

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – Campus Rio Verde
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *Stricto Sensu* EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS – AGRONOMIA

**SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DE SEMENTES E
ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA
CARACTERES DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO EM
*Solanum scuticum***

Autor: Lourismar Martins Araujo

Orientador: Dr. Fernando Higino de Lima e Silva

RIO VERDE – GO
Junho-2024

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – Campus Rio Verde
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *Stricto Sensu* EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS – AGRONOMIA

**SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DE SEMENTES E
ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA
CARACTERES DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO EM
*Solanum scuticum***

Autor: Lourismar Martins Araujo

Orientador: Dr. Fernando Higino de Lima e Silva

Tese apresentada como parte das exigências para a obtenção do título de DOUTOR EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS – AGRONOMIA, no Programa de pós-graduação em Ciências Agrárias - Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – Fisiologia, bioquímica e pós-colheita de produtos vegetais.

RIO VERDE – GO
Junho-2024

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO

PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS

NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Tese (doutorado)

Dissertação (mestrado)

Monografia (especialização)

TCC (graduação)

Artigo científico

Capítulo de livro

Livro

Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente
 **LOURISMAR MARTINS ARAUJO**
Data: 01/07/2024 12:26:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Local

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado digitalmente



FERNANDO HIGINO DE LIMA E SILVA

Data: 01/07/2024 15:13:35-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

AAR663 Araujo, Lourismar Martins
s SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DE SEMENTES E ESTIMATIVA
DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERES DE
CRESCIMENTO E PRODUÇÃO EM *Solanum scuticum* /
Lourismar Martins Araujo; orientador Fernando
Higino de Lima e Silva; co-orientador Luciano
Rodrigo Lanssanova. -- Rio Verde, 2024.
60 p.

Tese (Doutorado em Ciências Agrárias - Agronomia)
-- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2024.

1. Jurubeba. 2. Tratamentos pré-germinativos. 3.
Variabilidade genética. 4. REML/BLUP. 5. Conservação.
I. Higino de Lima e Silva, Fernando, orient. II.
Rodrigo Lanssanova, Luciano, co-orient. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 52/2024 - GGRAD-RV/DE-RV/CMPRV/IFGOIANO

SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DE SEMENTES E ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERES DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO EM *Solanum scuticum*.

Autor: Lourismar Martins Araujo

Orientador: Dr. Fernando Higino de Lima e Silva

TITULAÇÃO: Doutorado em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

APROVADA em, 26 de junho de 2024.

Prof. Dr. Fernando Higino de Lima e Silva (Presidente)

Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira (Avaliador interno)

Prof. Dr. Eileen Azevedo Santos (Avaliador externo)

Prof. Dr. Luciano Rodrigo Lansanova (Avaliador externo)

Prof. Dr. Fabrício Ribeiro Andrade (Avaliador externo)

Documento assinado eletronicamente por:

- Luciano Rodrigo Lanssanova, Luciano Rodrigo Lanssanova - Professor Avaliador de Banca - Campus Caceres - Prof. Olegario Baldo (10784782000312), em 26/06/2024 19:34:39.
- Eileen Azevedo Santos, Eileen Azevedo Santos - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (10651417000500), em 26/06/2024 17:56:52.
- Marconi Batista Teixeira, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC0001 - CCMDAGRO-R, em 26/06/2024 17:23:55.
- Fabrício Ribeiro Andrade, Fabrício Ribeiro Andrade - Professor Avaliador de Banca - Campus Caceres - Prof. Olegario Baldo (10784782000312), em 26/06/2024 17:05:54.
- Fernando Higinio de Lima e Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 26/06/2024 17:03:52.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 26/06/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 610763

Código de Autenticação: 403084e3d2



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde

Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3624-1000

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me capacitar e dar coragem para encarar todos os desafios enfrentados ao longo dessa qualificação.

Ao IFMT, por oportunizar aos servidores esse DINTER, isso certamente trará frutos para nossa instituição.

Ao IFGoiano, pela oportunidade de qualificar-me nessa instituição que é exemplo para as outras da rede federal.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fernando Higino de Lima e Silva, pela paciência, pelos conhecimentos transmitidos e, principalmente, pela orientação humanizada e empática.

Ao meu querido amigo e colega de trabalho, Prof. Dr. Luciano Rodrigo Lansanova, pela grande contribuição na parte estatística e pelos conselhos dispensados a mim.

Aos membros da banca, pelas valiosas contribuições durante a correção deste trabalho, isso certamente irá elevar a qualidade científica.

Ao Prof. Dr. Samuel Laudelino da Silva, pessoa que despertou em mim o interesse pela espécie, um grande entusiasta desta pesquisa.

Aos discentes, voluntários e bolsistas do IFMT campus Juína, que me ajudaram na desafiante coleta de dados.

A minha esposa, Thalita Neves Marostega, pela companhia e parceria de vida; minha inspiração e devoção diária.

Aos meus filhos, Miguel e Alice, por todo amor emanado, mesmo nos dias mais difíceis, vocês sempre estavam comigo, recarregando minhas energias com seu amor.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Lourismar Martins Araújo, nascido em Porto Alegre do Norte-MT, no primeiro dia de fevereiro de 1990, é filho de Lourival Martins Araújo e Diná Ferreira da Silva Araújo. Concluiu o ensino médio integrado ao curso técnico em agropecuária em dezembro de 2007, na Escola Agrotécnica Federal de Cáceres, atualmente conhecida como IFMT campus Olegário Baldo. Em fevereiro de 2008, ingressou no curso superior em Agronomia da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), concluindo-o com o título de Engenheiro Agrônomo em fevereiro de 2012. Nesse mesmo ano, assumiu as funções de secretário de meio ambiente e chefe de gabinete na Prefeitura Municipal de Canabrava do Norte-MT. No ano seguinte, atuou como assistente técnico de vendas na empresa Vital Force, na região de Lucas do Rio Verde-MT. Ainda em 2013, tomou posse como professor, em regime de dedicação exclusiva, no IFMT campus Juína, lecionando nas disciplinas de Olericultura e Cadeias Produtivas. Em março de 2014, ingressou no programa de Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas na UNEMAT, dedicando-se à identificação de genótipos de pimenta com alta concentração de compostos antioxidantes e concluiu o mestrado em novembro de 2015. Em 2021, foi selecionado, por edital interno, para o Doutorado Interinstitucional em Ciências Agrárias (DINTER), parceria entre o IFMT e o IFGoiano, sob a orientação do professor Dr. Fernando Higino de Lima e Silva, trabalhou com pré-melhoramento de jurubeba, concluindo o doutorado em junho de 2024.

ÍNDICE

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 REFERÊNCIAS.....	16
2 OBJETIVOS.....	20
3 CAPÍTULO I.....	21
3.1 INTRODUÇÃO.....	23
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
3.4 CONCLUSÃO.....	30
3.5 REFERÊNCIAS.....	31
4 CAPÍTULO II.....	34
4.1 Introdução.....	37
4.2 Material e métodos.....	38
4.3 Resultados.....	42
4.4 Discussão.....	49
4.5 Conclusão.....	54
4.6 Referências.....	55
5 CONCLUSÃO GERAL.....	60

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO II	
Tabela 1 - Procedências e progênes de <i>Solanum scuticum</i> M. Nee coletadas no ecótono Cerrado – Amazônia e avaliadas no IFMT campus Juína. Brasil, 2024.....	40
Tabela 2 – Análise de <i>Deviance</i> e estimativa de parâmetros genéticos para variáveis morfoagronômicas em progênes de meios-irmãos de <i>Solanum scuticum</i> M. Nee, do ecótono Cerrado - Amazônia, no município de Juína-MT, Brasil.	43

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO I	
Figura 1: Interação entre os tratamentos e grau de maturação dos frutos para a variável %G (A), IVG (B) e TMG (C) para <i>Solanum scuticum</i> M. Nee..	27
Figura 2: Modelo de Gompertz ajustado para a modelagem da porcentagem de germinação ao longo do tempo para <i>Solanum scuticum</i> M. Nee utilizando 500 ppm de Ácido Giberélico (GA ₃) por 24 horas de exposição.	30
CAPÍTULO II	
Fig. 1: Mapa do município de Juína, está localizado na região noroeste do estado de Mato Grosso, a distância de 750 km da capital, Cuiabá. A sede municipal está situada entre as coordenadas geográficas 11°22,84' e 11°28,06' de latitude e 58°42,78' e 58°49,06' de longitude..	39
Fig. 2: Estimativa da herdabilidade para variáveis morfoagronômicas em progênes de meios-irmãos de <i>Solanum scuticum</i> M. Nee no ecótono Cerrado-Amazônia, Juína-MT, Brasil.....	44
Fig. 3: Resultado dos BLUPs na avaliação de 15 progênes de meios-irmãos de <i>Solanum scuticum</i> M. Nee no ecótono Cerrado-Amazônia, Juína-MT, Brasil.....	46
Fig. 4: Análise de correlação genotípica entre variáveis morfoagronômicas, avaliados em 15 progênes de meios-irmãos de <i>Solanum scuticum</i> M. Nee no ecótono Cerrado-Amazônia, Juína-MT, Brasil.....	48

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

BLUP	- <i>Best Linear Unbiased Predictor</i>
REML	- <i>Restricted Maximum Likelihood</i>
mm	- Milímetros
PANC	- Planta alimentícia não convencional
H₂SO₄	- Ácido sulfúrico
min	- Minutos
GA₃	- Ácido giberélico
ppm	- Partes por milhão
IVG	- Índice de velocidade de germinação
TMG	- Tempo médio de germinação
%G	- Porcentagem de germinação
°C	- Graus celsius
N	- Normalidade
mL	- Mililitro
BOD	- <i>Biochemical Oxygen Demand</i>
BAGs	- Bancos ativos de germoplasmas
ANOVA	- Análise de variância
cm³	- Centímetro cúbico
cm	- Centímetro
g	- Grama
DBC	- Delineamento blocos ao acaso
DCOL-60	- Diâmetro do coleto aos 60 dias
DCOL-FC	- Diâmetro do coleto ao final do ciclo
DCOP-60	- Diâmetro da copa aos 60 dias
DCOP-FC	- Diâmetro da copa ao final do ciclo

NE	- Número de espinhos
NR	- Número de ramos
PROD	- Produção
h²	- Herdabilidade individual no sentido restrito
CV_{gi}%	- Coeficiente de variação genética aditiva individual
CV_{gp}%	- Coeficiente de variação genotípica entre progênes
CV_e%	- Coeficiente de Variação residual
CV_r	- Coeficiente de Variação relativa
ANADEV	- Análise de <i>deviance</i>
LRT	- Teste da razão de verossimilhança
ns	- Não significativo
Fig.	- Figura

RESUMO

ARAUJO, LOURISMAR MARTINS. Instituto Federal Goiano – campus Rio Verde – GO, junho de 2024. **Superação da dormência de sementes e estimativa de parâmetros genéticos para caracteres de crescimento e produção em *Solanum scuticum*.** Orientador: Prof. Dr. Fernando Higino de Lima e Silva. Coorientadores: Dr. Aurélio Rubio Neto e Dr. Luciano Rodrigo Lansanova.

A jurubeba de conserva é uma espécie nativa do Brasil com grande interesse cultural, comercial e ecológico. No entanto, a baixa germinação das sementes e a ausência de estudos relacionados ao melhoramento genético tem sido obstáculo para a conservação e exploração comercial. O objetivo deste estudo foi investigar a ocorrência de dormência em sementes da *Solanum scuticum* M. Nee, e estimar os parâmetros genéticos para caracteres de crescimento e produção, avaliadas em progênies originárias do ecótono Cerrado - Amazônia. A pesquisa sobre dormência foi realizada por meio de testes de germinação, utilizando tratamentos químicos, físicos e fisiológicos em sementes oriundas de frutos verdes e maduros. O tratamento com ácido giberélico a 500 ppm por 48 horas foi mais eficaz, apresentando a taxa de germinação de 84,5% para sementes de frutos maduros. Paralelamente, para estimar os parâmetros genéticos, foi conduzido um experimento utilizando mudas oriundas de sementes coletadas de 15 plantas matrizes do ecótono Cerrado – Amazônia. O experimento foi realizado a campo, utilizando o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições e três plantas por parcela. As estimativas dos parâmetros genéticos e a identificação de progênies geneticamente superiores foram obtidas através da metodologia REML/BLUP e estimados coeficientes de correlações genotípicos. Os resultados indicaram alta variabilidade genética, especialmente nas características de produção e diâmetro da copa ao final do ciclo, com herdabilidades de 57% e 70%, respectivamente. Estas

características também apresentaram correlações genotípicas positivas e significativas ($P < 0,05$). As progênies IFJU 14, 02, 09, e 12 são promissoras para utilização em programas de melhoramento genético, demonstrando valores genotípicos superiores para produção, diâmetro da copa e do coleto ao final do ciclo. O estudo proporcionou informações científicas que permitem compreender os mecanismos de dormência, além de destacar a variabilidade genética entre as progênies. Os resultados apresentaram avanços importantes, fundamentais para o desenvolvimento de estratégias de conservação e melhoramento genético mais eficazes.

PALAVRAS-CHAVE: jurubeba, tratamentos pré-germinativos, variabilidade genética, REML/BLUP, conservação.

ABSTRACT

ARAUJO, LOURISMAR MARTINS. Instituto Federal Goiano – Rio Verde Campus, Goiás, June 2024. **Overcoming seed dormancy and estimating genetic parameters for growth and production traits in *Solanum scuticum***. Advisor: Prof. Dr. Fernando Higino de Lima e Silva. Co-advisors: Dr. Aurélio Rubio Neto and Dr. Luciano Rodrigo Lansanova.

The pickled jurubeba is a native species from Brazil with significant cultural, commercial, and ecological interest. However, the low seed germination rate and the lack of studies related to genetic improvement have been obstacles to its conservation and commercial exploitation. The aim of this study was to investigate the occurrence of dormancy in seeds of *Solanum scuticum* M. Nee, and to estimate genetic parameters for growth and production traits, evaluated in progenies from the Cerrado-Amazon ecotone. Research on dormancy was carried out through germination tests using chemical, physical, and physiological treatments on seeds from green and ripe fruits. The treatment with gibberellic acid at 500 ppm for 48 hours was the most effective, showing a germination rate of 84.5% for seeds from ripe fruits. Simultaneously, to estimate genetic parameters, an experiment was carried out using seedlings from seeds collected from 15 parent plants from the Cerrado-Amazon ecotone. The experiment was carried out in the field, using a randomized block design, with four replications and three plants per plot. Estimates of genetic parameters and the identification of genetically superior progenies were obtained through the REML/BLUP methodology and estimated genotypic correlation coefficients. The results indicated high genetic variability, especially in production traits and canopy diameter at the end of the cycle, with heritabilities of 57% and 70%, respectively. These traits also showed positive and significant genotypic correlations ($P < 0.05$). The progenies IFJU 14, 02, 09, and 12 are promising for use in genetic improvement programs, showing superior genotypic values for production, canopy diameter, and stem base diameter at the

end of the cycle. The study provided scientific information that helps to understand the mechanisms of dormancy, in addition to highlighting genetic variability among the progenies. The results presented significant advancements, essential for the development of more effective conservation and genetic improvement strategies.

KEYWORDS: Jurubeba, pre-germinative treatments, genetic variability, REML/BLUP, conservation.

1 INTRODUÇÃO

A *Solanum scuticum* M. Nee, conhecida como jurubeba de conserva, juna, júina e joá-manso, pertence à família das Solanáceas. O nome da planta vem do tupi, com "yú" significando espinho e "peba" chato, uma referência às características físicas do fruto. A jurubeba é uma planta arbustiva e perene, distribuída por todo o território brasileiro e encontrada em diversos biomas como Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pampa (BRASIL, 2018).

A jurubeba, uma planta alimentícia não convencional (PANC), é notável por seus frutos amargos que enriquecem a culinária brasileira (da Silva *et al.*, 2019). Esses frutos, culturalmente valorizados em diversas regiões do Brasil (Oliveira *et al.*, 2023), são frequentemente consumidos em conserva ou com acompanhamento de pratos salgados. Devido ao seu sabor amargo distintivo, são utilizados em variedade de receitas, incluindo pratos com arroz, feijão, carnes e frango. Além disso, os frutos da jurubeba são utilizados na produção de um vinho aromatizado, apreciado como aperitivo (Lorenzi e Matos, 2008).

Além de seu uso culinário, os frutos da jurubeba têm longa tradição na medicina popular como fitoterápico. Atribuem-se ao fruto propriedades benéficas para o tratamento de problemas hepáticos, má digestão e azia, segundo Mendonca e Lopes (2019). Esta aplicação medicinal reforça o valor terapêutico da planta, amplamente reconhecido em diversas comunidades pelo Brasil.

Adicionalmente, vários estudos têm associado à jurubeba resistência genética a várias doenças que afetam as solanáceas, como *Verticillium dahliae* (Miranda *et al.*, 2010), o *Fusarium oxysporum* (Pereira *et al.*, 2018), a *Ralstonia solanacearum* (Lopes e Mendonça, 2016), além de resistência ao nematoide de galhas (*Meloidogyne javanica*) (Cardoso *et al.*, 2019; Pinheiro *et al.*, 2020).

Apesar de todo potencial agrônomo para uso como porta-enxerto em tomateiro, beringela, jiló e giboma (Pereira *et al.*, 2018), a baixa porcentagem de germinação das sementes tem sido o principal impedimento para o uso comercial dessa espécie (Ribeiro e Santos, 2020).

Essa baixa germinação pode ocorrer em função da presença de dormência nas sementes, impactando diretamente na propagação da planta. A dormência é um fenômeno presente em algumas espécies que, mesmo estando viáveis e dispostas de todas as condições ambientais adequadas, não dão início ao processo de germinação (Azania *et al.*, 2009).

Embora a dormência seja um fenômeno geralmente indesejado pelos produtores, desempenha papel crucial na sobrevivência de muitas espécies. De acordo com Jang *et al.* (2022), essa característica permite que plantas não domesticadas prosperem mesmo sob condições ambientais adversas, contribuindo para a manutenção da diversidade genética ao longo do tempo. Além disso, Baskin e Baskin (2004) relataram que, em um quantitativo de 5.520 espécies de plantas analisadas globalmente, 69,9% apresentaram dormência.

A dormência em sementes pode ser classificada em diversas formas, (Bewley *et al.*, 2013) a classificou em dois principais mecanismos de dormência: dormência do embrião e dormência imposta pelos envoltórios. No caso da dormência do embrião, os fatores incluem inibição metabólica e imaturidade do embrião. Já a dormência imposta pelos envoltórios engloba a impermeabilidade dos tegumentos, a presença de inibidores químicos e restrição mecânica, além de outros fatores.

A dormência fisiológica ocorre devido a mecanismos fisiológicos específicos que impedem a protusão da raiz primária do embrião. Essa dormência pode ser classificada em três níveis: profunda, intermediária e superficial. A dormência profunda é típica de algumas espécies de frutíferas de clima temperado, que necessitam de longos períodos de baixas temperaturas para superar essa condição. Essa forma de dormência distingue-se das outras pelo fato de o embrião não crescer ou gerar plântulas anormais, mesmo quando isolado da semente. Já as dormências fisiológicas intermediária e superficial são mais comuns e exigem o isolamento do embrião para a geração de plântulas normais (Vivian *et al.*, 2008).

Compreender os mecanismos que regulam a dormência é essencial para pesquisadores, especialmente aqueles que trabalham na conservação da variabilidade

genética de espécies silvestres (Nečajeva *et al.*, 2021; Passos *et al.*, 2004). Essa compreensão é crucial para melhoristas interessados em iniciar programas de melhoramento genético com essa espécie.

Para a conservação ou exploração de uma espécie em programas de melhoramento genético, é essencial não apenas compreender os mecanismos relacionados à dormência, mas, também conhecer a variabilidade genética (Patel *et al.*, 2024), a herdabilidade e a correlação genética entre as características alvo, possibilitando a seleção de genótipos superiores, além de diminuir o esforço necessário na coleta de dados fenotípicos para variáveis que apresentam alta correlação (Fogaça *et al.*, 2012; Geethanjali *et al.*, 2018).

Neste contexto, métodos avançados como a Melhor Predição Linear Não Viesada (BLUP) e a Estimação por Máxima Verossimilhança Restrita (REML) são fundamentais (Sturion e Resende, 2010) Esses métodos são particularmente úteis em situações complexas, como a morte de plantas e a perda de parcelas, pois são capazes de lidar com dados desbalanceados, além de considerar o parentesco entre progênies. Esta abordagem é essencial para manter a precisão das estimativas genéticas mesmo em condições adversas (Resende, 2007a). Além disso, permitem a decomposição da variância total em componentes fenotípica, genética aditiva e ambiental, proporcionando estimativas mais precisas dessas variabilidades.

1.1 REFERÊNCIAS

- Azania, C.A.M., Marques, R.P., Azania, A.A.P.M., Rolim, J.C., 2009. Superação da dormência de sementes de corda-de-viola (*Ipomoea quamoclit* e *I. hederifolia*). *Planta Daninha* 27, 23–27. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582009000100004>
- Baskin, C.C., Baskin, J.M., 2004. Germinating Seeds of Wildflowers, an Ecological Perspective. *Horttechnology* 14, 467–473.
<https://doi.org/10.21273/HORTTECH.14.4.0467>
- Bewley, J.D., Bradford, K.J., Hilhorst, H.W.M., Nonogaki, H., 2013. Seeds: Physiology of development, germination and dormancy, 3rd edition, *Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy, 3rd Edition*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4693-4>
- BRASIL, 2018. Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial: Plantas para o Futuro - Região Centro-Oeste. Brasília-DF.
- Cardoso, J., Tonelli, L., Kutz, T.S., Brandelero, F.D., Vargas, T. de O., Dallemole-Giaretta, R., 2019. Reaction of wild solanaceae rootstocks to the parasitism of *Meloidogyne javanica*. *Hortic Bras* 37. <https://doi.org/10.1590/s0102-053620190102>
- da Silva, M.B., Rodrigues, L.F.O.S., Monteiro, G.C., Monar, G.R.S., Gomez Gomez, H.A., Seabra Junior, S., Minatel, I.O., Lima, G.P.P., 2019. Evaluation of biogenic amines and nitrate in raw and pickled jurubeba (*Solanum paniculatum* L.) fruit. *J Food Sci Technol* 56, 2970–2978. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03772-z>
- Fogaça, L.A., Oliveira, R.A., Cuquel, F.L., Filho, J.C.B., Vendrame, W.A., Tombolato, A.F.C., 2012. Heritability and genetic correlation in daylily selection. *Euphytica* 184. <https://doi.org/10.1007/s10681-011-0478-y>

- Geethanjali, S., Anitha Rukmani, J., Rajakumar, D., Kadirvel, P., Viswanathan, P.L., 2018. Genetic diversity, population structure and association analysis in coconut (*Cocos nucifera* L.) germplasm using SSR markers. *Plant Genetic Resources: Characterisation and Utilisation* 16. <https://doi.org/10.1017/S1479262117000119>
- Jang, G.H., Chung, J.M., Rhie, Y.H., Lee, S.Y., 2022. Seed Dormancy Class and Ecophysiological Features of *Veronicastrum sibiricum* (L.) Pennell (Scrophulariaceae) Native to the Korea Peninsula. *Plants* 11, 160. <https://doi.org/10.3390/plants11020160>
- Lopes, C.A., Mendonça, J.L., 2016. Reação de acessos de jurubeba à murcha bacteriana para uso como porta-enxerto em tomateiro. *Hortic Bras* 34, 356–360. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362016003008>
- Lorenzi, H., Matos, F.J. de A., 2008. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*, Nova Odessa: Instituto Plantarum.
- Mendonça, J.L. de, Lopes, J.F., 2019. *Coleção de germoplasma de espécies silvestres de Solanum da Embrapa*. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.
- Miranda, B.E.C. de, Boiteux, L.S., Cruz, E.M., Reis, A., 2010. Fontes de resistência em acessos de *Solanum* (secção *Lycopersicon*) a *Verticillium dahliae* raças 1 e 2. *Hortic Bras* 28. <https://doi.org/10.1590/s0102-05362010000400014>
- Nečajeva, J., Bleidere, M., Jansone, Z., Gailīte, A., Rungīs, D., 2021. Variability of Seed Germination and Dormancy Characteristics and Genetic Analysis of *Latvian Avena fatua* Populations. *Plants* 10. <https://doi.org/10.3390/plants10020235>
- Oliveira, A.C.M., De Alvarenga e Silva, M.A., Amorim, I.C.S., Da Silveira, J.V.W., Amaral, T.N., 2023. Troca de saberes sobre chás em Diamantina (MG) e região. *Brazilian Journal of Development* 9. <https://doi.org/10.34117/bjdv9n3-036>

- Passos, I.R. da S., Matos, G.V. da C., Meletti, L.M.M., Scott, M.D.S., Bernacci, L.C., Vieira, M.A.R., 2004. Utilização do ácido giberélico para a quebra de dormência de sementes de *Passiflora nitida* Kunth germinadas in vitro. *Rev Bras Frutic* 26, 380–381.
<https://doi.org/10.1590/S0100-29452004000200051>
- Patel, R., Memon, J., Kumar, S., Patel, D.A., Sakure, A.A., Patel, M.B., Das, A., Karjagi, C.G., Patel, S., Patel, U., Roychowdhury, R., 2024. Genetic Diversity and Population Structure of Maize (*Zea mays* L.) Inbred Lines in Association with Phenotypic and Grain Qualitative Traits Using SSR Genotyping. *Plants* 13.
<https://doi.org/10.3390/plants13060823>
- Pereira, R.B., Pinheiro, J.B., De Mendonça, J.L., Guimarães, J.A., Lucas, G.C., 2018. Evaluation of resistance of *Solanum scuticum* accessions to soil-borne pathogens in tomato crops in Brazil, in: *Acta Horticulturae*. International Society for Horticultural Science, pp. 55–62. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1207.7>
- Pinheiro, J.B., da Silva, G.O., Macedo, A.G., Biscaia, D., de Castro e Melo, R.A., 2020. Evaluation of sources of resistance to *Meloidogyne enterolobii* in *Solanum stramonifolium* and *S. Scuticum* as potential rootstocks for cultivated solanaceae. *Nematropica* 50.
- Resende, M.D.V. de, 2007. SELEGEN-REML/BLUP Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada via Modelos Lineares Mistos. Colombo, PR.
- Ribeiro, J.C., SANTOS, C.A.D., 2020. Competência Técnica e Responsabilidade Social e Ambiental nas Ciências Agrárias 2. Atena Editora, Ponta Grossa - PR.
<https://doi.org/10.22533/at.ed.424202201>

Sturion, J.A., Resende, M.D.V. de, 2010. Avaliação genética e análise de deviance em um teste desbalanceado de procedência e progênie de *Ilex paraguariensis*. *Pesqui Florest Bras* 30, 157–160. <https://doi.org/10.4336/2010.pfb.30.62.157>

Vivian, R., Silva, A.A., Gimenes, M., Fagan, E.B., Ruiz, S.T., Labonia, V., 2008. Weed seed dormancy as a survival mechanism - Brief review. *Planta Daninha*.
<https://doi.org/10.1590/s0100-83582008000300026>

2 OBJETIVOS

Objetivo Geral

O objetivo do presente estudo foi investigar a ocorrência de dormência em sementes da *Solanum scuticum* M. Nee, e estimar os parâmetros genéticos para caracteres de crescimento e produção, avaliadas em progênies de meios-irmãos originárias do ecótono Cerrado – Amazônia.

Objetivos específicos

- Verificar a presença de dormência em sementes oriundas de frutos verdes e maduros de *Solanum scuticum* M. Nee;
- Indicar o tipo de dormência presente nas sementes;
- Identificar o método mais eficaz para superação da dormência nas sementes;
- Estimar os parâmetros genéticos das progênies para as variáveis: diâmetro do coleto aos 60 dias e ao final, diâmetro da copa aos 60 dias e ao final do ciclo, número de ramos aos 60 dias, número de espinhos e produção;
- Indicar, por meio dos BLUPs, as melhores progênies para um futuro programa de melhoramento genético de jurubeba;
- Estimar a correlação genotípica entre as variáveis analisadas.

3 CAPÍTULO I

(Normas de acordo com a revista Ciência Rural)

*Artigo **aceito** para publicação em 19/02/2024

Overcome seed dormancy in jurubeba seeds (*Solanum scuticum* M. Nee)

Superação de dormência em sementes de jurubeba (*Solanum scuticum* M. Nee)

RESUMO

A espécie *Solanum scuticum* M. Nee, conhecida como jurubeba de conserva, possui grande interesse comercial e ecológico, no entanto, a baixa germinação das sementes tem sido obstáculo para a conservação e viabilidade comercial. Objetivou-se com este estudo investigar a presença e o tipo de dormência em sementes de jurubeba, amostradas em frutos verdes e maduros. Foram testados escarificação química (H_2SO_4 por 5, 10, 15 e 20 min); lavagem em água corrente (2 e 5 min); lavagem em água corrente por 5 min, mais imersão em solução de detergente neutro por 15 min; imersão em solução de detergente por 5 min; e aplicação de ácido giberélico (GA_3) em diferentes concentrações (500 e 1.000 ppm) e tempos (24 e 48 horas) de embebição. Os parâmetros avaliados foram: % de germinação, índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação. O tratamento com GA_3 na concentração de 500 ppm e 48 horas de embebição resultou na maior porcentagem de sementes germinadas, 84,5% para sementes provenientes de frutos maduros. Os resultados indicaram a presença de dormência fisiológica nas sementes de jurubeba e destacaram a eficácia do uso de GA_3 para promover a germinação em sementes de frutos maduros.

Palavras-chave: fruto amargo, PANC, teste de germinação, sementes nativas, Gompertz, tratamentos pré-germinativos.

ABSTRACT

The species *Solanum scuticum* M. Nee, known as pickled jurubeba, has great commercial and ecological interest, however, the low germination of seeds has been an obstacle to its conservation and commercial viability. The objective of this study was to investigate the presence and type of dormancy in jurubeba seeds, sampled in green and ripe fruits, and as well as to indicate the most effective treatment to overcome it. Thirteen treatments were tested, namely: chemical scarification (H_2SO_4 for 5, 10, 15 and 20 min); washing in running water (2 and 5 min); washing in running water for 5 min, plus immersion in neutral detergent solution for 15 min; immersion in detergent solution for 5 min; and application of gibberellic acid (GA_3) at different concentrations (500 and 1,000 ppm) and times (24 and 48 hours) of soaking. The evaluated parameters were germination percentage, germination speed index, and average germination time. The treatment with GA_3 at a concentration of 500 ppm and 48 hours of soaking resulted in the highest percentage of germinated seeds, 84.5% for seeds from ripe fruits. The results indicated the presence of physiological dormancy in jurubeba seeds and highlighted the effectiveness of using GA_3 to promote germination in seeds from ripe fruits.

Keywords: bitter fruit, non-conventional food plants, germination test, native seeds, Gompertz, pre-germination treatments.

3.1 INTRODUÇÃO

A espécie *Solanum scuticum* M. Nee, pertencente à família das Solanáceas, também conhecida como jurubeba de conserva, juna, júina e joá-manso, tem o nome derivado do tupi, em que “yú” significa espinho e “peba” chato. MENDONÇA & LOPES (2019) reportam que dentre as centenas de espécies são conhecidas popularmente como jurubeba, a *Solanum scuticum* M. Nee é a mais apreciada em conservas.

No Brasil, os frutos da jurubeba despertam grande interesse comercial, sendo apreciados em conservas, bebidas e como fitoterápicos (LORENZI & MATOS, 2022). Além disso, a jurubeba é considerada uma planta alimentícia não convencional (PANC) e está culturalmente associada a diversas regiões do país (OLIVEIRA & SILVA, *et al.*, 2023).

Estudos têm evidenciado que essa espécie possui resistência genética a várias doenças que afetam as solanáceas, como *Verticillium dahliae* (MIRANDA *et al.*, 2010), o *Fusarium oxysporum* (PEREIRA & PINHEIRO, *et al.*, 2018), a *Ralstonia solanacearum* (LOPES & MENDONÇA, 2016), além de resistência ao nematoide de galhas (*Meloidogyne javanica*) (CARDOSO, 2019). Diante disso, revela o potencial de uso como porta-enxerto ou para transferência de genes de interesse, no entanto, a baixa germinação das sementes tem sido o principal obstáculo para a viabilidade do uso comercial dessa espécie (RIBEIRO & SANTOS, 2020).

Muitos produtores rurais têm considerado a jurubeba uma planta invasora, por causa da ocorrência espontânea, especialmente em áreas recém-desmatadas ou em pastagens degradadas (ASSUNÇÃO *et al.*, 2006). Por essa razão, a eliminação ocasiona erosão genética e aumentam os riscos de extinção da espécie (LEROY *et al.*, 2018). Portanto, é essencial investigar a presença e o tipo de dormência das sementes de jurubeba, visando a conservação e o uso comercial da espécie.

O conhecimento das condições que proporcionam a germinação rápida e uniforme das sementes é importante para fins de semeadura, pois o desenvolvimento homogêneo das plântulas potencializa o desenvolvimento das mudas. Isso, por sua vez, promove crescimento mais rápido e uniforme, tanto em viveiros quanto no campo, o que é muito desejado pelos viveiristas (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Contudo, se a espécie apresenta alguma restrição para germinar faz-se necessário investigar as prováveis causas da dormência. A dormência é uma característica adaptativa

que assegura a sobrevivência de espécies nos diferentes ecossistemas, contribuindo para a perpetuação (VIVIAN *et al.*, 2008).

Diante do exposto e a falta de informações disponíveis na literatura sobre a presença e o tipo de dormência em sementes de jurubeba, objetivou-se com este trabalho investigar a presença e o tipo de dormência em sementes de jurubeba, tanto em frutos verdes quanto em frutos maduros.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e amostragem

As sementes foram coletadas de 14 plantas matrizes de jurubeba amostradas no Vale do Rio Juruena, no município de Juína, estado de Mato Grosso – Brasil. O município de Juína está localizado na região noroeste do estado de Mato Grosso, a distância de 750 km da capital, Cuiabá. O clima da região é caracterizado como equatorial quente e úmido, com temperatura média igual ou superior a 24°C durante todos os meses, tendo período de três meses secos, a precipitação média no município é de 1.876 mm (IBGE, 2002).

A coleta foi realizada entre os meses de fevereiro e março de 2022. Foram coletados frutos verdes e maduros em *bulk* para cada árvore matriz. Para a seleção das matrizes, levou-se em consideração a distância mínima de 100 metros entre elas, a presença de frutos verdes e maduros no momento da coleta.

Superação de dormência

Os tratamentos utilizados para superar a dormência nas sementes foram selecionados de acordo com as Regras para Análise de Sementes (RAS), com o objetivo de identificar possíveis tipos de dormência, seja física, química ou fisiológica (BRASIL, 2009).

As sementes foram extraídas e selecionadas manualmente, secadas durante 24 horas em temperatura ambiente ($\pm 25^\circ\text{C}$). Após a secagem, as sementes foram homogeneizadas para a formação do lote e posterior determinação do teor de água, pelo método de estufa a 105°C por 24 horas (BRASIL, 2009 adaptado), resultando em teor médio de 8,8%.

Para avaliar a presença de dormência física, foram aplicados os seguintes tratamentos: **T1** - escarificação química com H₂SO₄ (36 N por 5 min); **T2** - escarificação

química com H₂SO₄ (36 N por 10 min); **T3** - escarificação química com H₂SO₄ (36 N por 15 min); **T4** - escarificação química com H₂SO₄ (36 N por 20 min).

Para avaliar a dormência química, foram testados os tratamentos: **T5** - lavagem em água corrente por 2 min; **T6** - lavagem em água corrente por 5 min; **T7** - lavagem das sementes em água corrente por 5 min, mais imersão em solução de detergente neutro (15 mL/ 100 mL H₂O) por 5 min; **T8** - imersão em solução de detergente neutro (15 mL/100 mL H₂O) por 5 min.

No caso de dormência fisiológica, os seguintes tratamentos foram aplicados: **T10** - aplicação de ácido giberélico (GA₃) 500 ppm por 24 h; **T11** – aplicação de GA₃ 500 ppm por 48 h; **T12** - aplicação de GA₃ 1.000 ppm por 24 h; **T13** - aplicação de GA₃ 1.000 ppm por 48 h. O tratamento **T9** foi utilizado como testemunha, e as sementes não receberam nenhum tratamento especial.

As parcelas foram compostas por 50 sementes, dispostas sobre uma folha de papel do tipo *germitest* e, em seguida, umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes sua massa seca. Posteriormente, foi colocada uma segunda folha de papel sobre as sementes e o conjunto foi enrolado e colocado na câmara de germinação do tipo BOD, com fotoperíodo de 12 horas e temperatura de 30°C (BRASIL, 2009 adaptado).

Variáveis avaliadas e delineamento experimental

As avaliações foram realizadas diariamente, registrando o número de sementes que apresentavam emissão da raiz primária maior que 2 mm, o que ocorreu a partir do 4º dia após a instalação do teste de germinação. Avaliou-se o percentual de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG) (MAGUIRE, 1962) e tempo médio de germinação (TMG) (LABOURIAU, 1983).

Para isso, utilizou-se um delineamento fatorial duplo, envolvendo dois fatores, a saber: grau de maturação do fruto (com duas categorias: verde e maduro) e treze tratamentos para superação de dormência física, química e fisiológica com quatro repetições.

Análises estatísticas

Foi realizada a análise de variância a 5% de significância, e as variáveis: %G, IVG e TMG foram consideradas como variáveis dependentes, ao passo que a interação entre o tipo de tratamentos e o grau de maturação do fruto foram as variáveis independentes.

O procedimento de comparação múltipla entre médias de Scott-Knott foi utilizado, considerando o nível de significância de 0,05. Todas as análises foram realizadas no programa R versão 4.2.0.

Por fim, o tratamento que apresentou o melhor desempenho em relação ao percentual de sementes germinadas foi analisado usando o modelo de Gompertz, com o objetivo de investigar o comportamento médio dessa variável ao longo do tempo de experimento.

$$\%G = \beta_1 \cdot e^{[-\beta_2 \cdot e^{(-\beta_3 \cdot time)}]}$$

Em que: β_1 representa o valor máximo esperado da resposta, o valor assintótico; β_2 é uma constante de integração; β_3 é a taxa de crescimento da curva.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se interação significativa para todas as variáveis, entre o grau de maturação do fruto (verde e maduro) e os demais tratamentos para superação de dormência.

Ao avaliar o procedimento de comparação múltipla entre médias (Figura 1), observa-se que, para as variáveis de %G e IVG, a interação entre o fruto maduro e o tratamento com GA₃ 500 ppm por 48 h apresentou o melhor desempenho. Para esse tratamento a %G para sementes provenientes de frutos maduros foi de 84,5%, sugerindo a presença de dormência fisiológica nas sementes de jurubeba (Figura 1A). Ficando mais evidente quando se observa que os quatro tratamentos para superar dormência fisiológica (T11, T10, T12 e T13) foram aqueles com maiores valores de %G. Além disso, para sementes verdes, foram os únicos tratamentos que apresentaram alguma resposta positiva, apesar da germinação ser muito baixa, variando de 3 a 4,5%.

Assim, os resultados obtidos permitem afirmar a eficácia do uso de GA₃ na concentração de 500 ppm para germinação de sementes maduras de jurubeba embebidas por 48 horas. Embora, seja necessário novos estudos morfo-histológicos e fisiológicos para elucidar melhor os mecanismos que envolvem a dormência nessa espécie.

A dormência fisiológica é controlada por fatores genéticos e níveis metabólicos, podendo ser confirmada através de testes de superação, como a estratificação térmica, ou por meio do uso de GA₃ (CARDOSO, 2009).

De acordo com STENZEL, MURATA & NEVES (2003) a aplicação exógena de GA₃ estimula a germinação, promovendo a síntese de enzimas como a α e β -amilase. Essas enzimas são responsáveis pela liberação das reservas energéticas presentes no endosperma das sementes, resultando na formação de ácidos nucleicos, aminoácidos e, principalmente, açúcares. Esses compostos são translocados para as regiões de desenvolvimento do embrião, promovendo o alongamento celular e o rompimento do tegumento pela raiz, resultando em germinação mais uniforme.

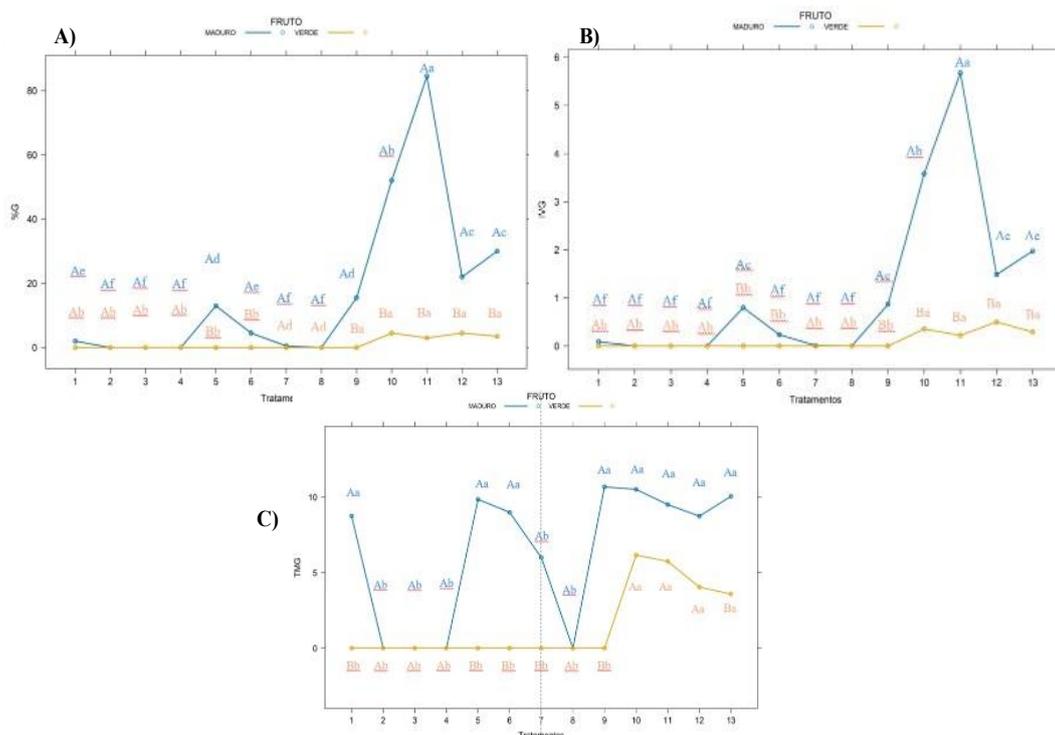


Figura 1: Interação entre os tratamentos e grau de maturação dos frutos para a variável %G (A), IVG (B) e TMG (C) para *Solanum scuticum* M. Nee. Médias com letras maiúsculas seguidas de mesma letra não diferem entre si em relação ao grau de maturação (maduro e verde); Médias letras minúsculas seguidas entre si não diferem em relação ao tratamento utilizado. ¹**Tratamento 1:** escarificação com H₂SO₄ por 5 min; **T2:** escarificação com H₂SO₄ por 10 min; **T3:** escarificação com H₂SO₄ por 15 min; **T4:** escarificação com H₂SO₄ por 20 min; **T5:** lavagem em água corrente por 2 min; **T6:** lavagem em água corrente por 5 min; **T7:** lavagem das sementes em água corrente por 5 min, mais imersão em solução de detergente neutro por 5 min; **T8:** imersão em solução de detergente neutro por 5 min; **T9:** testemunha; **T10:** GA₃ 500 ppm por 24 h; **T11:** GA₃ 500 ppm por 48 h; **T12:** GA₃ 1.000 ppm por 24 h; **T13:** GA₃ 1.000 ppm por 48 h.

Os tratamentos com escarificação química (T1, T2, T3, T4) resultaram em baixa %G, variando de zero a 2% para sementes provenientes de frutos maduros, para sementes provenientes de frutos verdes, não houve variação (Figura 1). Esses resultados foram inferiores aos da testemunha, sugerindo que os tratamentos com escarificação química, nas condições estudadas, podem ter causado danos tanto ao endosperma quanto ao embrião. Embora a escarificação química possa facilitar a entrada de água em casos de

dormência física (tegumentar) e acelerar a germinação da semente, a exposição prolongada da semente ou a alta concentração da substância pode ter sido crucial para explicar a baixa taxa de germinação observada.

Portanto, não se recomenda o uso desses tratamentos com a concentração e o tempo de exposição da semente ao H_2SO_4 utilizados neste estudo. Por outro lado, SILVA *et al.*, (2020) relataram a taxa de germinação de 55% em sementes maduras de *Solanum paniculatum* L. submetidas a uma imersão de 11 a 12 minutos em H_2SO_4 . Os autores atribuíram esses resultados à dormência tegumentar das sementes dessa espécie.

Com relação aos tratamentos que objetivavam a superação de dormência química, pode-se afirmar que o T5 não diferiu estatisticamente da testemunha, atingindo a germinação de 13% (Figura 1). O T6 diferiu dos demais tratamentos apresentando 4,5 %G, e difere-se do T5 apenas pelo maior tempo de lavagem das sementes em água, porém essa variação não elevou a porcentagem de germinação (Figura 1). De maneira análoga, os tratamentos T7 e T8 apresentaram %G muito baixa, variação de 0 a 0,5%, ambos utilizando detergente neutro, indicando o efeito antagônico do uso de detergente na germinação das sementes. Portanto, pode-se afirmar que a lavagem das sementes e o uso de detergente neutro não promoveram ganhos de germinação para essa espécie.

Esses resultados diferem dos relatados por GARCIA *et al.*, (2008) ao avaliarem a germinação de sementes oriundas de frutos maduros de jurubeba (*Solanum paniculatum* L.). Os autores reportaram germinação de até 65,6% quando as sementes foram lavadas por cinco minutos e imergidas em solução de detergente por mais cinco minutos, seguido de lavagem em água corrente por mais dois minutos, sendo observados valores muito acima dos encontrados no presente estudo, sugerindo diferentes mecanismos de dormência para cada uma das espécies estudadas.

O IVG e o TMG são testes que se relacionam com a velocidade de germinação, em que valores mais elevados de IVG e valores mais baixos de TMG indicam a velocidade de germinação mais alta para a amostra de sementes (SILVA *et al.*, 2020).

O tratamento T11, aplicado em sementes oriundas de frutos maduros, apresentou o maior IVG, com taxa de 5,68 sementes por dia, seguido dos outros tratamentos que utilizaram GA_3 (T10 e T13) (Figura 1B). O aumento significativo no IVG foi observado com o maior tempo de imersão das sementes em solução de GA_3 . Em relação às sementes provenientes de frutos verdes, não foi observada diferença significativa entre os tratamentos que apresentaram germinação.

Por fim, em relação ao TMG (Figura 1C), com exceção do T7, todos os tratamentos que apresentaram %G acima de zero não diferiram estatisticamente entre si, apresentando TMG variando de 8,75 a 10,69 dias para sementes de frutos maduros. Em relação aos tratamentos em sementes oriundas de frutos verdes, não houve diferença.

Devido aos melhores resultados observados na interação entre o fruto maduro e o T11, em relação a %G, escolheu-se esse tratamento para ajustar o modelo não linear de Gompertz para explicar o comportamento médio dessa variável ao longo do tempo. Com base nos coeficientes estimados e na curva gerada (Figura 2), pode-se observar que o valor estimado para β_1 é de 78,94, que representa a porcentagem máxima esperada de germinação das sementes de jurubeba após o tratamento com GA₃. Isso significa que, em condições ideais, espera-se que cerca de 78,95% das sementes germinem após a aplicação desse tratamento.

Ao analisar o coeficiente estimado β_2 (17,11), pode-se inferir que esse parâmetro influencia a posição vertical da curva de crescimento. Portanto, no caso das sementes de jurubeba tratadas com GA₃, esse valor sugere que a curva de germinação começa a elevar-se a partir de um valor mínimo inicial. Assim, as sementes iniciam o processo de germinação após o tratamento, alcançando gradualmente a porcentagem máxima estimada.

Por fim, o parâmetro estimado β_3 (0,50) representa a taxa de crescimento da curva de germinação. Nesse contexto, o valor de 0,50 indica aumento moderado na taxa de germinação ao longo do tempo, sem seguir um padrão exponencial. Essa tendência pode ser observada na Figura 2, em que ocorre a estabilização do percentual de germinação a partir do 17º dia após a aplicação do GA₃.

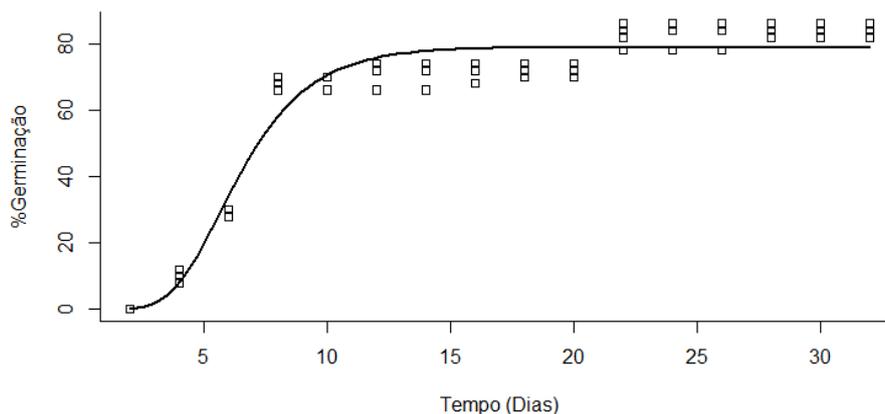


Figura 2: Modelo de Gompertz ajustado para a modelagem da porcentagem de germinação ao longo do tempo para *Solanum scuticum* M. Nee utilizando 500 ppm de Ácido Giberélico (GA_3) por 24 horas de exposição.

Neste estudo, foi constatado que a aplicação de GA_3 na concentração de 500 ppm por 48 horas resulta em aumento significativo no percentual de germinação. Esses resultados confirmam a hipótese de que a abordagem proposta teve impacto positivo, oferecendo uma estratégia eficaz para melhorar a germinação das sementes. Esse avanço não apenas contribui para o entendimento dos mecanismos fisiológicos envolvidos, mas tem implicações práticas substanciais para a exploração comercial da espécie. Com os resultados obtidos, torna-se mais viável o cultivo da jurubeba, facilitando o manejo e, conseqüentemente, aumentando a renda dos produtores interessados em trabalhar com essa planta. Este estudo, portanto, abre novas possibilidades para a agricultura familiar, promovendo a sustentabilidade da atividade e a diversificação da produção no campo.

3.4 CONCLUSÃO

Em relação à dormência das sementes de jurubeba, tanto as provenientes de frutos verdes quanto de frutos maduros apresentam esse fenômeno, indicando ser de natureza fisiológica.

As sementes oriundas de frutos verdes não apresentaram germinação satisfatória, mesmo com o uso de diferentes tratamentos para superação de dormência.

Para as sementes provenientes de frutos maduros, recomenda-se o uso de GA_3 na concentração de 500 ppm com 48 horas de embebição, a fim de superar a dormência.

3.5 REFERÊNCIAS

ASSUNÇÃO, I. P. et al. Ocorrência de *Curvularia lunata* em Jurubeba no estado de Alagoas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, 32, n. 04, set. 2006. 386-387. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/sp/a/Cnx8pGffhcM9Q54Mr6sqs4C/?lang=pt#:~:text=Esse%20estudo%20relata%20a%20ocorr%C3%Aancia,como%20tomate%2C%20fumo%20e%20pimenta.>>. Acesso em: 15 jul. 2023. doi: 10.1590/S0100-54052006000400014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SDA/ACS, 2009. 399 p.

CARDOSO, J. et al. Reaction of wild Solanaceae rootstocks to the parasitism of (*Meloidogyne javanica*). **Horticultura Brasileira**, 1, 2019. 17-21. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/hb/a/tD9KN4YGJgbRpBGFxwfRckS/?lang=en>>. Acesso em: 15 jul. 2023. doi: 10.1590/s0102-053620190102.

CARDOSO, V. J. M. Conceito e classificação da dormência em sementes. **Oecologia Brasiliensis**, 4, 2009. 619-631. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/view/5770>>. Acesso em: 15 jul. 2023. doi: 10.4257/oeco.2009.1304.06.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

GARCIA, J. et al. Effectiveness of methods to increase. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, 38, n. 3, julho 2008. 223-226. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/2530/253020408012.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2023. doi: 10.5216/pat.v38i3.4846.

IBGE. **Mapa de clima do Brasil. Direção de Geociências. Escala 1:5000000**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. 2002.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.

LEROY, G. et al. Next-generation metrics for monitoring genetic erosion within populations of conservation concern. **Evolutionary Applications**, 11, n. 07, 2018. 1066-1083. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/eva.12564>>. Acesso em: 14 jul. 2023. doi: 10.1111/eva.12564.

LOPES, C. A.; MENDONÇA, J. L. Reação de acessos de jurubeba à murcha bacteriana para uso como porta-enxerto em tomateiro. **Horticultura Brasileira**, 34, 2016. 356-360.

- Disponível em:
 <<https://www.scielo.br/j/hb/a/rwW65N489NPKStWSLJvncnC/?lang=pt>>. Acesso em:
 15 jul. 2023. doi: 10.1590/S0102-05362016003008.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. [S.l.]: Nova Odessa, 2022.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 76-177, 1962.
- MENDONÇA, J. L. D.; LOPES, J. F. **Coleção de germoplasma de espécies silvestres de Solanum da Embrapa**. 1º. ed. BRASÍLIA: EMBRAPA, v. 168, 2019.
- MIRANDA, B. E. C. D. et al. Fontes de resistência em acessos de Solanum (secção Lycopersicon) a *Verticillium dahliae* raças 1 e 2. **Horticultura Brasileira**, 28, n. 04, dezembro 2010. 458-465. Disponível em:
 <<https://www.scielo.br/j/hb/a/X79j5gLxschB5WrMMNwzjZk/>>. Acesso em: 15 jul. 2023. doi: 10.1590/S0102-05362010000400014.
- OLIVEIRA, A. C. M. et al. Troca de saberes sobre chás em Diamantina (MG) e região. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, 09, n. 03, mar. 2023. 11541-11561. Disponível em:
 <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/57771>>. Acesso em: 14 jul. 2023. doi:10.34117/bjdv9n3-036.
- PEREIRA, R. B. et al. Evaluation of resistance of *Solanum scuticum* accessions to soil-borne pathogens in tomato crops in Brazil. **Acta Horticulturae**, 2018. 55-62. Disponível em: <https://www.actahort.org/books/1207/1207_7.htm>. Acesso em: 14 jul. 2023. doi: 10.17660/ActaHortic.2018.1207.7.
- RIBEIRO, J. C.; SANTOS, C. A. D. **Competência técnica e responsabilidade social e ambiental nas ciências agrárias 2**. Ponta Grossa - PR: Atenas, 2020.
- SILVA, E. J. S. D. et al. Caracterização biométrica de sementes de *Solanum paniculatum* L. e desempenho. **Colloquium Agrariae**, 16, jul. 2020. 29-37. Disponível em: <<https://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/3385>>. Acesso em: 14 jul. 2023. doi: 10.5747/ca.2020.v16.n4.a380.
- STENZEL, N. M. C.; MURATA, I. M.; NEVES, C. S. V. J. Overcoming atemoya and custard apple seed dormancy. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, 25, n. 2, 2003. 305-308. Disponível em:
 <<https://www.scielo.br/j/rbf/a/FYgT3S54yJPv4cj9ggvPxdn/abstract/?lang=en>>. Acesso em: 11 jul. 2023. doi:10.1590/S0100-29452003000200031.

VIVIAN, R.; SILVA, A. A.; GIMENES, JR., M.; FAGAN, E. B. IV; RUIZ, S. T.; LABONIA, V. Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência - Breve revisão. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 695-706, 2008.

4 CAPÍTULO II

(Normas de acordo com a revista *Scientia Horticulturae*)

Estimativas de parâmetros genéticos via modelagem mista e correlação genotípica entre variáveis morfoagronômicas em progênies de meios-irmãos de jurubeba do ecótono Cerrado-Amazônia

Resumo: A jurubeba (*Solanum scuticum* M. Nee) é uma planta alimentícia não convencional muito valorizada na agronomia, culinária e medicina brasileira. No entanto, a escassez de dados científicos e a falta de programas de melhoramento genético para a jurubeba evidenciam a necessidade urgente de estudos genéticos. Esses estudos são cruciais para desenvolver estratégias que explorem o potencial genético, promovendo a conservação e utilização sustentável. O objetivo deste trabalho foi obter estimativas de parâmetros genéticos para investigar e quantificar a variabilidade genética em progênies de meios-irmãos de *Solanum scuticum* M. Nee, identificar progênies geneticamente superiores, e explorar as correlações genotípicas estimadas entre características morfoagronômicas. O experimento envolveu a coleta de sementes de 15 plantas matrizes na região de Juína-MT, — uma área classificada como ecótono entre o Cerrado e a Amazônia. As mudas foram produzidas e levadas a campo em delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições e três plantas por parcela. Para quantificar a variabilidade genética e estabelecer correlações entre características morfoagronômicas foi utilizada a metodologia REML/BLUP. Foram avaliadas as seguintes variáveis: diâmetro do coleto aos 60 dias e ao final do ciclo; diâmetro da copa aos 60 dias e ao final do ciclo; número

de espinhos; quantidade de ramos aos 60 dias e produção. A análise genético-estatística revelou herdabilidades variando de moderada a alta (27% a 70%), com a maior herdabilidade observada no diâmetro da copa ao final do ciclo (70%) e produção (57%). A produção apresentou os maiores coeficientes de variação genotípica aditiva individual e da progênie, indicando expressiva variabilidade genética para essa variável, seguido pelo diâmetro do coleto e da copa ao final do ciclo. As progênies IFJU 14, 02, 09, e 12 são particularmente promissoras para avançar em programas de melhoramento genético, demonstrando valores genotípicos superiores nas variáveis produção e diâmetro da copa e do coleto ao final do ciclo. Além disso, fortes correlações genotípicas significativas e positivas foram encontradas entre produção e diâmetro do coleto e da copa ao final do ciclo. Há variabilidade genética entre as progênies estudadas para todas as variáveis, indicando a possibilidade de continuidade dos estudos e ganhos genéticos satisfatórios visando a recomendação futura de genótipos superiores.

Palavras-chave: *Solanum scuticum* M. Nee, REML/BLUP, associação genotípica, variabilidade genética, produção

Estimates of genetic parameters through mixed modeling and genotypic correlation among morpho-agronomic variables in half-sibling progenies of jurubeba from the Cerrado-Amazon ecotone

Abstract: Jurubeba (*Solanum scuticum* M. Nee) is a non-conventional food plant highly valued in Brazilian agronomy, cuisine, and medicine. However, the scarcity of scientific data and the lack of genetic improvement programs highlight the urgent need for genetic studies. These studies are crucial for developing strategies to exploit its genetic potential, promoting its conservation and sustainable use. The aim of this study was to obtain estimates of genetic parameters to investigate and quantify the genetic variability in half-sibling progenies of *Solanum scuticum* M. Nee, to identify genetically superior progenies, and explore the estimated genotypic correlations among morpho-agronomic traits. The experiment involved collecting seeds from 15 parent plants in the region of Juína-MT, an area classified as an ecotone between the Cerrado and the Amazon. Seedlings were produced and taken to the field in a randomized block design with four replications and three plants per plot. The REML/BLUP methodology was used to quantify genetic variability and establish correlations between morpho-agronomic traits. The following variables were evaluated: stem base diameter at 60 days and at the end of the cycle; canopy diameter at 60 days and at the end of the cycle; number of thorns; branch count at 60 days and yield. The genetic-statistical analysis revealed heritabilities ranging from moderate to high (27% to 70%), with the highest heritability observed in the canopy diameter at the end of the cycle (70%) and yield (57%). Yield showed the highest coefficients of individual additive genotypic variation and progeny, indicating significant genetic variability for this trait, followed by the stem base and canopy diameters at the end of the cycle. Progenies IFJU 14, 02, 09, and 12 are particularly promising for advancing in genetic improvement programs, showing superior genotypic values in the variables of yield and diameters of canopy and stem base at the end of the cycle. Moreover, strong significant and positive genotypic correlations were found between yield and the diameters of the stem base and canopy at the end of the cycle. There is genetic variability among the studied progenies for all variables, indicating the possibility of continuing studies and achieving satisfactory genetic gains aiming at future recommendations of superior genotypes.

Keywords: *Solanum scuticum*, PANCs, genetic conservation, REML/BLUP, genotypic association, indirect selection

Estimativas de parâmetros genéticos via modelagem mista e correlação genotípica entre variáveis morfoagronômicas em progênes de meios-irmãos de jurubeba do ecótono Cerrado-Amazônia

4.1 Introdução

A jurubeba (*Solanum scuticum* M. Nee) é uma planta alimentícia não convencional (PANC) (da Silva et al., 2019), perene e arbustiva. Distribuída por todo o território brasileiro, a jurubeba é encontrada nos biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pampa (BRASIL, 2018). Os frutos da jurubeba são altamente valorizados na culinária brasileira, sendo consumidos em conserva ou como acompanhamento de pratos salgados. Com sabor caracteristicamente amargo, esses frutos são amplamente utilizados em diversas receitas, incluindo pratos de arroz, feijão, carnes e frango. Além disso, servem como base para a produção de bebida aromatizada, apreciada como aperitivo (Lorenzi e Matos, 2008).

Além do valor gastronômico, a jurubeba possui importância medicinal por conta da produção de fitoquímicos que possuem propriedades amargas que estimulam a digestão (Campos *et al.*, 2015). Apesar disso, é importante destacar a escassez de dados científicos sobre a jurubeba e a falta de programas de melhoramento genético específicos para esta espécie. Esta lacuna no conhecimento justifica a necessidade urgente de estudos adicionais e do desenvolvimento de estratégias de melhoramento que explorem o potencial genético da jurubeba, contribuindo para a conservação e utilização sustentável.

Outro desafio, é o fato de a espécie ocorrer espontaneamente em áreas recém-perturbadas, tais como lavouras, pastagens, margens de estradas e terrenos baldios, sendo frequentemente alvo de eliminação (Filho et al., 2019). Visando proteger essa espécie, os Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs) podem ser alternativas para conservar parte do material genético existente (Cerón-Souza *et al.*, 2023).

Iniciar um programa de melhoramento genético para a jurubeba requer compreensão da variabilidade genética do BAG, estimativa de parâmetros genéticos e correlação genética entre as características de interesse, possibilitando a tomada de decisão visando a seleção de genótipos superiores. Nesse sentido, métodos como a melhor

predição linear não viesada (BLUP) e a estimação por máxima verossimilhança restrita (REML) são essenciais (Sturion e Resende, 2010).

O método REML é adequado para contextos mais complexos, por tratar dados desbalanceados e por considerar o parentesco entre genótipos, substituindo vantajosamente a ANOVA (Resende, 2007). Esta metodologia não apenas permite a decomposição da variância total em seus componentes — fenotípica, genética aditiva e ambiental — mas possibilita estimativas mais precisas dessas variabilidades. Atualmente, não existem estudos científicos relacionados a jurubeba que utilizem o método REML/BLUP.

É fundamental estimar os parâmetros genéticos das progênies utilizando modelos estatísticos adequados, a fim de obter informações detalhadas sobre a variabilidade genética das progênies analisadas e compreender as associações genotípicas entre as variáveis morfoagronômicas. Esses dados são essenciais para uma fenotipagem mais precisa e para a seleção eficiente das progênies com maior potencial. O objetivo deste trabalho foi obter estimativas de parâmetros genéticos para investigar e quantificar a variabilidade genética em progênies de meios-irmãos de *Solanum scuticum* M. Nee, identificar progênies geneticamente superiores, e explorar as correlações genotípicas estimadas entre características morfoagronômicas.

4.2 Material e métodos

Coleta das sementes e implantação do experimento

O experimento foi realizado no período de julho de 2022 a novembro de 2023, na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, campus Juína (Fig. 01).

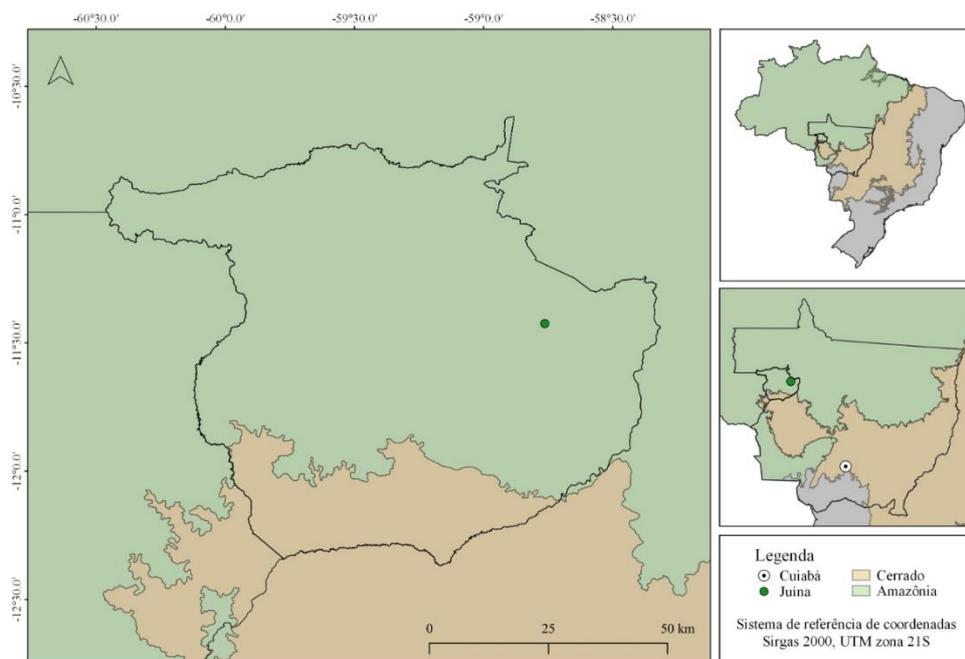


Fig. 1: Mapa do município de Juína, está localizado na região noroeste do estado de Mato Grosso, a distância de 750 km da capital, Cuiabá. A sede municipal está situada entre as coordenadas geográficas $11^{\circ}22,84'$ e $11^{\circ}28,06'$ de latitude e $58^{\circ}42,78'$ e $58^{\circ}49,06'$ de longitude.

O clima da região é classificado como equatorial quente e úmido, com temperatura média igual ou superior a 24° , a precipitação média no município é de 1.876 mm (IBGE, 2002).

Foram selecionadas 15 plantas de jurubeba localizadas na região de Juína-MT dentro do ecótono entre o Cerrado e a Amazônia (Tabela 01).

Tabela 1

Procedências e progênies de *Solanum scuticum* M. Nee coletadas no ecótono Cerrado – Amazônia e avaliadas no IFMT campus Juína, Brasil, 2024.

Nome das progênies	Data da coleta	Coordenadas geográficas da procedência		Altitude (m)
IFJU 01	02/08/2021	11°26'53.57" S	58°43'29.66"O	326
IFJU 02	02/08/2021	11°25'30.31"S	58°46'20.26"O	368
IFJU 03	06/09/2021	11°26'25.30"S	58°45'13.24"O	327
IFJU 04	06/11/2021	11°24'50.81"S	58°45'59.11"O	334
IFJU 05	19/08/2021	11°26'42.38"S	58°43'22.32"O	307
IFJU 06	01/10/2021	11°27'21.48"S	59° 8'40.23"O	334
IFJU 07	31/10/2021	11°25'43.72"S	58°44'57.34"O	354
IFJU 08	01/10/2021	11°27'21.46"S	59° 8'23.12"O	333
IFJU 09	01/10/2021	11°28'3.29"S	59° 9'0.32"O	338
IFJU 10	01/10/2021	11°28'22.88"S	59° 9'10.51"O	346
IFJU 11	01/10/2021	11°27'25.61"S	59° 8'59.83"O	322
IFJU 12	12/08/2021	16° 6'28.47"S	57°41'37.39"O	130
IFJU 13	06/11/2021	11°24'29.13"S	58°45'46.57"O	329
IFJU 14	06/11/2021	11°24'36.81"S	58°45'9.42"O	328
IFJU 15	06/11/2021	11°23'5.56"S	58°45'24.11"O	330

As sementes foram submetidas ao tratamento com ácido giberélico (GA₃) na concentração de 500 ppm durante 48 horas de embebição para superar a dormência. Em seguida, foram semeadas em recipientes de poliestireno com volume de 180 cm³, contendo substrato comercial. As mudas foram inicialmente cultivadas em condições controladas de viveiro, e foram submetidas a 50% de sombreamento para simular condições parcialmente sombreadas. O regime de irrigação foi estabelecido em duas aplicações diárias, a fim de manter a umidade do substrato ótima para o desenvolvimento radicular. Decorridos 70 dias desde a semeadura, as mudas alcançaram a fenofase de quatro folhas definitivas, então foram levadas a campo e transplantadas

Os berços para o transplante das mudas foram preparados com um perfurador de solo, apresentando o diâmetro de 30 cm e profundidade de 40 cm. A adubação consistiu na aplicação de 100 g de calcário e 200 g do formulado 4-30-10 (NPK), conforme recomendação de Filgueira (2008) para a cultura da beringela, por não haver

recomendação para a jurubeba. Após a adição dos corretivos e fertilizantes ao solo, homogeneizou e devolveu ao berço.

Delineamento experimental e coleta dos dados

As 15 progênies de meios-irmãos obtidas foram alocadas em Delineamento Blocos ao Acaso (DBC), composto por quatro repetições e três planta por parcela, no espaçamento de 2 x 2 m, totalizando 180 plantas. A irrigação foi realizada por meio de gotejadores autocompensantes.

As avaliações foram iniciadas aos 60 dias subsequentes ao transplântio, estendendo-se até 15 meses, e foram mensuradas as seguintes variáveis fenotípicas: diâmetro do coleto aos 60 dias (mm) - DCOL-60 e ao final do ciclo - DCOL-FC; diâmetro da copa aos 60 dias (cm) - DCOP-60 e ao término do ciclo - DCOP-FC; número de espinhos por 30 cm² de área do tronco - NE; quantidade de ramos aos 60 dias - NR e produção expressa pela massa total de frutos, em g por planta - PROD). Os dados foram coletados individualmente de cada planta.

Análise estatística

As estimativas dos parâmetros genéticos foram realizadas por meio do programa SELEGEN-REML/BLUP (Resende, 2016). Este método é amplamente reconhecido pela capacidade de fornecer estimativas confiáveis e precisas dos efeitos genéticos e ambientais. No estudo em questão, utilizou-se um modelo estatístico para plantas alógamas, meios-irmãos, de polinização livre, com várias plantas por parcela, um local e um ano de avaliação, modelo 01 do SELEGEN. Modelo estatístico abaixo:

$$y = Xr + Za + Wp + e$$

Sendo: “**y**” é o vetor dos dados observados; “**r**” representa os efeitos fixos de repetição somados à média geral; “**a**” corresponde aos efeitos genéticos aditivos individuais, considerados aleatórios; “**p**” abrange os efeitos aleatórios das parcelas; “**e**” é o vetor de erros ou resíduos, também tratado como aleatório. As matrizes **X**, **Z**, e **W** são as matrizes de incidência que ligam os vetores de efeito aos dados observados. Este

modelo permite decompor a variação observada em componentes genéticos e ambientais (Resende, 2007b).

Os parâmetros genéticos avaliados foram: herdabilidade individual no sentido restrito (h^2), acurácia, coeficiente de variação genética aditiva individual ($CV_{gi}\%$), coeficiente de variação genotípica entre progênies ($CV_{gp}\%$), coeficiente de variação residual ($CV_e\%$) e coeficiente de variação relativa (CV_r).

A análise de *deviance* (ANADEV) foi conduzida por meio do teste de razão de verossimilhança, aplicando um valor crítico de qui-quadrado de 3,86 para 1 grau de liberdade e um nível de significância de 5%. Esta análise possibilita a verificação da significância estatística, possibilitando a estimativa dos componentes de variância através do método REML. Adicionalmente, os valores genotípicos foram determinados utilizando o método BLUP.

Ademais, foi conduzida uma análise de correlação genotípica para identificar padrões de relação entre as variáveis estudadas, em que as significâncias das relações foram avaliadas a 95% de probabilidade pelo *teste t*. Estas análises foram desenvolvidas utilizando o programa SELEGEN-REML/BLUP (Resende, 2016), modelo 102. As herdabilidades foram visualizadas por meio de gráficos de pontos com barras de erro, enquanto os BLUPs foram confeccionados utilizando gráficos de pontos, ambos gerados com o pacote ggplot2 (Wickham, 2016) no software R (R Core Team., 2023). Já as correlações foram visualizadas graficamente com o uso do pacote corrplot (Wei *et al.*, 2017).

4.3 Resultados

Análise de deviance

Esses resultados demonstram a existência de uma variabilidade genética significativa que pode ser explorada pelo melhoramento, entre as progênies de meios-irmãos para as variáveis DCOP-FC, DCOL-FC e PROD (Tabela 02).

Tabela 2

Análise de *Deviance* e estimativa de parâmetros genéticos para variáveis morfoagronômicas em progênies de meios-irmãos de *Solanum scuticum* M. Nee, do ecótono Cerrado - Amazônia, no município de Juína-MT, Brasil.

Variável	Parâmetros Estimados					<i>Deviance</i>	LRT
	Acc	CVgi%	CVgp%	CVe%	CVr		
Diâmetro do Coleto aos 60 dias	0,75	15,75	7,87	13,83	0,56	437,95	2,33 ^{ns}
Diâmetro do Coleto ao Final do Ciclo	0,70	26,38	13,19	26,72	0,49	903,49	23,21*
Diâmetro da Copa aos 60 dias	0,66	16,24	8,12	18,15	0,44	1116	3,55 ^{ns}
Diâmetro da Copa ao Final do Ciclo	0,77	20,40	10,20	16,44	0,62	1328,84	12,24*
Número de Espinhos	0,67	22,65	11,32	24,70	0,45	88,97	0,03 ^{ns}
Número de Ramos aos 60 Dias	0,72	18,03	9,01	17,03	0,52	473,11	0,03 ^{ns}
Produção	0,74	59,06	29,53	53,45	0,55	2323,68	10,44*

Acc: acurácia; CVgi%: coeficiente de variação genotípica aditiva individual; CVgp%: coeficiente de variação genotípica entre progênies; CVe%: coeficiente de variação ambiental; CVr: coeficiente de variação relativa (CVgp%/CVe%); LRT: teste de razão de verossimilhança; ^{ns}: Não Significativo; *: Significativo a 5% pelo Qui-quadrado tabelado (3,84).

*h*²: Herdabilidade individual no sentido restrito

As estimativas de herdabilidade das variáveis analisadas variaram de moderada a alta, apresentando valores entre 27% e 70%, (Fig. 2.) O DCOP-FC destacou-se por apresentar a maior *h*², alcançando 70%. Em seguida, a PROD e o DCOL-FC registraram *h*² de 56,52% e 53,89%, respectivamente. O DCOL-60 apresentou uma *h*² de 50,01%. Por outro lado, o NR e o DCOP-60 exibiram valores de *h*² de 35,3% e 33,88%, respectivamente. A característica NE mostrou a menor herdabilidade, com 27,07%.

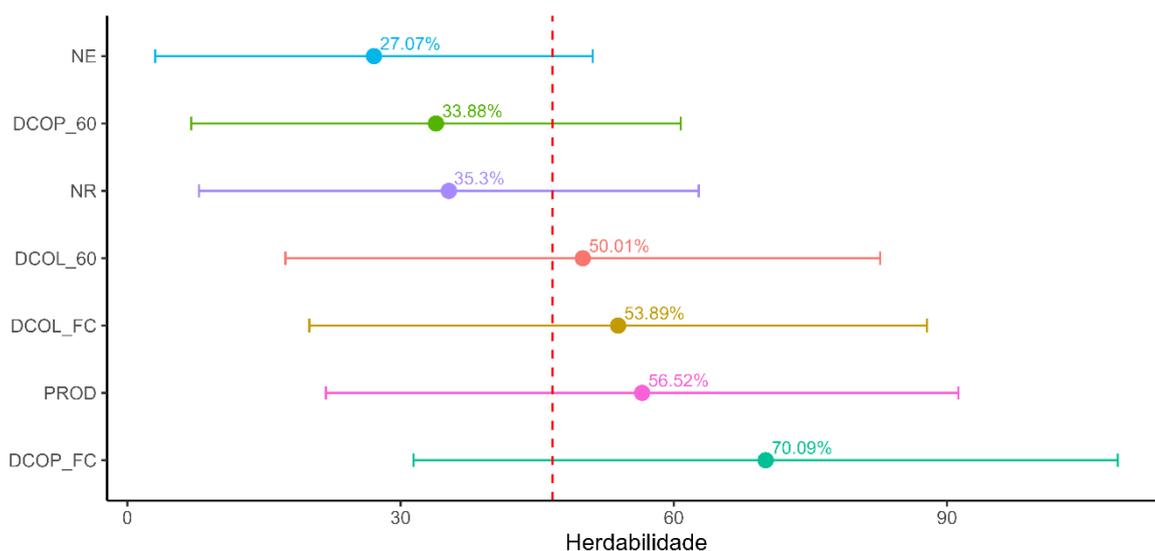


Fig. 2: Estimativa da herdabilidade para variáveis morfoagronômicas em progênies de *Solanum scuticum* M. Nee no ecótono Cerrado-Amazônia, Juína-MT, Brasil. NE: número de espinhos; DCOP-60: diâmetro da copa aos 60 dias (cm); NR: número de ramos; DCOL-60: diâmetro do coleto aos 60 dias (mm); DCOL-FC: diâmetro do coleto ao final do ciclo (mm); PROD: produção (g/planta); DCOP-FC: diâmetro da copa ao final do ciclo (cm).

Acurácia

A acurácia foi satisfatória para todas as variáveis analisadas, indicando boa precisão na seleção genotípica. A variável que apresentou a maior acurácia foi o DCOP-FC, com 0,77, seguido pelo "DCOL-60" com 0,75, e pela PROD com 0,74 (Tabela 02). O NR registou acurácia de 0,72, enquanto o DCOL-FC alcançou 0,70. O NE teve acurácia de 0,67, e a menor acurácia, 0,66, foi observada na variável DCOP-60.

CV_{gi}%: coeficiente de variação genética aditiva individual

A variável PROD apresentou o maior CV_{gi}%, com 59,06%, destacando-se como a característica com maior variabilidade genética entre os indivíduos estudados. O DCOL-FC apresentou um CV_{gi}% de 26,38%, seguido pelo NE, que registrou 22,65%. O DCOP-FC teve um CV_{gi}% de 20,4%, enquanto o NR alcançou 18,03%. Os menores valores foram observados no DCOL-60 e DCOP-60 com valores de 15,75% e 16,24%, respectivamente.

CVgp%: coeficiente de variação genotípica entre progênies

A variável PROD apresentou o maior coeficiente, com 29,53%, indicando alta variabilidade genética entre as 15 progênies de meios-irmãos. O DCOL-FC também mostrou considerável variabilidade genética, com um CVgp% de 13,19. Outras variáveis como NE e DCOP-FC registraram coeficientes de 11,32% e 10,20%, respectivamente. Variáveis com valores mais baixos incluem o DCOP-60, com 8,12%, e o NR, com 9,01%.

CVe%: coeficiente de variação residual

A PROD destacou-se com o maior coeficiente, atingindo 53,45%, indicando influência ambiental considerável sobre esta característica. Segue-se o DCOL-FC, com valor de 26,72%. Outras variáveis como NE e DCOP-60 exibiram coeficientes de 24,70% e 18,15%, respectivamente. As menores influências ambientais foram observadas no DCOL-60, com 13,83%, e no DCOP-FC, com 16,44%.

CVr: coeficiente de variação relativa

Os dados revelam que o DCOP-FC exibiu o CVr mais elevado, atingindo 0,62. Este resultado sugere que uma parcela significativa da variação fenotípica dessa característica pode ser atribuída às diferenças genéticas entre os indivíduos analisados. Em seguida, as variáveis PROD com 0,55 e NR apresentando um CVr de 0,52. Por outro lado, as variáveis DCOP-60 e NE registraram os menores valores de CVr, com 0,44 e 0,45, respectivamente, refletindo menor proporção de variação genética explicável.

Best Linear Unbiased Prediction (BLUP)

Na característica DCOL-60 destacaram-se as progênies IFJU 03, 14, 02, 05, 09, 01 e 15, todas apresentando efeitos genotípicos positivos (Fig. 3A). Este resultado indica elevado e contínuo desenvolvimento do diâmetro do colete nestas progênies. De forma análoga, ao final do ciclo, as progênies IFJU 14, 12, 02, 09, 06, 10 e 05 exibiram os maiores valores para DCOL-FC, sugerindo robusto desenvolvimento contínuo do diâmetro do colete (Fig. 3B).

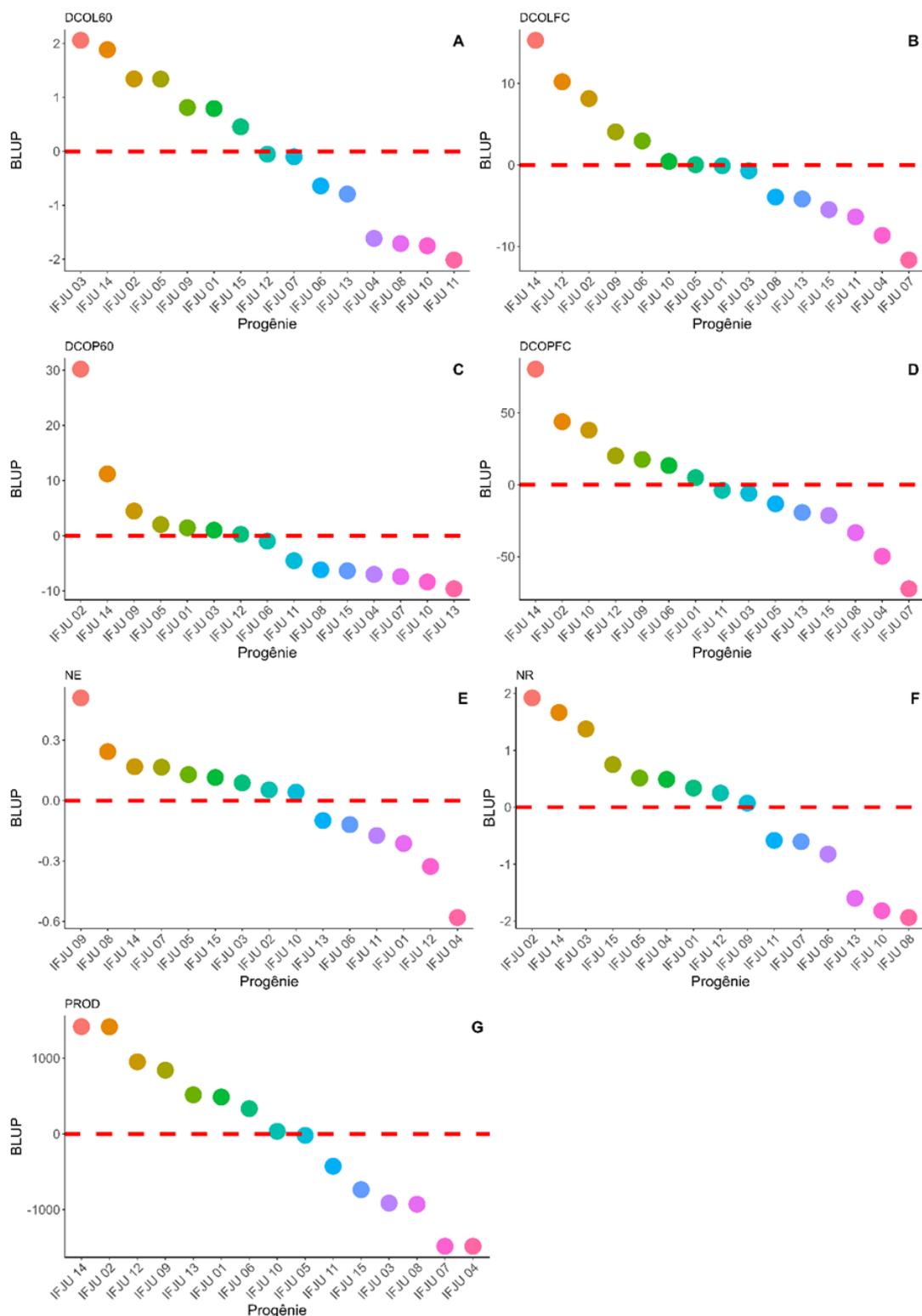


Fig. 3: Resultado dos BLUPs na avaliação de 15 progênies de meios-irmãos de *Solanum scuticum* M. Nee no ecótono Cerrado-Amazônia, Juína-MT, Brasil. **A)** diâmetro do coleto aos 60 dias (mm); **B)** diâmetro do coleto ao final do ciclo (mm); **C)** diâmetro da copa aos 60 dias (cm); **D)** diâmetro da copa ao final do ciclo (cm); **E)** número de espinhos; **F)** número de ramos; **G)** produção (g/planta).

Quanto ao diâmetro da copa, as progênies IFJU 02, 14, 09, 05, 01, 03 e 12 mostraram-se superiores para a variável DCOP-60, refletindo bom desenvolvimento inicial (Fig. 3C). Para DCOP-FC, as progênies que mais destacaram foram IFJU 14, 02, 10, 12, 09, 06 e 01, indicando excelente desenvolvimento da copa até o final do ciclo (Fig. 3D).

Na variável NE, que mensura o número de espinhos, as progênies IFJU 13, 06, 11, 01, 12 e 04 foram identificadas como as mais adequadas para a seleção visando a redução de espinhos, o que pode ser benéfico para a manipulação e colheita (Fig. 3E). Já para NR, que conta o número de ramos, os genótipos IFJU 02, 14, 03, 15, 05, 04, 01, 12 e 09 destacaram-se, oferecendo potencial para uma arquitetura de planta densamente ramificada (Fig. 3F).

Finalmente, a variável PROD, que avalia a produção total, apresentou as progênies IFJU 14, 02, 12, 09, 13, 01, 06 e 10 com valores acima da média, destacando o potencial produtivo elevado dessas progênies no contexto de um programa de melhoramento genético (Fig. 3G).

Correlação genotípica

A análise de correlação genotípica entre as variáveis estudadas em progênies de jurubeba revelou correlações significativas ($P < 0,05\%$) pelo teste *t*, exceto entre as variáveis NE e NR. Deste modo, observou-se elevada correlação positiva entre o DCOL-FC e a PROD, com coeficiente de correlação de 0,88, indicando forte associação genotípica entre essas duas características (Fig. 04), assim, tais variáveis apresentam relação diretamente proporcional. Da mesma forma, o DCOP-FC apresentou correlação elevada com a PROD, com coeficiente positivo de 0,85. Porém a maior associação foi entre DCOL-FC x DCOP-FC, com correlação positiva de 0,91. Nenhuma correlação apresentou coeficiente negativo.

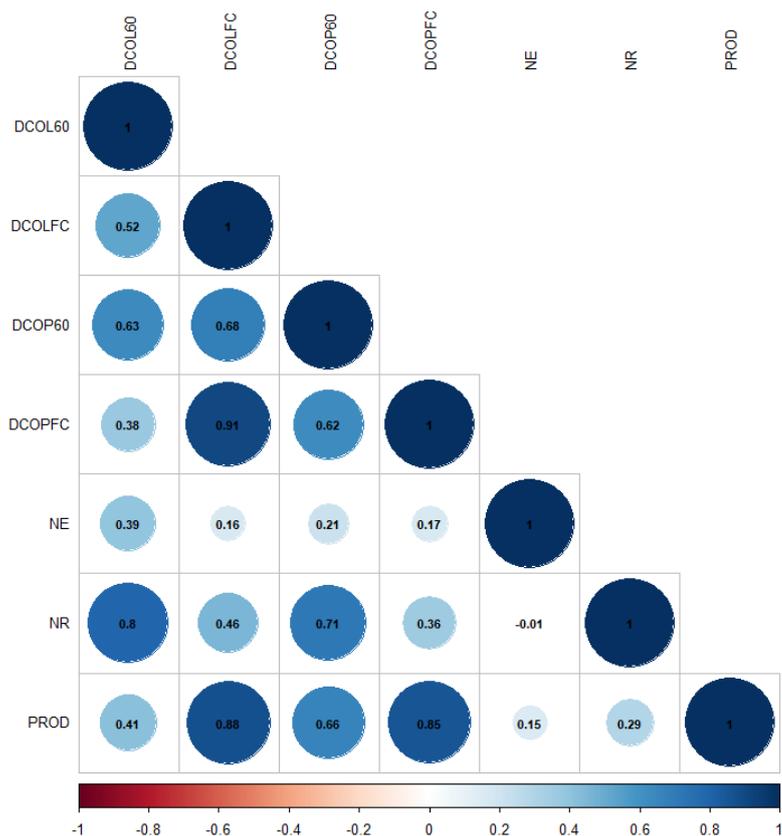


Fig. 4: Análise de correlação genotípica entre variáveis morfoagronômicas, avaliados em 15 progênies de meios-irmãos de *Solanum scuticum* M. Nee no ecótono Cerrado-Amazônia, Juína-MT, Brasil. DCOL-60: diâmetro do coleto aos 60 dias; DCOL-FC: diâmetro do coleto ao final do ciclo; DCOP-60: diâmetro da copa aos 60 dias; DCOP-FC: diâmetro da copa ao final do ciclo; NE: número de espinhos; NR: número de ramos aos 60 dias; PROD: produção de frutos.

A variável NR também exibiu correlações altas com o DCOL-60 (0,8) e com o DCOP-60 (0,71), sugerindo que o número de ramos iniciais pode estar associado ao diâmetro da copa e do coleto já nos estágios iniciais do ciclo, pois os ramos dão sustentação e compõem a estrutura da copa na fase inicial de desenvolvimento e, essas três variáveis foram avaliadas aos 60 dias após o transplante, justificando essa forte associação.

Além disso, houve correlações significativas entre as variáveis de diâmetro no início e no final do ciclo, sugerindo consistência no crescimento das progênies. O DCOL-60 mostrou correlação moderada com o DCOL-FC (0,52) e o DCOP-60 com o DCOP-FC (0,68), e pode indicar um padrão de crescimento coordenado ao longo do ciclo de desenvolvimento das plantas.

Por outro lado, as correlações entre NE e outras variáveis foram baixas, destacando possível independência dessa característica em relação as outras variáveis morfoagronômicas avaliadas.

4.4 Discussão

h²: Herdabilidade individual no sentido restrito

Capistrano *et al.* (2021) destacam que as estimativas de parâmetros genéticos são fundamentais para revelar a variabilidade genética existente, além de indicarem expressivo potencial para a seleção de genótipos superiores. Complementarmente, Lucius *et al.* (2014) enfatizam a importância da herdabilidade como um dos parâmetros genéticos cruciais para o melhorista. Este índice quantifica a proporção da variância fenotípica que é atribuível a fatores genéticos, ou seja, é a proporção que se herda da variabilidade total (Paiva *et al.*, 2019).

Resende (2002) classifica a h^2 em espécies perenes em três categorias: baixa ($h^2 < 0,15$), média ($0,15 < h^2 < 0,50$) e alta ($h^2 > 0,50$). A h^2 para as variáveis analisadas nesse estudo, foram classificadas entre média e alta, indicando maior variância genética ou baixa influência ambiental como explicado por Pompeu Junior *et al.* (2013).

O DCOP-FC foi a variável que apresentou maior h^2 , seguida pela PROD. Normalmente, a PROD apresenta valores mais baixos de h^2 em outras espécies, pois é influenciada por muitos genes e está sujeita a significativa interferência ambiental (Falconer e Mackay, 1996). No entanto, para a jurubeba, os valores observados de herdabilidade são altos, o que é crucial para a seleção de genótipos superiores, permitindo ganhos genéticos expressivos. Contudo, não existem estudos disponíveis que forneçam estimativas de h^2 e outros parâmetros genéticos para caracteres morfoagronômicos em jurubeba, limitando as comparações dos resultados deste estudo com outros.

Acurácia

A acurácia refere-se à correlação entre o valor genotípico verdadeiro do material analisado e aquele estimado ou predito (Resende, 2007b). Resende e Duarte (2007) reportam que uma acurácia superior a 0,70 como sendo ideal para a seleção de genótipos

superiores nas fases iniciais de um programa de melhoramento, especialmente quando há possibilidade de selecionar ampla gama de genótipos. No entanto, uma acurácia acima de 50% é considerada de média precisão na seleção genotípica. Neste estudo, os valores de acurácia variaram entre 66% e 77%, indicando resultados promissores. As variáveis com acurácia consideradas altas foram: DCOP-FC, DCOL-60, PROD, e DCOL-FC. Essas variáveis possibilitam a seleção precisa e confiável de genótipos de jurubeba, adequados para utilização em programas de melhoramento genético.

CV_{gi}%: coeficiente de variação genética aditiva individual

O CV_{gi}% expressa, em percentual da média geral, a extensão da variação genética entre indivíduos. Assim, valores mais elevados de CV_{gi}% indicam maiores possibilidades de ganhos através da seleção, sugerindo a presença de uma variabilidade genética significativa que pode ser explorada (Aguiar *et al.*, 2010). Neste estudo, a característica PROD apresentou valores muito altos, indicando a variabilidade elevada para essa característica. Esse fato é particularmente valorizado, pois a variabilidade genética constitui o substrato fundamental para a seleção de materiais mais produtivos. Os menores valores de CV_{gi}% foram observados nas variáveis DCOL-60, NE, e DCOP-60, indicando baixa variabilidade genética entre os genótipos para essas variáveis no início do ciclo.

CV_{gp}%: coeficiente de variação genotípica entre progênies

CV_{gp}% de valores médios a altos sugerem a existência de variabilidade genética e, quanto maior for esse valor, maior será a facilidade de encontrar indivíduos superiores que poderão proporcionar ganhos na seleção (Aguiar *et al.*, 2010). A variável PROD, que representa a produção total nas progênies de jurubeba, exibiu o maior CV_{gp}% entre todas as características avaliadas. Esse alto CV_{gp}% indica que existe variabilidade genética substancial na produção entre as diferentes progênies, e é indicativo promissor para a seleção e o melhoramento genético.

CVe%: coeficiente de variação residual

O CVe%, como destacado por Albuquerque *et al.* (2022), é amplamente utilizado para avaliar a precisão experimental é um parâmetro importante em estudos genéticos, especialmente quando se busca compreender a influência do ambiente *versus* a influência genética nas características fenotípicas de um organismo.

A variável PROD demonstrou ser a mais influenciada por fatores ambientais, no entanto, apresentou alta h^2 , elevado CVgi% e Cvr acima de 0,5. Esses resultados indicam que, apesar da alta influência ambiental e da baixa precisão experimental observada para PROD, existe variabilidade genética significativa para essa característica. Assim, há potencial para obter ganhos genéticos consideráveis na seleção das progênes visando essa variável.

A análise comparativa entre as variáveis coletadas aos 60 dias após o transplântio e aquelas mensuradas ao final do ciclo revela diferenças sensíveis no impacto dos fatores ambientais sobre o fenótipo. Observa-se que, as variáveis coletadas no início do ciclo (DCOL-60 e DCOP-60) foram menos afetadas pelo ambiente, pode ser atribuído a menor exposição das plantas a fatores ambientais que influenciam o fenótipo. Por outro lado, quanto maior o tempo de exposição aos fatores ambientais, maior foi a influência destes sobre o fenótipo das plantas, a única exceção foi DCOP-FC. Este padrão sugere que medições precoces no ciclo de vida podem oferecer uma representação menos distorcida pelas variáveis ambientais, fornecendo um panorama mais estável das características genéticas.

CVr: coeficiente de variação relativa

O CVr é um parâmetro estatístico utilizado na genética quantitativa para avaliar a proporção da variação fenotípica que pode ser atribuída a diferenças genéticas entre genótipos. Este coeficiente representa a razão entre o CVgp% e o CVe%, sendo fundamental para determinar a extensão do controle genético sobre um caráter e a magnitude da influência dos fatores ambientais sobre o fenótipo, desse modo, valores elevados de CVr indicam predominância do controle genético (Vencovsky e Barriga, 1992). O CVr está diretamente ligado a acurácia, quanto maior o CVr maior será a acurácia.

A classificação do CVr varia conforme o intervalo em que se encontra: considera-se baixo para valores de 0 a 0,25; intermediário entre 0,25 e 0,5; alto entre 0,5 e 0,75; e muito alto para valores superiores a 0,75, conforme estabelecido por Resende (2002). No estudo em questão, o CVr para as variáveis analisadas oscilou entre intermediário e alto. As variáveis DCOP-FC, DCOL-60, PROD e NR exibiram um CVr superior a 0,5, indicando que a variação genética entre as progênies predomina em relação à variação ambiental. Para as demais variáveis, observou-se a situação oposta, com maior influência ambiental sobre o fenótipo, e indica a necessidade de melhor controle ambiental no experimento.

Best Linear Unbiased Prediction (BLUP)

Na seleção utilizando BLUPs, as progênies com efeitos genotípicos negativos são automaticamente excluídas do processo de melhoramento, por apresentarem valores abaixo da média geral do experimento. Conseqüentemente, a probabilidade de obter ganhos genéticos significativos com essas progênies é extremamente baixa, uma vez que elas são consideradas inferiores em termos de potencial genético (Resende e Barbosa, 2006).

Maior NR pode indicar maior capacidade de ramificação, e frequentemente está associado a maior área foliar. Esta característica pode contribuir para melhor capacidade fotossintética e, potencialmente, para maior produtividade por causa da maior interceptação de luz solar. Progênies como IFJU 02 e IFJU 14, que exibiram altos valores para NR, também podem ser ideais para a seleção visando aumento na produção.

A presença de espinhos pode influenciar as práticas de manejo agrícola, incluindo a colheita e a manutenção. Progênies com menor número de espinhos, podem ser preferidas em contextos em que a manipulação manual das plantas é frequente, especialmente na colheita.

Progênies que exibem altos valores em múltiplas características desejáveis, como IFJU 14, 02, 09 e 12, são particularmente valiosas para o melhoramento. Elas oferecem base genética robusta para o desenvolvimento de cultivares para exploração comercial.

Correlação genotípica

As correlações estimadas entre os caracteres de jurubeba são fundamentais para a formulação de estratégias de melhoramento genético baseadas nas progênies. Dentre essas correlações, a genotípica destaca-se como a mais significativa, por representar a fração genética da correlação fenotípica. Essa característica é de vital importância, visto que constitui o único componente de natureza hereditária (Rahimi e Hernandez, 2022)

As variáveis DCOL-FC e DCOP-FC apresentaram alta correlação positiva, podendo ser explicado por processos biológicos intrínsecos ao desenvolvimento das espécies arbustivas/arbóreas. Biologicamente, o crescimento sincronizado do tronco e da copa é comum, uma vez que, à medida que a planta aumenta em altura para capturar mais luz, o diâmetro do tronco também expande, melhorando a eficiência na condução de nutrientes e água do solo para as folhas (Merganič *et al.*, 2021).

Observou-se que a variável NR se correlacionou positivamente tanto com o DCOL-60 quanto com o DCOP-60. Esses resultados sugerem uma possível associação do número inicial de ramos com o diâmetro da copa e do coleto nos estágios iniciais do ciclo de desenvolvimento da planta, isso ocorre porque os ramos dão sustentação e compõem a estrutura da copa na fase inicial de desenvolvimento. Essas três variáveis foram avaliadas aos 60 dias após o transplante, justificando essa forte associação.

Observou-se ainda correlação alta e significativa ($P < 0,05\%$) entre a PROD e DCOL-FC e DCOP-FC. Plantas com maiores diâmetros de coleto e copa tendem a possuir maior quantidade de folhas, o que potencializa a capacidade fotossintética (Kisepa *et al.*, 2024). Esta capacidade aumentada pode, por sua vez, proporcionar mais energia para a produção de flores e frutos. Assim, constata-se que quanto maiores os diâmetros da copa e do coleto, maior é a produção da planta de jurubeba, evidenciando claro vínculo entre as características morfológicas e o potencial produtivo.

4.5 Conclusão

1. As estimativas dos parâmetros genéticos demonstram a existência de variabilidade genética significativa entre as progênies de jurubeba (*Solanum scuticum* M. Nee), indicando potencial para seleção.
2. As progênies IFJU 14, 02, 09 e 12 destacam-se como candidatas promissoras para programas de melhoramento genético, pelos valores de BLUPs positivos para as variáveis de maior relevância agrônômica.
3. O diâmetro da copa e o diâmetro do coleto, ambos medidos ao final do ciclo, exibem as maiores correlações genotípicas positivas. A produção está fortemente correlacionada a essas dimensões morfológicas, revelando a interdependência positiva entre o crescimento estrutural e o potencial produtivo.

4.6 Referências

- Aguiar, A.V. de, Sousa, V.A. de, Shimizu, J.Y., 2010. Seleção genética de progênies de *Pinus greggii* para formação de pomares de sementes. *Pesqui Florest Bras* 30.
<https://doi.org/10.4336/2010.pfb.30.62.107>
- Albuquerque, J.R.T. de, Lins, H.A., dos Santos, M.G., Freitas, M.A.M. de, Oliveira, F.S. de, Souza, A.R.E. de, Silveira, L.M. da, Henrique de Sousa Nunes, G., Barros Júnior, A.P., de Melo Jorge Vieira, P.F., 2022. Adaptability and stability of soybean (*Glycine max* L.) genotypes in semiarid conditions. *Euphytica* 218. <https://doi.org/10.1007/s10681-022-03012-0>
- BRASIL, 2018. Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial: Plantas para o Futuro - Região Centro-Oeste. Brasília-DF.
- Campos, L.F.C., Peixoto, J.V.M., Oliveira, R.M. de, Seleguini, A., Nascimento, A. dos R., 2015. Propriedades físico-químicas de frutos de jurubeba de três regiões do cerrado. *Revista de agricultura neotropical* 2. <https://doi.org/10.32404/rean.v2i4.740>
- Capistrano, M.D.C., Neto, R.D.C.A., Santos, V.B. Dos, Lessa, L.S., de Resende, M.D.V., Mesquita, A.G.G., Gurgel, F.D.L., 2021. Use of the REML/BLUP methodology for the selection of sweet orange genotypes. *Pesqui Agropecu Bras* 56, 1–11.
<https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2021.v56.02032>
- Cerón-Souza, I., Delgadillo-Duran, D., Polo-Murcia, S.M., Sarmiento-Naizaque, Z.X., Reyes-Herrera, P.H., 2023. Prioritizing Colombian plant genetic resources for investment in research using indicators about the geographic origin, vulnerability status, economic benefits, and food security importance. *Biodivers Conserv* 32, 2221–2261.
<https://doi.org/10.1007/s10531-023-02599-7>

- da Silva, M.B., Rodrigues, L.F.O.S., Monteiro, G.C., Monar, G.R.S., Gomez Gomez, H.A., Seabra Junior, S., Minatel, I.O., Lima, G.P.P., 2019. Evaluation of biogenic amines and nitrate in raw and pickled jurubeba (*Solanum paniculatum* L.) fruit. *J Food Sci Technol* 56, 2970–2978. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03772-z>
- Falconer, D.S., Mackay, T.F.C., 1996. *Introduction to Quantitative Genetics*, 4^a. ed. Addison Wesley Longman, Harlow.
- Filgueira, F.A.R., 2008. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*, Editora UFV. ed. Viçosa-MG.
- Filho, J.G., Fialho, A., Mendes, R.G., Piva, H.T., Fadim Júnior, J.E., Cintra, M.F., Langer, L., Filho, F.R.P., 2019. Efeitos do armazenamento sobre o potencial germinativo de sementes de Jurubeba. *Brazilian Journal of Development* 5. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n10-020>
- Kisepa, M.M., Zharare, E.G., Zimudzi, C., Akweni, A.L., 2024. Morphological diversity and fruit production of wild *Salacia kraussii* (Celastraceae) on the Northern Coast of KwaZulu-Natal, South Africa. *Heliyon* 10. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25332>
- Lorenzi, H., Matos, F.J. de A., 2008. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*, Nova Odessa: Instituto Plantarum.
- Lucius, A.S.F., De Oliveira, R.A., Daros, E., Zambon, J.L.C., Filho, J.C.B., Verissimo, M.A.A., 2014. Desempenho de famílias de cana-de-açúcar em diferentes fases no melhoramento genético via REML/BLUP. *Semina: Ciências Agrárias* 35. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n1p101>

- McCullagh, P., Nelder, J.A., 1989. *Generalized Linear Models*, 2nd ed. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton.
- Merganič, J., Pichler, V., Gömöryová, E., Fleischer, P., Homolák, M., Merganičová, K., 2021. Modelling impact of site and terrain morphological characteristics on biomass of tree species in Putorana region. *Plants* 10. <https://doi.org/10.3390/plants10122722>
- Paiva, J.T., Resende, M.D.V., Resende, R.T., Oliveira, H.R., Silva, H.T., Caetano, G.C., Lopes, P.S., Silva, F.F., 2019. Herdabilidade de características de crescimento em bovinos da raça Nelore utilizando métodos da Máxima Verossimilhança Restrita e Inferência Bayesiana. *Archivos de Zootecnia* 68, 440–446. <https://doi.org/10.21071/az.v68i263.4206>
- Pompeu Junior, J., Blumer, S., Resende, M.D.V. de, 2013. Avaliação genética de seleções e híbridos de limões cravo, volkameriano e rugoso como porta-enxertos para laranjeiras Valência na presença da morte súbita dos citros. *Rev Bras Frutic* 35. <https://doi.org/10.1590/s0100-29452013000100023>
- R Core Team., 2023. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. *Open J Stat* 13.
- Rahimi, M., Hernandez, M. V., 2022. A SAS code to estimate phenotypic-genotypic covariance and correlation matrices based on expected value of statistical designs to use in plant breeding. *An Acad Bras Cienc* 94. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202220200001>
- Resende, M.D.V. de, 2016. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 16, 330–339. <https://doi.org/10.1590/1984-70332016v16n4a49>

- Resende, M.D.V. de, 2007a. Matemática e Estatística na Análise de Experimentos e no Melhoramento Genético. Colombo, PR.
- Resende, M.D.V. de, 2007b. SELEGEN-REML/BLUP Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada via Modelos Lineares Mistos. Colombo, PR.
- Resende, M.D.V. De, Barbosa, M.H.P., 2006. Selection via simulated individual BLUP based on family genotypic effects in sugarcane. *Pesqui Agropecu Bras* 41.
<https://doi.org/10.1590/s0100-204x2006000300008>
- Resende, M.D.V. de, Duarte, J.B., 2007. Precisão E Controle De Qualidade Em Experimentos De Avaliação De Cultivares. *Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)* 37.
- Resende, M.D.V., 2002. Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*.
- Sturion, J.A., Resende, M.D.V. de, 2010. Avaliação genética e análise de deviance em um teste desbalanceado de procedência e progênie de *Ilex paraguariensis*. *Pesqui Florest Bras* 30, 157–160. <https://doi.org/10.4336/2010.pfb.30.62.157>
- Vencovsky, R., Barriga, P., 1992. Genética biométrica no fitomelhoramento. Sociedade Brasileira de Genética, Ribeirão Preto.
- Wei, T., Simko, V., Levy, M., Xie, Y., Jin, Y.J., Zemla, J., 2017. Visualization of a Correlation Matrix. R package “corrplot”. *Statistician* 56.
- West, B.T., Welch, K., Galecki, A., Gillespie, B., 2022. Linear mixed models: A practical guide using statistical software, *Linear Mixed Models: A Practical Guide Using Statistical Software*. <https://doi.org/10.1201/9781003181064>

Wickham, H., 2016. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York, Media.

5 CONCLUSÃO GERAL

Por meio deste estudo, pode-se confirmar a presença de dormência nas sementes, tanto as provenientes de frutos verdes quanto maduros, sendo que as sementes de frutos verdes apresentaram germinação limitada mesmo após a aplicação de métodos variados para superação da dormência, indicando que a dormência é de natureza fisiológica. Em contrapartida, identificou-se que o tratamento com ácido giberélico a 500 ppm por 48 horas é eficaz para superar a dormência em sementes de frutos maduros, configurando-se como um método recomendado para futuras práticas agrônomicas.

Em relação aos parâmetros genéticos, as análises revelaram variabilidade genética entre as progênies, evidenciando potencial para melhoramento genético. As progênies IFJU 14, 02, 09 e 12 destacaram-se, apresentando BLUPs positivos nas variáveis de maior importância agrônômica, como produção, diâmetro da copa e do colete ao final do ciclo. As variáveis diâmetro da copa ao final do ciclo e o diâmetro do colete ao final do ciclo, mostraram estar fortemente correlacionados à produção de forma positiva.

Os resultados deste estudo enriquecem notavelmente este conhecimento sobre a jurubeba, uma espécie PANC de valor cultural inestimável. A importância deste estudo é ainda maior porque, apesar de sua relevância na alimentação das pessoas, a jurubeba continua a ser largamente subestimada e esquecida nos círculos científicos, especialmente na área de ciências agrárias.

Embora este estudo represente um avanço significativo, ainda é fundamental a realização de estudos complementares para aprofundar o entendimento sobre a espécie, além de facilitar o desenvolvimento de estratégias eficazes para a conservação e utilização comercial por meio de iniciativas de melhoramento genético.