

GEÍIS FERREIRA NEVES

**CARACTERIZAÇÃO DE POPULAÇÕES NATURAIS DE LICURI, *Syagrus coronata*
(MART.) BECC. (AREACACEAE): PRÉ-MELHORAMENTO E CONSERVAÇÃO
DA ESPÉCIE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para a obtenção do título de Magister Scientiae.

Orientador: Sérgio Yoshimitsu Motoike

Coorientadores: Kacilda Naomi Kuki
Cosme Damião Cruz

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2021**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa -
Campus Viçosa

T

N518c
2021
Neves, Geís Ferreira, 1994-
Caracterização de populações naturais de Licuri, *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. (Areacaceae) : pré-melhoramento e conservação da espécie / Geís Ferreira Neves. - Viçosa, MG, 2021.
79 f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Sérgio Yoshimitsu Motoike.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. *Syagrus coronata* - Melhoramento genético. 2. Palmeira oleaginosa. 3. Diversidade genética. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 633.851

GEÍS FERREIRA NEVES

**CARACTERIZAÇÃO DE POPULAÇÕES NATURAIS DE LICURI, *Syagrus coronata*
(MART.) BECC. (AREACACEAE): PRÉ-MELHORAMENTO E CONSERVAÇÃO
DA ESPÉCIE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

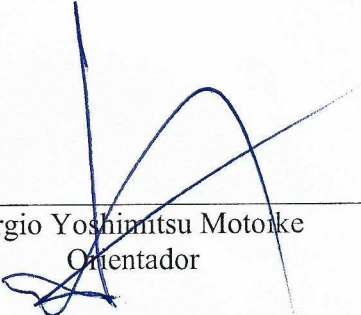
APROVADA: 31 de março de 2021.

Assentimento:



Geís Ferreira Neves

Autora



Sérgio Yoshimitsu Motoke

Orientador

À minha mãe Luciana de Fátima
Ferreira e irmã Lucinéia Ferreira
pelo amor, apoio e ensinamentos

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha existência, pelas pessoas que o Senhor colocou em meu caminho, que foram fundamentais para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos familiares, em especial meus pais Luciana Ferreira, José Freire e irmãos Lucinéia Ferreira, Devair Ferreira e Vanilson Ferreira, que sempre me apoiaram e me deram consolo nos momentos difíceis.

Obrigada também Luciana Santos, uma mãe do coração que sempre me encorajou a lutar pelos meus sonhos.

Aos coorientadores Sebastián Montoya, Manuela Granja e Cosme Damião Cruz por contribuir para realização deste trabalho, obrigada pela paciência e ensinamentos.

Meu agradecimento especial à Sérgio Motoike e Naomi Kuki, pela orientação acadêmica e, principalmente, pelos ensinamentos para a vida.

Às amigas: Lúbia Silva, Gislaine Purgato, Bruna Mariz, Lidiane Barreto. Obrigada pelo apoio, pelo carinho e por estarem sempre ao meu lado.

Um agradecimento especial à Silvia Ferreira de Sá, uma irmã que a vida me deu, que foi essencial para a realização deste trabalho. Obrigada por enfrentar comigo sol e chuva nas expedições de campo realizadas.

Obrigada a equipe da Emater de Jaíba e Janaúba pelas informações e suporte prestado. A todos os funcionários e colegas do setor de Fruticultura do Departamento de Agronomia da UFV.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade e por todo aprendizado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

NEVES, Ferreira Geís, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2021. **Caracterização de populações naturais de Licuri, *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. (Areacaceae): Pré-melhoramento e conservação da espécie.** Orientador: Sérgio Yoshimitsu Motoike. Coorientadores: Kacilda Naomi Kuki e Cosme Damião Cruz.

O Licuri (*Syagrus coronata*) é uma palmeira oleaginosa proveniente da porção semiárida do Brasil. Sua característica oleaginosa associada a adaptação climática faz desta espécie uma importante fonte de óleo vegetal. Por se tratar de uma espécie não domesticada, trabalhos que visem sua caracterização e identificação de seu potencial genético são importantes para sua exploração racional e sustentável. Este trabalho objetivou estimar a variabilidade genética de Licuri (*Syagrus coronata*) provenientes do norte de Minas Gerais, estimar o número de medições necessárias (frutos) para avaliação dos genótipos e identificar matrizes superiores pelo índice de rank médio, adaptado de MULAMBA & MOCK (1978). Objetivou-se também realizar a quantificação do teor de óleo e estudar o perfil de ácidos graxos de alguns genótipos. O trabalho foi desenvolvido no Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Viçosa, analisando-se 57 matrizes localizadas ao longo dos municípios de Jaíba, Janaúba, Capitão Enéas e Rio Pardo de Minas. Os diferentes Métodos de Agrupamentos indicam alta variabilidade existente entre genótipos, principalmente dentro das procedências estudadas. As variáveis que se mostraram mais importantes para discriminação dos genótipos pelo método dos componentes principais foram: largura da folha (LF), altura da planta (H), peso do cacho (PC) e número de cachos (NC). Para a biometria dos frutos, de acordo com a estatística de SINGH (1981), as variáveis que mais contribuíram para a discriminação dos genótipos foram: peso seco do pirênio (PPS), diâmetro longitudinal da amêndoa (DLA), diâmetro longitudinal do fruto (DLF) e diâmetro transversal da amêndoa (DTA). O estudo de repetibilidade mostrou que, com exceção da característica espessura da amêndoa (EA) e espessura do endocarpo (EE), 3 frutos são suficientes para estimar os coeficientes de variância genética da população, com R^2 de 90%. As 12 matrizes selecionadas pelo método dos “ranks”, adaptado de MULAMBA & MOCK (1978), foram as matrizes: 8, 9, 10, 12, 15, 36, 38, 40, 42, 48, 49 e 57. Os teores médios de óleo na polpa (TOP) em massa seca variaram entre 6,24% e 33,18%. Os teores médios de óleo da amêndoa (TOA) variaram entre 47,1% a 70,3%. O estudo de perfil de ácidos graxos indicou predominância de ácido láurico na amêndoa e ácido oléico e palmítico na polpa. Os resultados indicam grande potencial do germoplasma de Licuri da região norte de Minas Gerais, quanto à produção de óleo na amêndoa e na polpa, podendo ser uma alternativa ao cultivo do dendê para

na produção de óleos vegetais. A estimativa de diversidade genética mostrou possibilidade de melhoramento genético da espécie.

Palavras-chave: Pré- Melhoramento. Palmeiras nativas. Diversidade genética.

ABSTRACT

NEVES, Ferreira Geís, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2021. **Characterization of natural populations of Licuri, *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. (Areacaceae): Pre-breeding and conservation of the species.** Adviser: Sérgio Yoshimitsu Motoike. Co-advisers: Kacilda Naomi Kuki and Cosme Damião Cruz.

Licuri (*Syagrus coronata*) is an oil palm from the semi-arid portion of Brazil. Its oleaginous characteristic associated with climatic adaptation makes this species an important source of vegetable oil. As it is a non-domesticated species, studies aiming at its characterization and identification of its genetic potential are important for its rational and sustainable exploitation. This work aimed to estimate the genetic variability of Licuri (*Syagrus coronata*) from the north of Minas Gerais, estimate the number of necessary measurements (fruits) to evaluate the genotypes and to identify superior matrices by the average rank index, adapted from MULAMBA & MOCK (1978). The objective was also to perform the quantification of the oil content and to study the fatty acid profile of some genotypes. The work was developed at the Fitotechnics Department, at the Federal University of Viçosa, analyzing 57 matrices located along the municipalities of Jaíba, Janaúba, Capitão Enéas and Rio Pardo de Minas. The different Clustering Methods indicate high variability between genotypes, mainly within the studied origins. The variables that proved to be the most important for discriminating genotypes by the principal component method were: leaf width (LF), plant height (H), cluster weight (PC) and number of clusters (NC). For fruit biometrics, according to SINGH (1981) statistics, the variables that most contributed to the discrimination of genotypes were: dry pyrene weight (PPS), longitudinal diameter of the almond (DLA), longitudinal diameter of the fruit (DLF) and transverse almond diameter (DTA). The repeatability study showed that, with the exception of the characteristic Almond Thickness and Endocarp Thickness, 3 fruits are sufficient to estimate the population's genetic variance coefficients, with R² of 90%. The 12 matrices selected by the "ranks" method, adapted from Mulamba and Mock (1978), were the matrices: 8, 9, 10, 12, 15, 36, 38, 40, 42, 48, 49 and 57. The contents Average pulp oil (TOP) in dry mass varied between 6.24% and 33.18%. The average contents of almond oil (TOA) varied between 47.1% to 70.3%. The fatty acid profile study indicated a predominance of lauric acid in the almond and oleic and palmitic acid in the pulp. The results indicate great potential for the Licuri germplasm in the northern region of Minas Gerais, regarding the production of oil in almonds and pulp, which could be an alternative to the cultivation of oil palm for the production of vegetable oils. The genetic diversity estimate showed the possibility of genetic improvement of the species.

Keywords: Pre-breeding. Native palm trees. Genetic diversity.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	11
1.1 O Licuri.....	12
1.2 Melhoramento genético do Licuri.....	13
2. OBJETIVO GERAL	15
2.1. Objetivos específicos	15
3. METODOLOGIA GERAL	15
3.1 Área de Coleta.....	15
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
CAPÍTULO I	21
DIVERSIDADE GENÉTICA DE LICURI BASEADA NAS CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS E PRODUTIVAS DE MATRIZES	21
RESUMO	21
1. INTRODUÇÃO	23
2. MATERIAL E MÉTODOS	24
2.1 Material Vegetal.....	24
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
3.1 Caracterização das matrizes	25
3.2 Agrupamento e Dissimilaridade Genética	28
4. CONCLUSÃO	34
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
CAPÍTULO II	37
ESTUDO DE REPETIBILIDADE E DIVERSIDADE GENÉTICA PARA CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DE FRUTOS DE LICURI	37
RESUMO	37
1. INTRODUÇÃO	39
2. MATERIAL E MÉTODOS	40
2.1 Material Vegetal e Variáveis analisadas	40
2.2 Análise de Repetibilidade	41
2.3 Análise de Diversidade genética.....	42

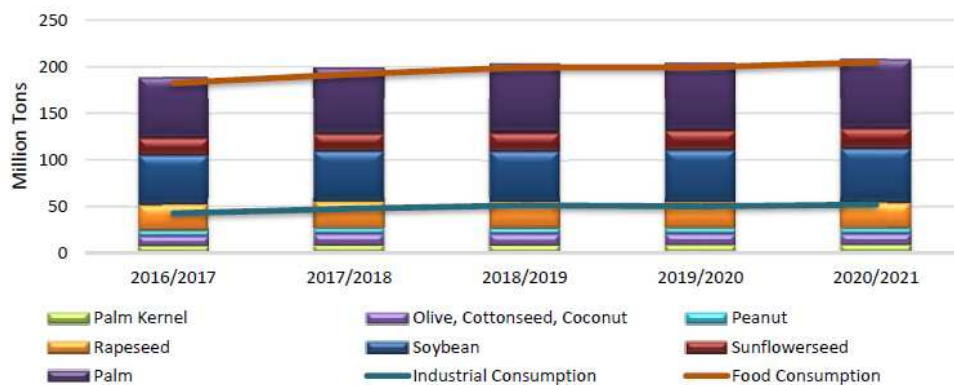
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
3.1 Estudo de repetibilidade.....	44
3.2 Estudo da diversidade genética.....	47
4. CONCLUSÃO	58
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
CAPÍTULO III	63
QUANTIFICAÇÃO DO TEOR DE ÓLEO E COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DE LICURI <i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc.....	63
RESUMO.....	63
1. INTRODUÇÃO	65
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	68
2.1 Teor de óleo	68
2.2 Perfil de ácidos graxos	69
2.2.1 Derivatização das amostras.....	70
2.2.2 Análise cromatográficas.....	70
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
4. CONCLUSÃO	76
5. CONCLUSÃO GERAL	77
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

1. INTRODUÇÃO GERAL

Em termos mundiais, o aumento contínuo na produção e demanda de óleo vegetal é inevitável (gráfico 1). Há expectativa de crescimento de 3% no próximo ano no consumo de óleo, incluso o de oliva de palma e óleo e de soja (USDA, 2020).

Segundo último relatório do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) sobre a produção global de oleaginosas, o Brasil ainda ocupa a sétima posição dentre os maiores produtores de óleo vegetal do mundo. No entanto, o país pode se tornar o maior fornecedor pois apresenta vantagens na produção de óleo vegetal quando comparado a outros países, principalmente associadas a diversidade de espécies oleaginosas, condições climáticas favoráveis para o cultivo, disponibilidade de área agricultável e mão de obra, (PARENTE, 2003; BELTRÃO, 2005).

Gráfico 1 - Produção e consumo global de oleaginosas do Relatório Oilseeds: World Markets and Trade, USDA, 2020.



Fonte: Adaptado de USDA, 2020.

As palmáceas estão dentre o grupo de plantas reconhecidamente oleaginosas, sendo que a palma de óleo (*Elaeis guineenses*) ocupa o primeiro lugar no mundo em fornecimento de óleo vegetal. Aproximadamente 95% da produção de palma de óleo estão localizadas entre as latitudes 10° norte e 10° sul do Equador, coincidente com as áreas tropicais úmidas. No Brasil a dendeicultura está restrita à região amazônica, especialmente no estado do Pará, e uma pequena porção costeira da Bahia (VILLELA, 2009; USDA, 2020).

Mesmo com a produção mundial de óleo de dendê duas vezes maior do que há dez anos, projeções indicam que a demanda por este óleo e outros óleos vegetais deve chegar a 240 Mt até 2050, considerando apenas o aumento previsto na população, se for somado a crescente

procura por biocombustíveis de base vegetal esse volume pode ser ainda maior, exigindo um aumento de 12 Mha adicionais de áreas cultivadas de dendê para atender essa demanda (CORLEY, 2009). Um aumento da área cultivada com dendê, no âmbito mundial e brasileiro, não é viável, pois traz várias e legítimas inquietudes legais, sociais e ambientais associada à perturbação das florestas tropicais (RAMALHO FILHO, 2010). Uma solução para esse entrave é buscar espécies alternativas, que forneça óleo vegetal similar ao óleo de dendê e que ainda, seja capaz de ser cultivadas em zonas climáticas que o dendezeiro não é capaz, como regiões onde a seca é um fator preponderante.

1.1 O Licuri

O fato de o Brasil ser um gigante no que diz respeito a espécies vegetais autóctones e de potencial agriculturável, mas pouco exploradas se deve pela introdução e perpetuação da cultura de estreita base alimentar trazida pelos colonizados europeus. (DEGENHARDT, 2001). Entretanto, o Brasil conta com a maior biodiversidade vegetal do mundo, e boa parte desta desconhecida. Dentre a diversidade genética vegetal existente, a família *Arecaceae* se destaca ao ser representada por cerca de 37 gêneros e 387 espécies nativas e dentre estas, muitas são consideradas de importância econômica, social e ambiental (COSTA & MARCHI, 2008).

O Licuri, *Syagrus coronata* (Mart.) Becc., é uma palmácea oleaginosa que se encontra sub-explorada em decorrência da pouca ou nenhuma informação relacionada à sua biologia e as exigências para seu cultivo em escala comercial. Ela possui distribuição natural nos domínios fitogeográficos de flora caducifólia e xeromórfica, com prevalência na caatinga e suas transições com cerrado, (AROUCHA & AROUCHA, 2013). Esta ocorrência natural indica que a espécie é adaptada a regiões consideravelmente áridas, onde predominam secas prolongadas intercaladas com curtos períodos de chuvas. Por ser altamente resiliente a seca, destaca-se como importante fonte de alimentação humana e animal na região semiárida brasileira, sendo principal fonte de alimento na dieta da arara-azul-de-lear, espécie criticamente ameaçada de extinção (DA ROCHA, 2009).

É uma palmeira monóica, podendo atingir 11 m de altura e possui sistema reprodutivo misto permitindo a fecundação cruzada e autofecundação, caracterizando-a como xenógama facultativa (DA ROCHA, 2009). A maturação sexual da palmeira ocorre por volta dos seis anos, quando se inicia a sua frutificação. Os picos de produção de frutos concentram-se entre os meses de março a abril, apesar de produzir durante todo o ano (BELTRÃO & OLIVEIRA, 2007;

CREPALDI et al., 2001). A dinâmica de chuvas nas regiões de ocorrência também influencia na frutificação da espécie.

O fruto é uma drupa carnosa de comprimento e diâmetro médio de 2,0 e 1,4 cm, respectivamente. O fruto maduro apresenta exocarpo fibroso, mesocarpo (polpa) fibroso-mucilaginoso e endosperma sólido e oleaginoso. A maturidade do fruto pode ser identificada pela coloração que varia do amarelo-claro ao laranja (CREPALDI et al., 2001; BELTRÃO & OLIVEIRA, 2007).

CREPALDI et al. (2001) reportou 49.2% em massa de teor de óleo nas amêndoas, o qual é muito utilizado na culinária tradicional nordestina. A alta capacidade energética dos frutos de Licuri, torna-o a “árvore salvadora da vida”, sendo que foi considerado uma das principais fonte de alimento nas grandes secas nordestinas (AGUIAR 1980; CREPALDI, 2001). Além da característica oleaginosa, a amêndoa é rica em proteínas (11,5%), sendo este valor superior ao valor proteico da maioria das palmeiras amazônicas, que é da ordem de 1,18 à 5%. A qualidade do óleo das amêndoas também merece destaque, sendo o ácido láurico o predominante, que apresenta propriedades adequadas para produção de bioquerosene para aeronaves, o qual é considerado um combustível de baixo impacto ambiental (LA SALLES, 2010; LLAMAS, 2012).

1.2 Melhoramento genético do Licuri

A eminente necessidade do cultivo de espécies oleaginosas para suprir a alta demanda por óleo vegetal, somada a possibilidade de utilizar recursos genéticos naturais, torna o Licuri altamente promissor do ponto de vista agrícola (LORENZI et al., 2010). No entanto, a sua exploração ocorre de forma extrativista em maciços naturais, havendo poucas informações sobre a caracterização morfológica dos acessos em suas diferentes regiões de ocorrência. Essas informações são importantes pois poderão nortear programas de melhoramento genético da espécie, que até o momento é inexistente.

O melhoramento genético de uma espécie, visando explorar todo seu potencial genético inicia-se com a caracterização fenotípica e identificação de genótipos promissores. A caracterização de material genético oriundo de populações naturais é fundamental para implementar recursos genéticos nos programas de melhoramento e consequente obter maior rendimento socioeconômico da exploração vegetal. (CLEMENT, 2005; DA ROCHA, 2009; AROUCHA & AROUCHA, 2013; TREVIZAM et al., 2014). Além disso, o conhecimento agrônomo do Licuri é fundamental para introduzi-lo em sistemas produtivos sustentáveis,

sendo também relevante no contexto de utilizar uma espécie adaptada às condições climáticas regionais, além da possibilidade de impactar positivamente o desenvolvimento econômico local (GUERRA et al., 1998; CERONI et al., 2007; LORENZI, 2010); ILHA et al., 2014; ALVARENGA JÚNIOR, 2012).

O início do Programa de Melhoramento de uma espécie potencialmente agricultável - na qual se caracteriza por atividades de coleta, caracterização e identificação de genes ou conjuntos gênicos de interesse - denomina-se Pré-melhoramento. A variabilidade genética é fundamental para formação da população base no Pré-melhoramento, sendo que a biometria é uma das principais ferramentas que auxilia na identificação de diferenças fenotípicas. Através da biometria podem ser utilizados métodos preditivos baseadas em diferenças morfológicas, resultando em medidas de dissimilaridade que expressam o grau de diversidade genética entre genótipos, que culmina na identificação de genitores adequados para explorar a heterose nos cruzamentos divergentes (RAO et al., 1981; CRUZ, D. C et al., 2020).

Os métodos de predição de diversidade genética baseados em divergências fenotípicas envolvem a utilização de medidas de dissimilaridade que permitem, através de critérios de classificação, agrupar genótipos similares. Logo, essas metodologias são eficientes para identificar genótipos divergentes e com maior probabilidade de sucesso de obter nos cruzamentos devido a manifestação da heterose. As medidas de distância mais utilizadas são a distância de Mahalanobis e a Distância euclidiana média, sendo a última utilizável também para variáveis nas quais não há repetições. (CARVALHO et al., 2003; CARGNELUTTI FILHO et al., 2008; CRUZ et al., 2020).

Métodos de agrupamento bastante difundidos no melhoramento são: Tocher (RAO, 1952) e UPGMA (SOKAL & MICHENER, 1958). No primeiro, adota-se o critério de que a dissimilaridade dentro de cada grupo deve ser menor do que entre quaisquer grupos. Utilizando medidas médias de dissimilaridade, o par de indivíduos mais similares formarão o grupo inicial e a adição de novos indivíduos é avaliada pela comparação entre o acréscimo no valor médio da distância dentro do grupo e um nível máximo permitido. O método hierárquico UPGMA (“Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Average”) utiliza as médias aritméticas (não ponderadas) das medidas de dissimilaridade, assim, evita caracterizar a dissimilaridade por valores extremos (mínimo e máximo) entre os genótipos (CRUZ et al., 2020).

A análise multivariada de Componentes principais, além de avaliar a importância das variáveis para a discriminação da população em estudo, fornece uma representação confiável das distâncias intergrupo (genótipos mais dissimilares), no entanto, as distâncias intragrupos

possui menor confiabilidade (CRUZ et al., 2020). Assim, comparar metodologias diferentes de agrupamento permitem estimar com maior precisão genótipos divergentes.

Estudos sobre diversidade genética possibilitam também avaliar o impacto da atividade humana sobre a biodiversidade, atuando diretamente na conservação de recursos genéticos que podem ser utilizados na agricultura ou outros fins. Ademais, as informações geradas são essenciais para definir os estoques genéticos e subsidiar políticas de exploração e manejo adequado desses recursos, bem como para traçar estratégias de conservação em escalas regional e geográfica. (CRUZ et al., 2020). Para SILVA et al. (2006) mesmo que o Licuri não esteja inserido na lista de espécies ameaçadas de extinção, o uso desordenado e extrativista torna essa espécie vulnerável a erosão genética. Portanto, é de extrema importância investigações detalhadas sobre a fenologia da espécie e estudos de variabilidade genética que possam contribuir para a conservação da espécie.

Assim, este trabalho teve como propósito a caracterização de matrizes de Licuri oriundas do norte de Minas Gerais e identificar genótipos promissores do ponto de vista produtivo e de produção de óleo.

2. OBJETIVO GERAL

Identificar e caracterizar matrizes elite de *S. coronata* baseado em parâmetros morfológicos em populações naturais de Licuri do norte de Minas Gerais.

2.1. Objetivos específicos

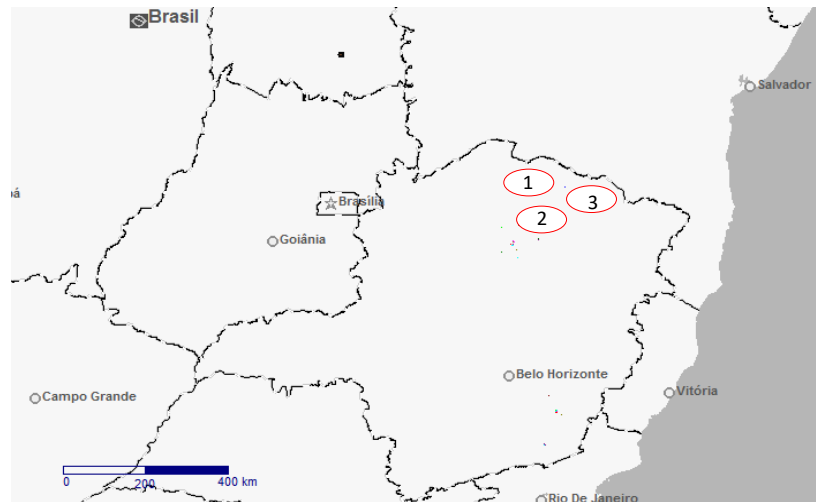
- a. Realizar estudos de diversidade genética do Licuri baseada na biometria vegetativa e relativa a produção
- b. Realizar estudos de repetibilidade e diversidade genética do Licuri baseada em biometria de frutos
- c. Quantificar o teor de óleo e avaliar a composição de ácidos graxos de genótipos de Licuri de Minas Gerais.

3. METODOLOGIA GERAL

3.1 Área de Coleta

Entre dezembro de 2019 e março de 2020 foram realizadas expedições de campo para identificação e coleta de material vegetal de populações naturais de Licuri. O local de coleta abrangeu o Norte do Estado de Minas Gerais, especialmente os municípios de Capitão Enéas, Janaúba, Jaíba e Rio Pardo de Minas (figura 1).

Figura 1 - Loca de Coleta dos 57 genótipos distribuídos nos municípios de Jaíba (1), Janaúba/Capitão Enéas (2) e Rio Pardo de Minas (3).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Após a identificação das matrizes e coleta de variáveis vegetativas, foi retirado um cacho maduro por planta para a etapa de biometria de frutos e processamento para extração de óleo. Para averiguar a se os frutos estavam plenamente desenvolvidos, realizou-se uma inspeção in situ de três frutos do cacho coletado, sendo que estes deveriam apresentar de forma visível todos os componentes (pericarpo, endosperma sólido). A distribuição dos genótipos de acordo com a procedência segue como na tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição dos genótipos de acordo com o município de coleta.

Genótipos	Procedência
1 a 24	Jaíba (1)
25 a 52	Capitão Enéas/Janaúba (2)
53 a 57	Rio Pardo de Minas (3)

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Para o georreferenciamento das matrizes foi utilizado receptor GPS (Global Positioning System) modelo 60 CSX-Garmin para coleta de dados como latitude, longitude e altitude (tabela 2).

Tabela 2 - Coordenadas Geográficas dos genótipos nos três locais estudados.

Município	Genótipo	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Jaíba MG	1	S15° 20' 46.28755"	W43° 40' 02.85493"	483.906
	2	S15° 20' 46.67228"	W43° 42' 14.85300"	479.820
	3	S15° 20' 52.40278"	W43° 42' 19.18581"	476.215
	4	S15° 20' 02.62333"	W43° 48' 43.28089"	509.381
	5	S15° 20' 05.69845"	W43° 48' 53.25338"	513.466
	6	S15° 20' 09.12420"	W43° 48' 53.46581"	508.419
	7	S15° 19' 43.74776"	W43° 48' 53.67462"	518.032
	8	S15° 20' 46.67228"	W43° 42' 14.85300"	479.820
	9	S15° 20' 47.93841"	W43° 44' 26.71499"	480.060
	10	S15° 20' 47.51748"	W43° 44' 26.80944"	479.099
	11	S15° 20' 49.85633"	W43° 44' 28.93586"	482.944
	12	S15° 20' 45.11827"	W43° 44' 27.12145"	483.185
	13	S15° 20' 45.31743"	W43° 44' 24.94162"	485.348
	14	S15° 20' 41.22964"	W43° 44' 24.11543"	484.146
	15	S15° 20' 37.38989"	W43° 44' 21.39969"	483.665
	16	S15° 20' 37.32592"	W43° 44' 21.43651"	569.943
	17	S15° 20' 04.91270"	W43° 40' 48.00586"	470.207
	18	S15°14' 23.17738"	W43°41' 10.00031"	472.610
	19	S15° 14' 23.71992"	W43°41' 11.04013"	473.091
	20	S15°14' 11.56006"	W43°41' 56.72727"	453.384
	21	S15°14' 13.64635"	W43° 41' 58.96896"	449.299
	22	S15°14' 39.51283"	W43°41' 52.18867"	449.539
	23	S15°14' 39.48568"	W43°41' 51.83472"	548.314
	24	S15°14' 39.48568"	W43°41' 51.83472"	552.880
Capitão Enéas/Janaúba MG	25	S15°54' 40.08491"	W43° 20' 58.52438"	574.990
	26	S15° 54' 46.49133"	W43 20' 52.02080"	577.634
	27	S15° 54' 50.83470"	W43° 20' 55.15536"	576.432
	28	S16° 12' 19.75206"	W43° 35' 47.20544"	592.294
	29	S16° 12' 24.80695"	W43° 35' 50.28720"	593.255
	30	S16° 11' 10.45642"	W43° 34' 34.03746"	582.200
	31	S16° 11' 11.71501"	W43° 34' 35.24928"	580.517
	32	S16° 11' 11.65315"	W43° 34' 35.31416"	579.316
	33	S16° 11' 11.76752"	W43° 34' 44.68073"	584.843
	34	S16° 11' 09.61696"	W43° 34' 47.36267"	586.526
	35	S16° 11' 10.18062"	W43° 34' 47.23503"	585.084
	36	S16° 11' 07.98661"	W43° 34' 47.36267"	586.285
	37	S16° 11' 07.65921"	W43° 34' 47.57360"	582.200
	38	S16° 11' 08.68516"	W43° 34' 46.32888"	584.843
	39	S16° 11' 09.94405"	W43° 34' 40.21304"	588.208
	40	S16° 11' 10.25425"	W43° 34' 39.67261"	587.487
	41	S16° 11' 09.42203"	W43° 34' 35.35459"	588.929

	42	S16° 11' 14.70051"	W43° 34' 41.13911"	546.391
	43	S16° 11' 06.55843"	W43° 34' 43.90645"	579.796
	44	S16°11' 05.14625"	W43° 34' 43.91369"	579.796
	45	S16°11' 03.28718"	W43°34' 43.71152"	580.998
	46	S16°11' 02.44379"	W43°34' 44.09021"	580.758
	47	S16°11' 02.49509"	W43°34' 41.99698"	582.200
	48	S16°11' 10.18666"	W43°34' 35.47408"	580.517
	49	S16°11' 10.33663"	W43°34' 33.91042"	580.998
	50	S16°11' 13.58253"	W43°34' 35.27795"	580.517
	51	S16° 09' 14.48843"	W43°32' 38.69379"	561.532
	52	S16° 09' 14.45675"	W43°32' 38.69831"	501.450
Rio Pardo de Minas	53	S15° 44' 58.58776"	W42°20' 40.45348"	716.303
	54	S15° 44' 58.44684"	W42°20' 40.32644"	715.822
	55	S15° 44' 57.52832"	W42°20' 41.66711"	712.938
	56	S15° 45' 13.15406"	W42°20' 50.63930"	755.957
	57	S15° 45' 07.76091"	W42°20' 47.68579"	751.871

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Os frutos coletados foram encaminhados para o Laboratório de Biotecnologia e Melhoramento Vegetal localizado no setor de Fruticultura pertencente ao departamento de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), localizado em Viçosa-MG. O trabalho foi constituído de três fases: (1) Diversidade genética baseada em biometria vegetativa e produtiva das plantas (2) Repetibilidade e diversidade genética baseada em biometria de frutos (3) Caracterização das matrizes quanto ao potencial oleífero.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, J.P.L et al. (1980). **Aspectos Nutritivos de alguns frutos da Amazônia**. Acta Amazonica, v. 10, p. 755-758.

ALVARENGA JÚNIOR (2012). **Cultivo e aproveitamento do Licuri (Syagrus coronata)**. Dossiê técnico. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC).

BELTRÃO, N E. M. (2005). **Agronegócio das Oleaginosas no Brasil**. Informe Agropecuário, v. 26, n. 229, p.14-17.

BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P. DE. (2007). **Oleaginosas potenciais do Nordeste para a produção de biodiesel**. Campina Grande: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Algodão. Série Documentos, 177, p. 65.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. (2009). **Melhoramento de Plantas**. 5ª Edição, Viçosa-MG: Ed. UFV.

- CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N. D.; REIS, R. C. P.; SOUZA, J. R.; JOST, E. (2008). **Comparação de métodos de agrupamento para o estudo da divergência genética em cultivares de feijão**. *Ciência Rural*, v. 38, p.2138-2145.
- CARVALHO, L. P. DE; LANZA, M. A.; FALLIERI, J.; SANTOS, J. W. (2003). **Análise da divergência genética entre subamostras de banco ativo de germoplasma de algodão**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 38, p.1149-1155.
- CERONI, M.; LIU, S.; COSTANZA, R. **Ecological and economic roles of biodiversity in agroecosystems**. In: JARVIS, D, I.; PADOCH, C.; COOPER, H. D (2007). **Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems**. New York: Columbia University Press, p. 446-470.
- CLEMENT, C. R.; PÉREZ, E. L.; VAN LEEUWEN. (2005). **O potencial das palmeiras tropicais no Brasil acertos e fracassos das últimas décadas**. *Agrociências*, Montevideu, v. 9, p. 67-71.
- CONCEIÇÃO, L.D.H.C.S.C et al., 2012. **Teor de óleo em frutos de diferentes espécies de macaubeira (acrocomia spp.)**. In: **XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura**, Bento Gonçalves. Anais... p. 4883.
- CONCEIÇÃO, L.D.H.C.S.C.; ANTONIASSI, R.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; ROGÉRIO, J.B.; DUART, I.D.; CASTRO, P.R.; BELLON, G. (2013). **Potencial da macaúba e avaliação de maciços**. In: **I Congresso brasileiro de macaúba**. Brasília. Anais... p. 32.
- CORLEY, R.H. V. (2009). **How much palm oil do we need?** Elsevier, *Environmental Science & Policy*, vol. 12, p.134-139.
- COSTA, C. J.; MARCHI, E. C. S. (2008). **Germinação de sementes de palmeiras com potencial para produção de agroenergia**. Planaltina DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Cerrados. Série Documentos, 229, 34 p.
- CREPALDI, I. C.; DE ALEMIDA-MURADIAN, L. B.; RIOS, M. D. G.; PENTEADO, M DE V. C.; SALATINO, A. (2001). **Composição nutricional do fruto de Licuri (Syagrus coronata (Martius) Becc)**. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 155-159.
- CRUZ, C.D.; FERREIRA, F.M.; PESSONI, L.A. (2020). **Biometria aplicada ao estudo de Diversidade Genética**. Viçosa MG: Editora UFV.
- DA ROCHA, K. M. R. (2009). **Biologia reprodutiva da palmeira Licuri (Syagrus coronata (Mart.) Becc.) (Arecaceae) na ecorregião do Raso da Catarina, Bahia**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, p.100.
- DEGENHARDT, J. **Variação fenotípica de características de plantas e de frutos de goiabeira-serrana (Acca sellowiana)**. (2001). Dissertação Mestrado em Recursos Genéticos e Vegetais). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, p. 85.
- GUERRA, P. M et al. (1998). **A Diversidade dos recursos genéticos vegetais e a nova pesquisa agrícola**. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v.28 n.3, p. 521-528.
- ILHAA, K.O; ALVES, C.S.C.F; SUAREZ, Z.A.P; OLIVEIRA, F.B.M; MENEGHETTI, P.M.S; SANTOS, T.P.B; SOLETTI, I.J. (2014). **Physicochemical properties of Syagrus**

coronata and Acrocomia aculeata oils for biofuel production. *Industrial Crops and Products*. n.64, p.318-322.

LA SALLES DE, K. T. S et al. (2010). **Characterization of Syagrus coronata (Mart.) Becc. oil and properties of methyl esters for use as biodiesel.** *Industrial Crops and Products*. v.32, p. 518-521.

LLAMAS, A.; AL-LAL, A.M.; HERNANDEZ, M.; LAPUERTA, M.; CANOIRA, L. (2012). **Biokerosene from Babassu and Camelina Oils: Production and Properties of Their Blends with Fossil Kerosene.** *Energy & Fuels*. n. 26, p. 5968–5976.

LORENZI, H. (2010). **Flora brasileira Lorenzi: Arecaceae (palmeiras).** Nova Odessa, SP. Instituto plantarum.

PARENTE, E. J. S. (2003). **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado.** Tecbio, Fortaleza, CE. Tecbio.

SILVA, V.A.; ANDRADE, L.H.C. & ALBUQUERQUE, U.P. (2006). **Revising the Cultural Significance index: The Case of the Fulni-ô in Northeastern Brazil.** *Field Methods*. n. 18, p. 98-108.

SOKAL, R. R.; MICHENER, C. D. (1958). **A statistical method for evaluating systematic relationships.** *Kansas Univ. Sci. Bull.*, v. 38, p. 1409-1438.

RAMALHO FILHO, A et al. (2010). **Zoneamento agroecológico, produção e manejo da cultura de palma de óleo na Amazônia.** Rio de Janeiro, Embrapa Solos, p.216.

RAO, C. R. **Advanced statistical methods in biometric research.** (1952). New York: John Wiley and Sons, p. 390.

RAO, N. K. S.; SWAMY, R. D.; CHACO, E. K. (1981). **Differentiation of plantlets in hybrid embryo callus of pineapple.** *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 15, p. 235-238, 1981.

TREVIZAM, C. J.; CORREIA, D.; DUARTE, V. T. R. (2014). **Otimização do processo de extração do óleo de Licuri (Syagrus coronata).** *Revista Engenho*, v. 10, p.1-19.

United States Department of Agriculture (USDA): **Oilseeds: World Markets and Trade.** Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/oilseeds-world-markets-and-trade>>. Acesso em maio de 2020.

VILLELA, A. A, 2009. **O dendê como alternativa energética sustentável em áreas degradadas da Amazônia.** (Dissertação mestrado em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p. 175.

CAPÍTULO I

DIVERSIDADE GENÉTICA DE LICURI BASEADA NAS CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS E PRODUTIVAS DE MATRIZES

RESUMO

O conhecimento da variabilidade genética é fundamental para o sucesso do melhoramento genético de plantas, sendo possível recombinar genótipos divergentes e produtivos para maximizar os ganhos com a seleção. O objetivo deste trabalho foi caracterizar através de descritores morfológicos 57 matrizes de Licuri (*Syagrus coronata*) localizadas no norte do estado de Minas Gerais e estimar a diversidade genética do ponto de vista de características vegetativas e do ponto de vista de características relativas à produção. Os descritores morfológicos avaliados em 57 plantas (genótipos) in situ foram: altura de planta (H), número de folhas por planta (NF), comprimento da folha (CF), largura da folha (LF), projeção da copa (PCP), diâmetro da estirpe (DE), número de cachos (NC), número de estruturas florais, (NEF), peso do cacho (PC), número de frutos por cacho (NFC), peso do engaço (PE), comprimento do cacho (CC) e peso de 10 frutos frescos (P10). Os dados foram submetidos à análise multivariada, utilizando a Distância Euclidiana Média como medida de dissimilaridade, e agrupamento pelo método de Tocher e UPGMA (dados padronizados) para estabelecer um dendrograma que pudesse identificar grupos de genótipos similares. Os resultados evidenciam alta variabilidade genética entre as 57 matrizes de Licuri oriundos de Minas Gerais, com elevada variação para algumas características avaliadas. As variáveis que se mostraram mais importantes para discriminação dos genótipos avaliados foram: largura da folha (LF), altura da planta (H), peso do cacho (PC) e número de cachos (NC). Dentre os 57 acessos estudados, foi possível estimar a existência de divergência genética e formação de pelo menos 8 grupos divergentes.

Palavras chave: Dissimilaridade genética, espécies autóctones, Arecaceae

GENETIC DIVERSITY AMONG LICURI ACCESSIONS BASED ON BIOMETRIC CHARACTERISTICS OF MATRICES PLANTS

ABSTRACT

Knowledge of genetic variability is fundamental to the success of plant breeding, and it is possible to recombine divergent and productive genotypes to maximize the gains with selection. The objective of this work was to characterize 57 matrices of Licuri (*Syagrus coronata*) located in the north of the state of Minas Gerais and to estimate the genetic diversity from the point of view of vegetative characteristics and from the point of view of characteristics related to production. The morphological descriptors evaluated in 57 plants (genotypes) in situ were: plant height (H), number of leaves per plant (NF), leaf length (CF), leaf width (LF), crown projection (PCP), strain diameter (DE), number of bunches (NC), number of floral structures, (NEF), bunch weight (PC), number of fruits per bunch (NFC), stalk weight (PE), bunch length (WC) and weight of 10 fresh fruits (P10). The data were submitted to multivariate analysis, using the Average Euclidean Distance as a measure of dissimilarity, and grouping by the method of Tocher and UPGMA (standardized data) to establish a dendrogram that could identify groups of similar genotypes. The results show high genetic variability among 57 Licuri matrices from Minas Gerais, with high variation for some evaluated characteristics. The variables that proved to be most important for discriminating the evaluated genotypes were: leaf width (LF), plant height (H), cluster weight (PC) and number of clusters (NC). Among the 57 accessions studied, it was possible to estimate the existence of genetic divergence and the formation of at least 8 different groups.

Keywords: Genetic dissimilarity, native species, Arecaceae

1. INTRODUÇÃO

O estudo da variabilidade genética é o ponto de partida para o início e sucesso de um programa de melhoramento, sendo maximizado ao recombinar genótipos mais divergentes, juntamente com características agronômicas desejáveis (ERTIRO et al., 2013). É possível prever a diversidade genética entre e dentro de populações naturais de uma espécie vegetal baseando-se em diferenças fenotípicas, sendo possível agrupar genótipos similares a fim de formar grupos divergentes entre si. (DINIZ FILHO, 2000). Assim, é possível explorar a variabilidade genética da espécie para o resgate de características desejáveis no melhoramento de plantas e a criação de bancos de germoplasma.

A diversidade genética entre populações é melhor identificada à medida que aumentamos o número de descritores morfológicos utilizados para caracterizar os acessos estudados; porém, às vezes utiliza-se de descritores redundantes, que não contribuem efetivamente para discriminação, nesse caso é importante identificar esses descritores e descartá-los em trabalhos futuros (DAHER et al., 1997). Desta forma, torna os programas menos laboriosos e onerosos, além de contribuir com melhor interpretação dos dados. (PEREIRA et al., 1992; CRUZ et al., 2020).

O estudo de caracteres agronômicos em populações nativas requer metodologias específicas de análises estatísticas. FALCONER (1987) indica que as correlações simples são boas alternativas para analisar espécies perenes, principalmente plantas nativas, nas quais não há nenhum controle local. Para medidas de dissimilaridade genética a Distância Euclidiana é uma medida que não leva em consideração as variâncias e covariâncias residuais mensuradas por meio de delineamentos experimentais, sendo, portanto, adequada para estudos de diversidade genética de populações naturais (CRUZ et al., 2020).

A biometria é uma ferramenta altamente eficiente para estimativa de variabilidade genética, quando se trata de coletas em ambientes naturais; além disso, permite adicionar informações importantes para identificação de espécies do mesmo gênero que ocorrem em localidades geográficas diferentes (CRUZ et al., 2001). Com os estudos biométricos pode-se também identificar variações fenotípicas influenciadas pelo ambiente (BOTEZELLI et al., 2000).

Sendo a palmeira Licuri uma espécie de grande importância regional, pois desempenha um importante papel ecológico e social em regiões semiáridas do Brasil (COSTA & MARCHI, 2008), torna-se pertinente desenvolver estudos de caracterização fenotípica que auxiliem na estimativa da diversidade genética desta oleaginosa (TREVIZAM et al., 2014). O caráter

oleífero da palmeira torna-a uma forte candidata a fonte alternativa de óleo vegetal, atendendo a crescente demanda por essa commodity. Por ser uma espécie nativa e ainda não domesticada, as populações naturais apresentam uma visível variação morfológica e que até o momento não foi estudada. A geração de informações acerca desse tópico poderá auxiliar na identificação de indivíduos divergentes e promissores do ponto de vista agrônômico.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar genótipos de Licuri da região norte do estado de Minas Gerais (figura 2, Introdução geral) com intuito de mensurar sua variabilidade fenotípica por meio de descritores morfológicos (vegetativos e produtivos). Adicionalmente, realizou-se um estudo de agrupamento das 57 matrizes avaliadas e identificação das variáveis que mais contribuíram para discriminação fenotípica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material Vegetal

Em expedições científicas realizadas entre dezembro de 2019 e março de 2020 ao norte de Minas Gerais, 57 plantas de Licuri de três procedências foram mensuradas. As matrizes foram caracterizadas por meio de uma lista de descritores morfológicos adaptada de OLIVEIRA et al. (2006), avaliando-se as seguintes características altura de planta (H, m), número de folhas por planta (NF), comprimento da folha (CF, m), largura da folha (LF, m), projeção da copa (PCP, m), diâmetro da estirpe (DE, m) a um metro do solo. Como características produtivas, incluiu-se o número de cachos (NC), número de estruturas florais, (NEF), peso do cacho (PC, Kg), número de frutos por cacho (NFC), peso do engaço (PE, Kg), comprimento do cacho (CC, m) e peso de 10 frutos frescos (P10, Kg). A altura da planta, da base até a inserção da folha, foi aferida com clinômetro florestal eletrônico (modelo CE-forest/Haglof Sweden), o comprimento da folha, largura da folha, projeção da copa e comprimento do cacho foram aferidos com fita métrica. O diâmetro da estirpe foi aferido com auxílio de suta mecânica, o peso do engaço (cacho vazio) e do cacho cheio foram aferidos com auxílio de balança digital portátil com gancho (50 kg de capacidade). O peso de 10 frutos frescos foi aferido em balança eletrônica de 0,01g de precisão.

2.2 Estudo de Diversidade

Inicialmente, foi calculado uma rede de correlações de Pearson a fim de conhecer a relação entre as diferentes variáveis e verificar se as variáveis vegetativas e produtivas possuíam correspondência suficiente para maior acuidade na interpretação dos estudos de diversidade. Para estimativas das distâncias genéticas utilizou-se a Distância Euclidiana Média como medida de dissimilaridade. Os métodos de agrupamento adotados foram: Tocher, Dendrograma pelo (UPGMA) (dados padronizados) e dispersão gráfica dos Componentes principais.

As matrizes de distâncias baseadas nos caracteres vegetativos e produtivos foram submetidas ao teste de MANTEL a fim de verificar o nível de correspondência da discriminação do ponto de vista vegetativo e produtivo. O teste de MANTEL (1967), consiste em testar a significância da correlação entre duas ou mais matrizes de distância, por meio de permutações, permitindo uma distribuição empírica nula no coeficiente de correlação.

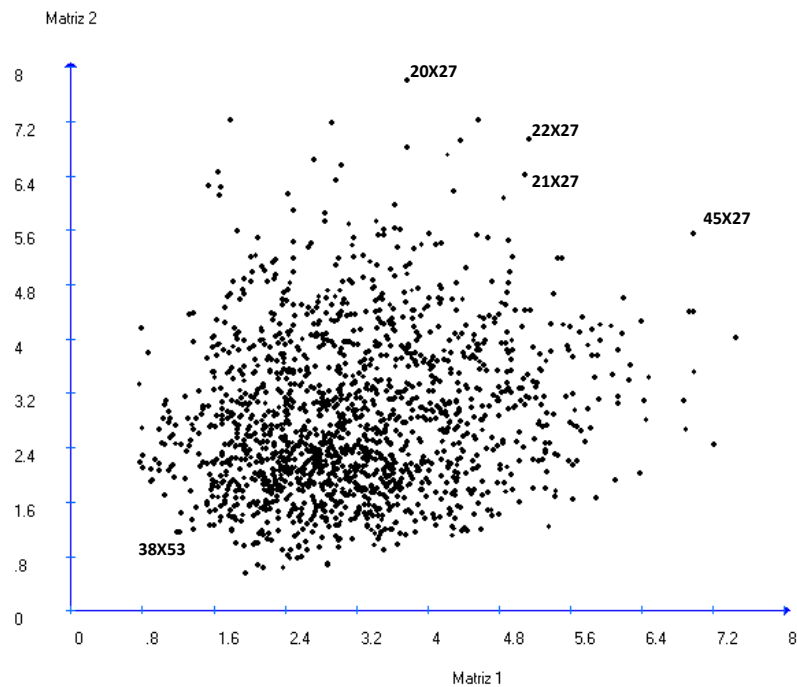
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização das matrizes

A média das variáveis para os caracteres vegetativos para os 57 genótipos foram: altura (H) 5,12 m; número de folhas por planta (NF) 19; comprimento da folha (CF) 3,16 m; largura da folha (LF) 0,83 m; projeção da copa (PCP) 4,87 m; diâmetro da estirpe (DE) 0,22m. Para os caracteres produtivos as médias foram: número de cachos (NC) 2; número de estruturas florais (NEF) 2; peso do cacho (PC) 3,90Kg; número de frutos por cacho (NFC) 244; peso do engajo (PE) 0,51Kg; comprimento do cacho (CC) 0,63 m; e peso de 10 frutos frescos (P10) 0,20 kg. Dentre as variáveis analisadas, observou-se elevada amplitude para os valores de NFC, 32 a 1039 frutos, e PC, 0,925 Kg a 15,625 Kg. Essa elevada variação pode estar relacionada com a ocorrência de predação dos frutos por animais, principalmente por aves, as quais eram muito presentes nas áreas de coleta de material vegetal. Por se tratar de material silvestre, a herbivoria é bastante considerável e pode ter contribuído também para baixa correlação entre PC e NFC com as demais variáveis relativas à produção (figura 1). Ademais, não se deve excluir a implicação de fatores genéticos, fisiológicos e climáticos. MOURA, (2019) também observou grande variação ao realizar a caracterização biométrica de Licuri oriundos de Caetés (PE), obtendo amplitude de 76 a 646 para NFC. Já CREPALDI et al. (2001) analisando a frutificação de Licuri em Mairi (BA) encontrou em média 1.357 frutos por cacho. São considerados fatores

O teste de MANTEL (1967) (figura 2), apresentou coeficiente de correlação de 0,17, indicando baixa relação linear entre os dois grupos de variáveis; logo, espera-se uma baixa correspondência para os agrupamentos genéticos. Entretanto, o mesmo teste revelou que existem alguns indivíduos extremamente divergentes entre si do ponto de vista vegetativo e produtivo e que merecem destaque (22 vs 27, 21 vs 27, 45 vs 27, 20 vs 27), sendo indício de variabilidade genética na população estudada. Merece destaque ainda, indivíduos que se mostraram bastante semelhantes do ponto de vista dos dois conjuntos de variáveis (38 vs 53), mas que, no entanto, procedem de diferentes localidades.

Figura 2 - Dispersão gráfica da correlação entre a matriz de distância das variáveis vegetativas (matriz 1) e produtivas (matriz 2) a partir de 1000 simulações e nível de significância de 1%.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Esses resultados, indicam baixa correspondência entre as divergências genéticas do ponto de vista vegetativo e produtivo. Como foi discutido anteriormente, as variáveis relativas à produção sofrem influência de diversos fatores ambientais e fisiológicos, que podem ter influenciado na magnitude da correlação entre as mesmas. A importância da identificação de interação forte entre caracteres, segundo FALCONER (1987), está relacionada a possibilidade de realizar seleção precoce e com obtenção de indivíduos mais produtivos. Assim, o conhecimento sobre as relações fenotípicas entre as variáveis é extremamente importante para

complementar o entendimento a respeito da dissimilaridade genética encontrada no presente estudo.

3.2 Agrupamento e Dissimilaridade Genética

O agrupamento pelo método de Tocher, considerando os dois grupos de variáveis, confirma a baixa correlação entre as duas matrizes de distância genética obtida pelo teste de Mantel. Como resultado, foi obtido uma baixa concordância na alocação dos genótipos (tabela 1). No entanto, os dois conjuntos de variáveis apontam para a formação de um grupo maior alocando grande parte dos indivíduos e diversos grupos formados por um ou poucos indivíduos. A discriminação do ponto de vista vegetativo, obteve formação de 7 grupos divergentes alocando indivíduos do mesmo município dentro dos grupos II, III, VIII e IX (Jaíba), IV e VI (Capitão Enéas/Janaúba) e do grupo VII (Rio Pardo de Minas) e 2 grupos alocando indivíduos de diferentes procedências (I e IV), totalizando 9 grupos. A análise dos caracteres produtivos alocou 3 grupos divergentes (V, VII e VIII) com indivíduos oriundos de Jaíba, um grupo (VI) com um indivíduo de Rio Pardo de Minas, e 4 grupos (I, II, III, IV) com indivíduos de diferentes procedências, totalizando 8 grupos. Os resultados indicam similaridade associada a indivíduos que possuem mesma procedência, possivelmente associado a distâncias geográficas menores. Por outro lado, a partição de indivíduos em diferentes grupos da mesma procedência, indica alguma variação possivelmente de origem genética, uma vez que as condições climáticas são semelhantes. E ainda, a formação de grupos alocando indivíduos de diferentes procedências indica possibilidade de fluxo gênico entre as procedências, provavelmente devido a mecanismos de dispersão a longa distância DA ROCHA (2009). No geral, a formação de 9 e 8 grupos para variáveis vegetativas e produtivas, respectivamente, denota grande variabilidade genética para os 57 genótipos de Licuri avaliados. Segundo HAMRICK et al. (1992) dentre os fatores que justificam a existência de variabilidade, a biologia reprodutiva e as distâncias geográficas desempenham importante papel na variação genética entre e dentro das populações. Segundo DA ROCHA, (2009), o Licuri tem capacidade de realizar autofecundação e polinização cruzada, desta forma, a possibilidade de ocorrência de fluxo gênico e, portanto, variabilidade genética dentro da população é pertinente. Ademais, a zoocoria observada em Licuri pode contribuir para magnitude da variação. Como também, a autofecundação pode explicar a similaridade entre indivíduos localizados mais próximos geograficamente.

Tabela 1 - Agrupamento Tocher baseado na Distância Euclidiana Média para caracteres vegetativos e produtivos.

Características Vegetativas																						
Grupos	Acessos																					
I	53	56	38	51	33	47	43	42	44	50	9	40	30	11	8	48	3	49	52	29	41	31
	24	18	16	6	37	5	19	39	32	34	35	14										
II	1	21	2	22	20	10																
III	12	13	15	7																		
IV	25	28	26	27																		
V	36	57	17																			
VI	45	46																				
VII	54	55																				
VIII	4																					
IX	23																					

Características relativas à produção																						
Grupos	Acessos																					
I	22	56	55	38	53	4	44	50	23	1	47	2	52	12	42	7	35	33	32	5	28	
	51	39	37	19	34	20	18	40	48	43	36	11	49	13	15	30	9	14	54			
II	21	46	3																			
III	29	41	10	26	25	27	17															
IV	6	31																				
V	24	45																				
VI	57																					
VII	16																					
VIII	8																					

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Na tabela 2 estão dispostos os autovalores dos 6 e 7 Componentes Principais relativos aos caracteres vegetativos e produtivos, respectivamente, para cada grupo de variável avaliada. Verifica-se que os três primeiros Componentes Principais captam pelo menos 70% da dissimilaridade total, obtendo-se assim, boa simplificação dos dados relativos as dissimilaridades genéticas. Segundo CRUZ & REGAZZI (2020), quanto maior a capacidade dos primeiros componentes em capturar variação, menor será a distorção das dissimilaridades genéticas, que culminará numa dispersão gráfica mais consistente.

Tabela 2 - Autovalores e importância acumulada para os Componentes Principais relativos aos caracteres vegetativos e produtivos.

CP	Autovalor	Importância (% acumulada)	Características Vegetativas	Recomendação
1	2.82	47.15	Projeção da Copa (PCP)	
2	1.1	65.60	Largura da Folha (LF)	
3	0.94	81.25	Altura (H)	
4	0.55	90.37	Diâmetro da Estirpe (DE)	Descarte
5	0.33	95.92	Comprimento da Folha (CF)	Descarte
6	0.24	100.00	Projeção da Copa (PCP)	Descarte
CP	Autovalor	Importância (% acumulada)	Características Produtivas	Recomendação
1	2.13	30.48	Peso do Cacho (PC)	
2	1.66	54.31	Nº de Cachos (NC) Nº de Estruturas Florais	
3	1.12	70.42	(NEF)	
4	0.76	81.37	Comprimento do Cacho (CC)	
5	0.70	91.30	Nº de Cachos (NC)	
6	0.39	97.08	Peso do Engaço (PE)	Descarte
7	0.20	100.00	Nº de Frutos/Cacho (NFC)	Descarte

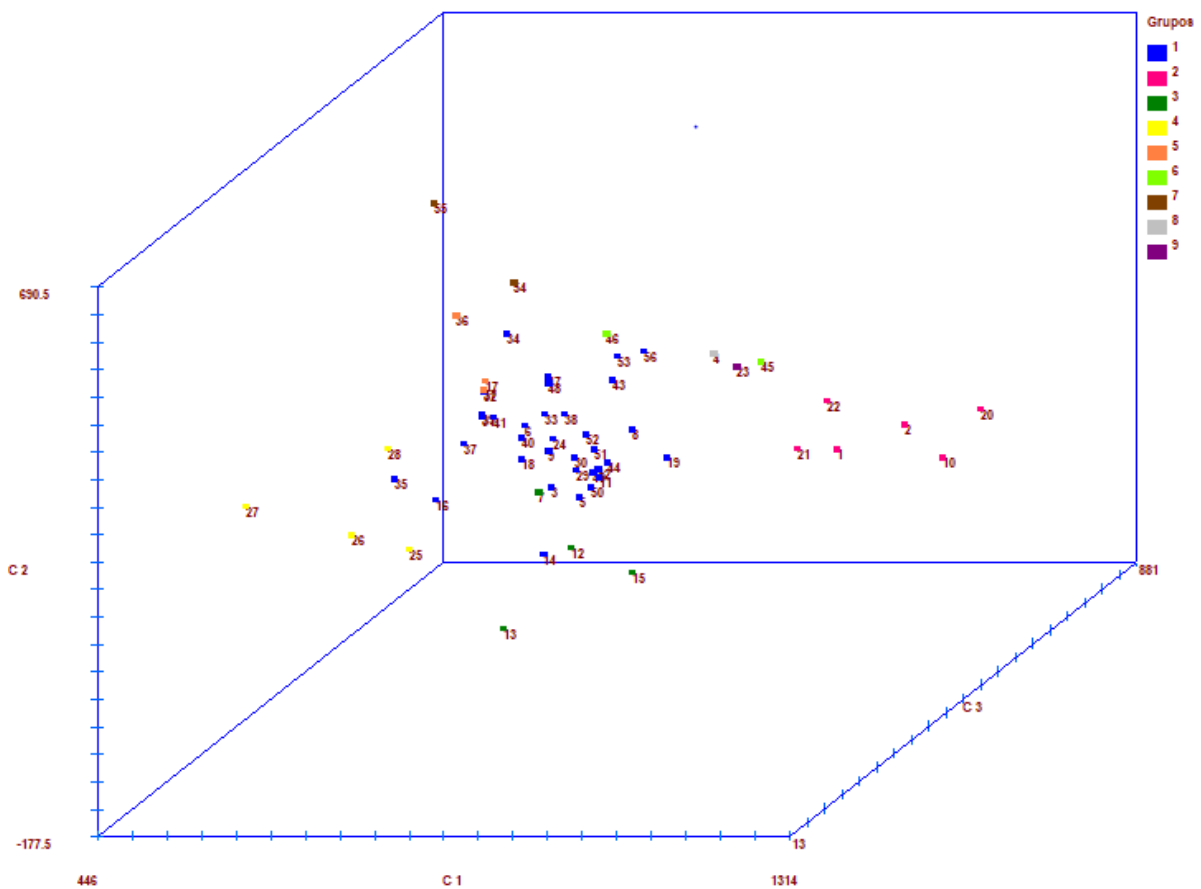
Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Em relação a importância de caracteres, a análise de Componentes Principais (tabela 2) indicou relevância das variáveis vegetativas PCP, LF e H para compor os primeiros componentes principais, no entanto, apenas as duas últimas foram eficientes para discriminação dos indivíduos. Para as variáveis produtivas as mais importantes para os Componentes principais foram PC, NC, NEF, CC e também foram as variáveis mais importantes para estimar a diversidade genética. A análise mostrou ainda que, as variáveis DE, CF, PCP, PE e NFC contribuíram significativamente pouco para discriminação genética e podem ser descartadas em trabalhos futuros. Similarmente, PINTO et al. (2010) avaliou 18 descritores morfológicos em *Syagrus oleracea* (gariroba) e dentre os descritores avaliados, um dos que mais contribuíram para discriminação dos acessos avaliados foi LF. Sabendo-se que a importância relativa das variáveis, pela técnica dos componentes principais, é avaliada pela magnitude do coeficiente de ponderação dos últimos componentes; assim, o descarte da variável NFC pode ser atribuído a baixa correlação desta com as demais variáveis (figura 1). Além disso, como foi discutido anteriormente, fatores relacionados a predação, desuniformidades na polinização e possíveis efeitos climáticos podem influenciar a desuniformidade da produção no ano da coleta de frutos.

Na dispersão gráfica dos três primeiros componentes principais relativos aos caracteres vegetativos (figura 3), observa-se uma boa separação espacial dos grupos obtidos pelo método

de Tocher, com tendência de agrupamento de grande parte dos indivíduos no grupo I e isolamento de um ou poucos indivíduos. O grupo II se destaca (em rosa), uma vez que, composto por indivíduos oriundos de Jaíba, se mostrou nitidamente mais divergente dos demais genótipos.

Figura 3 - Agrupamento Via Componentes Principais baseado na Distância Euclidiana Média de caracteres vegetativos. Grupos Coloridos de acordo com os agrupamentos em Tocher.

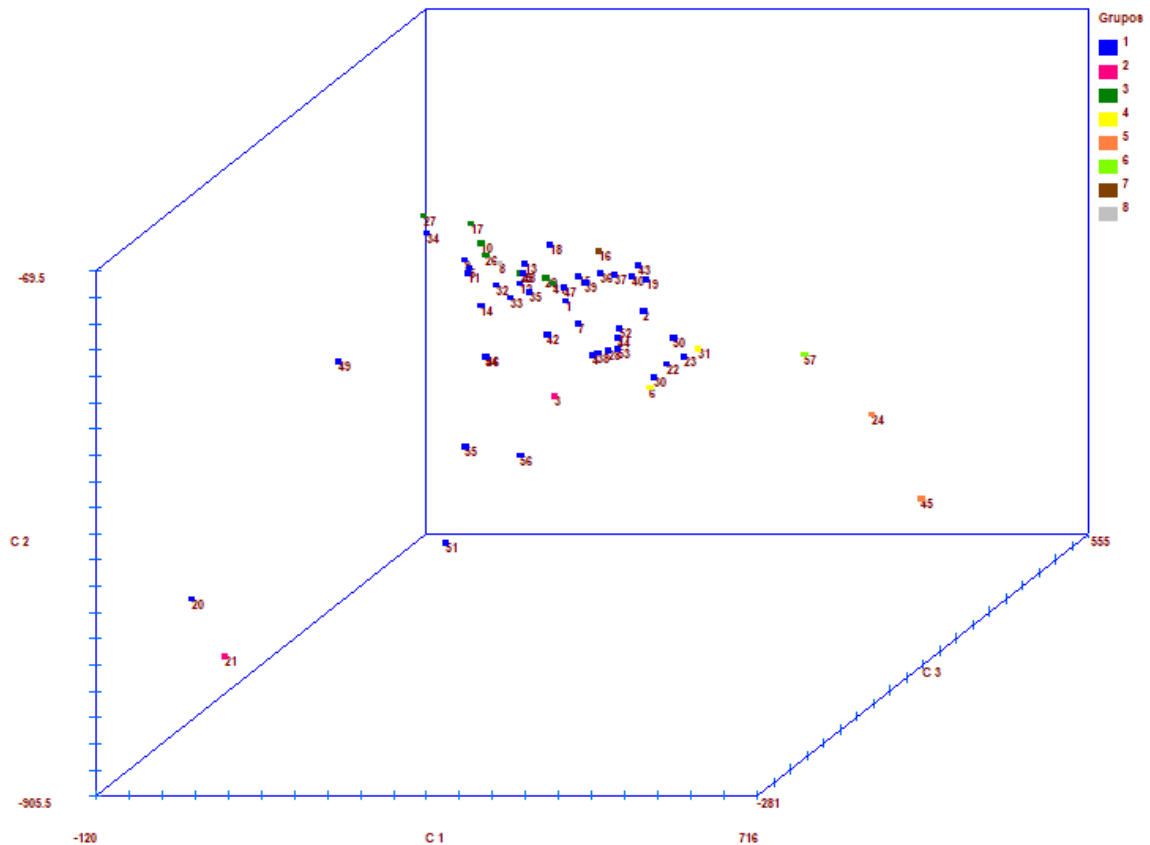


Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Na dispersão gráfica dos três primeiros componentes principais relativos aos caracteres produtivos (figura 4), observa-se também a tendência de agrupamento de grande parte dos indivíduos e separação dos demais restantes. Nesse conjunto de variáveis, os grupos obtidos pelos métodos de Tocher sofreram alguma distorção, que pode estar relacionado a menor captura da variação pelos três primeiros componentes principais, que foi de 70, 42% para esse conjunto de variáveis. A distribuição espacial dos genótipos indica a existência de uma maior divergência entre indivíduos de uma mesma procedência, i.e, Jaíba, uma vez que os alguns genótipos se agrupam em um conjunto isolado (grupo 2) enquanto que os demais se alocaram

ao grupo 1. Este grupo engloba a maior parte dos indivíduos, independentemente da procedência. A análise multivariada dos componentes principais baseada na dispersão gráfica complementa os resultados obtidos pelo método de Tocher, uma vez que é possível visualizar as distâncias relativas entre os genótipos em um espaço tridimensional. Isto facilita a visualização, sendo possível identificar distâncias a nível de indivíduo, proporcionando maior simplificação dos dados, e possibilitando agrupar os genótipos similares mediante exames visuais de dispersões gráficas (CRUZ & REGALZI, 2020). Ademais, LINHART et al. (1981) afirma que as diferenciações genéticas podem ocorrer mesmo entre indivíduos povoando distâncias relativamente pequenas entre si.

Figura 4 - Agrupamento via Componentes Principais baseado na Distância Euclidiana Média de caracteres produtivos. Grupos coloridos de acordo com os agrupamentos em Tocher.

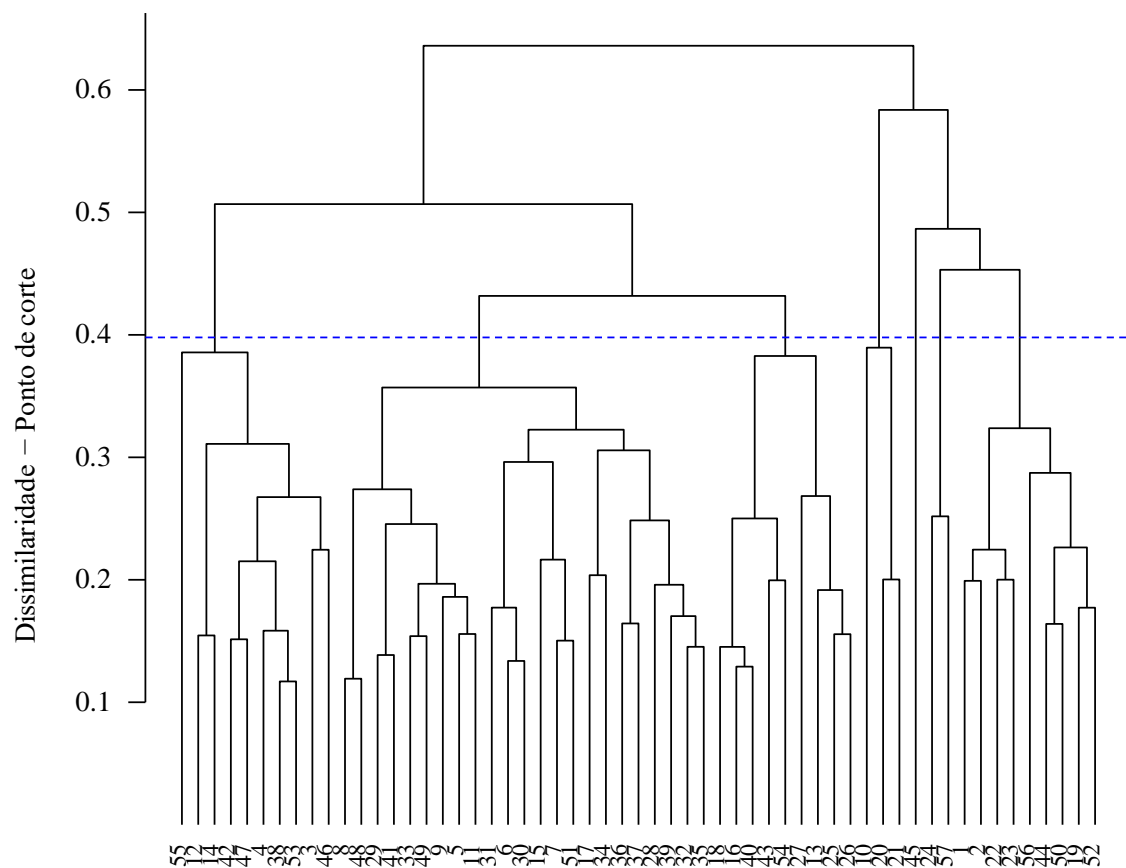


Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

O dendrograma obtido pelo Método de Agrupamento UPGMA, baseado na matriz de dissimilaridade Distância Euclidiana Média, mostra a formação de 8 grupos para os caracteres produtivos e 7 grupos para os caracteres vegetativos, adotando-se o critério de MOJENA (1977) para o corte de grupos (figura 5) e (figura 6). Os dois dendrogramas apresentaram correlação

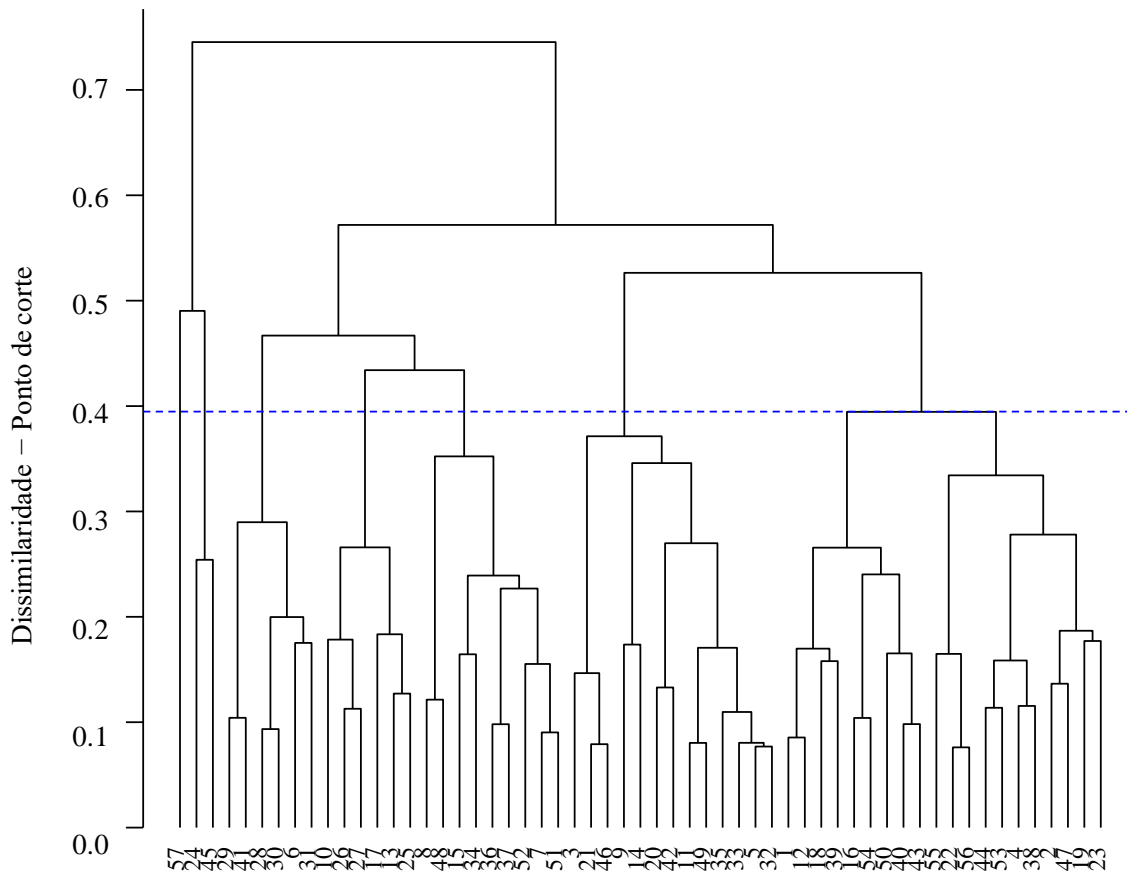
cofenética de 0.75, indicando assim, boa estimativa da matriz original de distâncias. No dendrograma obtido a partir dos caracteres vegetativos, o primeiro grupo foi composto pelos genótipos: 55, 12, 14, 42, 47, 4, 38, 53, 3 e 46, denotando ser estes os indivíduos mais divergentes. Já o último grupo foi composto pelos genótipos: 1, 2, 22, 23, 56, 44, 50, 19 e 52, considerados os menos divergentes. Para os caracteres produtivos, os dois primeiros grupos foram formados por 3 genótipos: 57, 24 e 45, estando o genótipo 57 em um grupo isolado. O resultado coincide com a dispersão gráfica dos componentes principais, onde os mesmos genótipos se mantiveram mais afastados do agrupamento predominante. Já o último grupo foi constituído por 11 genótipos: 55, 22, 56, 44, 53, 4, 38, 2, 47, 19 e 23, os menos divergentes. Assim como no método Tocher e Componentes Principais, este método também não organizou os genótipos por local de coleta, o que reforça novamente a evidência de grande divergência entre os genótipos da mesma procedência. Portanto, os resultados demonstram que cruzamentos entre os acessos com mesma origem geográfica, porém mais divergentes entre si, podem proporcionar aumento na variabilidade e a obtenção de uma progênie superior.

Figura 5 - Agrupamento UPGMA, baseado em Distância Euclidiana Média e caracteres vegetativos.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Figura 6 - Agrupamento UPGMA, baseado em Distância Euclidiana Média e caracteres produtivos.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

4. CONCLUSÃO

Os diferentes Métodos de Agrupamentos convergem para alta variabilidade existente entre genótipos de Licuri oriundos de Minas Gerais, principalmente dentro das procedências estudadas. Logo, há possibilidade da inserção dos genótipos em um programa de melhoramento. As variáveis PC, NEF, CC, NC, LF e H mostraram-se mais promissoras para discriminação da diversidade genética entre os genótipos. Já as variáveis DE, CF, PCP, PE, NFC mostraram-se redundantes do ponto de vista do estudo de diversidade genética, na qual foram recomendadas para descarte em trabalhos futuros.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AROUCHA, E. P. T. L., AROUCHA, M. L. (2013). **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do Licuri**. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza, 92 p.

- BOTEZELLI, L., CLAUDIO, A., & MALAVASI, M. M. (2000). **Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (Baru)**. Revista Cerne, v.6, p.9-18.
- COSTA, C. J.; MARCHI, E. C. S. (2008). **Germinação de sementes de palmeiras com potencial para produção de agroenergia**. Série Documentos 229. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Cerrados. p. 34.
- CREPALDI, I. C.; DE ALEMIDA-MURADIAN, L. B.; RIOS, M. D. G.; PENTEADO, M DE V. C.; SALATINO, A. (2001). **Composição nutricional do fruto de Licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Becc)**. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 155-159.
- CRUZ, C.D.; FERREIRA, F.M.; PESSONI, L. A. (2020). **Biometria aplicada ao estudo de Diversidade Genética**. Viçosa: Editora UFV.
- CRUZ, E. D.; MARTINS, F. D. O.; CARVALHO, J. E. U. (2001). **Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae - Caesalpinioideae)**. Revista Brasileira de Botânica, v. 24, n. 2, p. 161–165.
- CRUZ, D.C; REGAZZI, J.A. (2020). **Análise Multivariada Aplicada**. Universidade Federal de Viçosa, 401p.
- DA ROCHA, K. M. R. (2009). **Biologia reprodutiva da palmeira Licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) (Arecaceae) na ecorregião do Raso da Catarina, Bahia**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 100 p.
- DAHER, R. F.; MORAES, C. F.; CRUZ, C. D. (1997). **Seleção de caracteres morfológicos em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)**. Revista Brasileira de Zootecnia, Brasília, v.26, p.247-259.
- DINIZ FILHO, J. A. (2000). **Métodos filogenéticos comparativos**. Ribeirão Preto, Editora Holos, 120p.
- ERTIRO, B. T., TWUMASI-AFRIYIE, S., BLÜMMEL, M., FRIESEN, D., NEGERA, D., WORKU, M., ABAKEMAL, D. E KITENGE, K. (2013). **Genetic variability of maize stover quality and the potential for genetic improvement of fodder value**. Field Crops Research, 153, 79-85.
- FALCONER, D.S. (1987). **Introdução à genética quantitativa**, Viçosa: UFV, 279p.
- HAMRICK, J. L et al. (1992). **Factors influencing levels of genetic diversity in woody plant species**. Georgi, USA. New Forests, v.6, p.95-124.
- LINHART, Y.B. et al. (1981). **Genetic variation in space and time in a population of ponderosa pine**. Heredity, Oxford, v.46, n. p.407-426.
- MANTEL, N. (1967). **The detection of disease clustering and a generalized regression approach**. Cancer Research, vol. 27, p. 209-220.

- MOJENA, R. **Hierárquical grouping method and stopping rules: an evaluation.** The Computer Journal, v.20, p. 359–363, 1977.
- MOURA, S. S. S; GONÇALVES, P.E; MOURA, F.M; VIANA, S. J; LIMA, A. A; MELO, A.F.DL, 2019. **Caracterização biométrica de frutos, diásporos e sementes de Syagrus coronata (Mart.) Becc.** vol.4, n.3, p.701-716.
- OLIVEIRA, M. S. P.; FERREIRA, D. F.; DOS SANTOS, J. B. (2006). **Seleção de descritores para caracterização de germoplasma de açaizeiro para produção de frutos.** Pesquisa Agropecuária Brasileira. v.7, p.1133-1140.
- PEREIRA, A.V.; VENCOVSKY, R.; CRUZ, C.D. Selection of botanical and agronomical descriptors for the characterization of cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) germplasm. **Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, v.15, p.115-124, 1992.**
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; PIRATELLI, A. J. (1993). **Aspectos ecológicos da produção de sementes.** In: **Sementes Florestais Tropicais** (AGUIAR, I.B., F.C.M.; FIGLIOLA, M.B. (eds.). Brasília: Abrates, p. 47-81.
- PINTO, N.F.J, et al. (2010). **Seleção de descritores vegetativos para caracterização de acessos de gariroba (*Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.).** Jaboticabal, Revista Brasileira de Fruticultura vol.32, n3, p.832-840.
- REIS, R.G.E.et al. (2010). **Biometria e efeito da temperatura e tamanho das sementes na protrusão do pecíolo cotiledonar de carnaúba.** Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v.41, n.1, p. 81-86.
- RESENDE, V. D. M & ALVES, S. R (2020). **Linear, generalized, hierarchical, bayesian and random regression mixed models in genetics/genomics in plant breeding.** Functional plant Breeding Journal. vol.2, n. 2, 31p.
- ROCHA, E. (2014). **Potencial ecológico para o manejo de frutos de açaizeiro (*Euterpe precatoria* Mart.) em áreas extrativistas no Acre, Brasil.** Acta Amazonica, Manaus,v.34, n.2, p.237-250.
- TREVIZAM, C. J.; CORREIA, D.; DUARTE, V. T. R. (2014). **Otimização do processo de extração do óleo de Licuri (*Syagrus coronata*).** Revista Engenho, v. 10, p.1-19.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. (1992). **Genética biométrica no fitomelhoramento.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 496p.

CAPÍTULO II

ESTUDO DE REPETIBILIDADE E DIVERSIDADE GENÉTICA PARA CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DE FRUTOS DE LICURI

RESUMO

Tão importante quanto obter estimativas confiáveis de parâmetros genéticos das populações sob melhoramento genético é aumentar a eficiência na obtenção dos dados que fornecerão tais informações. O coeficiente de repetibilidade permite estimar a capacidade de um organismo repetir a expressão do caráter em estudo, assim, pode ser utilizado tanto para aumentar a eficiência de seleção como na formação da população base no início do Programa de Melhoramento, possibilitando definir o número de medições biométricas mais eficiente para cada caráter avaliado. Este trabalho objetivou realizar um estudo de repetibilidade para 9 caracteres morfológicas de frutos e amêndoas de Licuri (*Syagrus coronata*) e estimar o número de medições mais eficiente para cada característica adotando um nível de confiança de 90%. Posteriormente, utilizar essas variáveis para estimar a diversidade genética e identificar as matrizes superiores pelo índice de rank médio, adaptado de MULAMBA & MOCK (1978). As características biométricas avaliadas foram: Diâmetro Longitudinal Fruto (DLF), Diâmetro Transversal Fruto (DTF), Índice de massa processável (IMP), Peso Pirênio Seco (PPS), Peso Amêndoa Seca (PAS), Diâmetro Longitudinal Amêndoa (DLA), Diâmetro Transversal Amêndoa (DTA), Espessura Amêndoa (EA) e Espessura Endocarpo (EE). Houve diferença significativa para todas as características avaliadas, e observou-se concordância nos coeficientes de repetibilidade obtidos por diferentes métodos, com exceção para característica (EA). Os coeficientes de repetibilidade variaram entre 0,43 e 0,89, sendo 8 dos 9 caracteres apresentaram coeficientes superiores a 0,70. A análise mostrou que, com exceção da característica (EA) e (EE), 3 frutos são suficientes para estimar os coeficientes de variância genética da população, com R^2 de 90%. O estudo de diversidade genética utilizando os métodos de Agrupamento Tocher, UPGMA, e dispersão gráfica por componentes principais concordaram para formação de um grande grupo e a separação de alguns indivíduos formando grupos separadamente. As 12 matrizes selecionadas pelo método dos “ranks” foram as matrizes: 8, 9, 10, 12, 15, 36, 38, 40, 42, 48, 49 e 57.

Palavras-chave: *Syagrus coronata*, biometria, diversidade genética.

REPETIBILITY AND GENETIC DIVERSITY STUDY FOR BIOMETRIC CHARACTERISTICS OF LICURI FRUITS

ABSTRACT

As important as obtaining reliable estimates of genetic parameters of populations under genetic improvement is increasing the efficiency in obtaining the data that will provide such information. The repeatability coefficient allows estimating the capacity of an organism to repeat the expression of the character under study, thus, it can be used both to increase the efficiency of selection and in the formation of the base population at the beginning of the Improvement Program, making it possible to define the number of measurements more efficient biometrics for each character evaluated. This work aimed to carry out a repeatability study for 9 morphological characters of Licuri fruits and almonds (*Syagrus coronata*) and to estimate the most efficient number of measurements for each characteristic, adopting a confidence level of 90%. Subsequently, use these variables to estimate genetic diversity and identify the superior matrices by the average rank index, adapted from MULAMBA & MOCK (1978). The biometric characteristics evaluated were: Longitudinal Fruit Diameter (DLF), Transversal Fruit Diameter (DTF), Processable mass index (IMP), Dry Pyrene Weight (PPS), Dry Almond Weight (PAS), Almond Longitudinal Diameter (DLA), Almond Cross Diameter (DTA), Almond Thickness (EA) and Endocarp Thickness (EE). There was a significant difference for all evaluated characteristics, and agreement was observed in the repeatability coefficients obtained by different methods, except for (EA) characteristic. The repeatability coefficients varied between 0.43 and 0.89, with 8 of the 9 characters presenting coefficients greater than 0.70. The analysis showed that, with the exception of the characteristic (EA) and (EE), 3 fruits are sufficient to estimate the coefficients of genetic variance of the population, with R^2 of 90%. The study of genetic diversity using the methods of Tocher Grouping, UPGMA, and graphic dispersion by main components agreed for the formation of a large group and the separation of some individuals forming groups separately. The 19 matrices selected by the "ranks" were the matrices: 8, 9, 10, 12, 15, 36, 38, 40, 42, 48, 49 e 57.

Keywords: *Syagrus coronata*, biometrics, genetic diversity.

1. INTRODUÇÃO

Considerando o Licuri uma espécie perene, sub-explorada, gerar informações de caráter genético, possibilitará sucesso na sua não domesticação como cultura oleaginosa. Um dos primeiros passos para o processo de melhoramento é a escolha correta de genitores e deve ser feita com base em informações e procedimentos científicos, visando maximizar a chance de obtenção de cultivares superiores (BORÉM & MIRANDA, 2009).

A maioria dos programas de melhoramento envolvem cruzamentos entre materiais elite uma vez que esses genótipos oferecem elevado potencial genético para os caracteres de interesse. Nesta etapa é fundamental o conhecimento da diversidade genética, pois possibilita identificar combinações híbridas de maior heterozigose, logo mais produtivas (SAMAL & JAGADEV., 1996; REIF et al., 2005). Por isso, a caracterização morfológica e agrônômica é requisito básico para determinar a variabilidade genética de caracteres de importância econômica e direcionar a seleção de matrizes com alta produtividade (LOPES et al., 2001).

Importante também, é conhecer o número de medições morfológicas de material vegetal para cada acesso de modo a representar com maior precisão possível a variabilidade existente. (LOPES et al., 2001; COSTA, 2003; MANFIO et al., 2011). Considerando o Licuri uma espécie não domesticada, conhecer o número de repetições adequado auxiliará na otimização da coleta de dados, reduzindo tempo e custos no processo. Além disso, na literatura não há registros de trabalhos envolvendo estudos dessa natureza com a espécie, o que justifica a realização desse estudo, que possibilitará também compreender a variação fenotípica relativa aos seus frutos e amêndoas.

O coeficiente de repetibilidade mede a capacidade de um indivíduo de repetir a expressão do caráter no tempo ou no espaço, logo, pode ser usado para prever valores genéticos e genotípicos dos indivíduos com o aumento do número de avaliações por indivíduo, e é considerado alto quando for superior a 0,60 (RESENDE, 2002). Quanto maior o seu valor, menos ganhos de precisão é observado com o aumento do número de medições, sendo o inverso verdadeiro; portanto, é possível prever qual o número de medições mais eficiente para coeficientes de determinação fixados. Isso implica em maior eficiência da seleção fenotípica, uma vez que estabelece um número mínimo ideal de repetições (CRUZ et al., 2012).

Segundo FALCONER, (1987), a repetibilidade representa o valor máximo que a herdabilidade pode atingir para determinada característica, sendo que a diferença entre a repetibilidade e a herdabilidade é devido a presença de um componente de variância ambiental na variância genotípica utilizada para o cálculo da repetibilidade. Assim, a repetibilidade é

similar a herdabilidade no sentido amplo e é tão mais próxima da herdabilidade quanto menor for a variância dos efeitos do ambiente (CRUZ et al., 2012).

Outros autores concordam com a importância do conhecimento da repetibilidade, principalmente em espécies nativas e incipientemente domesticadas, pois a capacidade de expressão repetida de um fenótipo é um indicativo de alta herdabilidade da característica. Estudos de repetibilidade em palmeiras não domesticadas são descritos por JUNGBLUTH, (2015) em frutos de butiá (*Butia eriospatha*), MANFIO et al., 2010), em frutos e amêndoas de macaúba (*Acrocomia aculeata*), MOURA & OLIVEIRA, (2010) em frutos da palmeira amazônica bacabi (*Oenocarpus mapora*), BERGO, (2013) que avaliou a repetibilidade para características relativas à produção de palmito de pupunha (*Bactris gasipaes*) e DANNER, (2010) que estimou a repetibilidade em açaizeiro (*Euterpe Oleraceae*) quanto a características de produção ao longo de quatro ciclos produtivos.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi estudar a repetibilidade de características biométricas dos frutos e amêndoas de Licuri e estimar o número de medições mais eficiente para cada característica adotando um nível de confiança de 90 %. Adicionalmente, realizou-se a estimativa da diversidade genética e identificação de matrizes superiores pelo índice de rank médio, adaptado de MULAMBA & MOCK (1978).

2. MATERIAL E MÉTODOS

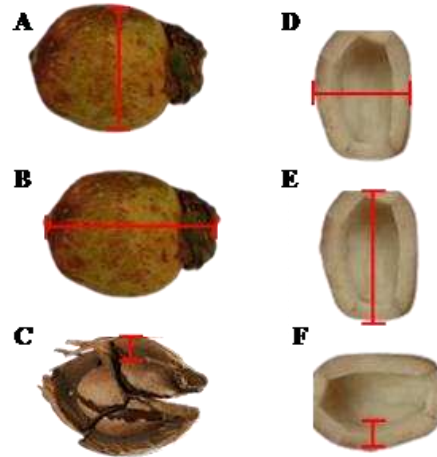
2.1 Material Vegetal e Variáveis analisadas

Foram avaliados aleatoriamente três frutos de cada uma das 57 matrizes (tabela 2- Introdução Geral). As características biométricas avaliadas foram (figura 1): Diâmetro Longitudinal Fruto (DLF) e Diâmetro Transversal Fruto (DTF), com auxílio de paquímetro digital de 0,01 mm de precisão; Índice de massa processável (IMP = diâmetro transversal do fruto – 2 x espessura do endocarpo, (MANFIO, 2010).

Após despolpados, os pirênios foram secos em estufa ventilada a 65° C por 24 horas ou até que permanecem com peso constante. As amêndoas foram extraídas com auxílio de torno mecânico. Após secagem, foi aferido o Peso do Pirênio Seco (PPS) e Peso Amêndoa Seca (PAS), em balança eletrônica de 0,01g de precisão; Diâmetro Longitudinal Amêndoa (DLA); Diâmetro Transversal Amêndoa (DTA); Espessura Amêndoa (EA), cada amêndoa foi individualmente aferida em porção aleatória com paquímetro digital de 0,01 mm de precisão

(figura 3); Espessura Endocarpo (EE), cada pirênio seccionado longitudinalmente foi aferido em uma porção aleatória com paquímetro digital de 0,01 mm de precisão (figura 3).

Figura 1: Detalhes biometria de frutos e amêndoas, em A (DTF), em B (DLF), em C (EE), em D (DTA), em E (DLA) e em F (EA).



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

2.2 Análise de Repetibilidade

As estimativas dos coeficientes de repetibilidade foram obtidas pelos métodos: 1) Análise de Variância (ANOVA); 2) Componentes Principais, com base na matriz de correlações (CPC); 3) Componentes Principais (CP) (Abeywardena,1972), com base na matriz de covariâncias (CPCV); 4) Análise Estrutural (AE), com base na matriz de correlações, Mansour et al. (1981).

No método 1 (Análise de Variância), o coeficiente de repetibilidade foi estimado pela ANOVA do modelo: $Y_{ij} = \mu + g_i + \epsilon_{ij}$, em que:

Y_{ij} : observação referente ao i -ésimo ambiente;

μ : media geral;

g_i : efeito aleatório da i -ésimo subamostra sob a influência do ambiente permanente ($i = 1, 2, \dots, p$);

ϵ_{ij} : efeito do ambiente temporário associado a j -ésima medição no i -ésimo subamostra ($j= 1, 2, \dots, \eta$).

O coeficiente de repetibilidade foi obtido pela expressão proposta por (CRUZ et al., 2012):

$$r = \hat{\rho} = \frac{C\hat{ov}(Y_{ij}, Y_{ij'})}{\sqrt{\hat{V}(Y_{ij})\hat{V}(Y_{ij'})}} = \frac{\hat{\sigma}^2_g}{\hat{\sigma}^2_y} = \frac{\hat{\sigma}^2_g}{\hat{\sigma}^2 + \hat{\sigma}^2_g}, \text{ em que:}$$

Y_{ij} e $Y_{ij'}$ são as diferentes repetições obtidas em cada indivíduo (matriz). Foi então realizada a Análise de Variância para cada uma das oito características e estimado os componentes de variância associados aos efeitos genético e efeito residual.

A partir dos coeficientes de repetibilidade (r) obtidos em cada método, a estimativa do número de medições (Π_0) necessárias para se predizer o valor real dos indivíduos com o valor de determinação genotípica (R^2) desejado foi obtida pela expressão:

$$\Pi_0 = \frac{R^2(1-\hat{r})}{(1-R^2)\hat{r}}$$

O coeficiente de determinação genotípica (R^2), que expressa a precisão da predição do valor real dos indivíduos selecionados com base em n medições foi obtido pela expressão:

$$R^2 = \frac{\Pi r}{1 + r(\Pi - 1)}$$

As estimativas foram obtidas através do procedimento Biometria→Repetibilidade do Programa Genes (CRUZ, C.D. Genes Software, 2016).

2.3 Análise de Diversidade genética

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância univariado com duas fontes de variação (entre e dentro de matrizes), a fim de se verificar a existência de variabilidade genética entre todas as matrizes e também separadamente para as matrizes de Jaíba (local 1), Capitão Enéas/Janaúba (local 2) e Rio Pardo de Minas (local 3).

Construiu-se uma rede de correlações de Pearson a fim de entender a relação entre as variáveis em estudo, além de dar suporte aos parâmetros genéticos e avaliar o efeito da seleção nas diferentes características.

Para estimativa da diversidade genética, utilizou-se análise multivariada aplicando-se a distância Euclidiana média como medida de dissimilaridade. Adotou-se três métodos de agrupamento (otimização (Tocher), hierárquico (UPGMA) e gráfico (Componentes Principais) a fim de estabelecer grupos de maior similaridade genética e com maior confiabilidade nos

resultados. Para análise das estimativas da contribuição relativa de cada característica utilizou-se a estatística de SINGH (1981) e utilizada a distância generalizada de Mahalanobis. As análises foram realizadas no software GENES – versão 2016 (Cruz, 2016) para realizar as análises estatísticas.

Posteriormente identificou-se as matrizes superiores baseado nas características dos frutos pelo índice de rank médio, adaptado de MULAMBA e MOCK (1978).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, a análise de variância mostrou que existe diferença significativa para todas as características avaliadas (tabela 1) considerando as 57 matrizes. Estes resultados demonstram a significância do componente de variância genético na população em estudo, indicando facilidade para discriminação dos genótipos bem como possibilidade para o melhoramento genético dessas características e a partir do que justifica os estudos de parâmetros genéticos para fins de seleção.

Os parâmetros genéticos obtidos da análise de variância forneceram suporte para estimar os ganhos de seleção esperados para cada característica, bem como identificação de genótipos com maiores médias para os caracteres em estudo.

Tabela 1 - Resumo da Análise de Variância para os 57 acessos de Licuri avaliados.

Características	QMG	QMR	F	Média	CV%
Diâmetro Longitudinal Fruto (DLF)	53.98	2.38	22.66**	37.27	4.14
Diâmetro Transversal Fruto (DTF)	50.71	2.34	21.60**	29.30	5.23
Índice de Massa processável (IMP)	39.91	3.02	13.20**	20.89	8.32
Peso Pirênio Seco (PPS)	15.34	0.64	23.89**	7.16	11.18
Peso Amêndoa Seca (PAS)	0.31	0.02	15.55**	1.05	13.40
Diâmetro Longitudinal Amêndoa (DLA)	12.81	1.02	12.47**	16.58	6.11
Diâmetro Transversal Amêndoa (DTA)	10.96	0.88	12.38**	11.86	7.93
Espessura Amêndoa (EA)	0.31	0.11	2.83**	2.77	11.91
Espessura Endocarpo (EE)	1.88	0.22	8.34**	4.20	11.30

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

**significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

3.1 Estudo de repetibilidade

Os coeficientes de repetibilidade para o Licuri se mostraram muito próximos para os quatro métodos estudados: análise de variância (ANOVA); componentes principais, com base na matriz de correlações (CPC); componentes principais, com base na matriz de covariâncias (CPCV); análise estrutural (AE), com base na matriz de correlações) (tabela 2).

Os valores variaram entre o mínimo de 0,37 (para espessura da amêndoa) a um máximo de 0,89 (para peso do pirênio seco). No entanto, 8 das 9 características avaliadas apresentaram valores superiores a 0,70 que são considerados elevados de acordo com RESENDE, (2002). Esses resultados sugerem que os genótipos avaliados apresentam ampla variância genética em relação a variância ambiental para a maioria das características. Similarmente, MANFIO et al., (2011), OLIVEIRA & MOURA, (2010) e MACIEL et al. (2016) ao estudarem repetibilidade de características biométricas em frutos de macaúba (*Acrocomia aculeata*), bacabi (*Oenocarpus mapora*) e bacaba (*Oenocarpus bacaba*) respectivamente, não encontraram diferenças para coeficientes de repetibilidade pelos mesmos métodos. Segundo MANFIO et al. (2011) quando os valores das estimativas do coeficiente de repetibilidade são maiores, a diferença entre os resultados obtidos pelos diferentes métodos diminui. Tais apurações para os valores de coeficiente de repetibilidade confirmam a significância da análise de variância para variância genotípica e mostra que as características estudadas são eficientes para selecionar indivíduos superiores.

A característica peso do pirênio seco (PPS), particularmente apresentou maior coeficiente de repetibilidade (0,88-0,89), possivelmente em decorrência de uma menor influência dos efeitos ambientais CRUZ & REGAZZI (2020). O oposto foi observado para característica EA (0,37-0,43). MACIEL et al. (2016) também encontrou baixos coeficientes de repetibilidade para EA em frutos de palmeira bacaba (0,49-0,51), o que CRUZ et al., (2005) atribui como resultante da variabilidade da espécie e/ou da heterogeneidade do ambiente de coleta de dados. De fato, a espessura da amêndoa de Licuri (figura1) é bastante desuniforme devido a medição ter sido aleatoriamente executada, contribuindo para obtenção de menores valores de repetibilidade. Portanto, dentre todas as variáveis analisadas, EA foi a menos eficiente para caracterizar a população, devido à baixa magnitude do coeficiente; contrapondo-se a todas as demais variáveis, em particular a PPS (tabela 2).

Tabela 2 - Estimativa dos coeficientes de repetibilidade (\hat{r}), coeficientes de determinação genotípica (R^2) e número de medições estimadas (η_0) para valores de R^2 entre 0,80 e 0,99, utilizando os métodos de Análise de Variância (ANOVA); Componentes Principais, com base na matriz de correlações (CPC); Componentes Principais, com base na matriz de covariâncias (CPCV); Análise Estrutural (AE), com base na matriz de correlações para as características.

Caráter	Métodos	\hat{r}	R^2 (%)	η_0 (80%)	η_0 (85%)	η_0 (90%)	η_0 (95%)	η_0 (99%)
DLF	ANOVA	0.87	95.5	1(0.55)	1(0.78)	2(1.24)	3(2.63)	14(13.70)
	CPC	0.87	95.5	1(0.56)	1(0.79)	2(1.25)	3(2.65)	14(13.80)
	CPCV	0.87	95.5	1(0.55)	1(0.79)	2(1.25)	3(2.63)	14(13.73)
	AE	0.87	95.5	1(0.56)	1(0.79)	2(1.26)	3(2.65)	14(13.83)
DTF	ANOVA	0.87	95.3	1(0.58)	1(0.82)	2(1.31)	3(2.76)	15(14.41)
	CPC	0.88	95.3	1(0.56)	1(0.79)	2(1.26)	3(2.67)	14(13.91)
	CPCV	0.88	95.7	1(0.54)	1(0.76)	2(1.21)	3(2.55)	14(13.31)
	AE	0.87	95.5	1(0.56)	1(0.79)	2(1.26)	3(2.67)	14(13.93)
IMP	ANOVA	0.80	92.42	1(0.98)	2(1.39)	3(2.21)	5(4.66)	25(24.33)
	CPC	0.81	92.83	1(0.93)	2(1.31)	3(2.08)	5(4.40)	23(22.93)
	CPCV	0.82	93.13	1(0.88)	2(1.25)	3(1.99)	5(4.20)	22(21.89)
	AE	0.81	92.82	1(0.93)	2(1.31)	3(2.08)	5(4.40)	23(22.95)
PPS	AE	0.88	95.81	1(0.52)	1(0.74)	2(1.18)	3(2.49)	13(12.30)
	CPC	0.88	95.9	1(0.50)	1(0.71)	2(1.13)	3(2.38)	13(12.42)
	CPCV	0.89	95.9	1(0.50)	1(0.71)	2(1.12)	3(2.38)	13(12.42)
	AE	0.88	95.9	1(0.50)	1(0.71)	2(1.13)	3(2.38)	13(12.43)
PAS	ANOVA	0.83	93.5	1(0.82)	2(1.17)	2(1.85)	4(3.91)	21(20.40)
	CPC	0.83	93.5	1(0.83)	2(1.17)	2(1.83)	4(3.93)	21(20.50)
	CPCV	0.83	93.5	1(0.82)	2(1.17)	2(1.85)	4(3.91)	21(20.40)
	AE	0.83	93.5	1(0.83)	2(1.17)	2(1.87)	4(3.94)	21(20.57)
DLA	ANOVA	0.79	91.9	1(1.00)	2(1.48)	3(2.35)	5(4.96)	26(25.88)
	CPC	0.79	92.2	2(1.02)	2(1.44)	3(2.29)	5(4.85)	26(25.27)
	CPCV	0.79	92.2	1(1.00)	2(1.42)	3(2.25)	5(4.76)	25(24.85)
	AE	0.79	92.2	2(1.02)	2(1.45)	3(2.29)	5(4.85)	26(25.29)
DTA	ANOVA	0.79	91.9	2(1.05)	2(1.49)	3(2.37)	6(5.01)	26(26.00)
	CPC	0.79	91.9	2(1.05)	2(1.49)	3(2.37)	6(5.01)	27(26.13)
	CPCV	0.79	91.9	2(1.05)	2(1.49)	3(2.37)	6(5.01)	27(26.13)
	AE	0.79	91.9	2(1.05)	2(1.49)	3(2.38)	6(5.02)	27(26.18)
EA	ANOVA	0.38	64.7	7(6.54)	10(9.27)	15(14.72)	31(31.00)	162(162.00)
	CPC	0.38	65.1	7(6.44)	10(9.13)	15(14.50)	31(30.60)	160(159.50)
	CPCV	0.43	69.1	6(5.36)	8(7.59)	13(12.06)	26(25.46)	133(132.60)
	AE	0.37	64.1	7(6.71)	10(9.50)	16(15.10)	32(31.87)	167(166.01)
EE	ANOVA	0.71	88.0	2(1.63)	3(2.31)	4(3.67)	8(7.75)	41(40.43)
	CPC	0.71	88.1	2(1.61)	3(2.28)	4(3.63)	8(7.66)	40(39.90)
	CPCV	0.71	88.1	2(1.62)	3(2.29)	4(3.64)	8(7.69)	41(40.08)

AE	0.71	88.1	2(1.61)	3(2.28)	4(3.63)	8(7.66)	40(39.95)
----	------	------	---------	---------	---------	---------	-----------

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Diâmetro Longitudinal Fruto (DLF), Diâmetro Transversal Fruto (DTF), Índice de massa processável (IMP), Peso Pirênio Seco (PPS), Peso Amêndoa Seca (PAS), Diâmetro Longitudinal Amêndoa (DLA), Diâmetro Transversal Amêndoa (DTA), Espessura Amêndoa (EA), Espessura Endocarpo e (EE) medidos em 3 frutos de cada uma das 57 matrizes de Licuri.

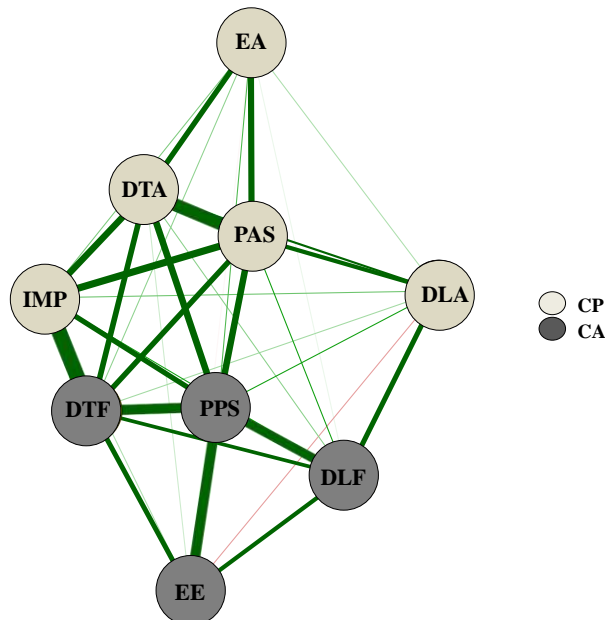
As estimativas dos coeficientes de determinação (R^2), obtidas a partir das avaliações de três frutos por cacho pelos quatro métodos atingiram 90% de acurácia (tabela 2), com exceção da característica EE e EA que devem ser de 4 e 15 frutos, respectivamente, pelos n_0 calculados. Os resultados mostram que no geral, a caracterização biométrica de frutos e amêndoas de matrizes de Licuri foi realizada com alta confiabilidade. A necessidade de um número maior de frutos para algumas características pode estar relacionada ao fato de que a repetibilidade é influenciada pela natureza da característica avaliada, das propriedades genéticas da população e das condições ambientais em que os indivíduos se desenvolveram (CRUZ et al., 2005). Outros autores também identificaram esse aspecto da variabilidade do número de frutos necessários para melhor acurácia em palmeiras. JUNGBLUTH (2015) em seu estudo de repetibilidade em de frutos e sementes de butiá, concluiu que cinco frutos são suficientes para caracterizar as variáveis DLF, DTF e DTA, no entanto, para a variável DLA seriam necessários dezoito frutos adotando um coeficiente de determinação genotípico de 90%. Por sua vez, MANFIO et al. (2011) concluiu que quatro frutos são suficientes para avaliação da maioria das características do fruto de macaúba (peso, volume, diâmetro, peso) e da amêndoa (volume, diâmetro, e espessura do endocarpo) com coeficiente de determinação de 90%. MACIEL et al. (2016) concluiu que 5 frutos são suficientes para caracterizar matrizes de bacaba relativa aos caracteres: diâmetro longitudinal do fruto, diâmetro longitudinal do fruto, peso da amêndoa e para a característica espessura da amêndoa são necessários pelo menos 10 frutos para obter uma acurácia de 90% na estimativa de variância da população. Nota-se assim como outros autores, que ao estudar caracteres da morfologia de frutos em palmeiras, para algumas características há necessidade de aumentar o número de avaliações para atingir uma boa acurácia. Portanto, a biometria realizada em três frutos em cada cacho de Licuri foi suficiente para caracterizar a variação existente para a maioria das variáveis em estudo e estas podem ser indicadas para métodos simples de melhoramento, como a seleção fenotípica simples e obter bons ganhos genéticos OLIVEIRA & FERNANDES (2003).

3.2 Estudo da diversidade genética

Uma vez que o estudo de repetibilidade confirmou uma boa confiabilidade utilizando-se somente três frutos para a caracterização biométrica, deu-se sequência aos estudos de parâmetros e diversidade genética.

A rede de correlações fenotípicas de Pearson com teste t a 1% significância (figura 2) indicou uma relação positiva para todas as variáveis biométricas de frutos e amêndoas de Licuri (linha verde), a exceção da relação DLA/EE (linha vermelha). Ademais, muitas das correlações positivas apresentaram forte interação. Segundo FALCONER (1987), a seleção precoce está relacionada a identificação de interação forte entre caracteres que culminam em maior eficiência da seleção praticada e em indivíduos mais produtivos.

Figura 2: Rede de Similaridade baseada na Correlação de Pearson com teste t significativo a 1% de probabilidade. Adotou-se como critério características consideradas principais (CP): Índice de massa processável (IM), Peso Amêndoa Seca (PAS); Diâmetro Longitudinal Amêndoa (DLA), Espessura Amêndoa (EA), Diâmetro Longitudinal Fruto (DLF), e características auxiliares (CA): Diâmetro Transversal Fruto (DTF), Peso Pirênio Seco (PPS), Diâmetro Transversal Amêndoa (DTA), Espessura Endocarpo e (EE). Se estabeleceu correlações mínimas de 0,3 e as máximas de 0,92.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Outros autores encontraram altas correlações para caracteres biométricos de frutos de outras palmeiras. MARÇAL et al. (2015) em juçara (*Euterpe edulis*), TEIXEIRA et al. (2012) em açazeiro (*Euterpe oleracea*) e ZUFFO et al. (2016) em mirindiba (*Buchenavia tomentosa*)

e de inajá (*Attalea maripa*). Assim, as informações apresentadas sobre características biométricas de frutos e sementes de Licuri, bem como a correlação entre as mesmas, serão importantes para compreender e direcionar a seleção praticada para as características em estudo.

Ao decompor a variação dentro dos três locais de coleta, o teste F para significância da variância genotípica (V_g) mostrou-se significativo a 1% de probabilidade para todas as variáveis com exceção da variável espessura da amêndoa (EA), no local (3). Os resultados indicam existência de variabilidade genética também dentro de cada local estudado, mesmo considerando plantas a poucos metros de distância. Essa característica pode estar associada à biologia reprodutiva da espécie. HAMRICK et al. (1992) destaca a biologia reprodutiva como fator chave para existência de variabilidade e de acordo com DA ROCHA (2009) o Licuri possui sistema de fecundação mista (alógama e autógama). Assim, há maior fluxo gênico, portanto, maior variabilidade genética intrapopulacional, provavelmente, em decorrência da fecundação cruzada praticada pela espécie JAIN (1976).

Além disso, todas as características apresentaram estimativas de do coeficiente de variação relativa (CV_r) maiores que uma unidade (tabela 3), com exceção da característica (EA), o que reforça os resultados da análise de repetibilidade, que mostrou que essa característica possui forte influência do ambiente. Para as demais, os resultados indicam superioridade da variação genotípica em relação à ambiental, uma vez que o coeficiente de variação relativo mede a relação de (C_{vg}/C_{ve}). Segundo VENCOVSKY & BARRIGA (1992) valores acima da unidade para coeficiente de variação relativa indicam maiores chances de ganhos com a aplicação de seleção entre populações. RESENDE & ALVES, (2020), considera a existência de coeficiente de variação genotípica como requisito para o melhoramento genético. Logo, existe possibilidade de melhoramento genético ao praticar seleção nesta população com as características avaliadas.

As estimativas dos coeficientes de variação ambiental (C_{ve}) para as 57 matrizes variaram de 4,14%, para a característica diâmetro longitudinal do fruto a 13,40%, para peso seco da amêndoa (tabela 1 e 3). Quando analisadas as matrizes separadamente por procedência, os valores de coeficiente de variação ambiental variaram entre 4,11% (DLF) e 13,40% (PAS), nos frutos de Rio Pardo de Minas. Os resultados indicam boa precisão na coleta dos dados relativos à biometria de frutos e amêndoas de Licuri. MANFIO et al. (2011), encontrou resultado semelhante para coeficientes de variação em macaúba, 3,95% para diâmetro do fruto e 12,10% para espessura do endocarpo. Portanto, os baixos valores de erro do fator ambiental na obtenção na coleta dos dados aumentam a confiabilidade das informações relativas à identificação de variabilidade genética de genótipos de Licuri oriundos de Minas Gerais.

As médias das variáveis DTF, IMP, PAS, DLA, DTA avaliando-se as 28 matrizes de Janaúba/Capitão Enéas (local 2) foram superiores as médias das 57 matrizes estudadas conjuntamente (tabela 3). Em contrapartida, as médias das variáveis DLF, PPS, EA e EE foram menores para este local. No entanto, é desejável que as médias para variável EE seja menor, pois isso indicaria um mesocarpo mais espesso, e, portanto, maior rendimento de massa processável dos frutos. Além disso, as características DTF, DLA, DTA oriundas deste mesmo local possuem os maiores valores de coeficiente de variação genético (CVg). Assim sendo, os resultados indicam superioridade dos genótipos provenientes do local (2), porque além de apresentarem as maiores médias para caracteres de interesse, possuem grande variação genética associada. MIRANDA (1998) considera cruzamentos promissores aqueles realizados com indivíduos divergentes, mas que possuem média elevada e variabilidade para os caracteres que estejam sendo melhorados. Portanto, de um modo geral, os indivíduos oriundos de Janaúba/Capitão Enéas são promissores para serem utilizados como genitores em futuros cruzamentos.

Tabela 3 - Estimativas de parâmetros genéticos obtidos da análise de 57 matrizes mineiras de Licuri e separadamente para 24, 28 e 5 (correspondente a cada localização Jaíba (1), Janaúba/Capitão Enéas (2) e Rio Pardo de Minas (3) em relação às características: Diâmetro Longitudinal Fruto (DLF), Diâmetro Transversal Fruto (DTF), Peso Pirênio Seco (PPS), Peso Amêndoa Seca (PAS), Diâmetro Longitudinal Amêndoa (DLA), Diâmetro Transversal Amêndoa (DTA), Espessura Amêndoa (EA), Espessura Endocarpo e (EE).

57 matrizes de Minas Gerais									
Parâmetros**	Variáveis								
	DLF (mm)	DTF (mm)	IMP	PPS (g)	PAS (g)	DLA (mm)	DTA (mm)	EA (mm)	EE (mm)
Vg	17.2	16.12	12.3	4.9	0.09	3.93	3.35	0.06	0.55
Ve	0.79	0.78	1.01	0.21	0.01	0.34	0.29	0.04	0.08
Vf	17.99	16.9	13.3	5.11	0.10	4.27	3.65	0.10	0.06
CVg%	11.13	13.7	16.78	30.88	29.53	11.95	14.45	9.30	17.68
CVe%	4.14	5.23	8.32	11.18	13.4	6.11	7.93	11.9	11.3
CVf%	11.38	14.03	17.46	31.53	30.11	12.46	16.11	11.38	5.98
CVr%	2.69	2.62	2.02	2.76	2.20	1.96	1.82	0.78	1.56
Média	37.27	29.3	20.89	7.17	1.05	16.58	11.86	2.78	4.20

24 matrizes de Jaíba (1)									
Parâmetros**	Variáveis								
	DLF (mm)	DTF (mm)	IMP	PPS (g)	PAS (g)	DLA (mm)	DTA (mm)	EA (mm)	EE (mm)
Vg	18.69	17.45	10.69	6.8	0.08	2.44	2.92	0.04	0.74
Ve	0.79	0.78	1.00	0.21	0.01	0.34	0.29	0.04	0.08
Vf	19.48	18.23	11.69	7.01	0.09	2.78	3.21	0.08	0.82
CVg%	11.51	14.52	16.11	34.80	27.46	9.46	14.6	7.04	20.29

CVe%	4.11	5.32	8.57	10.69	13.72	6.13	8.04	11.64	11.19
CVf%	11.51	14.84	4.93	35.33	29.12	10.09	15.31	9.96	21.35
CVr%	2.80	2.73	1.88	3.26	2.00	1.54	1.82	0.60	1.81
Média	37.56	28.77	20.29	7.44	1.03	16.51	11.70	2.84	4.24

28 matrizes de Capitão Enéas/Janaúba (2)

Parâmetros**	Variáveis								
	DLF (mm)	DTF (mm)	IMP	PPS (g)	PAS (g)	DLA (mm)	DTA (mm)	EA (mm)	EE (mm)
Vg	18.40	14.99	10.19	3.88	0.11	5.53	3.92	0.08	0.34
Ve	0.79	0.78	1.00	0.21	0.01	0.34	0.29	0.04	0.08
Vf	19.19	15.77	11.19	4.09	0.12	5.87	4.21	0.11	0.42
CVg%	11.64	12.88	14.53	28.84	31.78	13.98	16.33	10.55	14.43
CVe%	4.19	5.10	7.91	11.72	12.98	6.02	7.76	12.34	11.77
CVf%	11.89	13.22	15.22	20.82	31.78	14.40	16.93	12.37	16.04
CVr%	2.78	2.53	1.84	2.46	2.45	2.32	2.10	0.85	1.23
Média	36.85	30.04	21.97	6.83	1.09	16.82	12.12	2.68	4.04

05 matrizes de Rio Pardo de Minas (3)

Parâmetros**	Variáveis								
	DLF (mm)	DTF (mm)	IMP	PPS (g)	PAS (g)	DLA (mm)	DTA (mm)	EA (mm)ns	EE (mm)
Vg	6.62	15.92	20.17	1.88	0.10	2.14	2.70	0.01	0.24
Ve	0.79	0.78	1.00	0.21	0.01	0.34	0.29	0.04	0.08
Vf	7.41	16.7	21.17	2.09	0.11	2.48	2.99	0.05	0.32
CVg%	6.72	14.4	25.3	18.43	32.26	9.37	14.71	3.32	9.88
CVe%	4.03	5.53	9.77	10.77	14.39	6.5	8.42	10.96	9.58
CVf%	6.73	14.75	25.86	19.43	33.84	10.09	15.48	7.43	11.4
CVr%	1.67	2.60	2.59	1.71	2.24	1.44	1.75	0.30	1.03
Média	38.24	27.71	17.79	7.44	0.98	15.60	11.17	3.01	4.96

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

** Vg: variância genotípica entre matrizes significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; Ve: variância residual; Vf: variância fenotípica permanente entre matrizes; CVg%: coeficiente de variação genotípica; CVe%: coeficiente de variação residual; CVf%: coeficiente de variação fenotípica; CVr = CVg/CVe = coeficiente de variação permanente.

De acordo com a análise de estatística descritiva e a estimação da importância relativa dos caracteres proposta por SINGH (1981), (tabela 4) as características que contribuíram para 67,05% da divergência entre as 57 matrizes avaliadas foram: peso seco do pirênio (PPS) (21,39%), diâmetro longitudinal da amêndoa (DLA) (16,99%), diâmetro longitudinal do fruto (DLF) (15,80%), diâmetro transversal da amêndoa (DTA) (12,87%), (tabela 4). Os resultados sugerem que tais variáveis foram eficientes para explicar a diversidade entre os 57 genótipos avaliados. A variável que menos contribuiu para discriminação dos genótipos foi EE, portanto recomendada para descarte em trabalhos futuros de estudos de diversidade. No entanto, é uma variável importante para quantificar o IMP e conseqüentemente relevante num contexto

industrial. JUNGBLUTH (2015) encontrou resultados similares ao avaliar a importância de caracteres de frutos e sementes sobre diversidade genética em butiá. Concluiu que as duas variáveis mais importantes para avaliação de frutos foram diâmetro longitudinal do fruto (24,14%) e diâmetro equatorial do fruto (24,14%), para avaliação das sementes encontrou (67,51%) da variabilidade explicada pela variável diâmetro equatorial da semente e (17,98%) pelo diâmetro longitudinal da semente. Assim como MANFIO (2010), que verificou espessura do endocarpo (14,47%) e diâmetro transversal do fruto (14,03%) como as características que mais contribuíram para discriminar genótipos de macaúba. A análise permite concluir que as variáveis PPS, DLA, DLF e DTA devem ser priorizadas na escolha de indivíduos com objetivo de identificar variabilidade genética e planejar de cruzamentos entre genótipos divergentes de Licuri.

Tabela 4 - Contribuição relativa das variáveis para a diversidade genética baseada na estatística de SINGH (1981) aplicada sobre a distância generalizada de Mahalanobis.

Variáveis	57 matrizes		24 matrizes Jaíba		28 matrizes de Capitão Enéas/Janaúba		5 matrizes de Rio Pardo de Minas	
	S.j	(%)	S.j	(%)	S.j	(%)	S.j	(%)
DLF	23564.56	15.80	4365.55	19.86	7221.85	15.54	5666.00	0.05
DTF	9980.38	6.69	3667.70	16.68	2238.56	4.82	0.00	0.00
IMP	18179.03	12.19	426.95	1.94	4328.05	9.31	22172.88	21.31
PPS	31895.39	21.39	6146.09	27.96	10010.04	21.54	15812.69	15.20
PAS	14948.44	10.02	1733.22	7.88	8145.84	17.53	0.00	0.00
DLA	25343.00	16.99	1694.06	7.70	4840.99	10.41	62858.32	60.43
DTA	19190.83	12.87	1451.17	6.60	7481.98	16.10	3159.38	3.03
EA	3603.68	2.41	459.23	2.08	1434.02	3.08	0.00	0.00
EE	2371.99	1.59	2037.15	9.26	763.99	1.64	0.00	0.00

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Analisando as 24 matrizes de Jaíba (local1), três características foram responsáveis por captar 64,5% da variação total existente entre os genótipos, sendo essas: peso do pirênio seco PPS (27,96%), diâmetro longitudinal do fruto DLF (19,86%), diâmetro transversal DTF (16,68%). Para o local (2), as três características mais importantes e que captaram 54,17% da variação total existente foram: peso seco do pirênio (PPS) (21,54%), peso seco da amêndoa PAS (17,53%) e diâmetro transversal da amêndoa (DTA) (16,10%). Ao analisar as 5 matrizes do local (3) a característica DLA foi responsável por captar 60,43% da variação total existente. As variáveis que foram recomendadas para descarte - pois contribuíram de forma insignificante

para o estudo de diversidade genética - foram IMP, EE, DTF, ao analisar as 24 matrizes do local (1), 28 do local do (2) e 5 do local (3) matrizes, respectivamente. Observa-se que as características contribuíram de forma distinta ao estudar as matrizes oriundas de diferentes locais do estado de Minas; no entanto, a variável PPS esteve dentre as mais significantes para caracterizar a diversidade genética e a variável EE esteve dentre as que menos contribuiu. No entanto, sabe-se que o efeito de amostragem para o número de plantas avaliados impacta sobremaneira os resultados. O tamanho da amostra é diretamente proporcional à variabilidade dos dados populacionais, logo, o menor número de indivíduos, considerando as subamostras, pode ter influenciado a identificação de variáveis (RAMALHO et al., 2000; BARBIN, 2003; STORCK et al., 2006). De modo geral, pode-se aferir que PPS é uma boa variável para identificação de variabilidade de Licuri, enquanto EE não discrimina bem os genótipos.

Com base nos valores da matriz de distância euclidiana média, verificou-se por meio do método de agrupamento de Tocher (tabela 5), a formação de um número variável de grupos: para as 57 matrizes, 5 grupos, para a localidade 1, 5 grupos; para a localidade 2, 7 grupos e para a localidade 3, 2 grupos. Analisando os 57 genótipos conjuntamente, observou-se que os grupos II, IV e V alocaram genótipos oriundos de mesma procedência geográfica, no entanto, os demais grupos alocaram genótipos de localizações geográficas diferentes, atestando para uma grande variação genética intragrupos. Ao analisar as matrizes das diferentes localidades, no local 1 o método isolou 3 matrizes (23,11 e 8) como sendo consideradas distintas dos grupos predominantes. No local 2 também três matrizes se isolaram em grupos individuais (43, 37, 27) e no local 3, somente a matriz 53 se mostrou distinta dos demais indivíduos. Os resultados confirmam a grande variação existente entre as subamostras de Licuri oriundas de três localidades de Minas Gerais, bem como uma grande variação dentro de cada localidade estudada, confirmado pelo parâmetro de variância genotípica que se mostrou maior para algumas variáveis dentro de um mesmo local comparado com locais diferentes (tabela 3). A grande variabilidade genética estimada para a mesma subamostra comparada com o estudo em conjunto de todas as matrizes foi também verificado por (MANFIO, 2010) que avaliou a diversidade genética de 91 matrizes de macaúba de Minas Gerais e de acordo com o método de Tocher discriminou 17 grupos, ao estudar 145 matrizes oriundas de vários estados brasileiros, discriminou apenas 9 grupos, indicando maior variação genética em distâncias relativamente pequenas. A distribuição dos genótipos pelo agrupamento pelo método de Tocher indica uma variação genética dentro da mesma população, fato que também foi verificado por BUTTOW et al. (2010) em genótipos butiá, observando (83,68%) variação molecular dentro de uma subamostra da população. Os resultados apontam para o isolamento de indivíduos bastante

divergentes em relação a maioria da população estudada, o que reforça a premissa de variabilidade genética.

Tabela 5 - Grupos de similaridade genética entre Jaíba (1), Janaúba/Capitão Enéas (2) e Rio Pardo de Minas (3). 57, 24, 28 e 5 matrizes de Licuri estabelecidos pelo método de Tocher, baseado na distância euclidiana média.

Grupos	57 matrizes (Total)																					
I	24	56	53	16	7	33	50	39	22	47	18	32	46	31	28	10	43	52	44	29	41	6
	2	55	19	4	34	14	30	3	49	12	35	13	9	38	21	40	45	1	57	15	5	11
	42	26	17	51	20	23	36															
II	27	37																				
III	8	48																				
IV	25																					
V	54																					
Grupos	24 matrizes (Jaíba), local (1)																					
I	12	19	13	21	18	1	10	2	22	7	4	6	14	9	15	24	16	3				
II	5	17	20																			
III	23																					
IV	11																					
V	8																					
Grupos	28 matrizes (Capitão Enéas/Janaúba), local (2)																					
I	43	46	41	29	49	32	52	35	50	31	38	40	39	44	30	34	28	47				
II	36	48																				
III	26	51	33																			
IV	25	45																				
V	42																					
VI	37																					
VII	27																					
Grupos	5 matrizes (Rio Pardo de Minas), local (3)																					
I	52	55	54	56																		
II	53																					

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Analisando as 57 matrizes observou-se que a distância genética entre as matrizes foi relativamente menor comparado com as subamostras, o que possivelmente relaciona-se com o efeito de amostragem, como pode ser observado para as matrizes do local (3), que apresentam a maior distância média (0,5277) (tabela 6). Os dois genótipos mais similares foram 43 e 46, oriundos do local (2). No entanto, os genótipos mais distantes (genótipo 8 e 25), considerando todas as matrizes, também foram procedentes de uma mesma localidade (local 1). As baixas dissimilaridades detectadas entre algumas matrizes oriundas da mesma localidade podem ser devido a cruzamentos entre indivíduos aparentados ou de autofecundações como sugere SOUZA (2002). Já o contrário, pode estar associado a um fluxo gênico provenientes de cruzamentos naturais. OLIVEIRA (2003) ao avaliar 116 genótipos de açazeiro com RAPD,

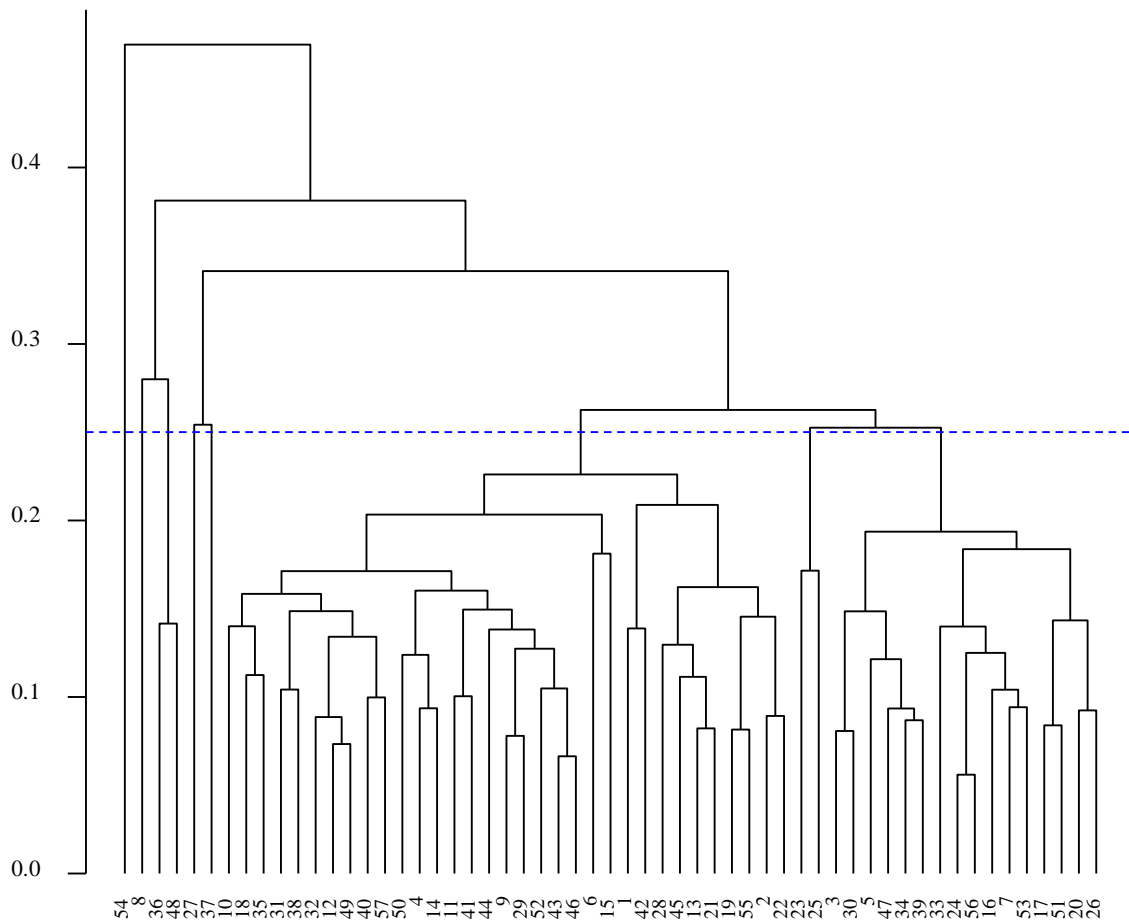
também não obteve associação da origem geográfica com a alocação dos genótipos nos diferentes pelo método de agrupamento UPGMA, demonstrando grande variação genética dentro das populações. Desta forma, é provável que a procedência geográfica não foi um fator preponderante para a dissimilaridade genética dos genótipos de Licuri estudados, denotando possibilidade de fluxo gênico na população estudada.

Tabela 6 - Resumo das estimativas das distâncias genéticas, (máxima, mínima, soma das estimativas (SE), soma de quadrado das estimativas (SE), com base na distância euclidiana média, entre as 57 matrizes mineiras de Licuri e separadamente para 24, 28 e 5 (correspondente a cada localização (1, Jaíba), (2, Capitão Enéas/Janaúba) e (3, Rio Pardo de Minas).

Distância Genética	57 matrizes		24 matrizes Local (1)		28 matrizes Local (2)		05 matrizes Local (3)	
	Estimativa	Matrizes	Estimativa	Matrizes	Estimativa	Matrizes	Estimativa	Matrizes
Máxima	0.6911	8 e 25	0.7331	8 e 17	0.7209	48 e 51	0.8550	54 e 57
Mínima	0.0721	43 e 46	0.1045	12 e 19	0.0933	43 e 46	0.2557	53 e 56
SE	433.8802		93.0493		123.8446		5.2776	
SQE	135.3374		35.11		46.6770		3.0912	
Média	0.2718		0.3371		0.3276		0.5277	

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

No dendrograma obtido a partir do agrupamento das 57 matrizes utilizando o método UPGMA, observou-se, a partir do critério de partição de grupos proposto por MOGEMA, a formação de sete grupos; sendo que destes, houve isolamento de quatro indivíduos (54, 8, 27 e 37) e os demais formaram dois grandes grupos com pouca associação com a localização geográfica. A alta correlação cofenética conferida ao agrupamento (0,75), dá suporte para uma pequena distorção das distâncias genéticas com a distância gráfica do agrupamento. Os resultados concordam com o agrupamento pelo método de Tocher ao apontar baixa concordância da procedência do indivíduo com a dissimilaridade genética. O Licuri por ser fonte de alimento de espécies de aves como araras, pode ter suas sementes dispersadas por muitos quilômetros de distância (DA ROCHA, 2009), proporcionando fluxo gênico entre regiões distantes. Esta característica ecológica pode ter sido captada pelo método UPGMA, que favorece a formação de grupos individualizados, uma vez que inicialmente o mesmo foi proposto para estudos de filogenia (SILVA, 2014). Assim como o método de Tocher, não houve uma tendência de agrupamento de indivíduos oriundos das mesmas localidades nos dois grupos predominantes, fortalecendo mais uma vez a variabilidade genética da população, particularmente no âmbito intrapopulacional.

Figura 3 - Dendrograma baseado na Distância Euclidiana Média de 57 matrizes de Licuri.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

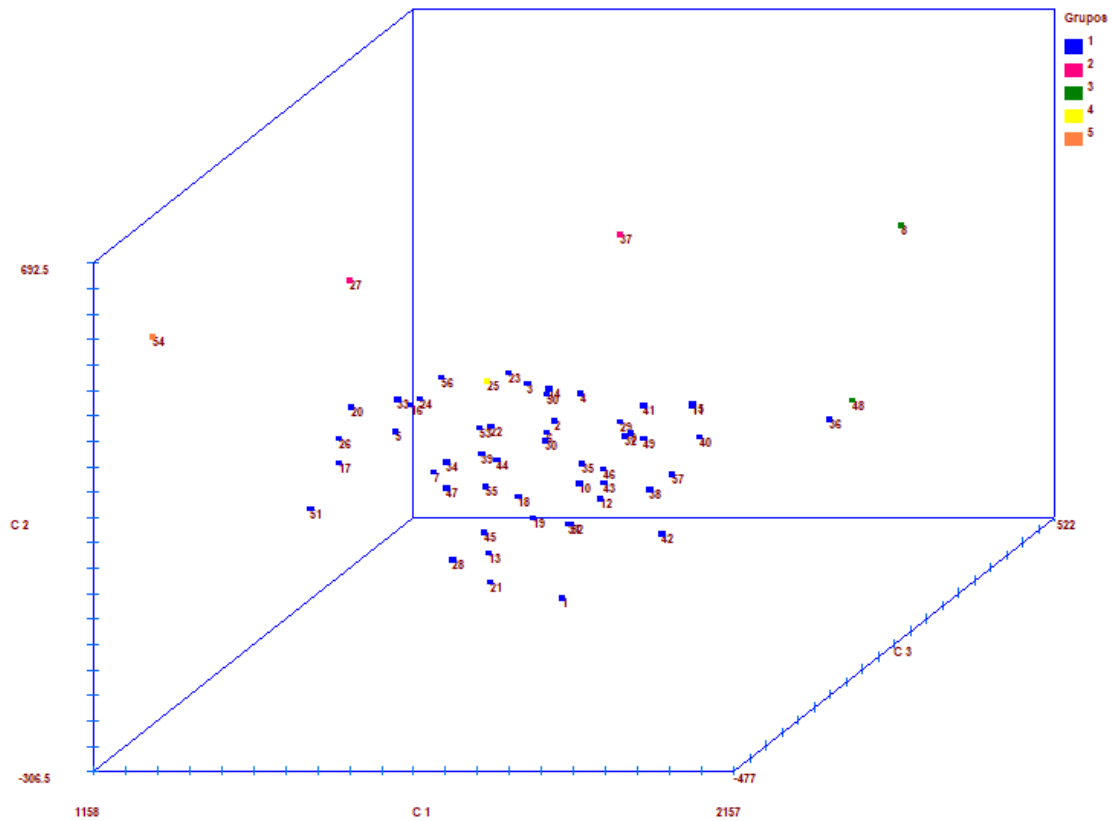
Tabela 7 - Autovalores e importância acumulada para os Componentes Principais baseado na Distância Euclidiana Média como medida de dissimilaridade.

CP	Autovalor	Importância (%)	Características	Recomendação
1	4.05	45.02	Diâmetro transversal do fruto (DTF)	
2	1.77	64.68	Espessura do endocarpo (EE) Diâmetro longitudinal da amêndoa	
3	1.08	76.75	(DLA)	
4	0.94	87.18	Espessura da amêndoa (EA)	
5	0.57	93.54	Diâmetro longitudinal do Fruto (DLF)	Descarte
6	0.29	96.78	Peso da amêndoa seca (PAS)	Descarte
7	0.16	98.99	Peso do pirênio seco (PPS) Diâmetro transversal da amêndoa	Descarte
8	0.12	99.99	(DTA)	Descarte
9	0.00	100.0	Diâmetro transversal do fruto (DTF)	Descarte

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Por fim, a análise de dispersão gráfica via componentes principais (figura 5) reforça o padrão de agrupamento discutido pelos métodos anteriores, que semelhantemente reuniram a maior parte das matrizes em um grupo predominante e os demais indivíduos isolados em pequenos conjuntos (tabela 5, figura 3). Os três primeiros Componentes principais conseguiram captar uma boa parte da variação existente (76,75%) (tabela 7), logo, a distorção gráfica das distâncias genéticas é reduzida. A importância das variáveis e recomendação de descarte pelo método dos componentes principais e pelo método de SINGH (1981) foram diferentes; no entanto, o método de Componente Principais mostrou-se sensível a correlação existente entre as variáveis (DLF, PAS, PPS, DTA e DTA) (figura 1), sendo, portanto, recomendadas para descarte devido a redundância. De um modo geral, os diferentes métodos de agrupamento considerando a biometria de frutos e sementes de Licuri, alocou muitos genótipos localizados a poucos metros de distância em grupos de similaridade diferentes. O mesmo foi verificado por MOURA, (2019), que estudou a diversidade genética de frutos, diásporos e sementes de Licuri oriundos do município de Caetés-PE por meio de caracteres biométricos. SINGH et al. (2008) afirma que existe grande associação entre a distância genética e localização geográfica entre espécies vegetais. No entanto, com algumas exceções, isso não foi verificado. Porém, o número de grupos formados pelos métodos estudados demonstrou a ampla variabilidade entre os genótipos avaliados, sendo de extrema importância para explorar a heterose ao cruzar indivíduos de matrizes pertencentes aos diferentes grupos (PEREIRA et al., 1992). Isso fortalece o papel da biometria para identificação da variação genética dentro de populações de uma mesma espécie, além de fornecer informações a respeito da caracterização dos aspectos ecológicos e fluxo gênico por agentes dispersores (MACEDO et al., 2009).

Figura 4 - Gráfico de Dispersão Gráfica dos três primeiros Componentes Principais baseado na Distância Euclidiana média e colorido de acordo com o Agrupamento de Tocher.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

A seleção praticada no índice de “ranks” adaptado de MULAMBA e MOCK (1978) permite estimar a resposta esperada de ganhos de seleção para cada característica avaliada. Por este método, os valores genotípicos são classificados para cada caráter e a média do rank de cada genótipo- para todos os caracteres -são apresentados no resultado final. A avaliação pelo Índice de “rank” evidenciou ganhos genéticos com a seleção dos 12 melhores indivíduos dentre as 57 matrizes avaliadas, para as nove características (tabela 8). No entanto, analisando separadamente os indivíduos do local 3, houve ganhos nulos para algumas características, explicado pela falta de variabilidade captada. Isso provavelmente ocorreu pelo efeito da reduzida amostragem, como é evidenciado na tabela de contribuição de características para variabilidade (tabela 4). Os ganhos variaram de 3,40% (EA) a 34.79% (PPS) nas 57 matrizes e de 0% (DLF, EA) a 46.58% (PAS) considerando as matrizes do local 3.

As matrizes selecionadas pelo índice de rank médio, adaptado de MULAMBA & MOCK (1978) ao considerar as 57 matrizes em ordem decrescente foram: 48, 36, 8, 40, 38, 57,

15, 49, 42, 10, 12, 9. Considerando apenas o local 1, as 5 matrizes selecionadas foram: 1, 8, 10, 12 e 15. Considerando apenas o local 2, as 6 matrizes selecionadas foram: 36, 38, 40, 42, 48 e 49. Considerando o local 3 a matriz selecionada foi a 57. Com exceção do indivíduo 9, a seleção - tanto considerando todas as plantas, quanto considerando cada localidade - foi similar.

Tabela 8 - Resposta esperada nas características avaliadas com a seleção praticada no índice de Mulamba e Mock (1978) das 30 matrizes selecionadas.

	57 matrizes	24 matrizes local (1)	28 matrizes local (2)	5 matrizes local (3)
Características	GS % esperada	GS % esperada	GS % esperada	GS % esperada
DLF	10.07	3.05	11.59	0
DTF	12.15	9.29	7.63	23.52
IMP	13.08	9.98	8.66	37.77
PPS	34.79	17.85	35.79	22.50
PAS	34.08	16.31	41.65	46.58
DLA	8.86	0.89	12.89	6.01
DTA	14.39	8.95	13.75	21.48
EA	3.40	2.54	5.7	0
EE	8.12	6.42	3.24	1.41

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

4. CONCLUSÃO

Não houve diferença entre as estimativas dos coeficientes de repetibilidade obtido pelos Métodos estudados. Admitindo-se coeficiente de determinação de 90%, três frutos são suficientes para avaliação das características DLF, DTF e PPS, PAS, DLA, e DTA, para as características EA e EE são necessários 4 e 15 frutos respectivamente.

A significância do parâmetro de variância genotípica considerando as 57 matrizes avaliadas conjuntamente, bem como em cada subamostra, indica possibilidade melhoramento genético ao praticar seleção na população de Licuri estudada.

De acordo com a estatística de SINGH (1981) as variáveis que mais contribuíram para a discriminação dos genótipos, considerando as 57 matrizes foram: foram peso seco do pirênio (PPS), diâmetro longitudinal da amêndoa (DLA), diâmetro longitudinal do fruto (DLF) e diâmetro transversal da amêndoa (DTA).

O método de Tocher, UPGMA e dispersão gráfica dos Componentes principais demonstrou ampla dissimilaridade genética de Licuri oriundos do norte de Minas Gerais,

apontando, em alguns casos maior dissimilaridade genética dentro das subamostras da população estudada.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEYWARDENA, V. (1972) **An application of principal component analysis in genetics.** Journal of genetics, v. 61, p. 27-51.

BARBIN, D. (2003). **Planejamento e análise estatística de experimentos agrônômicos.** Arapongas: Midas, 208p.

BERGO, L.C; NEGREIROS. S.R.J; MIQUELONI, P.D; LUNZ, P.M.A. (2013). **Estimativas de repetibilidade de caracteres de produção em pupunheiras para palmito da raça Putumayo.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.35, n.4.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.D. (2009). Melhoramento de plantas. 5. ed. Viçosa. UFV.

BUTTOW MV; BARBIERI RL; NEITZKE RS; HEIDEN G; CARVALHO FIF. 2010. **Diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões da Embrapa Clima Temperado.** Ciência Rural, v. 40, p.1264-1269.

COSTA, J. G. (2003). **Estimativas de repetibilidade de alguns caracteres de produção em mangueira.** Ciencia Rural, v. 33, p.263-266.

CREPALDI, I. C.; DE ALEMIDA-MURADIAN, L. B.; RIOS, M. D. G.; PENTEADO, M DE V. C.; SALATINO, A. (2001). **Composição nutricional do fruto de Licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Becc).** Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 155-159.

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa.** Viçosa: UFV, 394 p., 2005

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J; CARNEIRO. S. C. P. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** Viçosa: UFV, Ed. UFV, vol. 1, 514 p., 2012.

CRUZ, D.C; REGAZZI, J.A. **Análise Multivariada Aplicada.** Universidade Federal de Viçosa, 401p., 2020.

CRUZ, E. D.; MARTINS, F. D. O.; CARVALHO, J. E. U. (2001). **Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae - Caesalpinioideae).** Revista Brasileira de Botânica, v. 24, n. 2, p. 161–165.

DA ROCHA, K. M. R. (2009). **Biologia reprodutiva da palmeira Licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) (Arecaceae) na ecorregião do Raso da Catarina, Bahia.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, p.100.

DANNER, M. A. et al. (2010). **Repetibilidade de caracteres de fruto em araçazeiro e pitangueira.** Ciência Rural, Santa Maria-RS, v 40, n 10., p. 2086-209.

FALCONER, D.S. (1987). **Introdução à genética quantitativa,** Viçosa: UFV, 279p.

- HAMRICK, J. L et al. (1992). **Factors influencing levels of genetic diversity in woody plant species**. Georgi, USA. *New Forests*, v.6, p.95-124.
- JAIN, S. K. The evolution of inbreeding in plants. *Annual Review of Ecology Systems*, v. 7, p. 469-495, 1976.
- JUNGLUTH, F. **Repetibilidade e dissimilaridade genética em características biométricas de frutos e sementes de butia eriospatha (mart. Ex drude) becc.** (Trabalho de Conclusão de curso Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.
- LOPES, R.; BRUCKNER, C. H.; CRUZ, C. D.; LOPES, M. T. G.; FREITAS, G. B. (2001). **Repetibilidade de características do fruto de aceroleira**. *Pesquisa Brasileira Agropecuária*, v. 36, p.507-513.
- MACEDO, M.C. et al. (2009). **Biometria de frutos e sementes e germinação de Magonia pubescens**. *Revista Brasileira de Sementes, Lavras*, v.31, n.2, p.202-211.
- MACIEL, A. N.R; OLIVEIRA, P. S. M; SOUSA, S. T. (2016). **Repetibilidade para caracteres de frutos em matrizes de bacabão de diferentes locais do Pará**. In: *Anais do II Simpósio de fruticultura sustentável no nordeste paraense*. Tomé-Açu, p.17-19.
- MANFIO, C.E. (2010). **Análise Genética no Melhoramento da macaúba**. 2010 (Tese de Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) -Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, p.35-48).
- MANFIO, E. C; MOTOIKE, Y. S; SANTOS, M. E. C; PIMENTEL, D.L; QUEIROZ, V; SATO, Y. A. (2011). **Repetibilidade em características biométricas do fruto de macaúba**. *Ciência Rural*, v.41, n.1, p. 70-76.
- MANSOUR et al. (1981) Estimators of repeatability. *Theoretical Applied Genetics*, 60: 151-156.
- MARÇAL, S. T; FERREIRA, A; OLIVEIRA, S. B. W; GUILHEN, S. H. J; FERREIRA, S. S. F. M. (2015). **Correlações genéticas e análise de trilha para caracteres de fruto da palmeira juçara**. *Revista Brasileira de Fruticultura*. V. 37, n. 3.
- MIRANDA, G. V. **Diversidade genética e desempenho de cultivares de soja como progenitores**. 1998. 117f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.
- MOURA, F.E; OLIVEIRA.P.S.M. (2010). **Repetibilidade e número mínimo de medições para caracteres de cacho de bacabi (Oenocarpus mapora)**. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, v.32, n.4, p.1173-1180.
- MOURA, S. S. S; GONÇALVES, P.E; MOURA, F.M; VIANA, S. J; LIMA, A. A; MELO, A.F.DL, 2019. **Caracterização biométrica de frutos, diásporos e sementes de Syagrus coronata (Mart.) Becc.** vol.4, n.3.701-716p.

- MULAMBA, N. N & MOCK, J. J (1978). **Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits.** Egypt Journal of Genetics and Cytology, v. 7, p.40-51.
- OLIVEIRA, M. do S. P. de; FERNANDES, G.L.C. **Repetibilidade de caracteres do cacho de açaizeiro nas condições de Belém-PA.** Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal, v.23, n.3, p.613-616, 2003.
- PEREIRA, A.V.; VENCOVSKY, R.; CRUZ, C.D. (1992). **Selection of botanical and agronomical descriptors for the characterization of cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) germplasm.** Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, v.15, p.115-124.
- RAMALHO, M.A.P. et al. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas.** Lavras: UFLA, 2000. 326p.
- RAO, C. R. (1952). **Advanced statistical methods in biometric research.** New York: John Wiley and Sons, 390p.
- RAO, N. K. S.; SWAMY, R. D.; CHACO, E. K. (1981). **Differentiation of plantlets in hybrid embryo callus of pineapple.** Scientia Horticulturae. Amsterdam, v. 15, p. 235-238.
- REIF, J.C; HALLAUER, A. R; MELCHINGER, A. E. (2005). **Heterosis and heterotic patterns in maize.** *Maydica*, v. 50, p. 215-223.
- RESENDE, M.D.V. (2002). **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, 975 p.
- RESENDE, V. D. M & ALVES, S. R (2020). **Linear, generalized, hierarchical, bayesian and random regression mixed models in genetics/genomics in plant breeding.** Functional plant Breeding Journal. vol.2, n. 2, 31 p.
- SAMAL, K. M.; JAGADEV, P. N (1996). **Genetic divergence among chickpea cultivars.** Indian Journal of Genetics & Plant breeding, 56: 86-88.
- SILVA, J. C. (2014). **Análise univariada e multivariada em progênes de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh em Mato Grosso.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais), UFMT, Cuiabá, 78 p.
- SINGH, D. (1981). **The Relative Importance of Characters Affecting Genetic Divergence.** The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, v. 41, n. 2, p. 237-245
- SINGH, R.; ZAKI, N. M.; ZAKI, N.; ROSLI, R.; TAN, S.; LOW, E. L.; ITHNIN, M.; CHEAH, S. (2008). **Exploiting an oil palm EST database for the development of gene-derived SSR markers and their exploitation for assessment of genetic diversity.** Institute of Molecular Biology. Versita, v.63, n. 24, p.227-235.
- SOKAL, R. R.; MICHENER, C. D. (1958). **A statistical methods for evaluating systematic relationships.** Kansas Univ. Sci. Bull., v. 38, p. 1409-1438.

SOUZA, P. C. A. (2002). **Aspectos ecológicos e genéticos de uma população natural de Euterpe oleracea Mart. no estuário amazônico.** Dissertação. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 60p.

STORCK, L. et al. (1982). **Comparação de métodos de estimativa do índice de heterogeneidade do solo e do tamanho ótimo de parcela em experimento com soja.** Revista do Centro de Ciências Rurais, v.12, p.189-202.

TEIXEIRA, D. H. L.; OLIVEIRA, M. S. P.; GONCALVES, F. M. A.; NUNES, J. A. R. (2012). **Correlações genéticas e análise de trilha para componentes de produção de frutos de açaizeiro.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.34, n. 4, p. 1135-1142.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. (1992). **Genética biométrica no fitomelhoramento.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 496p.

ZUFFO, M. A; GESTEIRA, S. G; ZUFFO JUNIOR, J. M; ANDRADE, R. F; SOARES, O. I; ZAMBIAZZI, V. E; GUILHERME, R. S; SANTOS, S.A. (2016). **Caracterização biométrica de frutos e sementes de mirindiba (*Buchenavia tomentosa* Eichler) e de inajá (*Attalea maripa* [Aubl.] Mart.) na região sul do Piauí.** Revista de Ciências Agrárias. v.39, n.3, p.331-340.

CAPÍTULO III

QUANTIFICAÇÃO DO TEOR DE ÓLEO E COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DE LICURI *Syagrus coronata* (Mart.) Becc

RESUMO

A crescente demanda por óleos vegetais a níveis mundiais estimula diversas nações a buscar alternativas sustentáveis para o fornecimento de óleo vegetal, uma vez que a palma de óleo, como principal fornecedora de óleo vegetal enfrenta dificuldades para sua expansão. O Licuri (*Syagrus coronata* (Mart) Becc.) é uma palmeira oleaginosa nativa do semiárido brasileiro com potencial para fornecer óleo vegetal similar à palma. Atualmente, o dendê ocupa o primeiro lugar na produção mundial de óleo vegetal, sendo o seu cultivo, cerca de 95%, concentradas nas faixas equatoriais do globo, região das florestas tropicais, onde encontra as condições necessárias para a produção (precipitação de 2000 mm anuais). No entanto, por competir com florestas tropicais, é também muito criticada pela sociedade, que busca a produção sustentável dos óleos vegetais. Assim, é importante buscar alternativas para suprir a alta demanda por óleo vegetal. O Licuri, pode, em parte, substituir o óleo produzido pelo dendê, além de exercer um papel importante no desenvolvimento econômico associado à agricultura pouco diversificada das regiões semiáridas do planeta. Assim, o objetivo deste trabalho foi coletar e avaliar genótipos de Licuri (*Syagrus coronata* (Mart) Becc.) proveniente do norte de Minas Gerais, quanto ao potencial oleífero, avaliando o teor de óleo em massa seca e os principais componentes do óleo presentes na polpa e na amêndoa. Vinte e dois genótipos foram submetidos à análise do teor de óleo e quinze genótipos analisados quanto ao perfil de ácidos graxos na polpa e na amêndoa. Os teores médios de óleo na polpa (TOP) em massa seca variaram entre 6,24% e 33,18%. Os teores médios de óleo da amêndoa (TOA) variaram entre 47,10% a 70,3%. O estudo de perfil de ácidos graxos indicou predominância de ácido láurico na amêndoa e ácido oléico e palmítico na polpa. Os resultados indicam grande potencial dos genótipos de Licuri provenientes do norte de Minas Gerais quanto ao teor de óleo e presença de ácidos graxos em proporções semelhantes ao óleo de dendê, podendo ser uma alternativa ao cultivo para na produção de óleos vegetais.

Palavras-chave: Espécies oleíferas nativas, Arecaceae, semiárido.

**QUANTIFICATION OF OIL CONTENT AND LICURI FATTY ACID
COMPOSITION *Syagrus coronata* (Mart.) Becc**

ABSTRACT

The growing demand for vegetable oils worldwide stimulates several nations to seek sustainable alternatives for the supply of vegetable oil, since palm oil, as the main supplier of vegetable oil, faces difficulties in its expansion. Licuri (*Syagrus coronata* (Mart) Becc.) Is an oil palm native to the Brazilian semiarid region with the potential to supply vegetable oil similar to the palm. Currently, palm oil occupies the first place in the world production of vegetable oil, with its cultivation, around 95%, concentrated in the equatorial bands of the globe, region of tropical forests, where it finds the necessary conditions for production (2000 mm precipitation annual). However, for competing with tropical forests, it is also highly criticized by society, which seeks the sustainable production of vegetable oils. Thus, it is important to look for alternatives to supply the high demand for vegetable oil. Licuri can, in part, replace oil produced by oil palm, in addition to playing an important role in the economic development associated with poorly diversified agriculture in the semiarid regions of the planet. Thus, the objective of this work was to collect and evaluate genotypes of Licuri (*Syagrus coronata* (Mart) Becc.) From the north of Minas Gerais, regarding the oil potential, evaluating the oil content in dry mass and the main components of the oil present in the pulp and almond. Twenty-two genotypes were subjected to oil content analysis and fifteen genotypes analyzed for fatty acid profile in the pulp and almond. The average contents of oil in the pulp (TOP) in dry mass varied between 6.24% and 33.18%. The average levels of almond oil (TOA) ranged from 47.10% to 70.3%. The fatty acid profile study indicated a predominance of lauric acid in the almond and oleic and palmitic acid in the pulp. The results indicate great potential of the Licuri genotypes from the north of Minas Gerais in terms of oil content and the presence of fatty acids in proportions similar to palm oil, which may be an alternative to palm oil cultivation in the production of vegetable oils.

Keywords: Native oil species, Arecaceae, semiarid.

1. INTRODUÇÃO

A participação no mercado de óleos vegetais do mundo é representada em grande parte pelas culturas oleaginosas da palma e da soja. Segundo o departamento de agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2020), a produção global de oleaginosas deve crescer 5% em 2021 enquanto o consumo é previsto para aumentar 2%. Os óleos vegetais são absorvidos, principalmente pela indústria alimentícia. O aumento no consumo de soja se deve, em grande parte, pela retomada do crescimento da suinocultura na China, após crise provocada pela peste suína africana de 2017 e 2018. Assim, o aumento das importações de soja pela China, associados a valorização do dólar em detrimento do real e elevado consumo interno fez com que o óleo de soja atingisse preços recordes no Brasil (USDA, 2020).

Por outro lado, a expansão da maior cultura primariamente oleífera, a palma (*Elaeis guineenses*), enfrenta obstáculos climáticos e de segurança ambiental. Devido as exigências climáticas da cultura, na qual demanda elevados índices pluviométricos e temperatura elevada, seu cultivo se limita pelas áreas de baixa latitudes do globo. No Brasil, está restrita à região amazônica, especialmente no estado do Pará, e uma pequena porção costeira da Bahia (VILLELA, 2009; USDA, 2020). Por sua vez, um aumento da área cultivada, no âmbito mundial e brasileiro, não é viável, pois traz várias e legítimas intranquilidades legais, sociais e ambientais associada à perturbação das florestas tropicais (RAMALHO FILHO, 2010). Frente a isso, é importante ampliar o conhecimento sobre espécies alternativas, que possam fornecer óleo vegetal e suprir a alta demanda por esse produto.

Paralelamente, o Brasil conta com a maior biodiversidade de espécies oleaginosas, que poderiam fornecer óleo para atender a alta demanda interna do país. Dentre a diversidade genética da flora oleífera brasileira, o Licuri (*Syagrus coronata*) destaca-se por ter sua distribuição natural nos domínios fitogeográficos de flora caducifólia e xeromórfica (caatinga), revelando alta adaptabilidade da espécie ao ambiente do semiárido (OLIVEIRA, 2014). MIRANDA (2011) avaliou características físico-químicas do óleo da amêndoa de Licuri e concluiu que o mesmo apresenta os padrões estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária para óleos brutos. O óleo apresentou boa capacidade antioxidante, além de apresentar alta estabilidade sob alta temperatura, ideal para ser utilizado em processos industriais dependentes de alta temperatura.

O potencial oleaginoso do Licuri é reportado por diversos autores (tabela1), apresentando elevada amplitude para o teor de óleo na amêndoa, que variam de 30,04 % até 70,2% em massa seca, descritos por SILVA (2012) e SANTOS (2014), respectivamente. A

avaliação do teor de óleo na polpa é incipiente, sendo que CREPALDI et al. (2001) e SILVA (2012) encontraram, respectivamente, 4,5% e 1,53% de teor de óleo.

Tabela1 - Teor de óleo em massa seca encontrados por diferentes autores no Licuri. Localização: *(Bahia), **(Alagoas). *** (Pernambuco). Valores com (na) indicam não avaliado.

Parte do Fruto	La Salles, (2010)	Crepaldi et al. (2011)*	Ilhaa, (2014)**	Silva (2012)**	Silva et al. (2015)***	¹Oliveira, (2013)**
polpa	na	4,5	na	1,53	na	5,0
amêndoa	40,64	49,2	50,00	30,04	39,00	50

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

¹O teor de óleo da amêndoa obtido por Oliveira, 2013 foi via prensa hidráulica e para a polpa via extração química.

A predominância de triglicerídeos de cadeia média (AGCM, C6 - C12), reportada por diferentes autores (tabela 2) no óleo da amêndoa do Licuri - em especial o láurico, caprílico e cáprico – representa uma característica importante e de interesse para diversas indústrias. O ácido láurico, por exemplo, apresenta uma maior estabilidade nos processos oxidativos devido à ausência de insaturações. A estrutura do ácido láurico favorece também o equilíbrio da ação hidrofílica-lipofílica, ideal para indústria de detergentes (VIANNI & FILHO 2000). Já o ácido cáprico e caprílico possui grande aplicabilidade na indústria farmacêutica e alimentícia funcional, uma vez que não apresentam ácidos graxos trans em sua estrutura molecular, ao contrário do que ocorre com as gorduras submetidas ao processo de hidrogenação, sendo estas prejudiciais à saúde (CHIU et al., 2008).

Tabela2 - Valores médios (%) de ácidos graxos de óleo de Licuri de acordo com diferentes autores e localização. Valores (-) indicam não detectado, (na) não analisado. Localidades: *(Bahia), **(Pernambuco), ***(Alagoas). Ácidos Graxos: Ácido caprílico (C8:0); ácido cáprico (C10:0); ácido láurico (C12:0); ácido mirístico (C14:0); ácido palmítico (C16:0); ácido esteárico (C18:0); ácido oléico (C18:1) cis; ácido linoléico (C18:2) cis.

Ácido Graxo	Parte do Fruto	Batista (2006)*	Neto (2009)*	Silva, (2012)**	La Salles, (2010)	Miranda, (2011)***	ILHAA, (2014)
(C8:0)	polpa	na	na	-	na	na	na
	amêndoa	27,0	24,68	-	9,00	12,09	13,00
(C10:0)	polpa	na	na	-	na	na	na
	amêndoa	15,0	13,94	9,16	6,00	6,80	8,00
(C12:0)	polpa	na	na	-	na	na	na
	amêndoa	39,0	36,43	44,5	42,00	42,77	48,00
(C14:0)	polpa	na	na	-	na	na	na
	amêndoa	8,10	7,15	19,04	16,00	14,20	14,00
(C16:0)	polpa	na	na	42,31	na	na	na
	amêndoa	4,10	3,98	10,03	8,00	6,57	5,00
(C18:0)	polpa	na	na	32,35	na	na	na
	amêndoa	4,20	3,05	3,78	4,00	2,32	2,00
(C18:1) cis	polpa	na	na	25,34	na	na	na
	amêndoa	4,50	4,08	13,44	12,00	11,23	7,00
(C18:2) cis	polpa	na	na	-	na	na	na
	amêndoa	-	1,02	-	3,00	2,89	3,00

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

A caracterização inicial do teor de óleo e da composição do mesmo em diferentes genótipos de Licuri, permitirá identificar o potencial produtivo e distinguir a aplicabilidade agroindustrial de acessos oriundos de Minas Gerais. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar genótipos de Licuri (*Syagrus coronata* (Mart) Becc.) proveniente do norte de Minas Gerais, quanto ao potencial oleífero, avaliando o teor e os principais componentes do óleo presentes na polpa e na amêndoa.

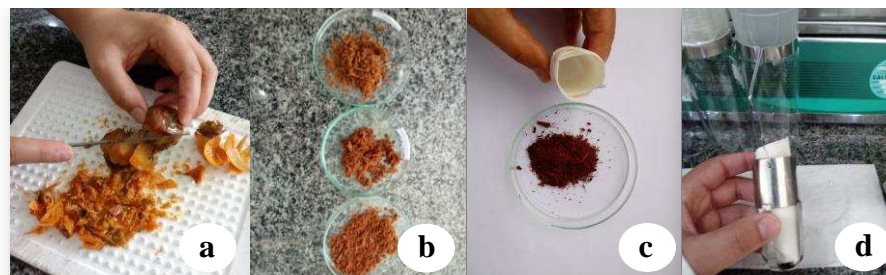
2. MATERIAL E MÉTODOS

Avaliaram-se genótipos de Licuri provenientes do norte de Minas Gerais (tabela 2 Introdução Geral) para o teor de óleo (22 acessos -em itálico) e composição do óleo (15 acessos -em negrito) da polpa e da amêndoa. A limitação do número de genótipos estudados decorreu da restrição do material vegetal disponível.

2.1 Teor de óleo

Frutos maduros foram destacados do cacho de cada planta e despulpados manualmente (figura 2, a). Uma amostra composta da polpa de cada planta foi seca em estufa ventilada a 65°C por aproximadamente 48 horas, ou até que atingissem peso constante. Após secagem, a amostra foi triturada, homogeneizada e disposta em triplicada de 3 g cada (figura 2, b) em cartuchos confeccionados com papel filtro analítico, (figura 2, c), anteriormente secos em balança de precisão (peso P). Para o teor de óleo presente nas amêndoas, primeiro extraiu-se uma amostra composta de cada cacho com auxílio de um torno mecânico. Posteriormente seguiu-se o mesmo procedimento para secagem e preparação das amostras da polpa.

Figura 2: Preparação das amostras de polpa de Licuri para extração química do óleo.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Após acondicionamento das amostras nos cartuchos, estes foram levados para estufa a 65°C por 24 horas para eliminar possível umidade absorvida durante o manuseio. Após secagem, os cartuchos contendo as amostras foram pesados em balança de precisão obtendo-se o peso P1 e em seguida acondicionados no equipamento de extração de óleos e graxas Soxhlet padrão (modelo MA 044/850/ MARCONI) (figura 2, d). Submersas em 110 ml de n-Hexano 95% (Sigma-Aldrich), as amostras permaneceram por aproximadamente 5 horas no

equipamento para completa extração do óleo sendo o processo dividido em duas etapas: 1) Cozimento e 2) Lavagem.

Na etapa de cozimento, a temperatura foi ajustada para 80°C e o material permaneceu submerso em hexano por 3 horas. Após esse período, a temperatura foi elevada a 110°C para etapa de lavagem, a qual incluiu, após fechamento das válvulas, a suspensão dos cartuchos para permitir o escoamento do extrator. O n-Hexano, então isento de óleo, percolou novamente pelas amostras lavando-as e retirando todo resíduo de óleo. Essa etapa se repetiu por 6 vezes totalizando aproximadamente 2 horas.

No fim do processo, os cartuchos foram levados para estufa e secos por aproximadamente 2 horas ou até que atingissem peso constante e efetuada a nova pesagem em balança de precisão obtendo-se o peso P2. O teor de óleo em porcentagem a partir da diferença entre a massa da amostra de entrada e a massa de saída do equipamento foi calculado pela expressão:

$$\%TO = \frac{P1-P2}{P1-P} \times 100, \text{ onde:}$$

TO (%) é o teor de óleo em peso, P= peso do cartucho, P1= peso do cartucho contendo a amostra antes da extração do óleo e P2= peso do cartucho contendo a amostra após a extração do óleo.

Os resultados do teor de óleo foram submetidos à Análise de variância e Agrupamento dos genótipos pelo método UPGMA e Tocher para verificar se houve diferença no comportamento dos genótipos.

2.2 Perfil de ácidos graxos

Para extração do óleo da polpa e posterior análise do perfil de ácidos graxos, procedeu-se a secagem de uma amostra composta da polpa e de amêndoas de cada cacho dos genótipos avaliados em estufa ventilada a 65° por 24 horas e utilizou-se prensa hidráulica com capacidade de 25 ton para extrair o óleo. Depois de extraído o óleo da polpa e da amêndoa, este foi centrifugado e devidamente congelado em frasco de vidro âmbar para evitar deterioração.

2.2.1 Derivatização das amostras

As amostras de óleo foram preparadas de acordo com a metodologia proposta por MALIHEH & GHOREISHI (2015) com modificações. Foram adicionados 50 µL do óleo diluído em tubos Falcon de 15 mL, posteriormente adicionou-se 2 mL de hexano 99% (Sigma-Aldrich), 200 µL de solução de hidróxido de potássio (EMSURE®, Darmstadt, Germany) em metanol (Sigma-Aldrich) 0,5 mol/L. A suspensão foi agitada por 15 min em vórtex (KASV), posteriormente retirou-se o sobrenadante com auxílio de uma seringa contendo uma pequena quantidade de sulfato de sódio anidro (Vetec), para retirar qualquer resíduo de umidade. O conteúdo foi filtrado em filtro microbiológico (Millex®, Carrigtwohill, Ireland) de 0,22µM acondicionado no vials para análise. A metilação dos ésteres e posterior análise do perfil de ácidos graxos foi realizada em duplicatas.

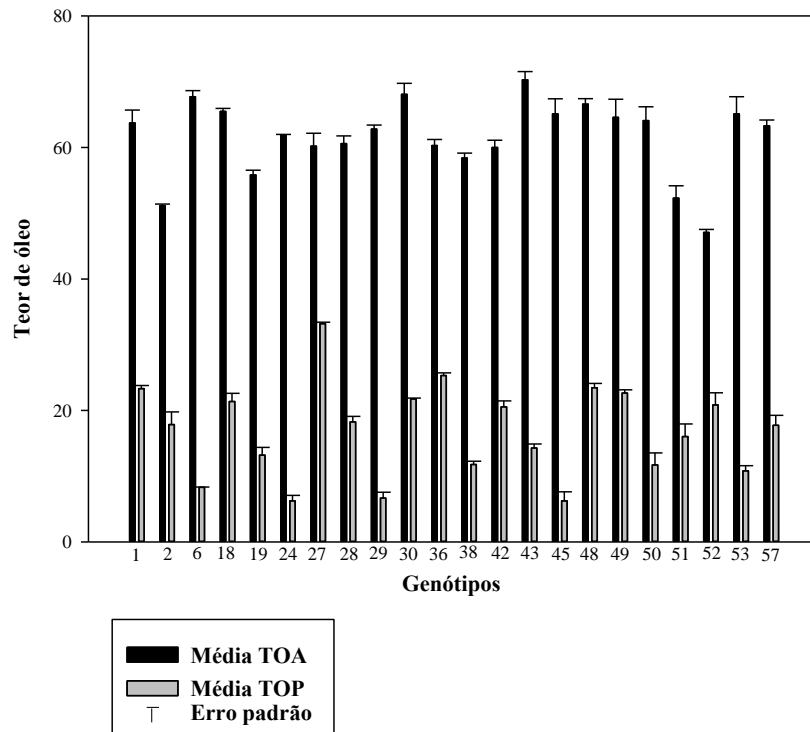
2.2.2 Análise cromatográficas

A análise dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada em um cromatógrafo a gás, modelo GC 2010 Plus (Shimadzu, Japão), equipado com injetor SPLIT, coluna capilar SP-2560 (75 m de comprimento x 18 mm, e diâmetro de 14 µm) e detector de ionização de chama (FID). A temperatura de trabalho do detector e do injetor foi 240 °C e a razão de split de 1:50. A temperatura inicial da coluna foi 150 °C, mantida por 5 min, elevada posteriormente à 180 °C a uma taxa de 2°C por minuto e mantida em isoterma por 12 minutos. Por fim, a temperatura foi elevada à 220 °C a uma taxa de 4 °C por minuto sendo então mantida em isoterma por 9 min. Utilizou-se como padrão uma mistura composta de 37 ésteres metílicos de ácidos graxos (Supelco, EUA), de C4:0 a C24:1. Os ácidos graxos foram identificados de acordo com os tempos de retenção e a quantificação foi feita por normalização da área (%).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores médios de óleo na polpa (TOP) em massa seca (figura 3) variaram entre 6,24% e 33,18%, sendo que mais de 70% dos genótipos avaliados apresentaram valores superiores à 10%. Os teores médios de óleo na amêndoa (TOA) variaram entre 47,1% a 70,3%, sendo que mais de 70% dos genótipos avaliados apresentaram valores superiores à 60% de óleo.

Figura 3 - Média e erro padrão para o teor de óleo da amêndoa (TOA), teor de óleo da polpa (TOP) expressos em massa seca de 22 genótipos de Licuri.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

A análise de variância (tabela 4) revelou que houve diferença significativa, a 1% de probabilidade, entre os genótipos avaliados para os teores de óleo na polpa e na amêndoa. Os valores de coeficientes de variação apresentados demonstram boa precisão na obtenção dos resultados. O teor de óleo da amêndoa de Licuri, no geral, se assemelha aos valores encontrados por OLIVEIRA (2013), que reportou 65,05% utilizando etanol como extrator e 60,63% utilizando hexano. No entanto, os resultados mostraram-se superiores aos encontrados por CREPALDI et al. (2001), que verificou 49,2% utilizando éter etílico como extrator e SILVA, (2012), que verificou 30,04% utilizando hexano como extrator. Para o teor de óleo da polpa, os valores foram em média três vezes superiores aos reportados por CREPALDI et al. (2001) 4,5% e OLIVEIRA (2013) 5,0% e 10 vezes superior para os valores reportados por SILVA, (2012) (1,53%). As elevadas amplitudes, e no geral, elevados teores de óleo Licuri oriundos de Minas Gerais comparados com a literatura, que reportam acessos de diferentes procedências do nordeste do Brasil, reforçam a premissa de que as características bioquímicas da polpa e da amêndoa são fortemente influenciadas pela interação genética e ambiente. Fatores como graus de maturação e condições de armazenamento dos frutos também foram citados por ILHAA et

al. (2014), como elementos que influenciam o teor de óleo em Licuri. O fato de a identificação da maturidade ter sido baseada em informações visuais no momento da coleta não garante que todos os frutos possuíssem o mesmo grau de maturação fisiológica e isso pode ter contribuído para a variação nos teores de óleo encontrados no presente estudo, principalmente da polpa. Assim, os resultados denotam, a priori, superioridade do material vegetal oriundo de Minas Gerais quanto ao teor de óleo em relação a outros estados. Os resultados para o teor de óleo da polpa de Licuri dão suporte para inserção desta cultura como possível cultura oleífera em regiões semiáridas.

Tabela 4: Resumo da Análise de Variância para o teor de óleo da amêndoa (TOA) e teor de óleo da polpa (TOP).

Variável	QMG	QMR	F	Média	CV%
Teor de óleo polpa (TOP)	151.04	4.54	33.26**	16.90	12.60
Teor de óleo amêndoa (TOA)	93.90	5.14	18.27**	61.63	3.67

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

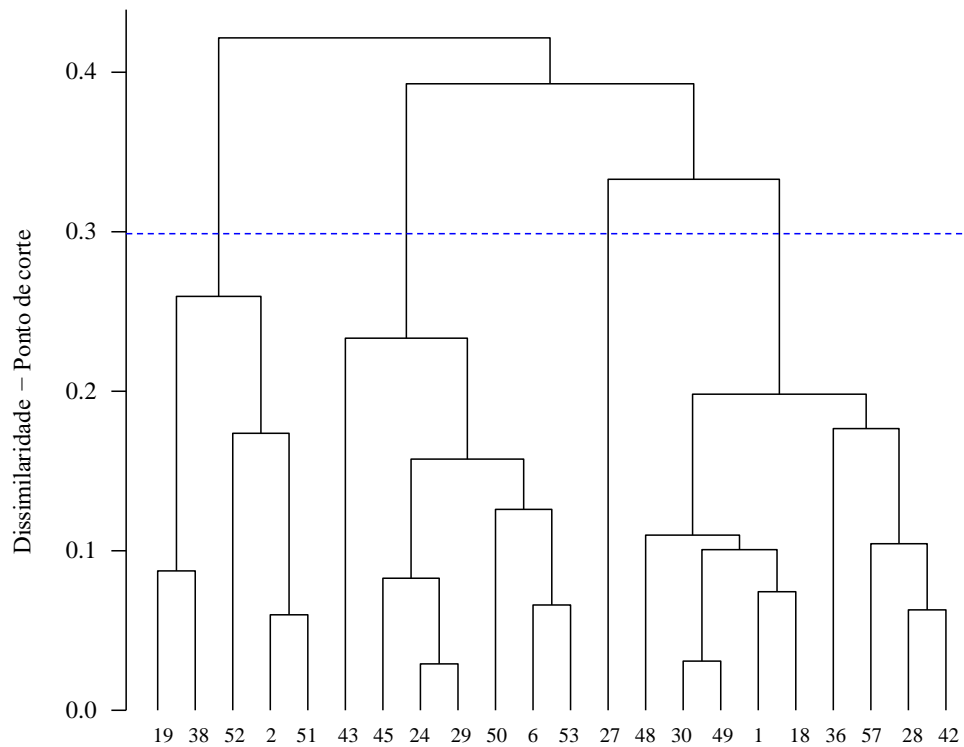
A estimativa da diversidade genética mostra que ao agrupar os genótipos pelos métodos de Tocher (tabela 5) e UPGMA (figura 4) em relação as variáveis TOP e TOA há tendência para formação de pelo menos 4 grupos divergentes. Isso é indicativo da existência de dissimilaridade genética entre os 22 genótipos avaliados para o teor de óleo total. Portanto, os resultados reforçam a hipótese de que a variabilidade do teor de óleo tem forte implicação genética, sendo essa característica importante para utilização desse material genético em programas de melhoramento.

Tabela 5 - Agrupamento Tocher baseado na Distância euclidiana média.

Grupos	22 matrizes avaliadas para o teor de óleo da polpa e da amêndoa							
I	29	45	24	53	50	6	38	57
II	18	48	1	30	36	42	28	
III	2	52	51	19				
IV	43	49						
V	27							

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Figura 4 - Agrupamento UPGMA baseado na distância Euclidiana média.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Na tabela 6 estão apresentadas as porcentagens de ácidos graxos encontrados na porção do óleo na polpa e na amêndoa de Licuri. Em geral, os resultados foram semelhantes para os 22 genótipos avaliados. No óleo da amêndoa houve predomínio do ácido láurico (C12:0) 33.16%, seguido do ácido caprílico (C8:0) 25,90%; ácido mirístico (C14:0) 10.58%; ácido cáprico (C10:0) 10,42%; ácido oléico (C18:1-cis) 7.74%; ácido palmítico (C16:0) 6.18%; ácido esteárico (C18:0) 4.36% e ácido linoléico (C18:2) 1.67%.

Tabela 6 - Valores médios para cada genótipo das percentagens de ácidos graxos encontrados na porção do óleo metilado para polpa e amêndoas de Licuri. Valores (-) indicam fração não detectada. C8:0 (caprílico), C10:0 (cáprico), C12:0 (láurico), C14:0 (mirístico), C16:0 (palmítico), C16:1-cis (palmitoléico), C18:0 (esteárico), C18:1-cis (oléico), C18:2 (linoléico).

Genótipo	Parte do Fruto	Média Ácidos Graxos (%)								
		C8:0	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C16:1-cis	C18:0	C18:1-cis	C18:2
1	Polpa	-	-	1,09	-	31,30	-	6,40	48,33	13,29
	Amêndoa	24,10	9,02	32,13	11,89	7,13	-	4,35	9,45	1,93
2	Polpa	-	-	-	-	32,37	1,11	2,72	42,25	20,47
	Amêndoa	27,33	10,15	30,02	10,85	6,12	-	4,40	9,56	1,56
18	Polpa	-	-	2,59	1,13	34,15	1,11	1,85	30,77	27,31
	Amêndoa	27,41	9,32	30,99	11,13	7,13	-	5,05	7,34	1,63
30	Polpa	-	-	0,86	-	29,64	0,38	1,32	48,42	18,35
	Amêndoa	28,16	11,43	30,72	10,07	5,88	-	3,61	8,56	1,57
36	Polpa	-	-	1,28	0,43	32,68	0,90	2,11	37,68	24,22
	Amêndoa	13,26	5,22	42,37	13,69	8,03	-	6,57	9,10	1,77
38	Polpa	-	-	1,40	0,64	30,49	2,51	2,22	43,09	18,75
	Amêndoa	23,62	9,13	34,93	11,91	6,18	-	4,53	7,76	1,94
42	Polpa	-	-	-	-	33,04	2,20	3,66	39,96	20,31
	Amêndoa	25,45	9,52	33,51	11,13	6,17	-	3,99	8,22	2,00
43	Polpa	-	-	-	-	35,48	0,54	4,01	41,53	16,83
	Amêndoa	28,98	13,22	34,54	8,33	4,89	-	3,89	5,01	1,14
44	Polpa	-	-	-	-	41,05	0,23	3,22	18,06	35,42
	Amêndoa	28,31	11,48	33,91	8,46	4,95	-	3,39	7,54	1,95
45	Polpa	-	-	-	-	35,71	-	4,62	29,35	29,17
	Amêndoa	25,91	10,43	32,22	11,16	5,77	-	4,18	8,47	1,86
46	Polpa	-	-	0,17	-	37,31	1,00	1,19	26,95	32,20
	Amêndoa	27,96	12,48	31,77	9,50	5,54	-	3,72	7,69	1,34
48	Polpa	-	-	0,34	-	28,04	2,51	2,87	40,44	27,52
	Amêndoa	28,16	13,93	32,70	9,13	4,98	-	3,88	6,12	1,10
49	Polpa	-	-	0,26	-	32,80	1,30	1,21	46,54	16,46
	Amêndoa	26,05	9,91	29,26	10,25	7,45	-	4,65	10,19	2,24
51	Polpa	-	-	0,15	0,22	32,06	1,12	1,29	39,32	24,21
	Amêndoa	29,57	12,44	34,64	9,06	5,00	-	4,11	3,97	1,20
52	Polpa	-	-	0,64	0,25	33,96	0,87	2,31	37,47	23,76
	Amêndoa	24,16	8,56	33,65	12,07	7,53	-	5,14	7,12	1,77
Média Geral	Polpa	-	-	0,88	0,53	33,34	1,21	2,73	38,01	23,22
	Amêndoa	25,90	10,42	33,16	10,58	6,18	-	4,36	7,74	1,67

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Resultados semelhantes foram reportados por NETO, (2009) e BATISTA, et al. (2006) que avaliaram o perfil do óleo da amêndoa de Licuri oriundos da Bahia e verificaram 36,46% e 39% de ácido láurico (C:12), respectivamente, seguidos por 24,68% e 27% de ácido caprílico

(C:8), respectivamente. A predominância de ácido láurico no óleo da amêndoa de Licuri também foi verificada por SILVA (2012), OLIVEIRA (2013), ILHAA (2014) e MIRANDA, (2011), que avaliaram genótipos provenientes de Pernambuco, sendo estes: 44%, 48%, 48% e 42,77%, respectivamente. No entanto, para esses autores, o segundo ácido graxo predominante foi o mirístico (C:14), verificando-se 19%, 14%, 14% e 14,20%, respectivamente. Observa-se, que de modo geral, existe mais similaridade da composição do óleo da amêndoa de Licuri do presente estudo com o material vegetal provenientes da Bahia descrita na literatura comparado ao material vegetal proveniente de Alagoas e Pernambuco. Os resultados indicam que a composição do óleo de Licuri pode estar relacionada as diferenças genéticas associadas as distâncias geográficas de ocorrência do Licuri pelo Brasil. Além disso, existe ainda, a possibilidade de haver ecotipos de Licuri, responsáveis diferenças no teor e composição do óleo, assim como já foi descrito na palmeira macaúba por PIMENTEL et al. (2011).

No geral, para o óleo da polpa houve predominância do ácido oléico (C18:1-cis), com média geral de 38,01%, seguido de ácido palmítico (C16:0) 33,34% e linoléico (C18:2) 23,22%. Em menores proporções detectou-se ácido esteárico (18:0) 2,73%; ácido palmitoléico (C16:1-cis) 1,21%; ácido láurico (C12:0) 0,88%, ácido mirístico (C14:0) 0,53% (tabela 6). No entanto, três genótipos (44, 45 e 46) apresentaram ácido palmítico como ácido graxo predominante, apresentando 41,05%, 35,71% e 37,31%, respectivamente, esses genótipos apresentaram também maiores teores de ácido oléico e linoléico comparado com os demais genótipos. SILVA, (2012) avaliou o perfil de ácidos graxos do óleo da polpa de Licuri e encontrou majoritariamente ácido palmítico (C16:0) 42,31%, seguido de ácido esteárico (C18:0) 32,35% e oléico (C18:1-cis) 25,34%. Destaca-se que os resultados para o teor de ácido esteárico do presente estudo (2,73%) foram inferiores aos reportados por SILVA, (2012) (32,35%), sendo isso possivelmente associados a processos de controle gênico para o acúmulo de óleo. DUSSET (2013) realizou uma análise comparativa dos três tecidos acumuladores de óleo no dendê (endosperma, embrião e mesosperma) e reportou diferenças significativas nos teores e composição de acordo com os estágios de maturação dos frutos associando-as diretamente à transcrição e regulação gênica. CONCEIÇÃO et al. (2015) também verificou grande variabilidade morfológica, quanto ao rendimento de óleo e perfil de ácidos graxos entre populações nativas da palmeira macaúba (*acrocyma aculeata*) e atribuiu os resultados a diversidade genética da espécie, descrita por MANFIO, (2010); PIMENTEL et al. (2011). Tais implicações indicam divergência genética do Licuri oriundo de Minas Gerais, comparados com outras procedências do Brasil, o que pode explicar também os maiores teores de óleo encontrados. Ademais, fatores extrínsecos como manipulação, armazenamento, condições

climáticas) também podem ter afetado as propriedades físico-químicas da amostra utilizada para obtenção do óleo (OLIVEIRA, 2013).

As características do óleo de Licuri se mostraram muito semelhantes ao óleo de dendê. LAMASRI, 2015 avaliou nove cultivares de dendê (*Elaeis guineenses*) e a média dos teores de cada ácido graxo na polpa foram 46,6% de ácido palmítico; 36,6% ácido de oléico; 10,8% ácido de linoléico; 4,83% de ácido esteárico e 1,04% mirístico. Na amêndoa 49,3% láurico; 15,2% mirístico; 13% oléico; 7,13% palmítico; 4,27% caprílico; 3,71% cáprico; 2,15% linoléico e 1,74% esteárico. Portanto, a predominância de ácido palmítico e oleico na polpa e ácido láurico na amêndoa são equivalentes. A indústria alimentícia possui grande interesse em fontes oleíferas com elevados teores de ácido oléico (monoinsaturado), principalmente para produção de margarina. Atualmente, grande parte deste produto utiliza óleo de soja em sua composição, que é rico em ácido linoléico (poli-insaturado). O processo industrial pelo qual este ácido graxo é submetido gera como subproduto altos teores de isômeros trans, sendo estes prejudiciais à saúde; o ácido oleico por ser monoinsaturado é mais estável e, portanto, mais vantajoso (PINHO et al., 2009). A similaridade do óleo de Licuri com o óleo de dendê reforça a possibilidade de tornar o a espécie uma importante cultura agrícola no semiárido, atendendo a demanda local e aumentando assim, o fornecimento global de óleo vegetal ao país. Outro benefício seria a geração de renda e desenvolvimento regional para o nordeste brasileiro.

Observa-se que em média, 90% do óleo da amêndoa nas amostras estudadas é composto por ácidos graxos saturados e apenas 10% por ácidos graxos insaturados. A predominância de ácidos graxos saturados no óleo da amêndoa de Licuri também foi verificada por ILHAA et al., 2014 (90%); NETO, 2009 (89%); LA SALLES, 2010 (86%), SILVA et al., 2012 (86,56%), MIRANDA, 2011 (85,47%). Essa característica torna o óleo de Licuri excelente matéria prima para indústria alimentícia e nutracêutica. A presença de cadeias saturadas C16:0 (ácido palmítico) e C12:0 (ácido láurico) são menos suscetíveis à oxidação que os insaturados (DABDOUB & BRONZEL, 2009). Isso garante maior estabilidade ao óleo, na indústria de alimentos dispensa o processo de hidrogenação, que gera gordura do tipo trans (CHIU et al., 2008).

4. CONCLUSÃO

Os resultados indicam grande potencial dos genótipos de Licuri oriundos da região Norte de Minas Gerais quanto à produção de óleo na polpa e na amêndoa. Adicionalmente, a

variabilidade na composição de ácidos graxos na amêndoa torna a espécie atrativa do ponto de vista industrial devido a maior gama de aplicações.

5. CONCLUSÃO GERAL

Os estudos de diversidade genética deste trabalho apontam para existência de grande variabilidade genética de matrizes de Licuri em distâncias relativamente pequenas no norte de Minas Gerais, o que pode estar relacionado o inter cruzamento de indivíduos. Estudos moleculares podem sanar essas dúvidas. A diversidade genética dos genótipos estudados, associados a identificação de materiais promissores e com altos teores de óleo como o estudo mostrou, possibilitam inserir o Licuri em um programa de melhoramento genético e assim contribuir no agronegócio de regiões semiáridas do país, proporcionando a geração de renda, segurança alimentar e conservação da espécie.

Os genótipos selecionados pelo índice de rank ao considerar as 57 matrizes em ordem decrescente foram: 8, 9, 10, 12, 15, 36, 38, 40, 42, 48, 49 e 57 dentre estes, os genótipos 48, 36, 49 e 42 se destacaram por apresentar teor de óleo superior a 20% na polpa e superior a 50% na amêndoa. De acordo com a Distância Euclidiana Média para caracteres produtivos, os genótipos selecionados: (9, 15, 40, 48, 49) divergem de (36), (8), (10), (57), (12, 38, 42), logo podem ser inter cruzados para explorar a heterozigose e obter sucesso no melhoramento genético.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDOUB, M. J.; BRONZEL, J. L. (2009). **Biodiesel: visão crítica do status atual e perspectivas na academia e na indústria.** Química Nova, v. 32, n. 3, p. 776-792.
- BATISTA, A. A; RIBEIRO, N. M; SANTIAGO, D. J; VELOSO, M.C.C. (2006). **Determinação do perfil de ácidos graxos do óleo da amêndoa do fruto do Licuri (*syagrus coronata* (*martius*) beccari).** In: XLVI Congresso Brasileiro de Química. Salvador-BA.
- BAUER, L. C.; DAMÁSIO, J. M. A.; SILVA, M. V.; SANTANA, D. A.; GUALBERTO, S. A.; SIMIONATO, J. (2013). **Chemical characterization of pressed and refined Licuri (*Syagrus coronata*) oils.** Acta Scientiarum. v. 35, p. 771-776.
- CHIU, M. C; GIOIELLI, L. A., GRIMALDI, R. (2008). **Structured lipids from chicken fat, its stearin and medium chain triacylglycerol blends. I - Fatty acid and triacylglycerol compositions.** Quim Nova, v.31, n.2, p. 232-237.
- CORLEY, R.H. V. (2009). **How much palm oil do we need?** Elsevier, Environmental Science & Policy, v.12, p. 134-139.

CREPALDI, I. C.; DE ALEMIDA-MURADIAN, L. B.; RIOS, M. D. G.; PENTEADO, M DE V. C.; SALATINO, A. (2001). **Composição nutricional do fruto de Licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Becc)**. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 155-159.

ILHAA, K.O; ALVES, C.S.C.F; SUAREZ, Z.A.P; OLIVEIRA, F.B.M; MENEGHETTI, P.M.S; SANTOS, T.P.B; SOLETTI, I.J. (2014). **Physicochemical properties of *Syagrus coronata* and *Acrocomia aculeata* oils for biofuel production**. Industrial Crops and Products, n.64 p.318-322.

LA SALLES DE, K. T. S et al. (2010). **Characterization of *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. oil and properties of methyl esters for use as biodiesel**. Industrial Crops and Products. v.32, p. 518-521.

LAMASRI, C; PUNSUVON, V; CHANPRAME, S; ARUNYANARK, A; SRINIVES, P; LIANGSAKUL, P. (2015). **Relationship between fatty acid composition and biodiesel quality for nine commercial palm oils**. Songklanakarin J. Sci. Technol, v.37, n.4, p.389-395.

MALIHEH, M & GHOREISHI, S.M (2015). **Response Surface Optimization of Biodiesel Production via Catalytic Transesterification of Fatty Acids**. Chemical Engineering & Technology, v. 38, n.5, p.835–834.

MIRANDA, S.E, 2011. **Qualidade e atividade antioxidante de fruto e seu óleo de genótipos do Licurizeiro (*Syagrus coronata*)**. (Tese de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba, Alagoas, 196 p.

OLIVEIRA, F. B. M. **Estudo integrado da espécie palmeira Ouricuri (*Syagrus coronata* Beccari) para geração de energia**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 70 p.

PINHO, R. S.; OLIVEIRA, A. A. F. M.; SILVA, S. I. (2009). **Potencial oilseed crops from the semiarid region of northeastern Brasil**. Bioresource Technology, v. 100, p.6114-6117.

RAMALHO FILHO, A et al. (2010). **Zoneamento agroecológico, produção e manejo da cultura de palma de óleo na Amazônia**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 216 p.

SANTOS, B. P. T.; GABRIEL, R.; LIMA, A. K. S.; MOURA, F. B. P.; SOLETTI, J. I.; CARVALHO, S. H. V. (2014). **Determinação da eficiência da extração de óleo de ouricuri (*Syagrus coronata*) por prensagem hidráulica**. In X Congresso Brasileiro de Engenharia Química Iniciação Científica, Vassouras, RJ.

SILVA. B.R, 2012. **Potencial nutricional e seis espécies de Arecaceae ocorrentes em Pernambuco, nordeste do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 50 p.

United States Department of Agriculture (USDA): **Oilseeds: World Markets and Trade**. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/oilseeds-world-markets-and-trade>>. Acesso em maio de 2020.

VIANNI, R & FILHO, B. R, 2000. **Ácidos Graxos Naturais: Importância e Ocorrência em Alimentos**. Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos RJ, p.401-403.

VILLELA, A. A, 2009. **O dendê como alternativa energética sustentável em áreas degradadas da Amazônia.** (Dissertação mestrado em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p. 175.