IX SINMCA
IX Simpósio do Noroeste Mineiro de Ciências Agrárias e
VIII Semana Acadêmica
25 a 27 de novembro de 2025

Componentes de variância e herdabilidade genética de macaúba (*Acrocomia aculeata*) em diferentes sistemas de produção

Diulle D. A. Silva [1, *], Míria G. C. Silva [2], Thales M. C. Brandão [1] Anderson B. Evaristo [3],
[1] *Graduando (a) em Agronomia - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Unaí-MG*
[2] *Pesquisadora, UFVJM, Unaí/MG*
[3] *Professor adjunto, UFVJM, Unaí/MG*

***E-mail do autor principal:** diulle.alves@ufvjm.edu.br

RESUMO EXPANDIDO

INTRODUÇÃO

A macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.) é uma palmeira originária da América Neotropical, com ampla distribuição geográfica (Lorenzi et al., 1996; Bazzo et al., 2018). A exploração comercial dessa espécie tem se intensificado devido à elevada capacidade oleífera de seus frutos, cujo mesocarpo e amêndoas apresentam óleos de alto valor econômico, com aplicações nos setores farmacêutico, cosmético e, mais recentemente, na produção de biocombustíveis. Devido à sua rusticidade — característica que confere tolerância a condições adversas, como altas temperaturas e baixos índices pluviométricos —, o cultivo da macaúba é favorecido em diferentes regiões do Brasil, configurando-se como uma alternativa promissora no atual contexto de transição energética (Teixeira, 2005; Santos et al., 2024).

Sob a perspectiva agroindustrial, a macaúba apresenta grande potencial de aproveitamento integral, uma vez que todas as partes do fruto podem ser utilizadas no processamento (Motoike & Hilger, 2024). O óleo do mesocarpo é rico em ácido oleico, apresentando alta estabilidade oxidativa — atributo essencial para a produção de biocombustíveis —, enquanto o óleo extraído do endosperma é rico em ácido láurico, amplamente empregado nas indústrias farmacêutica e cosmética (Beltrão & Oliveira, 2007; Bazzo et al., 2018; Pasa et al., 2020).

No cenário produtivo nacional, o estado de Minas Gerais se destaca pela ocorrência natural de populações nativas de macaúba, sendo a região Sudeste reconhecida como um dos centros de diversidade e dispersão da espécie (Lanes et al., 2015). Em programas de melhoramento genético, o conhecimento dos parâmetros genéticos herdáveis entre genitores é essencial para predizer combinações híbridas de maior heterozigosidade e potencial heterótico (Carvalho et al., 2003).

Entretanto, ainda são escassos os estudos que avaliam a variabilidade genética da macaúba em diferentes sistemas de produção, o que limita o aproveitamento pleno do seu potencial em distintos arranjos de plantio. Nesse contexto, a análise dos componentes de variância e da herdabilidade constitui ferramenta fundamental para compreender a expressão fenotípica e estimar o ganho genético esperado em programas de seleção.

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo estimar os componentes de variância e a herdabilidade de genótipos de macaúba cultivados em diferentes sistemas de produção, bem como avaliar o desenvolvimento vegetativo com base nas variáveis altura de planta, diâmetro e número de folhas. Esses resultados fornecem subsídios para futuras seleções de materiais promissores visando ao cultivo em larga escala nas regiões Norte e Noroeste de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados 10 genótipos de macaúba *(A. aculeata)* distintos, dispostos em diferentes sistemas de cultivo de integração lavoura-floresta (ILF.), divididos em monocultivo (160), fileira dupla (158) e fileira simples (120), totalizando 438 plantas, localizadas na Fazenda Experimental Santa Paula no campus da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, campus Unaí Minas Gerais.

Dados referentes à altura de planta (AP), diâmetro e n° de folhas foram coletados inicialmente para distinção dos genótipos quanto as características vegetativas. Tais parâmetros foram escolhidos, pois permitem uma identificação inicial do desempenho vegetativo inicial que se correlacionam com os parâmetros produtivos (Evaristo et al., 2017).

A análise estatística foi realizada por meio do modelo linear misto no pacote Lme4 no software R. Foram obtidas as estimativas de

variância genética, fenotípica e variância do erro, como também o coeficiente de variação.

Foi utilizado o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + h_i + e_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} = observação referente ao tratamento i no indivíduo j;

μ= média geral (ou constante comum a todas as observações);

h_i= efeito aleatória da i-ésimo híbrido, com i = 1, 2,. . , i;

e_{ijk}= erro experimental, tal que eijk ~ NID (0; σ 2).

A partir das estimativas, foi calculada a herdabilidade em sentido amplo.

$$H^2 = \frac{\sigma^2 a}{\sigma^2 f}$$

Em que $\sigma^2 a$ é a variância aditiva e $\sigma^2 f$ é a variância fenotípica.

Para avaliar o incremento vegetativo dos entre os anos, foram calculadas as diferenças anuais para as variáveis altura de planta (cm), diâmetro do caule (mm) e número de folhas. Os incrementos individuais foram obtidos pela subtração entre os valores médios registrados para cada planta avaliada, em três sistemas de cultivo: monocultivo (Mono), fileira dupla (FD) e fileira tripla (FT).

As distribuições de frequência dos incrementos foram representadas por histogramas, permitindo observar a variabilidade e a tendência de crescimento entre os diferentes sistemas de produção. Essa abordagem possibilitou identificar padrões de desenvolvimento vegetativo e avaliar o comportamento das plantas em distintos arranjos espaciais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes as estimativas dos parâmetros genéticos para as características mensuradas, considerando os três sistemas produtivos estão apresentados na Tabela 1.

Sistema	Variável	σ² família	σ² residual	H^2
Mono	altura	41.000	329.260	0.499
Mono	diâmetro	7.370	183.060	0.244
Mono	nº folhas	0.140	0.950	0.535
FD	altura	49.400	350.210	0.530
FD	diâmetro	12.970	139.280	0.427
FD	nº folhas	0.110	1.030	0.451
FT	altura	16.890	308.240	0.305
FT	diâmetro	2127.990	3222.020	0.841
FT	nº folhas	0.070	1.020	0.354

Tabela 1 - Componentes de variância e herdabilidade ampla (H²) por sistema de cultivo e variável.

Mono: monocultura; FD: fileira dupla; FT: fileira tripla.

As estimativas obtidas revelam ampla diversidade genotípica entre os acessos de *Acrocomia aculeata*, refletida nos componentes de variância e nos valores de herdabilidade apresentados na Tabela 1. Essa variabilidade evidencia a importância da coleta contínua de dados para subsidiar o avanço de ensaios de melhoramento genético da espécie, especialmente em sistemas produtivos contrastantes.

Os diferentes tipos de cultivo resultaram em variações, expressos pelos distintos valores de herdabilidade ampla entre as variáveis analisadas. Para altura de planta (AP), o sistema de fileira dupla (FD) apresentou o maior valor de herdabilidade (H² = 0,530), seguido pelo monocultivo (Mono) (H² = 0,499) e pela fileira tripla (FT) (H² = 0,305). Já para o número de folhas por planta (NF), o monocultivo se destacou com o maior valor (H² = 0,535), seguido por FD (H² = 0,451) e FT (H² = 0,354). Em relação ao diâmetro do caule (DC), o sistema de fileira tripla apresentou a maior herdabilidade (H² = 0,841), superando os valores observados em FD (H² = 0,427) e Mono (H² = 0,244).

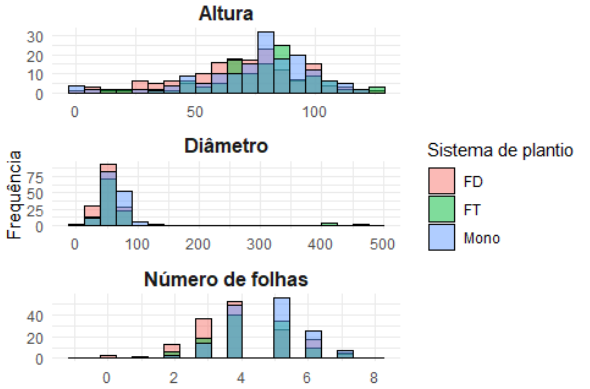
De modo geral, os valores de herdabilidade acima de 0,5 indicam forte controle genético das características, sugerindo possibilidade de ganhos expressivos com a seleção (Assis e Resende, 2011). O destaque da altura de planta no cultivo em fileira dupla pode estar associado ao grau de competição entre indivíduos, favorecendo o alongamento do caule. No caso do número de folhas, o desempenho superior no sistema de monocultivo possivelmente está relacionado à maior disponibilidade de luz e menor competição interespecífica, o que amplia a área fotossintética. No estudo de Oliveira et al., 2025, foi encontrado valor de herdabilidade de 0,357 em monocultivo, porém em condições ambientais contrastantes ao do presente estudo.

Por outro lado, o maior valor de herdabilidade observado para o diâmetro do caule no sistema de fileira tripla pode estar relacionado à redistribuição de fotoassimilados ou a fatores genéticos que favorecem o engrossamento do estipe, refletindo maior vigor vegetativo em condições de sombreamento parcial.

Esses resultados demonstram que os componentes genéticos da macaúba respondem de maneira distinta aos sistemas de cultivo, ressaltando a importância de considerar o arranjo espacial nas estratégias de melhoramento voltadas ao incremento do desempenho vegetativo e à adaptação da espécie em diferentes condições de manejo.

Os histogramas apresentados ilustram a distribuição dos incrementos médios em altura,

diâmetro e número de folhas (Figura 1).



Observa-se ampla variação fenotípica entre os genótipos, evidenciando diferenças no crescimento vegetativo conforme o arranjo de plantio. O sistema de fileira dupla apresentou maior frequência de incrementos intermediários para altura, enquanto o monocultivo destacou-se pelo maior número de folhas. Já o sistema de fileira tripla apresentou maior dispersão para o diâmetro, sugerindo maior variação entre plantas quanto ao engrossamento do caule. Esses resultados indicam que o desempenho vegetativo da macaúba é influenciado pelo sistema de cultivo, refletindo interações genótipo × ambiente.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos evidenciam ampla variabilidade genética entre os genótipos avaliados, demonstrando potencial significativo para a seleção de materiais superiores em programas de melhoramento. As estimativas de herdabilidade indicaram que as características avaliadas apresentam controle genético moderado a alto, especialmente a altura de planta e o diâmetro do caule, dependendo do sistema de cultivo.

Os diferentes arranjos espaciais influenciaram a expressão fenotípica das plantas, refletindo variações nos componentes de crescimento e evidenciando que o ambiente de cultivo exerce papel determinante sobre a manifestação das características vegetativas.

AGRADECIMENTOS

Agricerrado; Capes; CNPq, FAPEMIG e Acelen

REFERÊNCIAS

MADEIRA, D. D. C.; MOTOIKE, S. Y.; SIMIQUELI, G. F.; KUKI, K. N.; GOULART, S. M; RIGOLON, T. C B.; NOGUEIRA, P. T. S. CASTRO, A. S.; COUTO, E. G. O. C. .Phenotypic characterization and genetic diversity of macauba (Acrocomia aculeata) accessions based on oil attributes and fruit biometrics. *Genetic Resources and Crop Evolution*, v. 71, p. 3433-3451, 2024. DOI: 10.1007/s10722-024-01856-0 .

SANT'ANA, C. T.; VIEIRA do CARMO, M. A. A.; AZEVEDO, L.; BRUNORO, N. M. C; MARTINO, H. S. D; BARROS, F. A. R. de. Polpa e óleos de amêndoa de macaúba (*Acrocomia aculeata*) e coprodutos: caracterização química e propriedades antioxidantes. *Ciência Rural*, v. 55, n. 3, e20230383, 2025. DOI: 10.1590/0103-8478cr20230383.

MEYER, C.; HILGER, T.; KUKI, K. N.; MOTOIKE, S. Y.; CADISCH, G. Variabilidade biométrica de características de inflorescência e flores entre acessos ex situ da palmeira oleaginosa neotropical Acrocomia aculeata (Mart.). *Ecology and Evolution*, v. 14, n. 14, p. 1-12, 2024. DOI: 10.1002/ece3.70053.

GUIMARÃES, C. Como se forma um bom aluno. **Revista Época**, São Paulo, n. 616, p. 74-82, 8 mar. 2010.

SILVA, R. R. da *et al.* Desenvolvimento inicial de plântulas de Theobrona grandiflorum (Willd. ex Spreng.) Schum. sob influencia de sombreamento. **Acta Amazonica**. Manaus, v.

TEIXEIRA, L. C. Potencialidades de oleaginosas para produção de biodiesel. **Informe Agropecuário,** Belo Horizonte, n. 26, p 18-27, 2005.

DE OLIVEIRA, Luana Aparecida et al. Acrocomia aculeata palm progeny test: genetic variability and heritability of morpho-agronomic traits. **Euphytica**, v. 221, n. 6, p. 72, 2025.

BAZZO, Bárbara Regina et al. Development of novel EST-SSR markers in the macaúba palm (Acrocomia aculeata) using transcriptome sequencing and cross-species transferability in Arecaceae species. **BMC Plant Biology**, v. 18, n. 1, p. 276, 2018.

EVARISTO, Anderson Barbosa et al. Physico-chemical characterization macaw palm fruit from three regions the state of Minas Gerais, Brazil. 2017.

LANES, Éder et al. Molecular characterization and population structure of the macaw palm, Acrocomia aculeata (Arecaceae), ex situ germplasm collection using microsatellites markers. **Journal of Heredity**, v. 106, n. 1, p. 102-112, 2015.

ASSIS, Teotônio Francisco; RESENDE, Marcos Deon Vilela de. Genetic improvement of forest tree species. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 11, p. 44-49, 2011.

BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P. Oleaginosas potenciais do nordeste para a produção de biodiesel. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/277417/1/DOC177.pdf. Acesso em: 17 out. 2025.

LORENZI, H. et al. Palmeiras no Brasil: nativas e exóticas [Palm trees in Brazil: native and exotic]. **Nova Odessa, São Paulo: Plantarum**, 1996.

MOTOIKE, S.Y.; HILGER, T. **Macaúba: do plantio à colheita** . São Paulo: Oficina de Textos, 2024. E-book ISBN 9788579754005. Disponível em: https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788579754005/. Acesso em: 18 out. 2025.

CARVALHO, Luiz Paulo de et al. Análise da diversidade genética entre acessos de banco ativo de germoplasma de algodão. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 38, p. 1149-1155, 2003.

SANTOS, Adriele Cristina; COLLICCHIO, Erich; DE SIQUEIRA, Guilherme Benko. POTENCIAL BIOENERGÉTICO DE POPULAÇÕES NATURAIS DE MACAÚBA NA REGIÃO

CENTRAL DO ESTADO DO TOCANTINS. **ARACÊ** , v. 6, n. 4, pág. 19433-19458, 2024.

PASA, Thiago Luiz Belo et al. Assessment of commercial acidic ion-exchange resin for ethyl esters synthesis from Acrocomia aculeata (Macaúba) crude oil. Renewable Energy, v. 146, p. 469-476, 2020.