

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO**

**REPETIBILIDADE E DISSIMILARIDADE GENÉTICA EM
CARACTERES QUANTITATIVOS DE PINHÃO MANSO
(*Jatropha curcas* L.)**

ANA MÁRCIA DE CARVALHO LIMA

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
FEVEREIRO - 2018**

**REPETIBILIDADE E DISSIMILARIDADE GENÉTICA EM
CARACTERES QUANTITATIVOS DE PINHÃO MANSO
(*Jatropha curcas* L.)**

ANA MÁRCIA DE CARVALHO LIMA

Licenciada em Ciências Agrárias

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IF Baiano)

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Agrárias (Área de Concentração: Fitotecnia).

Orientadora: Profa. Dra. Simone Alves Silva

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
FEVEREIRO - 2018**

FICHA CATALOGRÁFICA

L732r

Lima, Ana Márcia de Carvalho.

Repetibilidade e dissimilaridade genética em caracteres quantitativos de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) / Ana Márcia de Carvalho Lima. – Cruz das Almas, BA, 2018.

61f.; il.

Orientadora: Simone Alves Silva.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

1.Pinhão-manso – Cultivo. 2.Pinhão-manso – Melhoramento genético. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 633

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO**

**REPETIBILIDADE E DISSIMILARIDADE GENÉTICA EM
CARACTERES QUANTITATIVOS DE PINHÃO MANSO
(*Jatropha curcas* L.)**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
ANA MÁRCIA DE CARVALHO LIMA**

Realizada em 06 de Fevereiro de 2018

Profa. Dra. Simone Alves Silva
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB
Examinador Interno (Orientadora)

Profa. Dra. Daniela de Souza Hansen
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - IF Baiano
Examinador Externo

Prof. Dr. Sebastião de Oliveira e Silva
Bolsista do CNPq - UFRB
Examinador Interno

Ao meu Glorioso Deus e a Nossa Senhora Mãe Rainha *de Schoenstatt* por serem essenciais em minha vida, por me permitirem ser forte, perseverante e a realizar mais um sonho .

Ofereço

Aos meus preciosos pais, **Josélia** e **José** que sempre estiveram presentes em todos os momentos da minha vida, me apoiando e acreditando no meu potencial.
Ao meu irmão Joselmo e em especial minha irmã Dayse pelo imenso apoio.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, autor de meu destino e meu guia;

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias pelo crescimento intelectual;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa;

Ao Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) pelo grande apoio no desenvolvimento da pesquisa;

A Professora Dr^a. Simone Alves Silva pela orientação e por acreditar em mim;

Aos meus pais Josélia e José por tamanho amor, carinho e por não medirem esforços para que eu chegasse até aqui. Serei eternamente grata a vocês!

Aos meus irmãos Joselmo e Dayse por todo apoio e estímulo nessa trajetória acadêmica;

Ao meu namorado Ivo Fernandes pelo apoio, cumplicidade, amizade e amor;

Aos meus amigos Luiz Fernando, Simone Fiuza, Laurenice, Gilmara e Elizio pelo apoio e amizade, em especial Helison, Ciro e Leandro pela grande ajuda, paciência e profissionalismo. Acredito que sem o apoio de todos vocês o caminho seria mais árduo;

A todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

REFERENCIAL TEÓRICO1

ARTIGO 1

ESTIMATIVA DE REPETIBILIDADE EM CARACTERES QUANTITATIVOS DE
PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.).....19

ARTIGO 2

DISSIMILARIDADE GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE PINHÃO MANSO POR
MEIO DE CARACTERES QUANTITATIVOS.....36

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....53

REPETIBILIDADE E DISSIMILARIDADE GENÉTICA EM CARACTERES QUANTITATIVOS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.)

Autora: Ana Márcia de Carvalho Lima
Orientadora: Dra. Simone Alves Silva

RESUMO: O pinhão manso tem sido considerado promissor para a produção de bicomcombustível, sendo o melhoramento genético da espécie essencial para o alcance de suas potencialidades. Deste modo, tornam-se necessárias pesquisas que favoreçam a caracterização da diversidade genética e uso de técnicas que impliquem em resultados rápidos e seguros. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi estimar os coeficientes de repetibilidade de quatro caracteres fenotípicos quantitativos e assim estimar o número de medições necessárias para acurácia do valor real dos acessos para fins de seleção de progênes superiores, bem como analisar a dissimilaridade genética entre os acessos. Para o estudo foram utilizados 46 acessos provenientes do banco de germoplasma de pinhão manso pertencente ao Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Os coeficientes de repetibilidade foram de alta magnitude para todos os caracteres avaliados, indicando possibilidade de prever o valor real dos acessos com apenas uma avaliação, exceto para o caráter número de ramos primários, que requer cinco avaliações quando considerado um coeficiente de determinação de 90% pelo método CPCOV. Os métodos de componentes principais (CPCOR, CPCOV e AER) são mais adequados para a estimativa do coeficiente de repetibilidade quando comparados com o método ANOVA. A análise de dissimilaridade formou três grupos distintos com base na distância Euclidiana média combinada com o método de agrupamento UPGMA, sendo o acesso UFRB 39 com maior dissimilaridade genética e o acesso UFRB 31 e UFRB 32 com maior similaridade. Os caracteres que mais contribuíram para a dissimilaridade foram número de ramos secundários e estatura da planta. Verificou-se correlação genética significativa entre o diâmetro do caule e a estatura e entre número de ramos primários e número de ramos secundários.

Palavras chave: caracterização, componentes principais, análise multivariada.

REPEATABILITY AND GENETIC DISSIMILARITY IN QUANTITATIVE CHARACTERS OF PHYSIC NUT (*Jatropha curcas* L.)

Author: Ana Márcia de Carvalho Lima
Adviser: Dra. Simone Alves Silva

ABSTRACT: The physic nut has been considered promising for the production of bi-fuel, being the genetic improvement of the species essential for the attainment of its potentialities. Thus, research is needed to characterize genetic diversity and the use of techniques that imply rapid and safe results. Considering the above, the objective of this study was to estimate the repeatability coefficients of four quantitative phenotypic characters and to estimate the number of medications necessary for the accuracy of the accessions for the end of selection of superior progenies, as well as to analyze the genetic dissimilarity among the accesses. For the study of the use of the accessory of the physic nut germplasm bank, the Nucleus of Genetic Improvement and Biotechnology (NBIO) of the Federal University of Recôncavo da Bahia (UFRB). The repeatability coefficients are of high magnitude for all analysis systems, indicating the possibility of predicting the real value of the accesses with only one evaluation, except for the number of primary branches, which require five evaluations when considering a coefficient of determination of 90 % by the CPCOV method. The major component methods (CPCOR, CPCOV and AE) are best suited for estimating the repeatability coefficient when compared to the ANOVA Method. A dissimilarity analysis formed three distinct groups based on mean Euclidean distance combined with the UPGMA clustering method, being UFRB 39 access with greater genetic dissimilarity and access with UFRB 31 and UFRB 32 with greater similarity. The characters that contributed the most to a dissimilarity in the number of secondary branches and height of the plant. There was a significant genetic correlation between stem diameter and height and number of primary branches and number of secondary branches.

Keywords: characterization, main components, multivariate analysis.

REFERENCIAL TEÓRICO

Classificação botânica e taxonomia do pinhão manso

A família Euphobiaceae possui cerca de 63 gêneros e aproximadamente 945 espécies no Brasil (NASCIMENTO et al., 2017). A espécie *Jatropha curcas* L., comumente conhecida no Brasil como pinhão manso, pertence a esta família.

O pinhão manso é uma espécie perene, de crescimento rápido, que pode chegar a mais de 5 m de altura (BARROSO et al., 2007). É um subarbusto com folhas largas e alternas, de coloração verde e brilhante e com nervuras salientes e esbranquiçadas na face abaxial. O tronco é dividido em longos ramos desde a base, as raízes são curtas e com poucas ramificações. (DIAS et al., 2007; JONGSCHAAP et al., 2007; TOMINAGA et al., 2007).

É uma espécie monóica (flores femininas e masculinas localizam-se em uma mesma inflorescência), sendo que casualmente apresentam flores hermafroditas. As flores femininas localizam-se na base da inflorescência e as masculinas em sua extremidade. A floração ocorre de forma descontínua, apresentando em uma mesma inflorescência frutos com idade diferentes, configurando na abertura das flores em uma mesma inflorescência em dias distintos. Ressalta-se que o desenvolvimento da flor até a formação dos frutos ocorre em cerca de 60 dias. (DIAS et al., 2007; JONGSCHAAP et al., 2007; TOMINAGA et al., 2007). Dentro deste contexto Wu et al., (2011) alegam que a precipitação e temperatura é um dos fatores determinantes para o florescimento do pinhão manso, visto que, o número de flores femininas por inflorescência é determinada de acordo com a precipitação, na ocorrência de uma precipitação adequada ocorrerá um maior número de flores por inflorescência, já em precipitações baixas ou excessivas ocasionará na baixa produção de flores. Segundo Horschutz et al., (2012) o nível de precipitação ideal para o desenvolvimento do pinhão manso deve ser acima de 1000 mm anuais. Com relação à temperatura para um bom desenvolvimento da espécie deve ser entre 25°C a 35% (TRABUCCO et al., 2010).

De acordo com Lucena et al., (2014) as inflorescências na espécie *Jatropha curcas* L. ocorre de forma multiflora, ou seja, a presença de várias flores

em um mesmo pedúnculo. Os autores consideram o florescimento do pinhão manso um dos estádios fisiológicos mais importantes da planta para a produção de óleo, pois a quantidade de flores e sua fecundação indicarão uma estimativa da quantidade de frutos e sementes a serem desenvolvidos pela planta.

A polinização é realizada principalmente por insetos (CARVALHO et al., 2009), tendo como principais polinizadores as abelhas, moscas, formigas e trips (RAJU & EZRADANAM, 2002).

Os frutos são uma cápsula ovóide (tricoca), com diâmetro de 1,5 cm a 3,0 cm. Em cada loco contém três sementes que apresentam 1,5 cm a 2,0 cm de comprimento e 1 cm a 1,3 cm de largura. Os teores de óleo variam de 30,85% a 59,58% (MISHRA & SHUKLA, 2013; DIAS et al., 2007; DHYANI et al., 2011; PESSOA et al.; 2011).

O pinhão manso pode ser propagado de forma sexuada ou assexuada, tendo sua produção iniciada no primeiro ano de plantio, (RIBEIRO et al., 2011; LAVIOLA et al., 2013).

Origem e Distribuição geográfica

O centro de origem do pinhão manso, ainda é incerto. Baseado em registros históricos e conceitos genéticos, supõe-se que o centro de origem e domesticação desta espécie seja o México (DIAS et al., 2012). Esses autores afirmam que o centro secundário de diversidade desta planta é no Brasil no norte de Minas Gerais. No entanto, Ovando Medina et al., (2011) ressaltam que esta espécie pode ter seu centro de diversidade em regiões da Mesoamerica, que abrange o México e América Central, haja vista que das 175 espécies existentes, 100 são dessa região.

Países como Índia, China, México, Colômbia, Argentina e Guatemala cultivam a espécie com foco nas pesquisas para fins de produção de óleo, com investimento público e privado (LAVIOLA et al., 2015).

No Brasil o pinhão manso pode ser encontrado em muitas regiões por se adaptar a diferentes condições edafoclimáticas, tendo maior ocorrência em Minas Gerais, região Nordeste e Goiás. Vale ressaltar que em Minas Gerais a ocorrência da oleaginosa se dá espontaneamente, de forma dispersa e esporádica e, é

usada em algumas localidades como cerca viva, onde ocorre produtividade reduzida em virtude dos espaçamentos serem muito adensados (RESENDE, 2013; ALVES, 2008).

Pinhão manso: usos e alternativas para a produção de bicomustível

Têm-se relatos que em tempos antigos o pinhão manso era usado para a fabricação de sabão e para o uso medicinal (SATURNINO et al., 2005). As raízes da planta apresentavam função medicinal diurética e antileucêmicas, as sementes eram utilizadas como purgante e as folhas usadas para tratar de doenças de pele e reumatismo (PEIXOTO, 1973). Em trabalhos realizados por Lin et al., (2003); Luo et al., (2006), foi observado que o componente químico Curcin presente na semente do pinhão manso, pode ser utilizado como agente causador da morte celular, podendo ter seu uso na medicina como um composto antitumoral. Empinhão manso também tem sido relatado como cicatrizante, pois segundo Shetty et al., (2006) trabalhando com ratos albinos, testou extrato de da casca de pinhão manso, e obteve como resultado uma rápida cicatrização das feridas dos ratos tratados.

Além do uso medicinal, as sementes da oleaginosa apresentam potencial para a produção de torta considerada um ótimo fertilizante por serem ricas em compostos de nitrogênio, fósforo, potássio e matéria orgânica. A casca do pinhão manso pode ser destinada para a fabricação de papel e carvão vegetal, que é utilizado em caldeiras com a finalidade de produzir bioeletricidade e vapor (GUSMÃO, 2010).

Diante das potencialidades que o pinhão manso oferece, ele tem sido uma alternativa para a para a produção de biocombustível, por apresentar em suas sementes óleo de qualidade superior com relação à oxidação, viscosidade e ponto de congelamento quando comparado com a mamona e a soja (CARELS, 2009) e por ser também muito fluído e inodoro (ARRUDA et al., 2004). Além disso, por ser resistente a longos períodos de estiagem e por se desenvolver em solos pouco férteis (RESENDE et al., 2013).

Em virtude das potencialidades que apresenta, a oleaginosa foi inscrita no Registro Nacional de Cultivares - RNC (BRASIL, 2008), com a finalidade de

auxiliar o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), este programa que teve início no ano de 2006, favoreceu a ampliação do cultivo da espécie (DURÃES et al., 2011). Vale acrescentar que o Governo Federal, em seu decreto de 27 de Junho de 2012, de nº 7.768 (BRASIL, 2012) estimulou produtores a cultivar espécies alternativas para a produção de biodiesel em virtude de o país apresentar larga extensão territorial com condições edafoclimáticas diversas que favorecem o cultivo de pinhão manso e de muitas oleaginosas. Diante dessas condições favoráveis, o Brasil é considerado um dos maiores produtores e consumidores de biodiesel do mundo (FREITAS et al., 2011).

Do biodiesel produzido no Brasil, segundo Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível – ANP (2014), cerca de 77,4 % é proveniente do óleo de soja. Entretanto, esta cultura segundo Wilson (2004) apresenta em torno de 150 g kg⁻¹ a 200 g kg⁻¹ de rendimento de óleo, considerado valores baixos quando comparado com o pinhão manso que apresenta entre 280 g kg⁻¹ e 370 g kg⁻¹ (ARRUDA et al., 2004) e . a partir do quarto ano de cultivo, essa oleaginosa pode alcançar um potencial produtivo de grãos em torno de 1.200 g kg⁻¹ a 1.500 kg ha⁻¹ (LAVIOLA et al., 2014)

Tendo em vista o potencial do pinhão manso nos diversos setores, desde a fabricação de papel e carvão ao uso medicinal, e principalmente na produção de óleo para o biocombustível, esta oleaginosa por estar em fase de domesticação, necessita de estudos que visem o melhoramento da espécie para fins de produção de óleo em quantidade e qualidade, para que assim possa ser explorada comercialmente no Brasil. Nessa perspectiva Arruda et al., (2004) abordam que a carência de conhecimento científico tem dificultado o uso da espécie de forma ampla, necessitando de pesquisas que auxiliem nas recomendações de técnicas seguras tanto sobre o cultivo como também para o aproveitamento industrial.

As pesquisas realizadas com o pinhão manso, indicam que a oleaginosa apresenta características agrônomicas favoráveis em regiões quentes, solos pouco férteis e resistência a determinadas pragas e doenças, assim, promissora em regiões como Sudeste, Nordeste e Centro Oeste do país para a produção de

biodiesel (FREIRE et al., 2010), também se destaca como uma das principais oleaginosas para a produção de biodiesel (RIBEIRO et al., 2011).

Melhoramento Genético do pinhão manso

Trabalhos de melhoramento genético com o pinhão manso no Brasil e no mundo têm contribuído para a detecção de variabilidade genética na espécie, bem como para cruzamentos e seleções de genótipos promissores visando à produção de óleo e desenvolvimentos de clones e cultivares promissora (CARVALHO, 2010; BRASILEIRO et al., 2013; QUEIROZ, 2015; PECINA-QUINTERO et al., 2014; CALDAS et al., 2016, ALMEIDA, et al., 2016).

Teodoro et al., (2016) ressaltam que dentre as principais finalidades dos programas de melhoramento genético do pinhão manso é a aquisição de plantas com maior potencial produtivo. Os autores ainda pontuam que para a ocorrência de plantas com potencial produtivo bom é necessário o conhecimento sobre as correlações entre caracteres agronômicos, para que assim possa ser detectado o progresso genético de forma positiva ou negativa.

Os caracteres agronômicos importantes para o melhoramento genético do pinhão manso tendo por objetivo obter genótipos com alto rendimento de óleo, de acordo com Spinelli et al., (2010) são os caracteres produtividade de grãos e volume de copa. Das et al., (2010) ressaltam que os caracteres agronômicos flores por planta e frutas por planta também são características importantes atribuídas para um alto rendimento. Ainda dentro deste contexto, Dias et al., (2007); Lucena et al., (2014) abordam que o número de ramos é um caráter importante para o pinhão manso, pelo fato de ser um dos componentes principais para que ocorra a produção, que se dá por meio das terminações dos ramos, tornando uma das características cruciais para trabalhos de melhoramento genético desta espécie, uma vez que quanto mais ramos, mais gemas terminais serão desenvolvidas (DIAS et al., 2007; LUCENA et al., 2014).

Além da identificação dos caracteres agronômicos favoráveis para a produção do pinhão manso, é de suma importância estudos sobre divergência genética, desempenho de clones da espécie e ganhos por seleção, para que de fato possam ser alcançadas variedades clonais produtivas, e assim a seleção

genótipos promissores para a produção de óleo (ALMEIDA et al., 2016; BRASILEIRO et al., 2013).

Pecina-Quintero et al., (2014) abordam que os trabalhos de melhoramento genético com o pinhão manso vêm sendo conduzidos por várias universidades e empresas, tais como: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Universidade Federal de Sergipe – UFS, Universidade Federal de Viçosa – UFV, Embrapa Agroenergia em parceria com a Embrapa Cerrado em Planaltina no Distrito Federal, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - Epamig, Instituto Agrônomo de Campinas - IAC em São Paulo e na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul –UFMS (PECINA-QUINTERO et al., 2014; SOUSA, 2015).

Vale ressaltar que o Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas (CCAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) situado no município de Cruz das Almas - BA vêm realizando trabalhos com melhoramento genético do pinhão manso desde 2008 com o objetivo de adquirir genótipos promissores para a produção de óleo em quantidade e qualidade e atributos agrônômicos favoráveis, principalmente, os relacionados aos componentes de produção, biologia floral e reprodutiva da espécie.

Portanto, as pesquisas que estão sendo desenvolvidas com a espécie são cruciais para a aquisição de variedades melhoradas para fins de maior produtividade, bem como homogeneização na produção.

Coefficiente de Repetibilidade

O pinhão manso por ser uma planta perene, necessita de muitas avaliações para a detecção de acessos superiores, mas para isso, existe o dispêndio de tempo, mão de obra e recursos. Diante da necessidade de racionalizar tempo e mão de obra nas avaliações, tem-se usado com frequência o coeficiente de repetibilidade.

De acordo com Cruz et al., (2012) por meio do coeficiente de repetibilidade é analisado o número de avaliações fenotípicas necessário para acurácia do valor real dos acessos, além de subsidiar o melhorista a detectar se a seleção realizada na característica fenotípica é confiável, isto é, se as progênies manterão sua

superioridade, favorecendo na redução do tempo, custo, na seleção de acessos superiores e principalmente na precisão dos resultados. Deste modo, Cruz et al., (2004) ressaltam que o coeficiente de repetibilidade no melhoramento de espécies perenes é um instrumento importante, pois pressupõe o valor máximo que a herdabilidade no sentido amplo pode alcançar.

O coeficiente de repetibilidade é uma técnica aplicada em avaliações de caracteres morfológicos de culturas como: muricizeiro (LOURENÇO, et al., 2013), soja (MATSUO, et al., 2012), laranjeira-doce (NEGREIROS et al., 2014), cajazeira (NUNES et al., 2011), bananeira (LESSA et al., 2014), macaúba (DOMICIANO et al., 2015), siriguela (JÚNIOR et al., 2014) dentre outras.

Assim, as estimativas do coeficiente de repetibilidade são calculadas por meio do método de análise de variância e componentes principais, sendo esse mais adequado quando os genótipos no decorrer das avaliações apresentam comportamento cíclico, e por fim a análise estrutural que é adequada quando as variâncias ao longo das medições não apresentam homogeneidade (CRUZ, et al., 2012).

Divergência genética e Análise multivariada

O conhecimento sobre a divergência genética entre acessos de pinhão manso é necessário, pois é muito importante para a manutenção da diversidade genética em programas de melhoramento e no estabelecimento de bancos de germoplasma (PAZETO et al., 2015). Nessa perspectiva ressalta-se que em trabalhos de conservação genética e manutenção de bancos germoplasma, estudos com divergência genética são muito importantes, pois ao identificar genótipos semelhantes em populações naturais ou em bancos de germoplasma, auxiliará no descarte de materiais redundantes e na escolha de acessos divergentes (MARTINELLO et al., 2002; PAULA, 2007) .

Estudo sobre divergência genética tem sido realizado com o auxílio de técnicas de análises multivariadas, principalmente na etapa inicial dos trabalhos, tendo por objetivo definir grupos distintos para efeito de seleção (REGAZZI, 2001; CRUZ, et al., 2012). A técnica tem sido aplicada em trabalhos com a soja (CASTRO et al., 2015), girassol (OLIVEIRA et al., 2017), maracujazeiro – azedo (RODRIGUES et al., 2017), mamoneira (MACHADO, et al., 2016). Com relação

ao pinhão manso a técnica tem sido utilizada por meio de análises morfoagronômica e molecular (CALDAS et al., 2016).

As análises multivariadas referem-se a técnicas estatísticas de análises simultâneas de variáveis estabelecidas em uma unidade experimental (CRUZ, 1987). É uma técnica que tem por objetivo simplificar de forma estrutural, agrupar, investigar dependências entre as variáveis, bem como construção e testes de hipóteses (FERREIRA, 1996).

As técnicas multivariadas podem ser realizadas por meio da análise de agrupamento e por coordenadas, componentes principais e análise discriminante.

Dentre essas técnicas, a análise por agrupamento e por componentes principais são mais utilizadas por pesquisadores no melhoramento genético vegetal. As análises por agrupamento é utilizada na caracterização morfológica de novos genótipos, principalmente, quando os bancos de germoplasma contêm acesso geneticamente desconhecido (KOOP, et al., 2007). Esta análise permite que indivíduos ou unidades amostrais sejam classificados mediante critérios de similaridade ou dissimilaridade com que venham maximizar possíveis semelhanças intra e diferenças intergrupos (ROMESBURG, 1984; CRUZ & CARNEIRO, 2003;). É válido ressaltar que análise de agrupamento associada à análise de correlação cofenética, implica no aumento da confiabilidade dos resultados com relação à interpretação das conclusões do dendrograma (SOKAL & ROHLF, 1962).

De acordo Koop et al., (2007) por meio da correlação cofenética é estabelecida uma correlação entre matrizes de similaridade ou de dissimilaridade com o dendrograma gerado, ou seja, as distâncias encontradas entre os genótipos são comparadas com as distâncias representadas graficamente.

A partir das informações apresentadas, esse estudo teve como objetivo caracterizar a espécie *Jatropha curcas* L. de acordo com a dissimilaridade genética existente entre os genótipos, bem como determinar o número de medições necessárias para predizer o seu valor real. Portanto, as técnicas e métodos utilizados nesta pesquisa subsidiarão na detecção das progênies quanto à superioridade e dissimilaridade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. Q.; SILVA, S. A.; ALMEIDA, V. O.; SOUZA, D. R.; ARAÚJO, G. M. Genetic divergence and morpho-agronomic performance of *Jatropha Curcas* L. Clones for selection of clonal varieties. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 4, p. 841 – 849, 2016.

ALVES, J. M. A.; SILVA, A. A. S. S. R. G.; LOPES, G. N.; SMIDERLE, O. J.; UCHÔA, S.C.P. Pinhão-manso: uma alternativa para produção de biodiesel na agricultura familiar da Amazônia brasileira. **Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v.2, n. 1, p. 57-68, 2008.

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 25/ 04/ 2017.

ARRUDA, F. P. et al. Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 789-799, 2004.

BARROSO, G. M., ICHASO, C. L. F., GUIMARÃES, E. F. **Sistemática de Angiosperma do Brasil**. **Imprensa Universitária**; Universidade Federal de Viçosa. v. 1, 2007. 309 p.

BRASIL. **Decreto nº7. 768, de 27 de junho de 2012**. Altera o Decreto nº5. 297, de 6 de dezembro de 2004, que aborda sobre os coeficientes de redução das alíquotas da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS incidentes na produção e na comercialização de biodiesel; termos e as condições para a utilização das alíquotas diferenciadas. Publicado no Diário Oficial da União em 28 de junho de 2012. Disponível em: <<http://legislação.planalto.gov.br/legisla/legislação.nsf/Viwi identificação/DEC%207.768-2012?OpenDocument>>. Acesso em: 25/ 04/ 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 4 de 14 de janeiro de 2008. **Diário Oficial da União**, p.4, 2008.

BRASILEIRO, B.P.; SILVA, S.A.; SOUZA, D.R.; SANTOS, P.A.; OLIVEIRA, R.S.; LYRA, D.H. Genetic diversity and selection gain in the physic nut (*Jatropha curcas*) **Genetics and Molecular Research – GMR**, 12 (3): 2341-2350 (2013).

CALDAS, N.P.; SILVA, S.A.; MACHADO, E.L., SOUZA, D.R.; PEREIRA, E.C. C.; SILVA, M.S. Genetic divergence through joint analysis of morphoagronomic and molecular characters in accessions of *Jatropha curcas*. **Genetics and Molecular Research – GMR**, 15 (4): 5048385. (2016).

CARVALHO, B. C. L.; OLIVEIRA, E. A. S.; LEITE, V. M.; DOURADO, V. V. **Informações técnicas para o cultivo do pinhão-mansão no Estado da Bahia**. Salvador: EBDA. 2009. 79p.

CARVALHO, D. S. C. Comportamento genético de progênies de meio-irmãos de pinhão manso no Recôncavo Baiano, Brasil. **Dissertação** - Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas – BA, 2010.

CARELS, N. *Jatropha curcas*: A Review. **Advances in Botanical Research**. v. 50 p.39-86, 2009.

CASTRO, L, S.; MIRANDA, M. H.; LIMA, J. E. Indicadores sociais de desenvolvimento e a produção de soja: uma análise multivariada nos 150 maiores municípios produtores brasileiros. **Rev. Bras. de Gest. e Desenv. Regional**. Taubaté, SP, Brasil, v. 11, n. 1, p. 69-87. 2015.

CRUZ, C. D. Algumas técnicas de análise multivariada no melhoramento de plantas. 1987. 75 f. **Monografia** – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP-ESALQ, Piracicaba, 1987.

CRUZ, C.D., CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, v.2, 2003. 585 p.**

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. 480 p.**

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 4 ed., v.1, Viçosa, MG: Editora UFV, , 2012. p.514.**

DAS, S.; MISRA, R.C.; MAHAPATRA, A. K.; GANTAYAT, B.P.; PATTNAIK, R.K. Genetic Variability, Character Association and Path Analysis in *Jatropha curcas*. **Sciences Journal** . p.1304-1308. 2010.

DHYANI, S. K.; KUMAR, R. V.; AHLAWAT, S. P. *Jatropha curcas*: a potential biodiesel crop and its current R&D status. **Indian Journal of Agricultural Sciences, New Delhi**, v. 81, n. 4, p. 295-308, 2011.

DIAS, L. A. S.; LEME, L. P.; LAVIOLA, B. G.; PALLINI FILHO, A.; PEREIRA, O. L.; CARVALHO, M.; MANFIO, C. E.; SANTOS, A. S.; SOUSA, L. C. A.; OLIVEIRA, T. S.; DIAS, D. C. F. S. **Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível. Viçosa, MG: L. A. S. Dias, 2007. 40 p.**

DIAS, L. A. S.; MISSIO, R. F.; DIAS, D.C.F.S. Antiquity, botany, origin and domestication of *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae), a plant species with potential for biodiesel production. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 11, n.3, p .2719 – 2728, 2012.

DOMICIANO, G. P.; ALVES, A. A.; LAVIOLA, B. G.; CONCEIÇÃO, L. D. H. C. S. Parâmetros genéticos e diversidade em progênies de Macaúba com base em características morfológicas e fisiológicas. **Ciência Rural**. v.45, n.9, p.1599-1605., 2015.

DURÃES, F.O.M.; LAVIOLA, B.G.; ALVES, A.A. **Potential and challenges in making physic nut (*Jatropha curcas* L.) a viable biofuel crop: the Brazilian perspective.** **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v.6, n.043, 2011.

FERREIRA, D. F. **Análise multivariada.** Lavras, 1996. 400p.

FREIRE, E.A.; ESTRELA, M.A.; LIMA, V.L.A. de; LAIME, E.M.O. Importância do cultivo do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) para uso do Biodiesel. Congresso Brasileiro de mamona, 4 & Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 1. João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão. p.118-121 , 2010.

FREITAS, R. G.; MISSIO, R. F.; MATOS, F. S.; RESENDE, M. D. V.; DIAS, L. A. S.(2011) Genetic evaluation of *Jatropha curcas*: an important oilseed for biodiesel production. **Genetics and Molecular Research**, v. 10, n. 3, p.1490-1498, 2011.

GUSMÃO, C. A. G Desempenho do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) de segundo ano submetido a diferentes doses e relação NPK. **Dissertação** - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba. 2010. 81 p.

HORSCHUTZ, A. C. O; TEIXEIRA, M. B.; ALVES, J. M. ; SILVA,F. G.; SILVA, N. F. Crescimento e produtividade do pinhão-mansão em função do espaçamento e irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.16, n.10, p.1093–1099, 2012.

JONGSCHAAP, R. E. E.; CORRÉ, W. J.; BINDRABAN, P. S.; BRANDENBURG, W. A. Claims and facts on *Jatropha curcas* L.: global *Jatropha curcas* evaluation, breeding and propagation programme. **Wageningen: Plant Research International B. V.** 2007. 66 p.

JÚNIOR, L. J. S.; BEZERRA, J. E. ; M, R. J. M.; S, V. F. Repetibilidade da produção, número e peso de fruto em cirigueleira (*Spondias purpurea* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 36, n. 1, p.214-220; 2014.

KOOP, M. M.; SOUZA, V.Q.; COIMBRA, J.L.M. ; LUZ, V.K. ; MARINI, N.; OLIVEIRA, A.C. Melhoria da correlação cofenética pela exclusão de unidades experimentais na construção de dendrogramas. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**. Uruguaiana, v. 14, p. 46-53, 2007.

LAVIOLA, B.G.; ALVES, A.A.; ROCHA, R.B.; DRUMOND, M.A. In: CARELS, N.;SUJATHA, B.; BAHADUR, B. (Ed.). *Jatropha*, challenges for à new energy crop. v. 1: farming, economics and biofuel. New York: **Springer**, p.71-94. 2013.

LAVIOLA, B. G.; SILVA, S. D. A.; JUHÁSZ, A. C. P.; ROCHA, R. B.; OLIVEIRA, R. J. B.; ALBRECHT, J. C.; ALVES, A. A.; ROSADO, T. B. Desempenho agrônômico e ganho genético pela seleção de pinhão-mansô em três regiões do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 49, p.356-363, 2014.

LAVIOLA, B. G.; ALVES, A. A.; KOBAYASHI, A. K. ; FORMIGHIERI, E. F. Pinhão-mansô na Embrapa Agroenergia. (**Comunicado Técnico 12**). Brasília, DF, 2015.

LESSA, L. S.; LEDO, C. A. S.; AMORIN, E. P.; SILVA, S. O. Estimativa de repetibilidade de híbrido diploides (AA) de bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, p. 109-117. 2014.

LIN, J.; YAN, F.; TANG, L.; CHEN, F. Antitumor effects of curcin from seeds of *Jatropha curcas*. **Acta Pharmacologica Sinica**, Beijing, v. 24, n. 3, p. 241-246, 2003.

LOURENÇO, I. P.; FIGUEIREDO, R. W. ; ALVES, R. E. ; ARAGÃO, F. A. S.; MOURA, C. F. H. Caracterização de frutos de acessos de muricizeiros cultivados

no litoral cearense. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 3, p.499-504, 2013.

LUCENA, A. M. A; VASCONCELOS, G. C. L; MEDEIROS K. A. A. L.; MEDEIROS N. I; MEDEIROS, O. S; ARRIEL, N. H. C. Características morfológicas de peças reprodutivas de acessos de *Jatropha curcas* L. **Scientia Plena**, vol. 10, n. 04, 2014.

LUO, M.J.; YANG, X.Y.; LIU, W.X.; XU, Y.; HUANG, P.; YAN, F.; CHEN, F.; Expression, purification and anti-tumor activity of curcin. **Acta Biochimica et Biophysica Sinica**, Shanghai, v. 38, n. 9, p. 663-668, 2006.

MACHADO, E.L.; SILVA, S. A., FERNANDES, L. S.; BRASILEIRO, H. S. Variabilidade genética e homozigose em uma população F4 de mamoneira por meio de marcadores microssatélites. **Bragantia**, Campinas, v. 75, n. 3, p.307-313, 2016.

MARTINELLO, G. E.; LEAL, N. R.; JÚNIOR, A. T. A.; PEREIRA, M. G.; DAHER, R. F. Divergência genética em acessos de quiabeiro com base em marcadores morfológicos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.1, p.52-58, 2002.

MATSUO, E. *et al.* Análise de repetibilidade em alguns descritores morfológicos para soja. **Ciência Rural**, v.2. Santa Maria, n.2, p.189-196. 2012.

MISHRA, A.T.D. K; SHUKLA, J. K. Genetic variability, heritability and genetic advance of growth and yield components of *Jatropha (Jatropha curcas* L.) genotypes. **Trees Structure and Function**, v. 27, n. 4, p. 1049 – 1060. 2013.

NASCIMENTO, M.R; SILVA, G.S, CONCEIÇÃO, G.M. Euphorbiaceae: *Checklist* de uma coleção botânica, Maranhão, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.14 n.25; p. 1356. 2017.

NEGREIROS, J.R. da S.; NETO, R. de C.A.; MIQUELONI, D.P.; LESSA, L.S. Estimativas de repetibilidade para caracteres de qualidade de frutos de laranjeira-doce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.49, n.1, p.40-48; 2014.

NUNES, J.A.R.; SANTANA, F.F.; GOMES, R.L.F.; LOPES, A.C.A.; PEREIRA, M.M.G.; SOARES, E.B. Stratified mass selection of promising *Spondias mombin* clones in a commercial crop. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.11, p.141- 148. 2011.

OVANDO, M.I.; ESPINOSA, G. F. J. J. S.; NÚÑEZ, FIGUERO, S. F. M. State of the art of genetic diversity research in *Jatropha curcas*. **Scientific Research and Essays**, Victoria , v.6, n.8. p .1709 – 1719. 2011.

OLIVEIRA, S. L.; FILHO, A. G.; SOARES, D. P.; SOUZA, T. A. N.; LEANDRO, R. I.; RODRIGUES, E. N. Desempenho agrônômico de acessos de girassol cultivados sob déficit hídrico no semiárido Mineiro. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.6, n.4, p. 93-104. 2017.

PAULA, R. C. Repetibilidade e divergência genética entre matrizes de *Pterogyne nitens* Tul. (Fabaceae – Caesalpinioideae) por caracteres biométricos de frutos e de sementes e parâmetros da qualidade fisiológica de sementes. **Tese** – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal 2007. 128 p.

PAZETO, M.S.R.; TREVISOLI, S.H.U.; CORRÊA, A.A.P.; VIANNA, V.F.; LEITE, D.C.; MAURO, A.O.D. Genetic diversity in *Jatropha* species from different regions of Brazil based on morphological characters and inters-simple sequence repeat (ISSR) molecular markers. **African Journal of Biotechnology**. vol. 14 (25), p. 2066-2079. 2015.

PECINA-QUINTERO, V.; ANAYA-LÓPEZ, J. L.; ZAMARRIPA-COLMENERO, A.; NÚÑEZ-COLÍN, C. A.; MONTES-GARCÍA, N.; SOLÍS-BONILLA, J. L.;

JIMÉNEZBECERRIL, M. F. Genetic structure of *Jatropha curcas* L. in Mexico and probable centre of origin. **Biomass and Bioenergy**, v. 60, p. 147-155, 2014.

PEIXOTO, A. R. **Plantas oleaginosas arbóreas**. São Paulo: Nobel, 1973.

PESSÔA, G. K. A; REATO, L. I. B; LAVIOLA, B. G. Caracterização de 50 acessos de pinhão-manso quanto ao Teor de óleo. **II Congresso Brasileiro de Pesquisa de Pinhão Manso**, Brasília – DF. 2011.

QUEIROZ, D. C. Avaliação de progênies de meio-irmãos e identificação de clones promissores de pinhão manso por meio de caracteres morfoagronômicos e moleculares. **Tese** - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas – Bahia. 2015.

RAJU, A. J. S.; EZRADANAM, V. Pollination ecology and fruiting behaviour in a monoecious species, *Jatropha curca* L. (Euphorbiaceae). **Current Science, Bangalore**, v. 83, p. 1395-1398. 2002.

REGAZZI, A. J. INF 766 - **Análise multivariada**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Departamento de Informática, 2001. 166p. Apostila de disciplina.

RESENDE, J.C.F; LONDE, L.N; NEVES, W.S. Pinhão Manso. Nova Porteirinha, MG: U.R. **Epamig NM**, 2013. 524p.

RIBEIRO, M.R.; DIAS, L.A.S.; BERGER, P.G.; DIAS, D.C.F.S. **Agroenergia na mitigação das mudanças climáticas globais, na segurança energética e na promoção social**. Viçosa, MG: Suprema, 2011. 201 p.

RODRIGUES, D. L.; VIANA, A. P.; VIEIRA, H. D.; SANTOS, E. A.; SILVA, F. H. L., SANTOS, C. L. Contribuição de variáveis de produção e de semente para a divergência genética em maracujazeiro-azedo sob diferentes disponibilidades de nutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB**. v. 52, n.8. 2017.

ROMESBURG, H.C. **Cluster analysis for researchers**. California, Lifetime Learning Publications, 1984. 334p.

SATURNINO, H.M.; PACHECO, D.D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N. e GONÇALVES, N.P. Cultura do pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.). **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v.26, p. 44-78, 2005.

SHETTY, S.; UDUPA, S.L.; UDUPA, A.L & VOLLALA, V.R. Wound healing activities of Bark Extract of *Jatropha curcas* L. in albino rats, Saudi Med. J. **NBCI Resources**, 2006.

SOUSA, R. L. Variabilidade genética em famílias de *Jatropha curcas* L. Por marcadores SSR. **Dissertação** - Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento da Universidade Federal de Viçosa. Viçosa Minas Gerais. 2015.

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. The comparison of dendrograms by objective methods. **Taxon**, Berlin, v.11, p. 30-40, 1962.

SPINELLI, V. M.; BARROS, R. R.; ROSTAND, R. A.; LUIZ, M. A. V.; FERNANDES, J. J. R. FREITAS, C.; TEIXEIRA, M. J. S. L.; SANTOS, D. L. A. Componentes primários e secundários do rendimento de óleo de pinhão-mansô. **Ciência Rural**, v. 40, p. 1752-1758. 2010.

TEODORO, P.E.; COSTA, R.D.; ROCHA, R.B.; LAVIOLA, B.G. Número mínimo de medições para a avaliação acurada de características agrônômicas de pinhao-mansô. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v.51, n.2, p.112-119. 2016.

TOMINAGA, N.; KAKIDA, J.; YASUDA, E. K. Cultivo de pinhão mansô para produção de biodiesel. Viçosa: CPT, p.220. 2007. (**Série Agroindústria**).

TRABUCCO, A.; ACHTEN, W. M. J.; BOWE, C.; AERTS, F.; ORSHOVEN, J. V.; NORRGROVE, L.; MUYS, B. Global mapping of *Jatropha curcas* yield based on

response of fitness to present and future climate. **Global Change Biology Bioenergy**, Oxford, v. 2, n. 3, p. 139-151. 2010.

WILSON, R. F. Seed composition. In: Boerma, H. R.; Specht, J. E. (ed.). **Soybeans: Improvement, production, and uses. 3.ed. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America**, cap.13, p.621-677. 2004.

WU, J.; TANG, L.; ZHANG, F.; CHEN, F. A study on structural features in early flower development of *Jatropha curcas* L. and the classification of its inflorescences. **African Journal of Agricultural Research** Vol. 6, pp. 275-284. 2011.

ARTIGO 1

ESTIMATIVA DE REPETIBILIDADE EM CARACTERES QUANTITATIVOS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.)¹

¹Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico Revista Brasileira de Ciência Agrárias, na língua portuguesa.

ESTIMATIVA DE REPETIBILIDADE EM CARACTERES QUANTITATIVOS DE PINHÃO MANSO (*JATROPHA CURCAS* L.)

Autora: Ana Márcia de Carvalho Lima

Orientadora: Dra. Simone Alves Silva

Resumo: Diante da necessidade de otimização do tempo, recursos e mão de obra na avaliação de culturas perenes, o coeficiente de repetibilidade tem sido bastante utilizado para fins de resultados rápidos e seguros. Deste modo, o objetivo deste estudo foi estimar os coeficientes de repetibilidade em caracteres fenotípicos quantitativos de pinhão manso, bem como prever o número mínimo de avaliações necessárias para obter bons níveis de precisão do valor real dos acessos a partir de dados obtidos em três avaliações em períodos diferentes, correspondentes aos 32, 36 e aos 42 meses de idade. Para a análise estatística foram utilizados quatro métodos distintos sendo esses: ANOVA, CPCOV, CPCOR e AE, para avaliar os caracteres estatura de planta (EST), diâmetro do caule (DC), número de ramos primários (NRP) e secundários (NRS). Os coeficientes de repetibilidade foram de alta magnitude para todos os caracteres e métodos utilizados, implicando na regularidade de predição do valor real dos acessos, bem como na sua superioridade. O método CPCOV foi superior em relação aos demais métodos, sendo o mais recomendado para estimar a acurácia do valor real dos acessos nas medições. Sendo assim, o número de medições necessárias para o NRS, EST e DC são no mínimo, uma medição. Para o caráter NRP são necessárias cinco medições. Portanto, a seleção realizada nos caracteres avaliados é confiável, necessitando de poucas medições para a manutenção da superioridade nas progênies, favorecendo na seleção de acessos superiores e principalmente na precisão dos resultados.

Palavras chave: análise de variância, componentes principais, acurácia.

ESTIMATION OF REPEATABILITY IN QUANTITATIVE CHARACTERS OF PHYSIC NUT (*JATROPHA CURCAS* L.)

Author: Ana Márcia de Carvalho Lima

Adviser: Dra. Simone Alves Silva

Abstract: Given the need for optimization of time, resources and manpower in the evaluation of perennial crops, the repeatability coefficient has been widely used for fast and safe results. Thus, the objective of this study was to estimate the coefficients of repeatability in quantitative phenotypic characters of physic nut, as well as to predict the minimum number of evaluations required to obtain good levels of accuracy of the real value of the accessions from data obtained in three evaluations in periods corresponding to the 32, 36 and 42 months of age. For the statistical analysis of the different processes: ANOVA, CPCOV, CPCOR and AE, to evaluate the production characteristics (EST), stem diameter (DC), number of primary branches (NRP) and secondary branches (NRS). The repeatability coefficients are of high magnitude for all the characters and methods used, implying in the regularity of prediction of the real value of the accesses, as well as in their superiority. The CPCOV method was superior in relation to the methods, being the most recommended to estimate the accuracy of the real value of the accesses in the measurements. Therefore, the number of measurements for NRS, EST and DC are at least one measurement. Five measurements are essential for the NRP character. Please be instructed to maintain superiority in progenies, favoring the selection of superior accesses and most of the results.

Keywords: analysis of variance, main components, accuracy.

INTRODUÇÃO

A família Euphobiaceae possui cerca de 63 gêneros e aproximadamente 945 espécies no Brasil (NASCIMENTO et al., 2017). A espécie *Jatropha curcas* L., comumente conhecida no Brasil como pinhão manso, pertence a esta família.

O pinhão manso no Brasil pode ser encontrado em muitas regiões por se adaptar a diferentes condições edafoclimáticas, tendo maior ocorrência em Minas Gerais, região Nordeste e Goiás. Em Minas Gerais a oleaginosa é bastante encontrada como cerca viva e com baixa produtividade em virtude de espaçamentos adensados (RESENDE et al., 2013).

Ainda não existem cultivares consolidadas desta oleaginosa e diante das potencialidades que o pinhão manso oferece para a produção de bicomustível, é de suma importância a realização do seu melhoramento para que possam ser alcançadas as características de interesse, como alta produção de óleo.

Em programas de melhoramento genético, em primeira instância, é necessária a formação de uma população de indivíduos divergentes e selecionados de acordo com as características desejáveis, entre elas a produtividade.

Deste modo, ao selecionar progênie de uma determinada espécie, espera-se que seu desempenho inicial perpetue ao longo do seu ciclo produtivo, para tanto se faz necessário realizar avaliações que na maioria dos estudos, são realizadas em um número grande de acessos e com repetições sucessivas em um mesmo indivíduo e se tratando de culturas perenes acarretará em maiores custos, tempo e recursos humanos.

Para otimização da avaliação com menores custos, dispêndio de tempo e confiabilidade nos resultados, pesquisadores estão utilizando o coeficiente de repetibilidade para alcançar resultados rápidos e confiáveis principalmente, em se tratando de culturas perenes. A técnica já foi utilizada no melhoramento de culturas perenes como a macaúba (MANFIO et al., 2011), melancia (SANTOS, 2015) laranjeira-doce (NEGREIROS et al., 2014), bananeira (LESSA et al., 2014). No que se refere especificamente ao pinhão manso, há poucas informações disponíveis na literatura sobre tais estimativas.

Para estimar o coeficiente de repetibilidade é necessário realizar algumas medições em um mesmo indivíduo que está sendo submetido à variações no

tempo e espaço. Este método subsidia o melhorista a detectar se a seleção realizada na característica fenotípica é confiável, isto é, se as progênes manterão sua superioridade (CRUZ et al., 2012).

Dentro deste contexto Júnior et al., (2014) afirmam que o coeficiente de repetibilidade permite que o pesquisador estime com precisão o número de avaliações ou até mesmo ciclos para a seleção de progênes superiores. Vale salientar que esse coeficiente é a expressão da variância total, que é elucidada pelas variações genotípicas e mudanças permanentes no ambiente em que estão inseridos os genótipos (CRUZ & REGAZZI, 2001). Os trabalhos existentes com a utilização da técnica têm sido realizados com o objetivo de detectar a superioridade dos genótipos durante as medições, ou seja, a capacidade dos genótipos em manterem a expressão do caráter ao longo das medições realizadas, bem como a instabilidade da planta no ambiente em que está inserida (CRUZ, 2012).

Por estar em fase inicial os trabalhos de melhoramento genético do pinhão manso (ROCHA et al., 2016), as pesquisas com a oleaginosa estão sendo realizadas, levando em consideração características fenotípicas como diâmetro do caule, altura de plantas, número de ramos, projeção da copa e índice de produtividade de grãos (LAVIOLA et al., 2012). Com relação ao caráter teor de óleo, os trabalhos ainda são incipientes, pois a produtividade da planta ainda é um fator preocupante, visto que apresenta baixa produtividade como mencionado Caldas (2015) ao trabalhar com o desempenho agrônômico de acessos de pinhão manso.

Diante do exposto, é notória a importância de estudos que impliquem na instabilidade da planta no ambiente em que esta inserida, para que desta forma possam ser alcançados acessos superiores para a realização de seleções e cruzamentos. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi determinar os coeficientes de repetibilidade de quatro caracteres fenotípicos do pinhão manso, bem como prever o número mínimo de avaliações necessárias para níveis de certeza do valor real dos acessos, aplicando métodos de estimativa distintos em dados obtidos em três avaliações em períodos diferentes.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas (CCAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) situada no município de Cruz das Almas, que se encontra a 12°40'12" de longitude oeste e 39°06'07" de latitude sul, com altitude média de 226 metros. O clima de acordo com a classificação de Köppen (1931) é quente e úmido, com índice pluviométrico anual em torno de 1.224 mm, temperatura média anual de 24°C

Os acessos foram oriundos do Banco Germoplasma (BAG) de pinhão manso instalados na área experimental do NBIO no ano de 2010, com materiais vegetativos coletados em 32 municípios da Bahia e 14 introduzidos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), (Tabela 1). Durante a coleta, não houve controle gamético, em virtude da necessidade de obtenção de maior número de sementes por planta (BRASILEIRO et al., 2012).

A coleção foi instalada em blocos ao acaso com 46 acessos e 22 repetições, as parcelas foram lineares com 46 plantas com bordadura simples e espaçamento de 3,0 m x 2,0 m.

As avaliações morfoagronômicas dos acessos se deram quando as plantas atingiram 32 meses de idade, no mês de fevereiro, aos 36 meses em junho e aos 42 meses em dezembro, no ano de 2013. Os dados meteorológicos para este período alcançaram temperatura mínima de 21.5 °C e máxima 26.5°C, a umidade relativa do ar mínima foi de 21.5 e máxima de 26.5 e a precipitação mínima foi de 9.6 mm e máxima de 179.4 mm (EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, 2013).

Foram aferidos os seguintes caracteres agronômicos: Estatura da planta (EST) que correspondendo à distância entre a extremidade apical da última folha à superfície do solo, em centímetro; Diâmetro do caule (DC), em centímetro; Número de ramificações primárias (NRP) e secundárias (NRS) por planta, por contagem. Para aferição dos dados foi utilizado uma trena milimetrada e um paquímetro digital (CALDAS, 2015).

Tabela 1. Acessos de *Jatropha curcas* L. identificados de acordo com a procedência, altitude e localização geográfica da origem. Cruz das Almas - BA, 2017.

Genótipo	Procedência	Altitude	Latitude/longitude
UFRB 22	Jequié - BA	233	13°52.388'S/40°03.810'W
UFRB 23	Jequié - BA	252	13°51.878'S/40°03.678'W
UFRB 24	Jequié - BA	236	13°51.794'S/40°03.857'W
UFRB 27	Terezinha - BA	179	13°59.708'S/39°46.343'W
UFRB 28	Ipiaú – Itaibo - BA	206	13°56.437'S/39°44.224'W
UFRB 29	Ipiaú – Itaibo - BA	202	13°56.502'S/39°44.255'W
UFRB 30	Ipiaú – Itaibo - BA	218	13°56.460'S/39°44.192'W
UFRB 31	Apaurema - BA	295	13°51.594'S/39°44.700'W
UFRB 32	Apaurema - BA	307	13°51.744'S/39°44.829'W
UFRB 33	Apaurema - BA	271	13°50.999'S/39°42.129'W
UFRB 35	Itaitê - Santa Clara - BA	317	12°56.188'S/41°03.765'W
UFRB36	Itaitê - Santa Clara - BA	317	12°56.192'S/41°03.761'W
UFRB37	Itaitê - Santa Clara - BA	317	12°56.194'S/41°03.759'W
UFRB38	Itaitê - Santa Clara - BA	317	12°56.181'S/41°03.777'W
UFRB40	Itaitê - Santa Clara - BA	318	12°56.183'S/41°03.790'W
UFRB39	Iraquara - BA	907	12°34.729'S/41°34.923'W
UFRB41	Andaraí – Igatu - BA	742	12°53.826'S/41°19.072'W
UFRB42	Andaraí – Igatu - BA	766	12°53.834'S/41°19.222'W
UFRB43	Andaraí – Igatu - BA	749	12°53.600'S/41°19.250'W
UFRB44	Mucugê – Guiné - BA	983	12°46.364'S/41°32.216'W
UFRB45	Mucugê – Guiné - BA	966	12°45.270'S/41°32.568'W
UFRB47	Palmeiras - BA	673	12°30.946'S/41°34.627'W
UFRB50	Faz. Pau – Ferro - BA	692	12°31.747'S/41°34.100'W
UFRB53	Faz. Pau – Ferro - BA	691	12°31.749'S/41°34.096'W
UFRB54	Iraquara - BA	713	12°20.570'S/41°35.644'W
UFRB55	Souto Soares - BA	712	12°20.566'S/41°35.630'W
UFRB56	Cafarnaum** - BA	841	12°01.086'S/41°40.138'W
UFRB58	Wagner - BA	789	11°46.246'S/41°09.284'W
UFRB59	Gambá - BA	256	12°17.121'S/41°08.346'W
UFRB60	Gambá - BA	527	12°17.119'S/41°08.340'W
UFRB61	C. do Sincorá - BA	-	-
UFRB62	Santa Inês - BA	384	13°17.158'S/39°49.397'W
UFVJC 03	Santa Citória - MG*	-	-
UFVJC 05	João Pinheiro - MG*	-	-
UFVJC 10	João Pinheiro - MG*	-	-

**Acessos oriundo de plantação comercial, *Acessos introduzido por meio de intercâmbio,
- Plantas não amostradas.

Os coeficientes de repetibilidade foram determinados de acordo com os quatro métodos descritos por Cruz, et al., (2004) sendo estes: ANOVA - análise de variância, que consiste nos fatores de variação que neste estudo compreende ao acessos e período de avaliação, adotando o modelo $Y_{ij} = \mu + G_i + A_j + \epsilon_{ij}$, sendo: Y_{ij} a média do i-ésimo acessos dentro do j-ésimo ciclo, μ corresponde a média geral do ensaio, G_i é o resultado do i-ésimo acessos sob a influência do ambiente, A_j está relacionado com o efeito do A-ésimo ciclo, e por fim o ϵ_{ij} que está relacionado com o erro aleatório oriundo de causas de variação.

Os demais métodos utilizados descritos por Cruz, et al., (2004) são: CPCOR – análise realizada por meio da matriz de correlação, que é estimada pela expressão: $r = \lambda_1 - 1 / n - 1$, em que λ_1 corresponde ao autovalor da matriz de covariância ou da matriz de correlação; CPCOV - análise obtida pelas variâncias e covariâncias fenotípicas, que é estimada por: $r = \lambda_1 - \sigma^2_Y / \sigma^2_Y - (n - 1)$, em que σ^2_Y é a variância fenotípica; AE- análise estrutural baseada na matriz de correlações estimada por: $r = \alpha \hat{R} \alpha^{-1} / n - 1$, sendo α o autovetor que está associado ao maior autovalor de \hat{R} .

Para análise do número de avaliações necessárias para acurácia do valor real dos acessos foram utilizados os coeficientes de determinação – R^2 pré estabelecidos, sendo estes: 0,80, 0,85, 0,90, 0,95 e 0,99, com o qual foi calculada a repetição pela expressão descrita por Cruz et al. (2004): $\eta = R^2 (1 - r) / (1 - R^2) r$. Levando em consideração o número de ciclos que neste estudo, $\eta = 3$, e na estimativa dos r alcançados pelas diferentes metodologias utilizadas, o R^2 foi medido pela expressão: $R^2 = \eta r / 1 + r (\eta - 1)$. Todas as análises foram realizadas pelo programa GENES - Aplicativo Computacional em Genética e Estatística (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas de repetibilidade para os caracteres avaliados foram estimadas com o intuito de medir a capacidade dos acessos em manterem a expressão do caráter ao longo das medições realizadas, além da detecção da consistência da sua superioridade durante as medições.

Dessa forma, as estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r) por meio dos quatro métodos utilizados (ANOVA, CPCOV, CPCOR, AE) na média dos três períodos avaliados, apresentaram valores próximos para os caracteres NRP (0,62 a 0,64) e EST (0,96 e 0,97), iguais em DC (0,91) e valores distintos para NRS (0,81 a 0,92) como é visualizado na Tabela 2. Salienta-se que todos os caracteres apresentaram valores de r altos, implicando na regularidade entre os períodos de avaliação. Uma vez que as estimativas de repetibilidade são consideradas altas quando $r > 0,60$, médio quando apresenta valores de $0,30 < r < 0,60$ e baixo quando $r < 0,30$ (RESENDE, 2002). Vale ressaltar que os valores de r variam de 0 a 1, sendo 1 o valor máximo (CORNACCHIA et al., 1995).

De acordo com Cruz et al., (2012) um caráter ao apresentar um r alto, é um indicador favorável no processo de seleção, pois implicará na estabilidade das cultivares, bem como na predição do valor real dos acessos e controle genético. Em relação aos trabalhos realizados com pinhão manso, Rodrigues et al., (2016) ao avaliar genótipos dessa espécie, observaram coeficiente de repetibilidade de 0,71 para a altura de plantas e valores de baixa magnitude para a produtividade de grãos ($0,2726 < r < 0,3865$).

A obtenção de valores altos de r para os caracteres é de grande importância para a espécie *Jatropha curcas* L., principalmente para o caráter NRS uma vez que as flores se desenvolvem nas terminações dos ramos, sendo um caráter importante para a produção de grãos e conseqüentemente de óleo. Nesse caráter a magnitude dos valores da estimativa do coeficiente de repetibilidade (r) teve destaque para o método CPCOV que apresentou uma estimativa de 0,92, sendo este o método mais apropriado para obtenção de melhor acurácia na avaliação das medições nos períodos adotados (Tabela 2).

Com relação ao caráter DC não houve diferença no valor de r em todos os métodos utilizados, este resultado assemelha-se aos obtidos por Manfio et al. (2011) com Macaúba, no qual foi constatado que dentre as oito variáveis analisadas quatro não apresentaram diferenças entre os r obtidos pelos métodos utilizados no trabalho.

Tabela 2. Estimativas do coeficiente de repetibilidade (r) e de determinação (R^2) para os caracteres: número de ramos primários (NRP) e secundários (NRS), estatura da planta (EST) e diâmetro do caule (DC), obtidos pelos métodos: ANOVA – análise de variância; CPCOV – componentes principais, baseados em uma matriz de variâncias e covariâncias fenotípicas; CPCOR – baseados na matriz de correlações; AE – análise estrutural baseada em uma matriz de correlações. Cruz das Almas, BA. 2017.

Caracteres	Coeficiente	ANOVA	CPCOV	CPCOR	AE
NRP	r	0,62	0,64	0,64	0,63
	R^2 (%)	83,04	84,53	84,38	84,01
NRS	r	0,81	0,92	0,89	0,89
	R^2 (%)	92,77	97,40	96,39	96,38
EST	r	0,96	0,97	0,97	0,97
	R^2 (%)	98,89	98,98	99,00	99,00
DC	r	0,91	0,91	0,91	0,91
	R^2 (%)	96,89	97,03	96,98	96,98

O caráter NRP apresentou valores de r similares (0,64 – 0,63) quando aplicado o método CPCOV e AE, enquanto os caracteres EST (0,97) e DC (0,91) tiveram valores iguais para r considerando estes mesmos métodos (Tabela 2). Assim, demonstram que para estes caracteres podem ser aplicados qualquer um desses métodos, sem perdas nas informações necessárias para avaliação de medições na espécie *J. curcas* L.

Comparando os valores obtidos entre os métodos, as estimativas de r obtidas pelo método ANOVA foram inferiores quando comparadas aos resultados dos demais métodos, exceto para o DC que obteve valores iguais para todos os métodos. Esses resultados corroboram com os de Teodoro et al., (2016) ao trabalhar com progênies de meios-irmãos de pinhão manso, onde foi constatado que as estimativas de r independente do caráter analisado apresentaram valores inferiores pelo método ANOVA. Além disso, valores inferiores obtidos para este método, segundo Negreiros et al., (2008), ocorrem em virtude dele não permitir o isolamento do fator periodicidade, que quanto incorporado na estimativa, implicará

no aumento do erro experimental, o que pode ocasionar na subestimação da repetibilidade.

A escolha do coeficiente de determinação (R^2) é importante para a avaliação do número de medições necessárias e para a acurácia do valor real dos acessos. Estes valores estão apresentados na Tabela 3, onde os resultados obtidos foram superiores a 80%, (na faixa de 80% a 99%), portanto dentro dos limites confiáveis ($R^2 \geq 0,75$) propostos por Bergo et al., (2013). Esses resultados também se assemelham aos encontrados por Teodoro et al., (2016) ao estimar o coeficiente de determinação em progênies de pinhão manso em quatro avaliações, no qual obtiveram valores entre 81% a 87% para diâmetro do caule e 87% a 91% para altura da planta.

O coeficiente de determinação analisado por meio do método CPCOV, foi superior em relação aos dos demais métodos, que resulta, segundo Abeywardena (1972) em um comportamento cíclico dos acessos, que se configura em uma alternância de produção. Ainda de acordo com o autor o método de componentes principais é o mais recomendado para estimar o r com maior acurácia, em virtude de o autovetor expressar a tendência das progênies de se manterem em posições relativas durante os períodos das medições.

Deste modo, as estimativas do número de medições necessárias para predição do valor real dos acessos, por meio dos coeficientes de determinação estimados, foram realizadas com base nos resultados obtidos pelo método CPCOV. Para tanto, foi considerado dados com probabilidade de acertos 90%, pois de acordo com Júnior et al., (2014) valores superiores a 90%, implicará em um excedente aumento no número de medições. Ainda dentro deste contexto estudiosos como Manfio et al.,(2011) e Matsuo et al., (2012) abordaram que coeficientes de determinação com valores de 80 a 90% são de boa acurácia, o que favorece a obtenção de resultados mais precisos e confiáveis.

Com relação aos coeficientes de determinação pré-estabelecidos (90%) e levando em consideração o método CPCOV como adotado nesse trabalho (Tabela 3), o caráter NRP necessita de cinco medições e os caracteres NRS, ES e DC apenas uma medição. Os números pequenos de medições requeridas neste trabalho são de grande relevância para a cultura, pois além da precisão dos

resultados, há um menor dispêndio de tempo, custos e mão de obra na detecção de acessos superiores.

Tabela 3. Número de medições necessárias para as variáveis: número de ramos primários (NRP), número de ramos secundários (NRS), estatura da planta (EST) e diâmetro do caule (DC), utilizando os diferentes métodos e coeficientes de determinação ANOVA, CPCOV, CPCOR e AE. Cruz das Almas, BA. 2017.

Caráter	R² (%)	ANOVA	CPCOR	CPCOV	AE
NRP	80	2.45 (2)	2.19 (2)	2.22 (2)	2.28 (2)
	85	3.47 (3)	3.11(3)	3.14 (3)	3.23 (3)
	90	5.51 (6)	4.94 (5)	4.99 (5)	5.13 (5)
	95	11.63 (12)	10.42 (10)	10.54 (11)	10.84 (11)
	99	60.64 (61)	54.34 (54)	54.96 (55)	56.5 (57)
NRS	80	0.93 (1)	0.31 (1)	0.44 (1)	0.45 (1)
	85	1.32 (1)	0.45 (1)	0.63 (1)	0.63 (1)
	90	2.1 (2)	0.71 (1)	1.00 (1)	1.01 (1)
	95	4.43 (4)	1.51 (2)	2.13 (2)	2.13 (2)
	99	23.11 (23)	7.9 (8)	11.10 (11)	11.12 (11)
EST	80	0.13 (1)	0.12 (1)	0.12 (1)	0.12 (1)
	85	0.18 (1)	0.17 (1)	0.17 (1)	0.17 (1)
	90	0.30 (1)	0.27 (1)	0.27 (1)	0.27 (1)
	95	0.63 (1)	0.58 (1)	0.57 (1)	0.57 (1)
	99	3.30 (3)	3.05 (3)	2.99 (3)	2.99 (3)
DC	80	0.38 (1)	0.36 (1)	0.37 (1)	0.37 (1)
	85	0.54 (1)	0.52 (1)	0.52 (1)	0.52 (1)
	90	0.86 (1)	0.82 (1)	0.83 (1)	0.84 (1)
	95	1.82 (2)	1.74 (2)	1.77 (2)	1.77 (2)
	99	9.52 (10)	9.09 (9)	9.22 (9)	9.23 (9)

ANOVA – análise de variância; CPCOV- componentes principais, baseados em uma matriz de variância e covariância fenotípicas; CPCOR – baseado na matriz de correlações; AE – análise estrutural baseada em uma matriz de correlações (r médio); (x) número aproximado de medições necessárias.

Dentro deste contexto Oliveira et al., (2008) pontuam que os caracteres que necessitam de poucas medições, são mais indicados para o processo de melhoramento, já aquelas que requerem muitas medições devem ser descartadas por não apresentar grande influencia na variabilidade genética. Entretanto, se tratando do pinhão manso, espécie em domesticação, as avaliações apresentadas correspondem a uma caracterização inicial, sendo necessárias

mais avaliações para que de fato possa ou não ser feito o descarte do caráter como o NRP.

Com relação aos resultados obtidos no caráter NRP, que demandou maior número de medições, este fato pode ter ocorrido em virtude do efeito do ambiente sobre esse caráter, ocorrendo maior variância de ambiente quando comparada a variância genética entre as progênes (TEODORO, 2016).

Os resultados obtidos neste trabalho com relação ao número de medições necessárias são considerados ótimos, pois de acordo com Matsuo et al., (2012) valores altos de repetibilidade, indicam que mesmo que haja um aumento no número de repetições, a precisão não vai ser alterada, quando comparada a avaliação de um determinado caráter com apenas uma medição.

Portanto, os resultados alcançados por meio dos métodos do coeficiente de repetibilidade estimados auxiliarão na determinação de inferências necessárias para cada caráter avaliado, pois conhecendo a estabilidade da planta no ambiente em que está inserida, a adoção de estratégias para o melhoramento genético da espécie será facilitada e o resultado ocorrerá em um período de tempo menor.

CONCLUSÃO

1. Os coeficientes de repetibilidade apresentam valores de alta magnitude para todos os caracteres, demonstrando regularidade na predição do valor real e na superioridade dos acessos;
2. O método CPCOV é o mais indicado para predizer o valor real dos acessos de pinhão manso considerando um coeficiente de determinação de 90%;
3. Os caracteres NRS, DC e EST, necessitam, no mínimo, uma medição e o caráter NRP são necessárias cinco medições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BERGO, C.L.; NEGREIROS, J.R.S.; MIQUELONI, D.P.; LUNZ, A.M.P. Estimativas de repetibilidade de caracteres de produção em pupunheiras para palmito da raça Putumayo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, p.829-836. 2013.

BRASILEIRO, B. P.; SILVA, A. S.; SOUZA, D. R.; OLIVEIRA, R. S.; SANTOS, P. A. Conservação de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) no estado da Bahia, Brasil. **Magistra** v. 24, n. 4 p. 286-292. 2012.

CALDAS, N.P. Desempenho e distância genética entre acessos de pinhão manso por meio de caracteres morfoagronômicos. **Dissertação** - Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas – BA, 2015.

CORNACCHIA, G.; CRUZ, G. C. D. ; LOBO, P. R.; PIRES, I. E. Estimativas do coeficiente de repetibilidade para características fenotípicas de procedências de *Pinus tecunumanii*(Schw.) Eguluz, Perry e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barret, Golfari. **Revista Árvore**, Viçosa, v.19, n.3, p.333-345. 1995.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV; 2001. 390 p.

CRUZ, C.D REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. 480 p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4.ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. 514 p.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*. v.35, n.3, p.271-276. 2013.

Embrapa Mandioca e Fruticultura. Laboratório de Meteorologia. Cruz das Almas, Bahia – Brasil, 2013.

JÚNIOR, L. J. S.; BEZERRA, J. E. ; M, R. J. M.; S, V. F. Repetibilidade da produção, número e peso de fruto em ciriguela (*Spondias purpurea* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 36, n. 1, p.214-220; 2014.

KÖPPEN, W. **Grundriss der Klimakunde:** Outline of climate science. Berlin: Walter de Gruyter. 1931.

LAVIOLA, B.G.; ALVES, A.A.; GURGEL, F. de L.; ROSADO, T.B.; ROCHA, R.B.; ALBRECHT, J.C. Estimates of genetic parameters for physic nut traits based in the germplasm two years evaluation. **Ciência Rural**, v.42, p.429-435. 2012.

LESSA, L. S.; LEDO, C. A. S.; AMORIN, E. P.; SILVA, S. O. Estimativa de repetibilidade de híbrido diploides (AA) de bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, p. 109-117. 2014.

MANFIO, C.E.; MOTOIKE, S.Y.; SANTOS, C.E.M. dos; PIMENTEL, L.D.; QUEIROZ, V. de; SATO, A.Y. Repetibilidade em características biométricas do fruto de macaúba. **Ciência Rural**, v.41, p.70-76. 2011.

MATSUO, E.; SEDIYAMA, T.; CRUZ , C. D.; OLIVEIRA, R. C. T. Análise de repetibilidade em alguns descritores morfológicos para soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.2, n.2, p.189-196. 2012.

NASCIMENTO, M.R; SILVA, G.S, CONCEIÇÃO, G.M. Euphorbiaceae: *Checklist* de uma coleção botânica, Maranhão, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.14 n.25; p. 1356. 2017.

NEGREIROS, J.R. da S.; SARAIVA, L.L.; OLIVEIRA, T.K. de;ÁLVARES, V. de S.; RONCATTO, G. Estimativas de repetibilidade de caracteres de produção em

laranjeiras-doces no Acre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1763-1768. 2008.

NEGREIROS, J.R. da S.; NETO, R. de C.A.; MIQUELONI, D.P.; LESSA, L.S. Estimativas de repetibilidade para caracteres de qualidade de frutos de laranja-doce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.49, n.1, p.40-48. 2014.

OLIVEIRA, M.S. P; MOURA, E.F. Estimativas de repetibilidade para caracteres de cacho de Bacaby (*Oenocarpus Mapora*). **XX Congresso Brasileiro De Fruticultura**, Vitória: Embrapa. p. 1 – 5. 2008.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Embrapa Informação Tecnológica: Colombo: Embrapa Florestas, Brasília, 2002. 975 p.

RESENDE, J.C.F; LONDE, L.N; NEVES, W.S. **Pinhão Manso**. Nova Porteirinha, MG: U.R. Epamig NM, 2013. 524p.

ROCHA, R. B.; LAVIOLA, B. G.; SILVA, S. D. A.; JUHÁZ, A.C.P.; ALBRECH, J. C.; ROSADO, T. B. Adaptability and stability of progenies of *Jatropha curcas* L. in different regions of Brazil. Viçosa. **Rev. Ceres** vol.63. 2016.

RODRIGUES, E.V.; LAVIOLA .B. G.; TEODORO, P.E. LOPES, H. G. R.; COSTA, R. D.; DOURADO, R. M.; ALVES, A. A. Estimativas de repetibilidade e número mínimo de avaliações de característica. **9º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel**. Natal – Rio Grande do Norte. 2016.

SANTOS, G.V.; SOUZA, A.A.; SOUSA, I.F.; ANDRADE, I.G.V.; SOUZA, M.D.; CARVALHO JÚNIOR, O.V.; LIMA NETO, I.S. Estimativas de repetibilidade de variáveis quantitativas em sementes de melancia. II Simpósio da Rede de Recursos Genéticos Vegetais do Nordeste. Fortaleza. **Anais...** Embrapa Agroindústria Tropical, 2015.

TEODORO, P.E.; COSTA, R.D.; ROCHA, R.B.; LAVIOLA, B.G. Número mínimo de medições para a avaliação acurada de características agronômicas de pinhão manso. **Pesq. agropec. bras. Brasília**, v.51, n.2, p.112-119. 2016.

ARTIGO 2

DISSIMILARIDADE GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE PINHÃO MANSO POR MEIO DE CARACTERES QUANTITATIVOS²

² Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico Pesquisa Agropecuária Brasileira, na língua inglesa.

DISSIMILARIDADE GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE PINHÃO MANSO POR MEIO DE CARACTERES QUANTITATIVOS

Autora: Ana Márcia de Carvalho Lima

Orientadora: Dra. Simone Alves Silva

Resumo: A cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) ainda demanda informações sobre a variabilidade de caracteres de interesse para o melhoramento da espécie. Deste modo, o uso de genótipos com constituições genéticas divergentes assume grande importância para o melhoramento genético da espécie bem como na obtenção de genótipos promissores. Assim, o presente estudo teve por objetivo analisar a dissimilaridade genética entre acessos de pinhão manso por meio da análise de caracteres quantitativos, tais como estatura da planta (EST), diâmetro do caule (DC), número de ramificações primárias (NRP) e número de ramificações secundárias (NRS). Os acessos utilizados foram provenientes do banco germoplasma de pinhão manso do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Os dados foram analisados com base na matriz de dissimilaridade obtida com a distância euclidiana média utilizando o método de agrupamento UPGMA, que teve o ponto de corte definido pelo pseudo- t^2 . Realizou-se também a estatística descritiva, a correlação genética de Pearson e a contribuição relativa dos caracteres para a divergência. Nos resultados foi observada a formação de três grupos. A maior dissimilaridade foi do acesso UFRB 39 em relação aos demais, e maior similaridade foi observada entre os acessos UFRB 31 e UFRB 32. O caráter que mais contribuiu para a dissimilaridade foi à estatura da planta. Verificou-se correlação genética significativa entre o diâmetro do caule e a estatura, número de ramos primários e número de ramos secundários.

Palavras chave: *Jatropha curcas* L., melhoramento genético, contribuição relativa.

GENETIC DISSIMILARITY AMONG GENOTYPES OF PHYSIC NUT THROUGH CHARACTERS QUANTITATIVE

Author: Ana Márcia de Carvalho Lima

Adviser: Dra. Simone Alves Silva

Abstract: The culture of the physic nut (*Jatropha curcas* L.) still demands information on the variability of characters of interest for the breeding of the species. In this way, the use of genotypes with divergent genetic constitutions is of great importance for the genetic improvement of the species as well as for obtaining promising genotypes. The objective of this study was to analyze the genetic dissimilarity between the accessions of *Jatropha* by means of the analysis of quantitative traits such as plant stature (EST), stem diameter (DC), number of primary branches (NRP) and number of secondary branches (NRS). The accesses used came from the germplasm bank of *jatropha* of the Nucleus of Genetic Improvement and Biotechnology (NBIO) of the Federal University of Recôncavo da Bahia (UFRB). The data were analyzed based on the dissimilarity matrix obtained with the mean Euclidean distance using the UPGMA grouping method, which had the cut-off point defined by pseudo-t². Descriptive statistics, Pearson genetic correlation and the relative contribution of the characters to the divergence were also performed. In the results the formation of three groups was observed. The greatest dissimilarity was the UFRB 39 access in relation to the others, and a greater similarity was observed between the accessions UFRB 31 and UFRB 32. The character that contributed the most dissimilarity was the height of the plant. There was a significant genetic correlation between stem diameter and height, number of primary branches and number of secondary branches.

Keywords: *Jatropha curcas* L., genetic improvement, relative contribution.

INTRODUÇÃO

Na procura constante por fontes de energias renováveis, o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) tem se destacado como promissor para a produção de biocombustível, por ser uma espécie perene que apresenta potencial produtivo de grãos de aproximadamente 1.200 kg ha⁻¹ a 1.500 kg ha⁻¹ (LAVIOLA et al., 2014), qualidade de óleo superior em relação à oxidação, viscosidade e ponto de congelamento quando comparado com a mamona e a soja (CARELS, 2009), além de ser incolor, muito fluído e inodoro (ARRUDA et al., 2004).

Os trabalhos realizados com o pinhão manso têm sido realizados com o objetivo de detectar genótipos divergentes visando desenvolver cultivares com potencial para a produção de biodiesel.

O conhecimento sobre a divergência genética entre genótipos de pinhão manso ainda é limitado, sendo necessário reverter essa situação, pois a existência de genótipos divergentes é muito importante para a manutenção da diversidade genética em programas de melhoramento e no estabelecimento de bancos de germoplasma (PAZETO et al., 2015), cujos os principais objetivos é a obtenção de plantas com maior potencial produtivo e o conhecimento sobre as correlações entre caracteres agrônômicos para o alcance desse potencial e para a obtenção de progresso genético na espécie (TEODORO et al., 2016).

Vale acrescentar que para efetuar o melhoramento genético do pinhão manso, faz se necessário inicialmente, identificar o grau de parentesco entre os indivíduos a serem envolvidos no processo. Essa identificação se dá principalmente na etapa inicial dos trabalhos, que é comumente analisada por meio de técnicas de análises multivariadas, que define grupos distintos para efeito de seleção (CRUZ, 2012).

De acordo com Resende et al., (2013) as análises multivariadas podem ser realizadas utilizando análise de componentes principais, variáveis canônicas e análise de agrupamento. Essa última tem por objetivo montar uma estrutura classificatória e com a formação de grupos, obtendo um resultado final sintetizado em forma de gráfico.

Deste modo, a detecção de variabilidade genética entre os acessos de pinhão manso é de suma importância, pois fornecerá subsídios para melhor

análise de dissimilaridade com formação de grupos, bem como dos caracteres que mais influenciarão para a divergência, o que favorece na diferenciação e compreensão da natureza de cada acesso.

Diante deste contexto o objetivo deste trabalho foi avaliar a dissimilaridade genética entre acessos de pinhão manso por meio de caracteres quantitativos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na área experimental do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas (CCAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) situada no município de Cruz das Almas, que se encontra a 12 12°40'12" longitude oeste e 39°06'07" latitude sul, com altitude média de 226 metros. O clima de acordo com a classificação de Köppen (1931) é quente e úmido, com índice pluviométrico anual em torno de 1.224 mm, temperatura média anual de 24°C.

Os acessos foram oriundos do Banco Germoplasma (BAG) de pinhão manso instalado na área experimental do NBIO no ano de 2010 com materiais vegetativos coletados em 32 municípios da Bahia e 14 introduzidos da Universidade Federal de Viçosa-UFV (Tabela 4), (BRASILEIRO et al.,2012).

O ensaio foi instalado em blocos ao acaso com 46 acessos e 22 repetições, as parcelas foram lineares com 46 plantas com bordadura simples e espaçamento de 3,0 m x 2,0 m.

As avaliações morfoagronômicas dos acessos se deram em períodos diferentes no ano de 2013, sendo realizadas em fevereiro aos 32 meses de idade em junho aos 36 e em dezembro aos 42. Com relação aos dados meteorológicos nos períodos avaliados, a temperatura mínima foi de 21.5 °C e máxima 26.5°C, a umidade relativa do ar mínima foi de 21.5 e máxima de 26.5 e a precipitação mínima foi de 9.6 mm e máxima de 179.4 mm (EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, 2013).

Tabela 4. Acessos de *Jatropha curcas* L. identificados de acordo com a procedência e localização geográfica da origem. Cruz das Almas - BA, 2017.

Genótipo	Procedência	Altitude	Latitude/longitude
UFRB 22	Jequié - BA	233	13°52.388'S/40°03.810'W
UFRB 23	Jequié - BA	252	13°51.878'S/40°03.678'W
UFRB 24	Jequié - BA	236	13°51.794'S/40°03.857'W
UFRB 27	Terezinha - BA	179	13°59.708'S/39°46.343'W
UFRB 28	Ipiaú – Itaibo - BA	206	13°56.437'S/39°44.224'W
UFRB 29	Ipiaú – Itaibo - BA	202	13°56.502'S/39°44.255'W
UFRB 30	Ipiaú – Itaibo - BA	218	13°56.460'S/39°44.192'W
UFRB 31	Apaurema - BA	295	13°51.594'S/39°44.700'W
UFRB 32	Apaurema - BA	307	13°51.744'S/39°44.829'W
UFRB 33	Apaurema - BA	271	13°50.999'S/39°42.129'W
UFRB 35	Itaitê - Santa Clara - BA	317	12°56.188'S/41°03.765'W
UFRB36	Itaitê - Santa Clara - BA	317	12°56.192'S/41°03.761'W
UFRB37	Itaitê - Santa Clara - BA	317	12°56.194'S/41°03.759'W
UFRB38	Itaitê - Santa Clara - BA	317	12°56.181'S/41°03.777'W
UFRB40	Itaitê - Santa Clara - BA	318	12°56.183'S/41°03.790'W
UFRB39	Iraquara - BA	907	12°34.729'S/41°34.923'W
UFRB41	Andaraí – Igatu - BA	742	12°53.826'S/41°19.072'W
UFRB42	Andaraí – Igatu - BA	766	12°53.834'S/41°19.222'W
UFRB43	Andaraí – Igatu - BA	749	12°53.600'S/41°19.250'W
UFRB44	Mucugê – Guiné - BA	983	12°46.364'S/41°32.216'W
UFRB45	Mucugê – Guiné - BA	966	12°45.270'S/41°32.568'W
UFRB47	Palmeiras - BA	673	12°30.946'S/41°34.627'W
UFRB50	Faz. Pau – Ferro - BA	692	12°31.747'S/41°34.100'W
UFRB53	Faz. Pau – Ferro - BA	691	12°31.749'S/41°34.096'W
UFRB54	Iraquara - BA	713	12°20.570'S/41°35.644'W
UFRB55	Souto Soares - BA	712	12°20.566'S/41°35.630'W
UFRB56	Cafarnaum** - BA	841	12°01.086'S/41°40.138'W
UFRB58	Wagner - BA	789	11°46.246'S/41°09.284'W
UFRB59	Gambá - BA	256	12°17.121'S/41°08.346'W
UFRB60	Gambá - BA	527	12°17.119'S/41°08.340'W
UFRB61	C. do Sincorá - BA	-	-
UFRB62	Santa Inês - BA	384	13°17.158'S/39°49.397'W
UFVJC 03	Santa Citória - MG*	-	-
UFVJC 05	João Pinheiro - MG*	-	-
UFVJC 10	João Pinheiro - MG*	-	-

**Acessos oriundo de plantação comercial, *Acessos introduzido por meio de intercâmbio, - Plantas não amostradas.

Foram aferidos os respectivos caracteres: Estatura da planta (EST) correspondendo à distância entre a extremidade apical da última folha à superfície

do solo, em centímetro; Diâmetro do caule (DC), em centímetro; Número de ramificações primárias (NRP) e secundárias (NRS) por planta, por contagem. Para aferição dos dados foi utilizado uma trena milimetrada e um paquímetro digital (CALDAS, 2015).

Os dados foram submetidos à estatística descritiva, sendo calculado: valores máximos e mínimos, média, desvio padrão, coeficiente de variação e teste de normalidade de Shapiro–Wilk. A significância do coeficiente de correlação linear de Pearson foi realizada pelo teste de t. As análises foram obtidas com o auxílio do programa estatístico SAS – Statistical Analysis System (SAS Institute Inc, 2004).

A matriz de dissimilaridade foi realizada com base na distância euclidiana média. O método de agrupamento foi o UPGMA - (Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages) com os auxílios dos softwares Genes (CRUZ, 2013) e Statistica (2002). Neste método é calculada a média das distancias entre os indivíduos de dois grupos, no qual C_1 tem n_1 indivíduos e C_2 tem n_2 indivíduos, sendo a distancia entre eles definida por:

$$d(C_1, C_2) = \sum_{i \in C_1} \sum_{k \in C_2} \left(\frac{1}{n_1 n_2} \right) d(X_i, X_k)$$

O dendograma foi gerado com o auxílio do programa Mega 5 e o ponto de corte foi definido pelo pseudo- t^2 proposto por Duda e Hart (1973) do pacote Nbcust do programa R (R CORE TEAM, 2014). Foi calculada também a contribuição de SINGH de cada caráter para a divergência genética, sendo utilizado como medida a distância Euclidiana Média. A análise foi realizada com o auxílio do programa GENES (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 5 reúne a análise descritiva dos caracteres quantitativos de pinhão manso, permitindo uma análise do desempenho de cada caráter nos acessos avaliados. O caráter que apresentou maior desvio padrão foi à EST com 8,56, e o menor foi o caráter NRP com 0,36.

O coeficiente de variação apresentou valores de 4,96% para diâmetro do caule a 18,35 % para o caráter número de ramos secundários, portanto dentro do esperado para a natureza dos caracteres avaliados, o que indica baixo efeito de ambiente (Tabela 5). Valores superiores foram relatados por Queiroz (2015) em 20 progênies de meio-irmãos de pinhão manso aos 48 meses de idade, em que foi obtido um coeficiente de variação de 6,58% para DC a 27,97% para NRS.

Tabela 5. Estatística Descritiva para caracteres quantitativos avaliados nos 46 acessos de pinhão manso. Cruz das Almas, BA. 2017.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV(%)	W
DC	58,35	77,28	68,95	3,42	4,96	0,96
EST	134,13	176,27	158,07	8,56	5,41	0,99
NRP	1,73	4,09	2,55	0,36	13,96	0,84
NRS	12,64	31,51	20,64	3,79	18,35	0,98

Coeficiente de variação CV (%); Teste de Normalidade de Shapiro-Wilk (W) a 5% de probabilidade. Diâmetro do caule =DC (cm); Estatura da planta = EST (cm); Número de ramos primários (NRP); Número de ramos secundários (NRS).

Foi aplicado o teste de normalidade Shapiro-Wilk (W) a 5% de probabilidade para verificar se existia normalidade entre os caracteres analisados. Assim, por meio dos resultados foi observado que os dados seguem distribuição normal.

O maior desvio padrão foi observado para a variável EST, cujo valor mínimo observado foi de 134,13 cm e o máximo de 176,27 cm com média de 158,07 cm. Reis et al., (2015) trabalhando com 60 acessos de pinhão manso observou para o caráter altura de plantas valores que oscilaram de 179 cm a 305 cm, com média de 241,92 cm. O menor desvio padrão foi observado no NRP cujos valores observados variaram de 1,73 cm a 4,09 cm com média de 2,55 cm.

O NRS é uma característica importante para o pinhão manso, pelo fato de ser um dos componentes principais para que ocorra a produção, que se dá por meio das terminações dos ramos, tornando uma das características mais

importantes para trabalhos de melhoramento genético desta espécie, uma vez que quanto mais ramos secundários, mais gemas terminais serão desenvolvidas (DIAS et al., 2007; LUCENA et al., 2014). Esse caráter apresentou variações de 12,64 cm a 31,51 cm, com média de 20,64 cm e desvio padrão de 3.79.

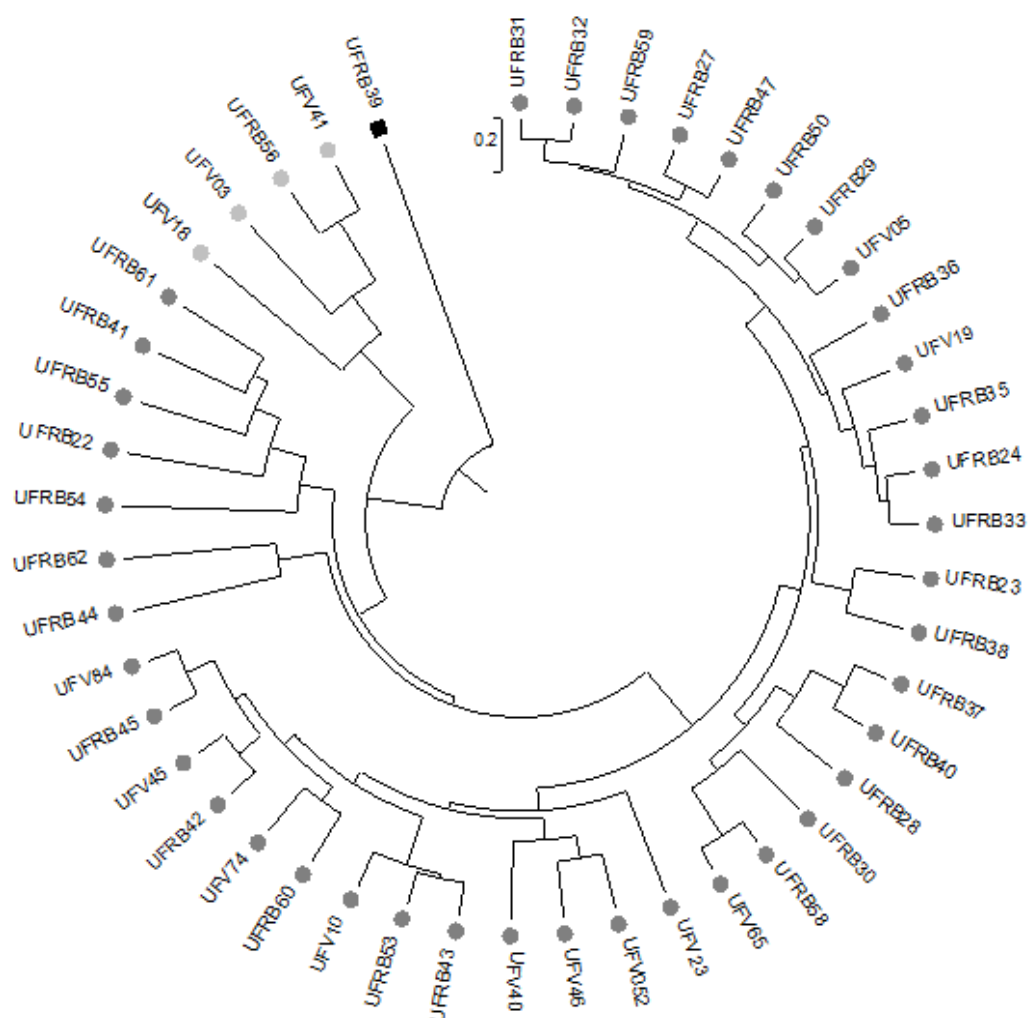
Os caracteres avaliados permitiram estimar a matriz de dissimilaridade genética obtida a partir da distância euclidiana média (Tabela 6). A distância genética variou de 0,15 a 4,09 sendo mais similares geneticamente os acessos UFRB 31 e UFRB 32 (0.15 valor mínimo), apresentando valores médios nos caracteres: NRP (2.41 e 2.44); NRS (21.73 e 22.16); EST (157.41 e 156.12); DC (68.93 e 68.20) respectivamente. Vale ressaltar que os acessos UFRB 31 e UFRB 32 são oriundos da região de Apaurema – BA, podendo ser justificada a similaridade por serem de uma mesma região.

Já os acessos mais distantes geneticamente foram UFRB 39 e UFRB 54 (4.09 valor máximo), obtendo valores médios para os caracteres: NRP (4.09 e 1.73); NRS (20.32 e 12.64); EST (159.68 e 149.77); DC (72.60 e 58.35). Por apresentarem uma dissimilaridade considerável, esses dois acessos são promissores para futuros trabalhos de melhoramento genético com a espécie. É válido acrescentar que os acessos UFRB 39 e UFRB 54 são de uma mesma localidade, sendo esta a região de Iraguara – Ba.

A matriz de distância e de agrupamento apresentada neste trabalho, alcançou um coeficiente de correlação cofenética (ccc) de 0.74. Valor igual a este (0.74) foi encontrado por Reis et al., (2015) ao trabalhar com a associação entre caracteres de germoplasma de pinhão manso. Laviola et al., (2010) ao realizar a caracterização morfoagronômica de 175 acessos de pinhão manso, obteve um ccc de 0.73. Vale ressaltar que é considerado adequado o coeficiente de correlação cofenética a partir de 0.80 (BUSSAB et al., 1990). O que não inviabiliza os trabalhos realizados com valores acima de 0,70, pois a inadequação do agrupamento ocorre quando o ccc for menor que 0,7 (ROHLF, 1970)

Por meio da análise de agrupamento UPGMA, foi observada a formação de três grupos distintos de acessos (Figura 1) O Grupo I formado pelo acesso UFRB 39. O II constituído pelos acessos UFV41, UFRB 56, UFV03, UFV18. O Grupo III formado pelos demais acessos, ou seja, UFRB 61, UFRB 41, UFRB 55, UFRB 22, UFRB 54, UFRB 62, UFRB 44, UFV 84, UFRB 45, UFV 45, UFRB 42, UFV 74, UFRB 60, UFV 10, UFRB 53, UFRB 43, UFV 40, UFV 46, UFV 52, UFV 23, UFV 65, UFRB58, UFRB 30, UFRB 28, UFRB 40, UFRB 37, UFRB 38, UFRB 23, UFRB 33, UFRB 24, UFRB 35, UFV 19, UFRB 36, UFV 05, UFRB 29, UFRB 50, UFRB 47, UFRB 27, UFRB 59, UFRB 31 e UFRB 31.

Figura 1. Dendograma gerado a partir da distancia Euclidiana Média combinada com o método de agrupamento UPGMA com 46 acessos de pinhão manso. Cruz das Almas, BA, 2017.



Para a dissimilaridade apresentada com base no método de SING (1981) foi possível avaliar a contribuição relativa entre os quatro caracteres em estudo (Tabela 7).

Tabela 7. Contribuição relativa (%) dos caracteres para divergência genética com base no critério de SING (1981). Cruz das Almas – Bahia, 2017.

Variáveis	S _j	Valor (%)
NRP	262,23	0,13
NRS	29714,68	14,44
EST	151561,06	73,67
DC	24190,47	11,76

S_j = contribuição de uma caráter “x” para o valor da distância euclidiana média entre os acessos i e j.

O caráter que apresentou maior contribuição para a divergência entre os 46 acessos de pinhão manso foi a EST com 73,67%, seguida pelo NRS com 14,44%. A menor contribuição ocorreu para o caráter NRP com 0,13%. Esses resultados corroboram com os encontrados por Queiroz ao trabalhar com progênies de meio-irmãos no ambiente de Cruz das Almas – BA, no qual foi observado que a EST apresentou uma maior contribuição para divergência genética com 52,73%, e a menor contribuição ocorreu também para NRP com 0,0260 %.

Os resultados alcançados com relação à contribuição de cada caráter são considerados bons, uma vez que se tratando de uma análise inicial o caráter NRS se mostrou como uma das maiores contribuições para divergência sendo um dado importante, pois o NRS é uma das características fundamentais para a produção, portanto, um dos caracteres bastante utilizados no melhoramento genético da espécie.

Estudos sobre correlação entre variáveis é importante em programas de melhoramento genético, uma vez que, duas variáveis ao apresentarem correlação altamente positiva implicarão em um possível ganho para uma delas por meio da seleção indireta no outro caráter correlacionado, ou seja, a seleção indireta que toma como base a resposta do correlacionado pode favorecer em um processo seletivo mais rápido do que uma seleção direta sobre o caráter desejada, principalmente se essa é de difícil avaliação (CRUZ et al., 2012).

Neste trabalho como os caracteres avaliados seguiram distribuição normal, utilizou-se a correlação linear de Pearson (Tabela 8), que quantifica a intensidade de associação entre duas variáveis (SHIMAKURA, 2005).

Tabela 8. Coeficiente de correlação linear de Pearson, com suas respectivas significâncias dos caracteres avaliados em 46 acessos de pinhão manso. Cruz das Almas, BA. 2017.

Caracteres	DC	EST	NRP	NRS
DC	1,00			
EST	0,61**	1,00		
NRP	0,54**	0,21 ^{ns}	1,00	
NRS	0,63**	0,59**	0,52**	1,00

^{ns} = não significativo; *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); e **significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$), pelo teste t. Diâmetro do caule (DC); Estatura da planta (EST); Número de ramos primários (NRP); Número de ramos secundários (NRS).

Verificou-se correlação genética positiva e significativa entre o DC com NRS, EST e NRP. Constatou-se também correlação significativa entre EST e NRS e NRP com NRS. Resultados semelhantes foram encontrados por Santana et al., (2013) em híbridos de pinhão manso, onde foram observadas correlações significativas entre NRS com DC e DC com AP. As correlações significativas deste trabalho são importantes para a seleção indicando que a sua existência favorece avanços concomitantes entre os dois caracteres, sendo positivo ou negativo. A correlação observada entre os caracteres DC com NRS merecem destaque, visto que segundo Rao et al., (2008), o caráter DC correlacionado ao NRS são os principais componentes de produção da espécie.

Portanto, os resultados alcançados neste estudo serão fundamentais para dar continuidade aos trabalhos de melhoramento genético com o pinhão manso no NBIO/UFRB, pois conhecendo os caracteres que mais contribuem para a divergência, bem como os acessos mais dissimilares, permitirá uma melhor discriminação genética dos acessos, hibridações controladas e obtenção de ganhos genéticos com a seleção.

CONCLUSÃO

1. Existe correlação genética significativa entre o diâmetro do caule com a estatura, número de ramos primários e número de ramos secundários;
2. Há formação de três grupos com base na distância Euclidiana média combinada com o método de agrupamento UPGMA, sendo o acesso UFRB 39 com maior dissimilaridade genética, e os acessos UFRB 31 e UFRB32 apresentaram maior similaridade;
3. O caráter estatura é o que mais contribui para a divergência genética sendo indicativo de seleção para obtenção de ganhos genéticos no melhoramento da espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, B. F. P.; ANDRADE, A. P. P. SEVERINO L. S. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 789-799. 2004.

BRASILEIRO, B. P.; SILVA, A. S.; SOUZA, D. R.; OLIVEIRA, R. S.; SANTOS, P. A. Conservação de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) no estado da Bahia, Brasil. **Magistra** v. 24, n. 4 p. 286-292. 2012.

BUSSAB, W. O.; MIAZAKI, E. S.; ANDRADE, D. F. **Introdução à Análise de Agrupamentos**. In: 9º Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística, São Paulo. Associação Brasileira de Estatística, p. 105-1990.

CALDAS, N.P. Desempenho e distância genética entre acessos de pinhão manso por meio de caracteres morfoagronômicos. **Dissertação** - Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas – BA, 2015.

CARELS, N. *Jatropha curcas*: A Review. **Advances in Botanical Research**. v. 50 p.39-86. 2009.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4.ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. 514 p.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*. v.35, n.3, p.271-276. 2013.

DIAS, L. A. S.; LEME, L. P.; LAVIOLA, B. G.; PALLINI FILHO, A.; PEREIRA, O. L.; CARVALHO, M.; MANFIO, C. E.; SANTOS, A. S.; SOUSA, L. C. A.; OLIVEIRA, T. S.; DIAS, D. C. F. S. **Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível**. Viçosa, MG: L. A. S. Dias, 2007. 40 p.

DUDA, R. O.; HART, P. E. **Pattern classification and scene analysis**. John Wiley & Sons: New York, p.189–225. 1973.

Embrapa Mandioca e Fruticultura. Laboratório de Meteorologia. Cruz das Almas, Bahia – Brasil, 2013.

KÖPPEN, W. **Grundriss der Klimakunde**: Outline of climate science. Berlin: Walter de Gruyter. 1931.

LAVIOLA, B. G.; ROCHA, R. B.; KOBAYASHI, A. K. Genetic improvement of *Jatropha* for biodiesel production. **Ceiba**, Tegucigalpa. n.1,p.1-10. 2010.

LAVIOLA, B. G.; SILVA, S. D. A.; JUHÁSZ, A. C. P.; ROCHA, R. B.; OLIVEIRA, R. J. B.; ALBRECHT, J. C.; ALVES, A. A.; ROSADO, T. B. Desempenho agrônômico e ganho genético pela seleção de pinhão-manso em três regiões do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 49, p .356-363. 2014.

LUCENA, A. M. A; VASCONCELOS, G. C. L; MEDEIROS K. A. A. L.; MEDEIROS N. I; MEDEIROS, O. S; ARRIEL, N. H. C. Características morfológicas de peças reprodutivas de acessos de *Jatropha curcas* L. **SCIENTIA PLENA**. v. 10, n. 04. 2014.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados por meio de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: UFMG , 2007. 295 p.

PAZETO, M.S.R.; TREVISOLI, S.H.U.; CORRÊA, A.A.P.; VIANNA, V.F.; LEITE, D.C.; MAURO, A.O.D. Genetic diversity in *Jatropha* species from different regions of Brazil based on morphological characters and inters-simple sequence repeat (ISSR) molecular markers. **African Journal of Biotechnology**. vol. 14 (25).p. 2066-2079. 2015.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. 2014. Acesso em: 17/09/2017.

RAO, G. R. KORWAR, G.R .; SHANKER, A. K.; RAMAKRISHNA, Y. S. Genetic associations, variability and diversity in seed characters, growth, reproductive phenology and yield in *Jatropha curcas* L. accessions. **Trees - Structure and Function**, v. 22, n. 5, p. 697-709. 2008.

REIS, M.V.M; JUNIOR, P.C.D; CAMPOS, T.O; DIEGUES, I.P; FREITAS,S.C Variabilidade genética e associação entre caracteres em germoplasma de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) **Revista Ciência Agronômica**. 2015.

RESENDE, J.C.F; LONDE, L.N; NEVES, W.S. **Pinhão Manso**. Nova Porteirinha, MG: U.R. EPAMIG NM, 2013. 524p.

ROSADO, T. B.; LAVIOLA, B. G.; FARIA, D. A.; PAPPAS, M. R.; BHERING, L. L.; QUIRINO, B. F.; GRATTAPAGLIA, D. Molecular markers reveal limited genetic

diversity in a large germplasm collection of the biofuelcrop *Jatropha curcas* L. in Brazil. **Crop Science**, Madison, v.50, p. 2372-2382. 2010.

ROHLF, F.J. Adaptive hierarchical clustering schemes. **Systematic Zoology**, v.19, n.1, p.58-82. 1970.

QUEIROZ, D. C. Avaliação de progênies de meio-irmãos e identificação de clones promissores de pinhão manso por meio de caracteres morfoagronômicos e moleculares. **(Tese)**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas – Bahia. 2015.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistic: version 9.1.3. Cary: SAS Institute, 2004. 846 p.

SANTANA, U.A; CARVALHO, J.L.S; BLANK, A.F; MANN, R.S. Combining ability and genetic parameters of physic nut genotypes for morphoagronomic traits. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, Brasília. 2013.

SHIMAKURA, S. **Coeficiente de Pearson**. 2005. Disponível em: < <http://leg.ufpr.br/~silvia/CE701/node79.html> >. Acesso em 15/09/2017.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian Journal Genetics & Plant Breeding**, New Delhi, v. 41, p. 237-45. 1981.

STATISTICA. **Statistica for Windows v. 6.0: Computer Program Manual**. Editora StatSoft Inc. Tulsa, UK (CD-Rom), 2002.

TEODORO, P.E.; COSTA, R.D.; ROCHA, R.B.; LAVIOLA, B.G. Número mínimo de medições para a avaliação acurada de características agronômicas de pinhão manso. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v.51, n.2, p.112-119. 2016.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo agronômico dos 46 acessos pertencentes ao BAG de pinhão manso do NBIO/UFRB avaliado por meio de técnicas de análises multivariadas possibilitou a formação de três grupos, sendo geneticamente mais distantes os acessos UFRB 39 e UFRB 54, por apresentarem dissimilaridade considerável são promissores para futuros trabalhos de melhoramento genético. Os demais acessos deste estudo apresentaram uma base genética restrita, implicando assim na necessidade de novas seleções e cruzamentos para ampliar a base genética da espécie.

Por meio das estimativas de repetibilidade foi possível detectar o valor real dos acessos, que neste estudo, necessita apenas de uma avaliação para todos os caracteres analisados, exceto para o caráter número de ramos primários que demandou cinco avaliações. Estes resultados implicam na redução do número de avaliações para a caracterização agronômica dos acessos, principalmente na redução de custos e mão obra para a manutenção das plantas no BAG.

Dessa forma, as pesquisas realizadas, são de grande relevância para futuros trabalhos de melhoramento genético da espécie, pois caracterizando os acessos desde a sua base genética ao seu desenvolvimento no ambiente em que estão inseridas, pode chegar à meta que é a obtenção de acessos promissores para a produção de óleo em quantidade e qualidade. É importante acrescentar que o banco de germoplasma de pinhão manso estabelecido pelo NBIO, é muito importante para os avanços das pesquisas tanto a nível técnico como também a nível genético (DNA), com o objetivo de lançar cultivares melhoradas da espécie.