLIVEIRA, M. E. A. **Quebra da dormência de sementes de quatro leguminosas arbóreas.** Acta Botânica Brasílica, v.13, n.2, p.129-37, 1999.

NEGISHI, N.; NAKAHAMA, K.; URATA, N.; KOJIMA, M.; SAKAKIBARA, H.; KAWAOKA, A. **Hormone level analysis on adventitious root formation in *Eucalyptus globulus*.** New Forests, v.45, p.577-587, 2014.

NOGUEIRA, A. C. & MEDEIROS, A. C. de S. **Extração e beneficiamento de sementes florestais nativas.** Circular Técnica 131. Colombo: Embrapa. 7 p. 2007.

NOGUEIRA, G. S. *et al.* **Influência do número de folhas e da aplicação de IBA na estaquia caulinar de *Ficus benjamina* L.** Agrarian, Dourados, v. 10, n. 36, p. 113-119, 2017.

OLIVEIRA, T. P. F.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; CARVALHO, G. C. M. W. **Aplicação de AIB e tipo de miniestacas na produção de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* Mattos.** Ciência Florestal, v. 26, n. 1, p. 313-320, 2016.

OLIVEIRA, T. P. F.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; CARVALHO, G. C. M. W. **Aplicação de AIB e tipo de miniestacas na produção de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* Mattos.** Ciência Florestal, v. 26, n. 1, p. 313-320, 2016.

- ONO, E. O. AND RODRIGUES, J. D. **Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Funep (FCAV – Unesp), Jaboticabal, 1996.
- PAIVA, H.N.; GOMES, J.M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa: Imprensa Universitária UFV, 40p. 1993.
- PAIVA, J. R.; RESENDE, M. D. V.; CORDEIRO, E. R. **Índice multifeitos e estimativas de parâmetros genéticos em aceroleira**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília-DF, v. 37, n. 6, p. 799-807, 2002.
- PALANISAMY, C., RAMANATHAN, S., PALANISAMY, S., GANESAN, S. K. **Large Scale Multiplication of Casuarina junghuhniana Miq.** Clonal Plants through Mini-cutting Technique. Journal of Agricultural Science and Technology B 10, 98-105, 2020.
- PANERO, J. L.; FUNK, V. A. **The value of sampling anomalous taxa in phylogenetic studies: major clades of the Asteraceae revealed**. Molecular phylogenetics and evolution, v. 47, n. 2, p. 757-782, 2008.
- PEREIRA, G. P.; CARVALHO, R. I. N. **Valor cultural de semente de agapantos após classificação em soprador de sementes**. Scientia Agraria, v.9, n.4, p.439-443, 2008.
- PEREIRA, M. O.; NAVROSKI, M. C. **Rooting environments in *Sequoia sempervirens* mini-cuttings of clone a228**. CERNE, v. 25, n. 4, p.386-393, 2019.
- PEREZ, S. C. J. G. A.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. **Dormancy break and light effects on seed germination of *Peltophorum dubium* Taub.** Revista Árvore, v.23, n.2, p.131-37, 1999.
- PERRANDO, E.R.; CORDER, M.P.M., **Rebrota de cepas de *Acacia mearnsii* em diferentes idades, épocas do ano e alturas de corte**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.4, p.555-62, 2006.
- PILON, N. A. L.; UDULUTSCH, R. G.; DURIGAN, G. **Padrões fenológicos de 111 espécies de Cerrado em condições de cultivo**. Hoehnea, São Paulo, v.42, n.3, jun. 2015.
- PIMENTEL, N.; LENCINA, K. H.; KIELSE, P.; RODRIGUES, M. B.; SOMAVILLA, T. M.; BISOGNIN, D. A. **Produtividade de miniepas e enraizamento de miniestacas de clones de ervamate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.)**. Ciência Florestal, v. 29, n. 2, p. 559-570, 2019.
- PINTO, G. F. DE S., & KOLB, R. M. (2016). **Seasonality affects phytotoxic potential of five native species of Neotropical savanna**. Botany, 94(2), 81–89.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 289 p. 1985.

PUPIM, T. L., NOVEMBRE, A. D. da L. C., CARVALHO, M. L. M. de & CICERO, S. M. **Adequação do teste de raios X para avaliação da qualidade de sementes de Embaúba (*Cecropia pachystachya* Trec.)**. Revista Brasileira de Sementes, 30(2): 28-32, 2008.

REGO, S. S.; NOGUEIRA, A. C.; KUNIYOSHI, Y. S.; SANTOS, A. F. dos. **Germinação de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. em diferentes substratos e condições de temperaturas, luz e umidade**. Revista Brasileira de Sementes, v.31, n.2, p.212-220, 2009

RESENDE, M. D. V. **Análise estatística de modelos mistos via REML/BLUP na experimentação em melhoramento de plantas perenes**. Colombo: Embrapa Florestas, 101 p, 2000.

RESENDE, M. D. V. **Análise estatística de modelos mistos via REML/BLUP na experimentação em melhoramento de plantas perenes**. Colombo: Embrapa Florestas, 101 p. (Documentos, 47), 2000.

RESENDE, M. D. V.; PRATES, D. F.; JESUS, A.; YAMADA, C. K. **Estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML) e melhor predição linear não viciada (BLUP) em Pinus**. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 32/33, p. 18-45, jan./dez. 1996.

RIBEIRO, F.A.; COUTO, L.; GOMES, J.M.; BORGES, R.C.G. **Influência da anelagem reguladores de crescimento na indução de brotações de cepas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maidem**. Revista Árvore, Viçosa, v. 16, n. 3, p. 247-254, 1992.

RICHARDS, A. J. **Sistemas de melhoramento de plantas**. Garland Science, 1997

RORATO, D. G. **Germinação de sementes e crescimento Inicial de mudas de *Matayba eleagnoides* Radlk.** 33 f. Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

SÁ, F. P.; PORTES, D. C.; WENDLING, I.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. **Miniestaquia de erva-mate em quatro épocas do ano**. Ciência Florestal, v. 28 n. 4, p. 1431-1442, 2018.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Fisiologia vegetal**. México, D.F. : Grupo Editorial Iberoamérica, 759p, 1996.

SANCHO, G. e S. E. FREIRE. **Gochnatieae (Gochnatioideae) and Hyalideae (Wunderlichioideae p.p.). Systematics, evolution, and biogeography of Compositae.** Viena: IAPT; 965 p. 2009.

SANCHO, G. **Revision y filogenia de la seccion *Moquiniastrum Cabrera* del genero *Gochnatia Kunth* (Asteraceae, Mutisieae).** Fontqueria, v. 54. N. 5, p. 61-122, jun. 2000.

SANCHO, G.; FUNK, V.A.; ROQUE, N. ***Moquiniastrum* (Gochnatieae, Asteraceae): disentangling the paraphyletic *Gochnatia*.** Phytotaxa, 147, 26-34, 2013.

SANCHO, G.; ROQUE, N. ***Gochnatia*. In: Lista de espécies da flora do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2014.

SANTANA, C. A. A. **Estrutura e florística de fragmentos de florestas secundárias de encostas no município do Rio de Janeiro.** 147 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais, área de concentração em Conservação da Natureza) - Instituto de Florestas. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2002.

SANTIN, D.; BENEDETTI, E. L.; BRONDANI, G. E.; REISSMANN, C. B.; ORRUTÉA, A. G.; ROVEDA, L. F. **Nitrogênio, fósforo e potássio no crescimento de mudas de erva-mate.** Scientia Agraria, v. 9, n. 1, p. 59-66, 2008.

SANTOS JUNIOR, C. F. D., RECH, T. D., NAVROSKI, M. C., BOFF, P., & BOFF, M. I. C. **Resgate vegetativo de *Cedrela fissilis* Vell. por enraizamento de estacas de brotos epicórmicos e de copa.** Ciência Rural, 51, 2021.

SCHLEMPER, V.; FREITAS, S. A.; SCHLEMPER, S. R. M. **Antispasmodic effects of hydroalcoholic extract from *Gochnatia polymorpha* ssp. *floccosa* in the guinea pig Ileum.** Res. J. Med. Plant., 5, 288-294, 2011.

SCHWAEGERLE, K.E. **Quantitative genetic analysis of plant growth: biases arising from vegetative propagation.** Evolution, 59(6), 1259–1267, 2005.

SEBBENN, A. M. *et al.* **Parâmetros genéticos na conservação da cabreúva - *Myroxylon peruiferum* L. F. Allemão.** Scientia Florestalis, n.53, p.31-38, 1998.

SHIBATA, M.; DE OLIVEIRA, L. M.; PAVELSKI, L. G. **Tratamentos pré-germinativos e uso de soprador de sementes em *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera.** Revista Brasileira de Biociências, v. 14, n. 1, 2016

- SILVA, D. T. **Diversidade e estrutura genética de populações de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.** Dissertação, Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, setor de Agronomia. Universidade do Estado de Santa Catarina, 101 p., 2019.
- SILVA, H. S., BRONDANI, G. E., RODRIGUES, A. C., PETRY, H. B., & BRONDANI, R. P. **Herdabilidade e ganho genético em caracteres relacionados ao enraizamento em pessegueiro.** Revista Brasileira de Fruticultura, 40(1), e-956, 2018.
- SILVA, R. D.; SIQUEIRA, D. P.; CARVALHO, G. C. M. W.; SILVA, M. K. D; BARROSO, D. G. **Vegetative rescue of *Paratecoma peroba* adult trees: adventitious rooting of epicormic sprouts from detached branches.** Rhizosphere, n. 19, e100419, 2021.
- SILVERTOWN, J. 2008. **The evolutionary maintenance of sexual reproduction; evidence from ecological distribution of asexual reproduction in clonal plants.** International Journal of Plant Sciences, 169, 157-168, 2008.
- SMITH, J. M., JOHNSON, C., & JONES, L. **Genetic Variation in Populations. In Concepts in Populations Genetics** (pp. 25-42). Springer, Cham, 2018.
- SOCOLOWSKI, F.; CÍCERO, S. M. **Caracterização morfológica de embriões por imagens de raios X e relação com a massa e a qualidade fisiológica de sementes de *Tecoma stans* L. Juss ex Kunth (Bignoniaceae).** Revista Brasileira de Sementes, v.30, n.2, p.200-208, 2008.
- SOUSA, V. A., & HATTEMER, H. H. **Pollen dispersal and gene flow by pollen in *Araucaria angustifolia*.** Australian Journal of Botany, 51(3), 309-317. 2003.
- SOUZA, V. A.; HATTEMER, H. H. **Fenologia reprodutiva de *Araucaria angustifolia* no Brasil.** Boletim Pesquisa Florestal, Colombo, n. 47, p. 19-32, 2003.
- STEFANELLO, M. E. A.; CERVI, A. C.; JÚNIOR, A. W.; SIMIONATTO, E. L. **Óleo essencial de *Gochnatia polymorpha* (Less) Cabr. ssp *floccosa* Cabr.** Química Nova, v.29, n.5, p.999-1002, 2006.
- STUEPP, C. A. *et al.* **"Indução de brotações epicórmicas por meio de anelamento e decape em erva-mate."** *Ciência Florestal* 26: 1009-1022, 2016.
- STUEPP, C. A., ZUFFELLATO-RIBAS, K. C., WENDLING, I., KOEHLER, H. S., & BONA, C. **Vegetative propagation of mature dragon trees through epicormic shoots.** *Revista Bosque*, 35(3), 337-345, 2014.

STUEPP, C. A.; BITENCOURT, J.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. **Propagação de erva-mate utilizando brotações de anelamento e decepta em matrizes de duas idades.** Cerne, v. 21, n. 4, p. 519-526, 2015.

STUEPP, C. A.; BITENCOURT, J.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. **Métodos de resgate e idade cronológicas de plantas-matrizes no enraizamento de brotações epicórmicas de *Ilex paraguariensis*.** Ciência Florestal, v. 27, n. 4, p. 1409-1413, 2017.

STUEPP, C. A.; BITENCOURT, J.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. **Age of stock plants, seasons and IBA effect on vegetative propagation of *Ilex paraguariensis*.** Revista Árvore, v. 41, n. 2, 2017.

STUEPP, C. A.; WENDLING, I.; XAVIER, A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. **Vegetative propagation and application of clonal forestry in Brazilian native tree species.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 53, n. 9, p. 985-1002, 2018.

TAIZ, L., ZEIGER, E., MOLLER, I. M., MURPHY, A. **Fundamentals of plant physiology.** 1 ed, Sinauer Associates, 647 p, 2018.

TARRAGÓ, J.; SANSBERRO, P.; FILIP, R.; LÓPEZ, P.; GONZÁLEZ, A.; LUNA, C.; MROGINSKI, L. **Effect of leaf retention and flavonoids on rooting of *Ilex paraguariensis* cuttings.** Scientia Horticulturae, n. 103, p. 479–488, 2005.

TATE, H. T., & PAGE, T. **Cutting propagation of *Santalum austrocaledonicum*: the effect of genotype, cutting source, cutting size, propagation medium, IBA and irradiance.** New Forests, 49(4), 551–570, 2018.

TONETTI, O. A. O.; DAVIDE, A. C.; DA SILVA, E. A. A. **Qualidade física e fisiológica de sementes de *Eremanthus erythropappus* (DC.) Mac. Leish.** Revista Brasileira de Sementes, v.28, n.1, p.114-121, 2006.

TORGGLER, M. G.; CONTEL, E. P. B.; TORGGLER, S. P. **Isoenzimas: variabilidade genética em plantas.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 175 p, 1995.

VENCOVSKY, R. **Herança quantitativa.** In: PATERNIANt, E., coord. Melhoramento e produção do milho no Brasil Piracicaba, Marprint, p.122-201, 1978.

- VIEIRA, L.; MAGGIONI, R.; TOMASI, J.; NUNES GOMES, E.; WENDLING, I.; HELM, C.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. **Vegetative propagation, chemical composition and antioxidant activity of yerba mate genotypes**. *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization*, v. 1, n.1, p. 1-10, 2021.
- VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Eds.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 164p. 1994.
- VIGNOLO, G. K. *et al.* **Presença de folhas no enraizamento de estacas de amoreira-preta**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 44, n. 3, p. 467-472, mar. 2014.
- WENDLING, I., PAIVA, H. N. & GONÇALVES, W. **Técnicas de produção de mudas de plantas ornamentais**. Viçosa: Aprenda Fácil. 223 p. 2005.
- WENDLING, I.; BRONDANI, G. E. **Produção de mudas de erva-mate**. In: WENDLING, I.; SANTIN, D. *Propagação e nutrição de erva-mate*. EMBRAPA. 21 ed. 2015.
- WENDLING, I.; BRONDANI, G. E.; BIASSIO, A. de; DUTRA, L. F. **Vegetative propagation of adult *Ilex paraguariensis* trees through epicormics sprouts**. *Acta Scientiarum*, v.35, n.1, p.117-125, 2013
- WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; HOFFMANN, H. A.; BETTIO, G.; HANSEL, F. **Indução de brotações epicórmicas ortotrópicas para a propagação vegetativa de árvores adultas de *Araucaria angustifolia***. *Agronomía Costarricense*, v. 33, n. 2, p. 309-319, 2009.
- WENDLING, I.; TRUEMAN, S. J.; XAVIER, A. **Maturation and related aspects in clonal forestry-part II: reinvigoration, rejuvenation and juvenility maintenance**. *New Forests*, n. 1, p. 1-14, 2014.
- WILSON, E. O. *Biodiversity*. Washington: National Academy Press, 1986
- XAVIER A, SILVA RL. **Evolução da silvicultura clonal de *Eucalyptus* no Brasil**. *Agronomia Costarricense*. 34:93-98, 2010.
- XAVIER, A.; SANTOS, G. A. **Clonagem em espécies florestais nativas**. In: ROCHA, M. G. B. *Melhoramento de espécies arbóreas nativas*. Belo Horizonte: IEF, 173 p, 2002.
- XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal - princípios e técnicas**. Viçosa: UFV, 279 p., 2013.

XAVIER, M. A. "**Propagação vegetativa e conservação in vitro de *Astronium fraxinifolium* Schott.**" 2021.

YAMAMOTO, L. F.; KINOSHITA, L. S.; MARTINS, F. R. **Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da floresta estacional semidecídua montana.** Acta Botanica Brasilica, Feira de Santana, v. 21, n. 3, p. 553-573, 2007

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RODRIGUES, J. D. **Estaquia: uma abordagem dos principais aspectos fisiológicos.** Curitiba, 39p. 2001.