

UFRRJ

INSTITUTO DE AGRONOMIA

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

DISSERTAÇÃO

“Comportamento de Progenies de Pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em Casa de Vegetação e no Campo Quanto a Variáveis Morfoagronômicas”

Nathália Virgínia Da Silva Ribeiro

2013



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**“COMPORTAMENTO DE PROGÊNIES DE PINHÃO-MANSO
(*Jatropha curcas* L.) EM CASA DE VEGETAÇÃO E NO CAMPO
QUANTO A VARIÁVEIS MORFOAGRONÔMICAS”**

NATHÁLIA VIRGÍNIA DA SILVA RIBEIRO

Sob a Orientação do Professor
Pedro Corrêa Damasceno Junior

e Co-orientação da Professora
Cibele Vilela Andrade Fiorini

Dissertação submetida como requisito
parcial para obtenção do grau de
**Mestre em Ciências no Curso de
Pós-Graduação em Fitotecnia.**

Seropédica, RJ
Julho de 2013

633.85

R484c

T

Ribeiro, Nathália Virgínia da Silva,
1988-

"Comportamento de progênies de
pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em
casa de vegetação e no campo quanto
a variáveis morfoagronômicas"/
Nathália Virgínia da Silva Ribeiro.
- 2013.

80f.: il.

Orientador: Pedro Corrêa
Damasceno Junior.

Dissertação (Mestrado) -
Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro, Curso de Pós-Graduação
em Fitotecnia.

Bibliografia: f. 46-56.

1. Pinhão-manso - Cultivo -
Teses. 2. Pinhão-manso -
Melhoramento genético - Teses. 3.
Pinhão-manso - Morfologia - Teses.
4. Pinhão-manso - Genética - Teses.
I. Damasceno Junior, Pedro Corrêa,
1973- II. Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro. Curso de
Pós-Graduação em Fitotecnia. III.
Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

NATHÁLIA VIRGÍNIA DA SILVA RIBEIRO

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**
no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia

DISSERTÇÃO APROVADA EM 24/07/2013

Pedro Corrêa Damasceno Junior
D.Sc., Genética e Melhoramento de Plantas, UFRRJ
(Orientador)

Maurício Ballesteiro Pereira
D.Sc., Genética e Melhoramento de Plantas, UFRRJ

Guilherme Kangussú Donagemma
D.Sc., Embrapa Solos

*A Deus, pelas bênçãos concedidas;
A meus pais, José e Rose Mary, as pessoas mais importantes da minha vida;
À minha irmã, Thaís, pelo carinho e amizade; e
Ao meu namorado, Wagner, pelo apoio e incentivo.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela vida e por ter me dado inspiração e persistência nos momentos necessários;

Aos meus pais e a minha irmã, por sempre terem acreditado em mim e por se orgulharem tanto de mim, muitas vezes até sem entenderem o que eu estava fazendo...

Ao meu namorado, que sempre me incentivou e apoiou nos momentos que mais precisei.

Aos familiares pelas orações e pela torcida!

Ao professor Pedro Corrêa Damasceno Júnior, pela orientação, estímulo e confiança depositada;

A toda equipe do Laboratório de Biologia Molecular / Marcadores Moleculares do Departamento de Fitotecnia pertencente ao Instituto de Agronomia da UFRRJ que sempre estavam dispostos a me ajudar, mas principalmente, gostaria de agradecer a Isabela e ao Marcus que foram mais que colegas, se tornaram amigos que posso contar sempre que precisar.

A CAPES pela concessão da bolsa

A PETROBRÁS pelo auxílio financeiro

Aos membros da banca examinadora, Maurício Ballesteiro Pereira e Guilherme Kangussú Donagemma, pela participação na banca examinadora e pelas valiosas críticas e sugestões apresentadas ao trabalho;

Aos amigos: Janaína, Orlando, Leilson, Marcelo e a todos os outros, pela ajuda e amizade durante o curso;

As secretárias do CPGF, que sempre me ajudaram quando precisei;

A todos que, de forma direta ou indireta, colaboraram para a conclusão de mais uma etapa de minha vida e, que, embora não citados aqui, não deixam de merecer o meu agradecimento.

RESUMO

RIBEIRO, Nathália Virgínia da Silva. Comportamento de Progênes de Pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em Casa de Vegetação e no Campo Quanto a Variáveis Morfoagronômicas. 2013. 81 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

A espécie *Jatropha curcas*, popularmente conhecida como pinhão manso, pertencente à família Euphorbiaceae, é considerada atualmente como uma das oleaginosas de maior potencial para a produção de biodiesel no mundo. No entanto, o conhecimento da variabilidade genética disponível e o comportamento produtivo da espécie ainda são escassos. O presente trabalho é parte do Programa de Melhoramento Genético de *Jatropha curcas* desenvolvido na UFRRJ, e teve como objetivo conhecer alguns aspectos morfológicos e produtivos de 10 progênes de pinhão-manso (*Jatropha curcas*), cultivadas em casa de vegetação e campo até aos 17 meses de idade, selecionadas a partir de genitores femininos pertencentes à Coleção de Germoplasma de pinhão-manso (*Jatropha curcas*) do Departamento de Fitotecnia do Instituto de Agronomia da UFRRJ. Espera-se com este trabalho fornecer informações importantes para a continuidade do Programa de Melhoramento da espécie na UFRRJ. O experimento foi instalado em outubro de 2011 em casa de vegetação, e foi composto por 10 progênes de pinhão-manso dispostas em delineamento em blocos ao acaso com 3 repetições, e 15 plantas por parcela experimental. Após 4 avaliações em casa de vegetação, as plantas foram transferidas para o campo, onde foram realizadas 6 avaliações, sendo a última no mês de abril de 2013. Em casa de vegetação avaliou-se aspectos relacionados à germinação das progênes e o comportamento das plantas jovens. No primeiro caso, estimou-se a germinação propriamente dito das progênes e o índice de velocidade de germinação (IVG), e no segundo, o tamanho do pecíolo (TMP), número, largura e comprimento de folhas completamente desenvolvidas, respectivamente, discriminados como NFD, LAF e COF, ângulo de inserção da folha (AIFc), relação comprimento e largura de folha (CLF), altura de plantas (APJ), diâmetro de caule (DIC) e número de ramos (NDR). Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância, teste de média via DMS-t e análise de correlação. Também foram estimados os coeficientes de determinação genotípico (H^2), de variação genotípico (CV_g) e de variação experimental (CV_e), e o índice de variação (IV_g). A porcentagem média de germinação para a espécie *Jatropha curcas* foi de 68,23%, e o índice médio de velocidade de germinação foi de 8,60 sementes germinadas por dia. As progênes que atingiram maiores percentuais de germinação e maior velocidade de germinação foram a UFRRJ/PM05 (83,33 e 3,12) e UFRRJ/PM01 (83,33 e 3,38). Enquanto que as progênes UFRRJ/PM10 e UFRRJ/PM04 foram as que apresentaram os percentuais de germinação mais baixos e germinaram mais lentamente. Em casa de vegetação houve diferença estatística significativa entre os tratamentos para as variáveis TMP, NFD, DIC, APJ, NDR, COF, LAF. Apenas para CLF e AIFc não se detectou diferença estatística significativa. No campo, avaliou-se variáveis ligadas aos aspectos morfológicos e produtivos. As variáveis morfológicas analisadas foram: ângulo de inserção da folha (AIFc), altura de plantas (APJ), diâmetro de caule (DIC), número de ramos (NDR), tamanho médio de entrenó (MEC). As variáveis relacionadas aos aspectos de produção foram: número de frutos (NFR), peso médio do fruto (PFR), comprimento do fruto (CFR), largura do fruto (LFR), peso de frutos da colheita (PFC), peso de sementes secas (PMSs), número de sementes por fruto (NSF = NSE/NFR), número de sementes (NSE), comprimento da semente (CMS), largura da semente (LSE), peso médio de sementes (PMS=PSP/NSE) e produção de grãos (PGP=NSExPMS). Todos os dados obtidos para cada tratamento nesta etapa do trabalho

foram submetidos às análises de variância, teste de média via DMS-t e análises de correlação. Apenas para as variáveis ligadas aos aspectos morfológicos considerou-se o efeito de época na anova. Foram estimados também os coeficientes de determinação genotípico (H^2), de variação genotípico (CV_g) e de variação experimental (CV_e), e o índice de variação (IV_g). Todas as variáveis (morfológicas e de produção) foram submetidas a análises de regressão ao longo das 6 épocas de coleta. Estimou-se também os seguintes parâmetros genéticos: variância genética (σ^2_g), variância aditiva (σ^2_a), herdabilidades entre médias de famílias, dentro de família, massal estratificada e massal no experimento. A estimativa dos parâmetros genéticos foi com base na última avaliação realizada no experimento, não considerando, portanto, o efeito de época. A partir das análises anteriormente citadas observou-se que todas as variáveis ligadas aos aspectos morfológicos apresentaram diferença estatística significativa entre os tratamentos. Quanto as variáveis relacionadas à produção apenas LFR, PFR, CMS, e PMS não apresentaram diferença estatística significativa. Caracteres relacionados à morfologia da folha apresentaram baixos coeficientes de determinação e índice de variação, enquanto que estes mesmos parâmetros foram altos para as variáveis APJ (83,24 e 0,64) e NDR (80,92 e 0,59), respectivamente, avaliados em plantas em casa de vegetação. As progênies que apresentaram as maiores médias do número de ramos foram as UFRRJ/PM07 (0,49) e UFRRJ/PM08 (0,47). No campo, a variável NDR apresentou novamente o maior coeficiente de determinação genotípico (84,16) e índice de variação (0,54). As variáveis DIC, APJ, AIFc e NDR apresentaram um comportamento linear ao passar dos meses, exceção apenas para a variável AIFc estudada na progênie UFRRJ/PM 10. A variável MECc mostrou-se oscilante em todas as progênies durante os meses avaliados. Em relação às variáveis ligadas à produção, as progênies tiveram um comportamento diferenciado entre si. Todas as variáveis ligadas aos aspectos morfológicos da semente (largura, comprimento e peso médio) apresentaram baixíssima ou nenhuma variabilidade genética entre as progênies estudadas. Portanto, a seleção sobre estas variáveis não são indicadas quando se deseja o aumento da produção de grãos em pinhão-manso. Apenas quando se considera variáveis de natureza quantitativa é que a seleção para o aumento de produção torna-se mais efetiva, como por exemplo, a seleção sobre o número de sementes. A variável número de ramos (NDR) se correlacionou positivamente com quase todas as variáveis analisadas em casa de vegetação e com todos os caracteres relacionados à produção analisados no campo, assim sendo, essa variável pode ser utilizada em seleção precoce visando o aumento da produção em pinhão-manso. As progênies UFRRJ/PM08 e UFRRJ/PM01 foram as mais promissoras no que se refere a produção de sementes, porém, avaliações ao longo dos anos ainda são necessárias, visto que as plantas do experimento foram avaliadas em idade ainda muito precoce, e portanto, aspectos fisiológicos e experimentais podem estar sendo até mais importantes do que aspectos genéticos.

Palavras-chave: Melhoramento genético, Parâmetros genéticos e Produção de grãos.

ABSTRACT

RIBEIRO, Nathália Virgínia da Silva. **Behaviour Progenies of Physic-nut (*Jatropha curcas* L.) in a Green House and Field Regarding Morphoagronomic Variables.** 2013. 81p. Dissertation (Master Science in Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

The species *Jatropha curcas*, popularly known as physic nut, belonging to the family Euphorbiaceae, is currently regarded as one of the greatest potential of oil seeds for biodiesel production in the world. However, the knowledge of available genetic variability and productive behavior of the species are still scarce. This work is part of the Breeding Program of *Jatropha curcas* developed in UFRRJ, and its objective was know some morphological and productive aspects of 10 progenies of physic nut (*Jatropha curcas*), grown in greenhouse and camp up to 17 months old, selected from female parents belonging to the Germplasm Collection of physic nut (*Jatropha curcas*) of the Department of Plant Science at the Institute of Agronomy of UFRRJ. It is expected this study provide important information for the continued Breeding Program of the species in UFRRJ. The experiment was installed in October 2011 in greenhouse, and consisted of 10 progenies of physic nut arranged in experimental design randomized blocks with 3 repetitions, and 15 plants by experimental parcel. After 4 evaluation in greenhouse, the plants were transferred to the camp, here were done 6 evaluation, the last being in April 2013. In the greenhouse it was evaluated aspects related to the germination of the progeny and the behavior of young plants. In the first case, it was estimated germination itself progenies and the index of germination speed (IGS), and at the second, the size of the petiole (SMP), number, width and length of fully developed leaves, respectively, discriminated as NDL, WDL and LDL, insertion angle of the leaf (IALs), length relationship and width of leaf (LWL), height of young plants (HYP), stem diameter (SDI) and branches number (BNU). The obtained data were submitted to analysis of variance, mean test via DMS-t and correlation analysis. The coefficient of genotypic determination (H^2), of genotypic variation (CV_g) and experimental variation (CV_e) were also estimated, and variation index (VI_g). The mean germination percentage for *Jatropha curcas* species was 68,23%, and the mean index germination speed was of 8,60 seeds germinated per day. The progeny that reached higher percentage of gemination and higher germination speed were UFRRJ/PM05 (83,33 and 3,12) and UFRRJ/PM01 (83,33 and 3,38). Whereas the progenies UFRRJ/PM10 and UFRRJ/PM04 were the ones with the lowest percentage of germination and germinated more slowly. In the greenhouse was no statistically significant difference between treatments for the variables SMP, NDL, SDI, HYP, BNU, LDL, WDL. Only for LWL and IALs not statistical difference was detected significativa. In the camp, it was evaluated variables related to morphological and productive. The morphological variables were: insertion angle of the leaf (IALs), height of young plants (HYP), stem diameter (SDI), of branches number (BNU) and the size of the petiole (SMP). Variables related to aspects of production were: fruit number (FNU), average fruit weight (AFW), fruit length (FRL), fruit width (FRW), weight of fruit of the crop (WFC), weight of dries seeds (WDS), seeds number per fruit ($SNF=SNU/FNU$), seeds number (SNU), seed length (SEL), seed width (SEW), average seed weight ($ASW=GPR/SNU$) and grain production ($GPR= SNU \times ASW$). All data obtained for each stage of treatment in this study were submitted to analysis of variance, mean test way DMS-t and correlation analyzes. Only for the variables related to morphological aspects considered the effect of season in the ANOVA. Were also estimated the coefficient of genotypic determination (H^2), genotypic variation (CV_g) and experimental variation (CV_e), and the variation index (IV_g). All variables (morphological and production) were subjected to regression analysis over the 6 collection periods. Was also estimated genetic the following

parameters: genetic variance (σ_g^2), additive variance (σ_a^2), heritability of family means, within family, stratified mass and mass in the experiment. The estimation of genetic parameters was based on the last review performed in the experiment, not considering, therefore, the season effect. From previously mentioned analysis it was observed that all the variables related to morphological aspects showed statistically significant differences between treatments. As for variables related to production only FRW, AFW, SEL and ASW no statistically significant difference. Characters related to leaf morphology showed low coefficients of determination and variation index, while the latter parameters were higher for the variables HYP (83,24 e 0,64) e BNU (80,92 e 0,59), respectively, evaluated in plants in a greenhouse. Progenies with the highest mean branches number were UFRRJ/PM07 (0,49) and UFRRJ/PM08 (0,47). In the camp, the BNU variable had the highest coefficient of genotypic determination (84,16) and variation index (0,54) again. Variables SDI, HYP, IALs and BNU showed a linear behavior over the following months, only exception to IALs variable studied in the progeny UFRRJ/PM 10. Variable SMP proved oscillating in all progenies during the months evaluated. Regarding the variables related to production, the progeny had a different behavior between them. Therefore, the selection of these variables are not indicated when you want to increase grain production in physic nut. Only when considering the quantitative variables is that selection for increased production becomes more effective, for example, the selection of the seeds number. The variable branches number (BNU) was positively correlated with almost all variables in the greenhouse and all related to the production characteristics analyzed in the camp, therefore, this variable can be used in precocious selection for increased production in physic nut. The progenies UFRRJ/PM08 and UFRRJ/PM01 were the most promising in respect of seed production, but, evaluation over the years are still needed, as the plants of the experiment were evaluated in still too early to age, and then, physiological and experimental aspects may be being even more important than genetic factors.

Keywords: Genetic breeding, Genetic parameters and Grain production.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Experimento em casa de vegetação aos 2 meses de idades	27
Figura 2 Gráficos de regressão para as variáveis morfológicas e de produção.....	30
Figura 3. Experimento no campo aos 12 meses de idade.....	31
Figura 4. Produção evidenciada por frutos amarelos e verdes da progênie UFRRJ/PM08.....	35
Figura 5. Ramificação de planta pertencente a progênie UFRRJ/PM08..	42

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) de 10 progênies de pinhão manso avaliadas em casa de vegetação no mês de novembro de 2011.....	24
Tabela 2. Porcentagem de germinação e Índice de velocidade de germinação (IVG) das 10 progênies de pinhão manso em casa de vegetação.....	24
Tabela 3. Análise de variância das variáveis morfológicas avaliadas aos dois meses após o plantio.....	26
Tabela 4. Correlação fenotípica das variáveis morfológicas avaliadas após dois meses do plantio.....	28
Tabela 5. Análise de variância das variáveis morfológicas avaliadas bimestralmente a partir do mês de maio de 2012 ao mês de abril de 2013.....	32
Tabela 6. Médias aritméticas das 10 progênies de pinhão manso no campo para as 5 características quantitativas estudadas para as 6 épocas, agrupados pelo critério de DMS-t.....	32
Tabela 7. Análise da variância das variáveis produtivas das 10 progênies de <i>Jatropha curcas</i>	34
Tabela 8. Médias das 10 progênies de pinhão manso para as 11 características quantitativas de produção estudadas, agrupados pelo teste DMS-t.....	37
Tabela 9. Análise da Variância entre e dentro de parcela das variáveis morfológicas.....	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Médias aritméticas das 10 progênes de pinhão manso para as 8 características quantitativas estudadas para os quatro ambientes, agrupados pelo critério DMS-t	58
Anexo B. Análise da regressão das variáveis morfológicas e reprodutivas das dez progênes de <i>Jatropha curcas</i>	60
Anexo C. Análise da regressão das variáveis morfológicas e reprodutivas das dez progênes de <i>Jatropha curcas</i>	64
Anexo D. Correlação residual das variáveis morfológicas e reprodutivas das dez progênes de <i>Jatropha curcas</i>	65
Anexo E. Médias transformadas das 10 progênes de pinhão manso para as 11 características quantitativas de produção estudadas, agrupados pelo teste DMS-t.....	66

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Importância econômica e social de <i>Jatropha curcas</i>	3
2.2. Descrição botânica da espécie	3
2.3. Centro de origem e de diversidade de <i>Jatropha curcas</i>	5
2.4. Citogenética e reprodução em <i>Jatropha curcas</i>	6
2.5. Recursos genéticos no gênero <i>Jatropha</i>	7
2.6. Aspectos agronômicos de <i>Jatropha curcas</i>	8
2.7. Melhoramento genético de <i>Jatropha curcas</i>	8
3. MATERIAL E MÉTODO	11
3.1. Local do experimento	11
3.2. Material vegetal: origem e obtenção das progênes.....	11
3.3. ETAPA I – Análises das plantas em casa de vegetação	11
3.3.1. Quanto à germinação	11
3.3.2. Comportamento das progênes em casa de vegetação	12
3.3.2.1. <i>Repicagem para sacolas plásticas e delineamento experimental</i>	12
3.3.2.2. <i>Número de avaliações e variáveis analisadas</i>	12
3.3.2.3. <i>Análise dos dados</i>	13
3.4. ETAPA II – Análises das plantas em campo.....	15
3.4.1. Plantio das mudas no campo e delineamento experimental	15
3.4.2. Variáveis analisadas	15
3.4.3. Épocas de avaliação.....	17
3.4.4. Análise dos dados	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24

4.1. Comportamento das progênies em casa de vegetação.....	24
4.1.1. Quanto à germinação.....	24
4.1.2. Comportamento das progênies em casa de vegetação.....	25
4.2. Comportamento das progênies no campo.....	29
4.2.1. Comportamento das progênies ao longo do tempo de avaliação quanto aos aspectos morfológicos e ligados à produção	29
4.2.2. Estimação dos parâmetros genéticos	39
5. CONCLUSÃO.....	44
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1.INTRODUÇÃO

No mundo atual, a segurança energética é um dos principais desafios deste século. O aumento da população mundial e do consumo per capita, associados ao problema da mudança do clima, apontam para a necessidade de ações cada vez mais coordenadas e sustentáveis, que considerem em uma só esfera os aspectos ambientais, sociais e econômicos. Assim sendo, o Brasil ocupa uma posição de destaque no cenário mundial, pois possui uma matriz energética com 46% de fontes renováveis, num mundo que só utiliza 15%. Sendo assim, o Brasil apresenta alternativas estratégicas na produção de agroenergia, que representa mais da metade dessa fonte renovável (BRASIL, 2009).

Várias espécies vegetais têm sido utilizadas na produção de biomassa como matéria-prima para a produção de biocombustíveis, dentre elas pode-se citar a cana-de-açúcar, para a produção de etanol, e algumas oleaginosas, para a produção biodiesel, como por exemplo, a mamona, o algodão, o amendoim e o girassol. Outras oleaginosas indicam um grande potencial na produção de matéria-prima para biocombustível, como por exemplo, a palma, o dendê e o pinhão-manso. O pinhão-manso, em especial se destaca por ser uma espécie perene que se adapta bem a condições edafoclimáticas adversas à maioria das culturas alimentares tradicionais, além de poder ser cultivado em consórcio com diversas culturas bastante utilizadas na agricultura familiar, como por exemplo, o milho e o feijão (SALEME, 2005). O pinhão-manso também possui uma elevada qualidade de óleo para produção de biocombustíveis. Dentre os benefícios ambientais esperados com a utilização do biodiesel, está a diminuição da poluição do ar pela redução de 78% das emissões líquidas de CO₂ em comparação com diesel mineral (D'ARCE, 2005).

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma espécie perene, monóica, pertencente à família Euphorbiaceae. É um arbusto caducifólio e de crescimento rápido, atingindo 3 a 5 metros de altura. Heller (1996) faz referência como provável centro de origem e diversidade para o pinhão-manso, o México e a América Central. Apesar do grande interesse pela implantação da cultura do pinhão-manso para a produção de biodiesel na agricultura familiar, ainda não há conhecimento científico suficiente que garantam uma boa produtividade de grãos. De acordo com Dias *et al.*, (2009) ainda não existem variedades ou cultivares de pinhão-manso melhoradas geneticamente no Brasil. Dessa forma, estudos que visam a obtenção de variedades melhoradas de pinhão-manso serão de suma importância para o desenvolvimento da cultura no Brasil. Dessa forma, a aplicação de conhecimentos em melhoramento genético de plantas para a obtenção de cultivares adaptados as condições de plantio se faz altamente necessário neste momento.

Não há dúvidas de que o pinhão-manso, sendo manejado da forma correta, será rapidamente inserido no mercado produtor de biocombustível. Sua produtividade varia de 2 a 12 ton.ha⁻¹ em amêndoas que corresponde em torno de 1 a 6 ton.ha⁻¹ em óleo, porém, em condições de aridez, essa produtividade atinge níveis baixos, entre 200 a 800 kg de sementes por hectare (ALBUQUERQUE *et al.*, 2009).

O Departamento de Fitotecnia, pertencente ao Instituto de Agronomia da UFRRJ, atualmente, possui uma coleção de germoplasma de *J. curcas* e espécies relacionadas ao gênero *Jatropha*. Os acesso de pinhão-manso são provenientes de diversos locais, entre eles: Janaúba/MG, Ribeirão Preto/SP, Bom Jardim/RJ, Barra dos Bugres/MT, Guapimirim/ES, Rio Verde/GO, Dourados/MS, Lavras/MG, Petrolina/PE, Rio das Flores/RJ, Janaúba/MG, Rio Claro/GO e Taubaté/SP. Diversos trabalhos são desenvolvidos na Coleção de Germoplasma da UFRRJ, como por exemplo, trabalhos de

caracterização e avaliação de genótipos na coleção, e assim, diversas características de interesse agrônomo são identificadas e atribuídas aos acessos. Grande destaque tem sido dado a caracteres relacionados a precocidade na produção de sementes, produção de sementes e tamanho destas, sendo identificado bastante variabilidade genética desta característica na Coleção de *Jatropha curcas*, e assim, com possibilidades de obtenção de ganhos significativos para essas características. Até o presente momento foram já obtidas 40 famílias de meios-irmãos a partir de plantas da Coleção, dentre estas, 10 famílias foram identificadas como genótipos com grande potencial para a produção de grãos para as condições edafoclimáticas de Seropédica/RJ e entorno. Dessa forma, estas famílias comporão a próxima geração de seleção, que dependendo das estimativas dos parâmetros genéticos, diferentes estratégias de seleção poderão ser adotadas.

Trabalhando-se com 10 progênies da espécie *Jatropha curcas*, selecionadas a partir de genitores femininos presentes Coleção de Germoplasma de pinhão-manso (*Jatropha curcas*) do Departamento de Fitotecnia do Instituto de Agronomia da UFRRJ, objetivou-se no presente trabalho, através da estimação de parâmetros genéticos/estatísticos, avaliar alguns aspectos morfológicos e produtivos dessas progênies na casa de vegetação e em campo até aos 17 meses de idade, visando, dar suporte aos trabalhos de melhoramento genético de *Jatropha curcas* desenvolvidos na UFRRJ.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância econômica e social de *Jatropha curcas*

Tradicionalmente, sementes de pinhão manso e outras partes da planta são utilizadas para produção de óleo, sabão e medicamentos diversos (KOHLI *et al.*, 2009).

O pinhão-manso tem aplicação na medicina popular, usando-se o látex da planta como cicatrizante, as raízes são consideradas diuréticas e antileucêmicas, as folhas são usadas para combater doenças de pele e reumatismo e possui poder anti-sifilítico e as sementes são utilizadas como purgativo, verificando-se casos de intoxicação em crianças e adultos quando ingerida em excesso o que pode ser perigoso e, em alguns casos, fatal (NÓBREGA *et al.*, 2009). No entanto, a sua recente popularidade deve-se ao potencial do óleo de seus grãos como fonte de biodiesel, *Jatropha* é uma das únicas entre as fontes de energia renováveis que não compete com a cultura alimentar e é compatível com perfil da agricultura familiar (CÁRCERES *et al.*, 2008).

O óleo de pinhão manso é rico em hidrocarbonos, com 27 a 48,5% do conteúdo do óleo da semente, e o teor de ácido oléico predomina entre os ácidos graxos encontrados nas sementes, enquanto que outras espécies de *Jatropha* contem o ácido linoleico como o ácido graxo dominante (KUMAR *et al.*, 2009). Vários subprodutos da extração de óleo vegetal apresentam fatores antinutricionais ou compostos bioativos específicos, desde agentes goitrogênicos, glucosinolatos, ácido fítico, gossipol, tanino e saponinas, até compostos altamente tóxicos, como no caso do forbol encontrado em tortas de pinhão manso (MAKKAR *et al.*, 1998; MAKKAR & BECKER, 1999). Entretanto alguns desses compostos são termo-lábeis e o desenvolvimento de variedades livres têm favorecido a introdução das tortas e farelos na dieta de ruminantes. Existem variedades não tóxicas no México, ou pelo menos, com níveis muito baixos de ésteres de forbol, que podem ser utilizadas em programas de melhoramento visando à produção de torta. Apesar da torta do pinhão-manso ser bastante rica (35% de proteínas, 30% de P₂O₅, 31% de K₂O, 11% de CaO, 16% de MgO, além de 23% de fibras e 15% de lignina), a presença de fatores antinutricionais e tóxicos inviabilizam seu uso como ração animal, porém, depois de passar por um processo de destoxicação pode ser utilizada como ração animal (ARRUDA *et al.*, 2004). O pinhão-manso apresenta boa conservação da semente colhida, podendo se tornar grande produtora de matéria prima como fonte opcional de combustível. Para estes autores, esta é uma cultura que pode se desenvolver nas pequenas propriedades, com a mão-de-obra familiar disponível, como acontece com a cultura da mamona, na Bahia, sendo mais uma fonte de renda para as propriedades rurais da região Nordeste.

De acordo com Arruda *et al.*, (2004) o resíduo proveniente da extração do óleo pode ser usado para recuperação de solos degradados já que é rico em NPK.

2.2. Descrição botânica da espécie

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma espécie perene, monóica, pertencente à família das euforbiáceas, a mesma da mamona (*Ricinus* sp.), mandioca (*Manihot* sp.), tungue (*Aleurites fordii*) e seringueira (*Hevea* spp.) (CORTESÃO 1956). É um arbusto perene, de crescimento rápido, caducifólio. O diâmetro do tronco pode chegar acima de 20 cm em quatro anos, sob condições agrícolas favoráveis (ACHTEN *et al.*, 2008); o seu caule é liso, de lenho mole, medula desenvolvida, mas pouco resistente e com numerosas cicatrizes produzidas pela queda das folhas (CORTESÃO 1956); floema com longos canais que se estendem até as raízes, nos quais circula o látex em abundância. O seu

sistema radicular é do tipo pivotante, com uma raiz axial que pode atingir 5m de profundidade, com a formação de até 4 raízes laterais (FOILD *et al.*, 1996, HELLER 1996, DIAS *et al.*, 2007). A planta exige nutrientes em grandes quantidades, principalmente nitrogênio e potássio (LAVIOLA & DIAS 2008). As folhas são decíduas, alternadas e subopostas, filotaxia em espiral. Cordadas na base 3-5 lobadas, As folhas novas apresentam-se de coloração vermelho-vinho devido a presença de antocianinas. As folhas desenvolvidas do pinhão manso são verdes e ficam da cor castanha quando totalmente secas (SATURNINO *et al.*, 2005). Elas são esparsas e brilhantes, e alternas, em forma de palma com três a cinco lóbulos e pecioladas, com nervuras esbranquiçadas e salientes na face inferior. Estas pequenas variações no formato da folha são conforme o acesso e origem da planta.

As flores femininas apresentam ovário com três carpelos, cada um com um lóculo, que produz um óvulo com três estigmas bifurcados separados, as quais se localizam nas ramificações (DEHGAN e WEBSTER, 1979). Segundo Vasconcelos *et al.*, (2011), as flores masculinas possuem androceu com 10 estames homodínamos, ou seja, estames do mesmo tamanho, sendo estes livres entre si diferenciando-se do pinhão roxo e pinhão bravo que apresentaram monadelfia. Os estames apresentaram-se com altura aproximada ao nível das pétalas, são de inserção basifixa, onde o filete penetra a base das anteras, estas últimas encontram-se livres entre si e em número de duas tecas, denominadas bitecas. Na base do androceu podem ser encontradas cinco glândulas nectaríferas não fundidas que proporcionam néctar ao polinizador do pinhão manso. As flores masculinas apresentam-se em maior número e estão dispostas nas pontas das ramificações (DEHGAN e WEBSTER, 1979).

O fruto, por sua vez, tem como características ser capsular ovóide, com diâmetro variando de 1,5 a 3,0 cm, sendo trilocular e, via de regra, com uma semente por cavidade. É formado por um pericarpo ou casca dura e lenhosa, indeiscente, inicialmente verde, passando a amarelo, castanho e no estágio final da maturação a preto. Contém de 53 a 62% de semente e de 35 a 40% de casca e seu peso varia 1,53 a 3,0 g (DIAS *et al.*, 2007, NUNES 2007). Em frutos formados a partir de autofecundação e fecundação cruzada de *J. curcas*, a maior produção de grãos ocorreu a partir de fecundação cruzada, além de estes serem maiores e mais pesados (ABDELGAIR *et al.*, 2008).

A semente de pinhão-manso é ovalada, endospermica, de tegumento rígido, quebradiço e com presença de uma película branca cobrindo a amêndoa (Nunes 2007). Possui na parte superior uma proeminência carnuda, a carúncula, que se encontra próxima à micrópila. Na parte inferior do invólucro da semente existe uma película branca cobrindo a amêndoa; albúmen abundante, branco, oleaginoso, contendo um embrião com formato reto, cotilédones planos, foliáceose arredondados (SATURNINO *et al.*, 2005).

A semente pode ter 33,7 a 45% de cascas e 55 a 66% de amêndoa, variando conforme as condições ambientais e genotípicas. Esta fornece de 30 a 35% em casos de extração por prensagem (Arruda *et al.*, 2004; Haas *et al.*, 2000; Openshaw, 2000; Akintayo, 2004). Kaushik *et al.*, (2007) avaliaram a variabilidade de 24 procedências na Índia, indicando um papel dominante do ambiente sobre o tamanho, peso e teor de óleo de sementes de *J. curcas*. Em sua constituição fisiológica são encontrados 7,2% de água, 37,5% de óleo e 55,3% de açúcar, amido, albuminóides e materiais minerais (48% de cinzas e 4,2% de nitrogênio). A semente quando seca mede entre 1,5 e 2,0 cm de comprimento e 1,0 a 1,3 cm de largura, seu peso podendo varia de 0,5 a 0,8 g, dependendo do trato cultural.

As sementes do pinhão manso possuem a germinação do tipo epígea, ou seja, os cotilédones ficam acima do solo. São formadas duas folhas cotiledonares que são

fotossinteticamente ativas. Essas folhas diferenciam-se das definitivas por possuírem um formato oval. Durante a emergência das plântulas, muitas vezes o tegumento externo fica preso na plântula até o surgimento das folhas cotiledonares, resultando na sua posterior queda. Trata-se de uma espécie com poucos estudos e assim há necessidades de mais informações.

2.3. Centro de origem e de diversidade de *Jatropha curcas*

O verdadeiro centro de origem da espécie *Jatropha curcas*, ainda é desconhecido, no entanto, vários autores têm apontado o México e América Central como possíveis centros de origem, o que poderia ser comprovado cientificamente através de ferramentas moleculares. Germoplasmas silvestres do gênero *Jatropha* são encontrados nas Américas, África e Sul da Ásia. O gênero inclui cerca de 175 espécies com variações significativas em relação à resistência/tolerância a pragas e doenças, ao perfil dos ácidos graxos presentes no óleo, ao padrão de florescimento e frutificação.

A espécie é diplóide com $2n=2x=22$ cromossomos, de acordo com Carvalho *et al.*, (2010) e Pereira *et al.*, (2011), e foi introduzida na Índia e em partes da Ásia e da África pelos portugueses no século XVI (DEHGAN, 1984). Na Índia, 12 espécies foram registradas (PARAMATHMA *et al.*, 2004), em que dez espécies foram reunidas em Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore (PARAMATHMA *et al.*, 2007).

Martin e Mayeux (1984) identificaram o Estado do Ceará no Brasil como centro de origem. Porém, Tominaga *et al.*, (2007) relatam que apesar de alguns autores considerarem o Brasil como centro de origem do pinhão-mansão, é mais seguro considerar o México como verdadeiro centro, ainda que segundo estes autores teriam sido os índios que migraram da América do Norte para a América do Sul, há mais de 1000 anos, os responsáveis pela propagação/dispersão da espécie do México a Argentina, incluindo o Brasil. Mais tarde os navegadores portugueses levaram plantas de pinhão-mansão a pequenas ilhas e a outros continentes como África e Ásia.

Heller (1996) faz referência como provável ponto de origem e diversidade para o pinhão-mansão, o México e a América Central, assim como Rosado *et al.*, (2010). No entanto este comenta que apesar da espécie ser originária da América Central, ela vegeta espontaneamente em diversas regiões do Brasil.

Maes *et al.*, (2009) mapearam a distribuição natural de *J. curcas* no México e América Central e observaram que 95% das plantas cresceram em regiões com uma precipitação média anual acima de 944 mm. Esses autores também discutiram que em locais com chuvas na faixa de 900 a 1,200 mm.ano⁻¹ a cultura pode chegar a dobrar a produtividade, podendo produzir até 5 toneladas de grãos por hectare. De maneira geral, essa oleaginosa se desenvolve melhor em regiões de altas temperaturas médias e pluviosidade abundante (SATURNINO *et al.*, 2005, MAES *et al.*, 2009).

No Brasil, a espécie é adaptável a distintas condições de temperatura e precipitação, ocorrendo desde o nordeste, São Paulo, Paraná, Tocantins e Pernambuco (Peixoto 1973). No estado de Minas Gerais a *J. curcas* é encontrada com maior frequência no Norte do estado e no Vale do Jequitinhonha (SATURNINO *et al.*, 2005, JUHÁSZ *et al.*, 2010, DIAS *et al.*, 2012).

Yamada *et al.*, (2011) realizaram estudos do zoneamento agroecológico do pinhão-mansão e verificaram que 22,65% da região Nordeste é apta ao cultivo, 50,31% é marginal por deficiência hídrica e 14,74% inapta. Os estados de Goiás e Tocantins apresentam a maior porcentagem de áreas aptas (47,78%), seguidas pelas áreas marginais por excesso térmico e 6 deficiência hídrica (28,08%), marginais por deficiência hídrica (14,43%) e inaptas (9,37%). Segundo estes autores, o estado de Minas Gerais possui 33,91% de áreas

aptas, 32,14% de áreas marginais por deficiência hídrica, 32,61% de áreas marginais por deficiência térmica e apenas 0,24% das áreas inaptas. Este estudo não considerou condições edafoclimáticas da região Norte do país.

2.4. Citogenética e reprodução em *Jatropha curcas*

De acordo com Carvalho *et al.*, (2010) e Pereira *et al.*, (2011) *Jatropha curcas* possui é uma espécie diplóide com $2n=2x=22$ cromossomos, podendo ser encontrados, naturalmente, indivíduos tetraplóides com $2n=4x=44$ cromossomos. Conforme os primeiros autores anteriormente citados, *J. curcas* apresenta, em meiose I, 2 bivalentes em arquitetura em anel, dos 11 bivalentes presentes na espécie, Schifino-Wittmann (2001) relatam que o conhecimento do número de cromossomos ou do nível de ploidia, além de importante para a caracterização do germoplasma, é imprescindível para os trabalhos de melhoramento genético, principalmente, quando são programados cruzamentos. Segundo Carvalho *et al.*, (2010) os cromossomos da espécie são relativamente pequenos, variando de 1,71 a 1,24 μm , sendo estes dos classificados como metacêntricos e submetacêntricos.

O conteúdo de DNA de *J. curcas* foi estimado em 0,85pg (valor 2C), ou 416 Mb, apresentando, portanto, um genoma relativamente pequeno, segundo Carvalho *et al.*, (2008). Estes autores também informaram no mesmo trabalho que a média da composição de bases GC desta espécie é 38,7%.

A espécie *J. curcas* é monóica com flores masculinas e femininas na mesma inflorescência (SATURNINO *et al.*, 2005; DIAS *et al.*, 2007), sendo que estas primeiras surgem em maior número, e na extremidade da inflorescência, enquanto que as femininas surgem na base da inflorescência (DIAS *et al.*, 2007). De acordo com Raju e Ezradaman (2002) o pinhão-mansão se trata de uma espécie com modo de reprodução alógamo, no entanto, Paiva Neto *et al.*, (2010) ao estudarem sobre a biologia reprodutiva da espécie verificaram que não ocorreram problemas de autoincompatibilidade na espécie, resultando em elevados índices de fecundação independente se a flor doadora de pólen pertence à mesma inflorescência ou a outra inflorescência da mesma planta. Conforme Dias *et al.*, (2007), a polinização nesta espécie é entomófila, e realizada principalmente por abelhas, formigas, trips e moscas.

A espécie em estudo apresenta a arquitetura clássica das euforbiáceas, onde a primeira inflorescência é apical e, assim que surge, são emitidos ramos secundários, que passam a ser axilares até o surgimento de novas inflorescências, que por sua vez impedem novamente o crescimento apical, surgindo dois novos ramos, ramos terciários.

Segundo Alves *et al.*, (2008), a floração desta cultura é descontínua, isto é, as flores de uma mesma inflorescência abrem em dias diferentes, sendo que a flor feminina da primeira bifurcação do cacho abre em primeiro lugar seguida das restantes acima, favorecendo assim a polinização cruzada. Segundo Prakash *et al.*, (2007) as flores masculinas permanecem abertas por um período de 8 a 10 dias, enquanto as flores femininas durante 2 a 4 dias. A viabilidade máxima do pólen é maior nas primeiras 9 horas após o florescimento, diminuindo até últimas 33 horas, podendo-se ter pólen viável até 48 horas após o florescimento. A maior receptividade estigmática é obtida do 1º ao 4º dia, começando a decrescer a partir o 5º dia e permanecendo até o 9º dia, a partir do qual o estigma não está mais receptivo (KUN *et al.*, 2007). Devido a este tipo floração, a planta de pinhão manso apresenta frutos na mesma inflorescência de idades diferentes e níveis de deiscência (abertura), dificultando assim a colheita mecânica.

O florescimento é um dos principais estágios fenológicos para a produção de óleo de pinhão manso, uma vez que o número de flores femininas e sua fecundação determinam quantos frutos e sementes serão desenvolvidos. Não sendo uma espécie sensível ao

comprimento do dia, a floração é independente de latitude e o seu ciclo pode ser manipulado com irrigação (HELLER 1996). Contudo, o excessivo crescimento vegetativo devido à irrigação contínua pode resultar em redução na produção de grãos. O florescimento inicia-se, normalmente, após um período de dormência da planta – no Brasil, isso ocorre após o inverno, quando a temperatura e a precipitação são reduzidas. Após a indução do florescimento, este se torna contínuo por períodos prolongados, de acordo com a disponibilidade de água no solo. A limitação de nutrientes também acarreta a paralisação do florescimento (JONGSCHAAP *et al.*, 2007), Leal *et al.*, (2007) afirmam que o período de floração inclui desde a formação de botões florais até o final do período de antese das flores, e o de frutificação, desde a formação visível dos frutos até a sua queda.

De acordo com Paiva Neto *et al.*, (2010) a espécie não apresenta problemas de auto-incompatibilidade, resultando em elevados índices de fecundação nos processos de geitonogamia, independente se a flor doadora de pólen pertence à mesma inflorescência ou a outra inflorescência da mesma planta. Elevados índices de fecundação foram apresentados também com a realização de xenogamia (polinização cruzada), Solomon Raju & Ezradanam (2002) obtiveram 96 e 77% de fecundação e desenvolvimento de frutos de pinhão manso ao realizarem processos de xenogamia e geitonomia, respectivamente. Bhattacharya *et al.*, (2005) relatam valores inferiores de taxa de fecundidade natural (50%) em comparação à encontrada por Paiva Neto *et al.*, (2010).

2.5. Recursos genéticos no gênero *Jatropha*

Os recursos genéticos são definidos como a fração da biodiversidade que tem previsão de uso atual ou potencial. Estes recursos compreendem as variedades tradicionais, variedades melhoradas, linhas avançadas e espécies, (GIACOMETTI, 1993).

Nos programas de melhoramento de plantas a informação quanto à diversidade genética dentro de uma espécie é essencial para o uso racional dos recursos genéticos (LOARCE *et al.*, 1996). O conhecimento da diversidade genética entre um grupo de genitores é importante, sobretudo para identificar combinações híbridas de maior heterozigose e de maior efeito heterótico. Maurya & Singh (1977) relatam que devem ser usados, em programa de melhoramento, genitores com ampla diversidade genética para caracteres de interesse visando produzir melhores tipos segregantes. O uso de genitores com insuficiente diversidade genética na formação de populações para hibridação reduz a variabilidade genética quanto aos caracteres quantitativos (FEHR, 1987).

O gênero *Jatropha* pertencente à família Euphorbiaceae, possui cerca de 175 espécies (MABBERLEY, 1987). As principais espécies do gênero são: *J. aconitifolia*, *J. cuneata*, *J. curcas*, *J. gossypifolia*, *J. integerrima*, *J. multifida*, *J. podagrica* e *J. phyllacantha*.

Híbridos naturais são encontrados no gênero *Jatropha*, como por exemplo, a espécie *J. tanzorensis*, que se trata de um híbrido entre as espécies *J. curcas* e *J. gossypifolia*, cuja ocorrência se dá na Índia (PRABAKARAN e SUJATHA, 1999).

As espécies *J. mollissima* e *J. gossypifolia*, conhecidas popularmente como pinhão-bravo e pinhão-roxo, respectivamente, foram utilizadas, por Rocha e Dantas (2009), como potenciais inibidores de microrganismos patogênicos. A espécie *J. mollissima*, atualmente, é utilizada como porta-enxerto de pinhão-manso, visto que esta, ao contrário desta última espécie citada, possui conhecida resistência ao fungo *Lasiodiplodia theobromae*. De acordo com Freire e Parente (2005) a espécie *J. podagrica*, conhecida popularmente como tártago, perna-inchada e batata-do-inferno, também é susceptível ao patógeno em questão.

Oliveira *et al.* (2010) ao analisarem sementes de pinhão manso, colhidos de plantas nativas nos municípios de Nova Porteira - MG e Tianguá - CE, observaram que as sementes provenientes de plantas nativas de pinhão-manso do município de Tianguá - CE, mostram-se mais resistentes à salinidade que as oriundas de Nova Porteira - MG. No entanto, ambas as procedências de pinhão-manso sofrem atraso na fase inicial de crescimento quando submetidas às condições de estresse salino. Assim sendo, em condições salinas é recomendado sementes provenientes de plantas nativas de pinhão-manso do município de Tianguá - CE.

De acordo com Tanya *et al.*, (2011) a maior parte dos acessos de *Jatropha* possuem altas concentrações de ésteres de fórbol, molécula esta que possui atividade cancerígena. Existem no México acessos que apresentam baixas concentrações de ésteres de fórbol, sendo estes utilizados na alimentação da comunidade local. Comumente classifica-se estes acessos tóxicos e não-tóxicos. De acordo com Ghosh *et al.*, (2007) e Makkar *et al.*, (2008), estes acessos não são distinguidos morfológicamente.

2.6. Aspectos agronômicos de *Jatropha curcas*

O interesse no conhecimento agronômico da cultura é cada vez maior, visando à seleção e o aprimoramento de variedades mais produtivas e economicamente viáveis, principalmente devido ao alto potencial na produção de óleo para fabricar o biodiesel, pois produz, no mínimo, duas toneladas de óleo por hectare, levando de três a quatro anos para atingir a idade produtiva, que pode se estender por 40 anos (CARNIELLI, 2003; NUNES, 2007).

Segundo Carnielli (2003) o teor de óleo nas sementes pinhão manso pode variar entre 35 a 57 % e podem produzir entre duas a quatro toneladas de óleo por hectare/ano, Essa característica coloca a espécie em estudo em uma posição promissora entre as oleaginosas para a produção de biodiesel.

De acordo com Freire *et al.*, (2010) a espécie pode ser utilizada na conservação do solo, porque evita erosão e perda de água por evaporação, além de ser um fertilizante natural. Quando retirado o óleo, o bagaço que sobra pode ser utilizada como adubo orgânico e fertilizante, e a casca na fabricação de papel ou como carvão vegetal, destinado a produção de energia. As sementes não são comestíveis, nem levadas por pássaros ou animais, porque são altamente tóxicas, não prejudicando outras plantações ou áreas.

A torta, que contém ainda aproximadamente 8% de óleo, é re-extraída com solventes orgânicos, geralmente hexano, sendo o farelo residual ensacado para aproveitamento como fertilizante natural, em virtude dos teores elevados de nitrogênio, fósforo e potássio (PURCINO, 1986).

Em pesquisa realizada avaliando-se o potencial de óleo extraído do albúmen, constatou-se uma variação de até 3% no teor de óleo entre as diversas extrações. Os fatores contribuintes para esta variação podem estar relacionados com a variabilidade genética das sementes, condições de cultivo, estado de maturação e conservação dos frutos (MELO *et al.*, 2006).

2.7. Melhoramento genético de *Jatropha curcas*

O rendimento de óleo no cultivo de pinhão-manso é uma das características de maior interesse no melhoramento da espécie. Os componentes físicos que contribuem para o rendimento de óleo por hectare são: número de flores pistiladas por número inflorescência e subsequente de frutos por planta, número de sementes por fruto, peso de 1,000 sementes, o conteúdo de óleo de sementes e plantas por hectare (HELLER,1996).

Considerando o melhoramento genético, o ideótipo que se deseja para o pinhão-manso é uma planta que possua maior teor de óleo nas sementes; maior número de flores pistiladas na inflorescência; maior número de sementes por genótipo; maior número de sementes por fruto; maior peso de sementes; maturação uniforme dos frutos e sementes; menor altura de plantas; genótipos com menor toxicidade ou não tóxicos; maior tolerância a salinidade e alumínio e resistência e/ou tolerância a pragas e doenças.

As estratégias de melhoramento são baseadas em estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos populacionais que permitem inferir sobre o controle genético dos caracteres, a comparação entre métodos de seleção e a estimação do progresso genético esperado com a seleção. Essas estimativas podem ser obtidas utilizando-se componentes de médias e ou variâncias. O emprego da variância é preferido, uma vez que o uso de médias pode conduzir a conclusões errôneas, já que neste caso, se os alelos dominantes atuarem em sentidos opostos em dois locos quaisquer, o efeito final é nulo. Quando se utiliza a variância, os efeitos de cada loco são elevados ao quadrado, não havendo possibilidade de eles se anularem, como no caso de uso de médias, apesar de possuir um maior erro associado à sua estimativa. A variância permite, ainda, que sejam estimadas a herdabilidade e o ganho esperado com a seleção (RAMALHO *et al.*, 1993). As estimativas das variâncias genéticas são realizadas, em grande parte, utilizando-se progênies de meios-irmãos, de onde estimam-se a variância genética aditiva, a herdabilidade e o ganho por seleção (CARVALHO *et al.*, 2003).

No caso de plantas perenes, a obtenção destas estimativas é ainda mais importante do que em plantas anuais, porque, devido ao longo ciclo dessas espécies, a decisão dos melhoristas deve ser a mais precisa possível. Por isso, é necessário que os experimentos de campo sejam bem delineados e bem conduzidos, a fim de se obter estimativas confiáveis (BISON, 2004).

De acordo com Cruz e Carneiro (2003) durante a seleção de plantas, o melhorista sempre se preocupa com a sua tomada de decisão, ou seja, se preocupa em estabelecer a superioridade relativa de indivíduos ou famílias feita com base apenas na informação fenotípica. Dessa forma, uma família pode apresentar média ligeiramente superior à de outra, sem que necessariamente essa superioridade seja devida a fatores genéticos. E conforme os mesmos autores acima citados, a situação pode ser tranquilizadora quando o valor fenotípico traduz o valor genotípico do material genético estudado, de forma que as comparações realizadas com base em valores fenotípicos mensuráveis reflitam as diferenças verdadeiramente genéticas. Como é a herdabilidade que quantifica essas relações, entende-se que a sua estimação seja ferramenta indispensável no processo de melhoramento genético de caracteres quantitativos. Assim sendo, a estimação da herdabilidade é de suma importância para uma correta decisão em termos da escolha de famílias ou plantas individuais a serem selecionadas no programa de melhoramento de pinhão-manso.

Neste contexto, os testes de progênies, são instrumentos importantes para o trabalho do melhorista, tendo sido usados na estimação de parâmetros genéticos e seleção de indivíduos, quando se procura avaliar a magnitude e a natureza da variância genética disponível, com vistas a quantificar e maximizar os ganhos genéticos, utilizando-se procedimento de seleção adequado (COSTA *et al.*, 2006). Na Índia, a hibridação entre várias espécies de *Jatropha* é realizada com o objetivo de desenvolver híbridos e variedades com teor de óleo superior e adaptadas a solos improdutivos para reflorestamento (PARAMATHMA *et al.*, 2007).

Para se alcançar sucesso em qualquer programa de melhoramento em que se deseja selecionar famílias e/ou indivíduos superiores, é necessário que o melhorista possua uma

coleção base de plantas nas quais apresente uma razoável variabilidade genética disponível, ou seja, é necessário que na população base se tenha genótipos divergentes, afim de que aumente a probabilidade de seleção de genótipos superiores.

Informações sobre estimativas de herdabilidade, ganhos de seleção, variâncias aditivas e de desvio de dominância, entre outros parâmetros, são de grande importância na condução de programas de melhoramento genético de plantas. Conforme Cruz e Carneiro (2006) a obtenção de estimativas de parâmetros genéticos é fundamental por permitir identificar a natureza da ação dos diferentes genes envolvidos no controle dos caracteres quantitativos e avaliar a eficiência de diferentes estratégias de melhoramento para obtenção de ganhos genéticos e manutenção de uma base genética adequada.

Em algumas espécies de plantas, o número de anos para se completar um ciclo de seleção é o principal entrave dos programas de seleção. Deve-se, então, utilizar alternativas que visem à diminuição do tempo necessário para completar um ciclo de seleção, ou seja, promover a seleção na idade juvenil (PEREIRA *et al.*, 1997). Apesar de ainda não se ter muitos dados sobre características de produção em pinhão-manso, sabe-se que estas podem estar correlacionadas com caracteres vegetativos tomados na fase juvenil, assim como ocorre em outras espécies perenes, como, por exemplo, em açaí (FARIAS NETO *et al.*, 2005) e pupunha (NOGUEIRA *et al.*, 2004) para as variáveis presença de cachos; altura do primeiro cacho; diâmetro da planta à altura do colo e altura de planta. Ginwal *et al.*, (2004) também relataram a ocorrência de variabilidade genética entre dez acessos de pinhão-manso, e altos valores de herdabilidade no sentido amplo para altura de planta e diâmetro do caule. Estudos realizados por Ginwal *et al.*, (2005) mostraram considerável variabilidade genética em relação à morfologia da semente, germinação e características de crescimento das mudas.

De acordo com Laviola *et al.*, (2009) os genótipos de pinhão-manso usados nos plantios comerciais são geneticamente desconhecidos, não existindo ainda cultivares melhorados, sobre os quais se tenha informações e garantias do potencial de produção nas diversas regiões brasileiras produtoras. Como o pinhão manso é uma espécie ainda não domesticada (NERY *et al.*, 2009), devido a inexistência de cultivares definidas, os trabalhos de melhoramento estão em fase inicial de desenvolvimento e a literatura fornece apenas resultados iniciais relacionados à divergência genética entre acessos de pinhão, como os desenvolvidos na Índia por Ginwal *et al.*, (2004), Ginwal *et al.*,(2005), Kaushik *et al.*, (2007) e Rao *et al.*, (2008), e no Brasil por Abreu *et al.*, (2009).

3. MATERIAL E MÉTODO

O presente trabalho foi constituído basicamente de duas etapas distintas. São elas: ETAPA I – Análises das plantas em casa de vegetação quanto a aspectos morfológicos, através de análises de variância, testes de médias e correlação; e ETAPA II – Análises das plantas em campo, quanto a aspectos morfológicos e de produção, através de análises de variância, testes de médias e de regressão, e também, por meio da estimação de parâmetros genéticos.

3.1. Local do experimento

Todo o trabalho foi realizado no campo experimental do Departamento de Fitotecnia, pertencente ao Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizado no município de Seropédica (22°44'38"S, 43°42'28"W) no Estado do Rio de Janeiro.

3.2. Material vegetal: origem e obtenção das progênies

Após caracterização das plantas de pinhão-manso presentes na Coleção de Germoplasma do Departamento de Fitotecnia da UFRRJ, foram selecionadas 10 plantas individuais utilizadas como genitores maternos, de melhor performance agrônômica e de maior precocidade na produção de sementes. Destes genitores coletou-se sementes provenientes de polinização aberta, obtendo-se assim, famílias de meios-irmãos. Após a coleta de sementes nas mesmas, estas foram identificadas conforme progênie, e acondicionadas em sacolas de papel e armazenadas em câmara fria.

O experimento foi composto por 10 progênies, obtidas, conforme descrito anteriormente, e codificadas como UFRRJ/PM01 (Genitor materno código 002/procedência: Petrolina, PE), UFRRJ/PM02 (Genitor materno código 346/procedência: Janaúba, MG), UFRRJ/PM03 (Genitor materno código 355/procedência: Bom Jardim, RJ), UFRRJ/PM04 (Genitor materno código 383/procedência: Rio Verde, GO), UFRRJ/PM05 (Genitor materno código 858/procedência: Janaúba, MG), UFRRJ/PM06 (Genitor materno código 860/procedência: Janaúba, MG), UFRRJ/PM07 (Genitor materno código 869/procedência: Janaúba, MG), UFRRJ/PM08 (Genitor materno código 872/procedência: Janaúba, MG), UFRRJ/PM09 (Genitor materno código 874/procedência: Janaúba, MG) e UFRRJ/PM10 (Genitor materno código 875/procedência: Janaúba, MG).

3.3. ETAPA I – Análises das plantas em casa de vegetação

3.3.1. Quanto à germinação

Semeio em bandejas de polietileno, germinação e parâmetros estimados quanto a germinação

Foram semeadas, em 21 de outubro do ano de 2011, 96 sementes por progênie em bandejas de polietileno contendo substrato comercial. Neste experimento utilizou-se o delineamento estatístico em blocos ao acaso com 3 repetições, tendo 32 sementes por parcela experimental.

As variáveis avaliadas neste momento foram a velocidade de germinação e a porcentagem de germinação em cada progênie.

O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) foi calculado a partir da obtenção da contagem de plântulas normais, computadas a cada dia de contagem em cada progênie, empregando-se o estimador apresentado abaixo:

$$IVG_{\text{Progênie}} = (G_1/N_1) + (G_2/N_2) + (G_n/N_n)$$

Onde:

IVG = Índice de velocidade de Germinação da progênie (sementes.dia⁻¹);

G₁, G₂, G_n = número de sementes germinadas computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem; e

N₁, N₂, N_n = número de dias da semente à primeira, segunda e à última contagem.

Foram realizadas nove avaliações, iniciando-se no dia 27 de outubro de 2011, quando na emergência da primeira plântula. Este índice foi feito separadamente para cada uma das progênies de pinhão-manso em estudo.

O cálculo da porcentagem de germinação foi feito através do número de sementes que germinaram pelo número total de sementes colocadas para germinar de cada uma das 10 progênies estudadas, este sendo realizado ao final da última avaliação de contagem utilizada para o cálculo do IVG. O resultado obtido foi multiplicado por 100 para obter o valor em porcentagem.

3.3.2. Comportamento das progênies em casa de vegetação

3.3.2.1. Repicagem para sacolas plásticas e delineamento experimental

Após 30 dias da germinação, as plântulas foram transferidas para sacolas plásticas com dimensão de 26 cm x 26 cm, contendo substrato na proporção de 3:3:3 (areia:esterco bovino:terrinha).

As plantas foram dispostas em delineamento em blocos ao acaso com 3 repetições, tendo 15 plantas por parcela experimental.

3.3.2.2. Número de avaliações e variáveis analisadas

Após 60 dias da repicagem para a sacola, iniciou-se avaliações quinzenais, totalizando 4 avaliações em casa de vegetação. As variáveis analisadas foram:

- tamanho do pecíolo (TMP): através da média de cinco mensurações dos pecíolos das folhas completamente desenvolvidas localizadas na região mediana do caule, unidade utilizada centímetro;
- número de folhas completamente desenvolvidas (NFD): através da contagem de todas as folhas completamente desenvolvidas;
- largura de folha completamente desenvolvida (LAF): através da média da medição de cinco largura de folhas completamente desenvolvidas da região mediana do caule da planta; unidade utilizada centímetro;

- comprimento de folha completamente desenvolvida (COF): através da média da medição de cinco comprimento de folhas completamente desenvolvidas da região mediana do caule da planta; unidade utilizada centímetro;
- ângulo de inserção da folha (AIFc): através da média de cinco mensurações do ângulo de inserção das folhas completamente desenvolvidas localizadas na região mediana do caule no caule, unidade utilizada graus celsius;
- comprimento/ largura de folha (CLF): através da relação obtida da razão entre o valor do *comprimento da folha* pelo valor da *largura da folha* (ambos citados anteriormente);
- altura de plantas (APJ): através da medição do colo da planta até o ramo mais alto; unidade utilizada centímetro;
- diâmetro de caule (DCA), através da utilização do paquímetro digital da marca DIGIMESS, mensurado a 5 cm do solo, unidade utilizada milímetro; e
- número de ramos (NDR): através da contagem do número de ramos totais da planta.

3.3.2.3. Análise dos dados

Foram analisados previamente a consistência dos dados obtidos em casa de vegetação, a fim de certificar que todos os dados submetidos à análise da variância (ANOVA) seguem todas as pressuposições requeridas para tal análise.

Vale-se dizer que os dados da variável número de ramos (NDR) para o cálculo da ANOVA e da média foram transformados, através da fórmula \sqrt{x} , já das demais variáveis foram utilizadas os dados reais.

Abaixo, encontra-se o modelo estatístico utilizado na presente análise.

$$Y_{ijk} = \mu + (b/a)_{jk} + g_i + a_j + ga_{ij} + \varepsilon_{ijk}, \text{ onde...}$$

μ = média geral;

b_j = efeito do k-ésimo bloco ($k = 1, 2 \dots r$);

a_j = efeito do j-ésimo ambiente ($j = 1, 2 \dots a$);

g_i = efeito do i-ésimo genótipo ($i = 1, 2 \dots g$); e

ε_{ijk} = efeito aleatório ambiental existente entre parcelas;

Segue abaixo o esquema da análise de variância com as respectivas esperanças de quadrados médios, conforme Cruz e Carneiro (2003).

QUADRO 1 – Esquema da análise de variância de experimento em blocos casualizados, considerando-se os efeitos de genótipo e época como efeitos fixos,

FV	GL	E(QM)	F
Blo/Epo	$(b-1) \times a$	$\Phi^2 + g \cdot \Phi^2_b$	-
Épo	$a - 1$	$\Phi^2 + g \cdot \Phi^2_b + g \cdot r \cdot \Phi^2_a$	QM_A/QM_B
Progênie	$g - 1$	$\Phi^2 + a \cdot r \cdot \Phi^2_g$	QM_G/QM_R
Prog x Épo	$(g - 1) \times (a - 1)$	$\Phi^2 + r \cdot \Phi^2_{ga}$	QM_{GA}/QM_R
Res	$(g-1) \times (b-1) \times a$	Φ^2	-

Blo= bloco; Prog= progênie; Epo= época; Res= resíduo; Φ^2 = variância ambiental; Φ^2_g = variância genotípica entre as médias de progênies; Φ^2_b = variância ambiental proporcionada pelas diferenças entre blocos; g= número total de genótipos; n= número de parcela por genótipo em um bloco; r= número de blocos

Parâmetros genéticos

Com as estimativas obtidas a partir das análises de variância, foram calculados para cada variável os seguintes parâmetros genéticos:

- Coeficiente de determinação genotípico (H^2)
 $H^2 = (QMg - QMr) / QMg$
- Coeficiente de variação genotípico (CV_g)
 $CV_g = (100 \sqrt{\sigma_g^2}) / \mu$
- Coeficiente de variação experimental (CV_e)
 $CV_e = (100 \sqrt{\sigma_e^2}) / \mu$
- Índice de variação (IV_g)
 $IV_g = CV_g / CV_e$

Teste de média

Foi realizado o teste de DMS-t a 5% de probabilidade, conforme estimador abaixo mencionado:

Duas médias A e B, respectivamente, obtidas de r_A e r_B repetições, foram comparadas pela relação:

$$t = \frac{A - B}{\sqrt{QME * \left(\frac{2}{r}\right)}}$$

Onde:

QME = o quadrado médio do erro, estimado pela análise de variância.

As médias comparadas por este teste foram diferentes estatisticamente quando o valor calculado de t foi maior que aquele tabelado segundo os graus de liberdade do erro.

O valor da diferença mínima significativa (DMS) foi dada por:

$$DMS = t * \sqrt{\left(\frac{QME}{r_A}\right) + \left(\frac{QME}{r_B}\right)}$$

Estimação de matrizes de correlações

Para a estimação matriz de correlação residual entre as variáveis avaliadas em casa de vegetação foi utilizado o programa estatístico GENES (Cruz, 2006), onde foi considerado significativo os valores maiores que r , este sendo obtido por:

$$r = \sqrt{\frac{t^2}{GLres + t^2}}$$

Onde:

r = valor mínimo significativo

t^2 = nível de significância

GL_{res} = grau de liberdade do resíduo

3.4. ETAPA II – Análises das plantas em campo

3.4.1. Plantio das mudas no campo e delineamento experimental

O solo no qual o experimento foi instalado é um Planossolo Háplico de textura arenosa de baixada com duas estações climáticas definidas no ano, onde o inverno apresenta baixa precipitação, enquanto que no verão o oposto se evidencia. O município de Seropédica (22°45' S, 43°41' W, altitude: 33 m.s.n.m) está localizado na região metropolitana do município do Rio de Janeiro (RAMOS *et al.*, 1973). O clima da região enquadra-se no tipo Aw da classificação de Köppen, sendo caracterizado pela alternância de estação chuvosa no verão e seca no inverno, com precipitação anual da ordem de 1.200, mm, com temperatura média anual de 24,7 ° Celsius (MARTORANO *et al.*, 1997). Três meses antes do plantio das mudas no campo foi realizada calagem para correção da acidez do solo, a uma profundidade de 20 cm, sendo que a primeira aplicação ocorreu antes da aração, e a segunda, na gradagem.

O transplantio das mudas da casa de vegetação para o campo foi após a quarta avaliação das plantas em casa de vegetação, e também quando estas atingiram uma média de 35 cm de altura em casa de vegetação. O transplantio foi realizado no mês de fevereiro do ano de 2012.

Após correção da acidez do solo, as 10 progênies foram plantadas seguindo o delineamento em blocos ao acaso, contendo 3 repetições e 15 plantas, por progênie, por parcela, totalizando assim 450 plantas no experimento. O espaçamento utilizado foi de 2,5 metros entre plantas dentro da fileira e 3,0 metros entre fileiras. Portanto, foi utilizada uma área de 3.375 m², ou aproximadamente, 0,34 hectares. Todas as adubações, tanto de plantio quanto de manutenção foram conforme as recomendações para a cultura (SILVA, 2006).

3.4.2. Variáveis analisadas

3.4.2.1. Aspectos morfológicos

Segue abaixo as variáveis analisadas:

- ângulo de inserção da folha (AIFc), através da média de cinco mensurações do ângulo de inserção das folhas completamente desenvolvidas localizadas na região mediana do caule no caule, unidade utilizada graus célsius ;
- altura de plantas (APJ), através da medição do colo da planta até o ramo mais alto; unidade utilizada centímetros;
- diâmetro de caule (DCA), através da utilização do paquímetro digital da marca DIGIMESS, mensurado a 5 cm do solo, unidade utilizada milímetro;
- número de ramos (NDR), através da contagem do número de ramos totais da planta; e

- Tamanho médio de entrenó (MECc) - através da média de cinco mensurações de entrenós localizados na região mediana da planta.

3.4.2.2. Aspectos ligados a produção

Segue abaixo as variáveis analisadas:

- *Número de frutos (NFR)* - Avaliado a partir do 1º (primeiro) ciclo reprodutivo das plantas de cada progênie. O número de frutos por progênie foi obtido pela quantificação do número total de frutos produzidos por bloco;
- *Peso médio de frutos (PFR)* - Avaliado a partir do 1º (primeiro) ciclo reprodutivo das plantas de cada progênie. O peso de frutos por progênie foi obtido pela média do peso de todos os frutos em relação ao número total de frutos produzidos de todas as plantas de cada progênie por bloco. A média do peso de frutos por progênie (em g) foi dada pela divisão do valor da soma do peso de todos os frutos, pesados na fase amarela de maturação, pelo número total de frutos produzidos da progênie por bloco;
- *Comprimento do fruto (CFR)* - Avaliado a partir do 1º (primeiro) ciclo reprodutivo das plantas de cada progênie. O comprimento do fruto foi obtido pela média do comprimento de 50 frutos amarelos (maduros) de diferentes ramos de cada planta de cada progênie por bloco. A média do comprimento de frutos (em cm) foi dada pela divisão do valor da soma do comprimento de todos os frutos mensurados pelo número total de frutos avaliados da progênie por bloco;
- *Largura do fruto (LFR)* - Avaliada a partir do 1º (primeiro) ciclo reprodutivo das plantas de cada progênie. A largura média do fruto foi obtida pela média da largura de 50 frutos amarelos (maduros) de diferentes ramos de cada planta de cada progênie por bloco. A média da largura de frutos (em cm) foi dada pela divisão do valor da soma da largura de todos os frutos mensurados pelo número total de frutos avaliados da progênie por bloco;
- *Peso de frutos da colheita (PFC)* – Avaliado a partir do 1º (primeiro) ciclo reprodutivo das plantas de cada progênie. O peso total de frutos foi obtido pela soma dos pesos de todos os frutos coletados de todas as plantas por progênie por bloco, na fase amarela de maturação, produzidos ao longo dos ciclos de avaliação (em g);
- *Peso de sementes secas (PMSs)* - Avaliado a partir do 1º (primeiro) ciclo reprodutivo das plantas de cada progênie. O peso de sementes secas por progênie foi obtido pela média do peso de todas as sementes em relação ao número total de sementes produzidas. A média do peso de sementes secas por progênie (em g) foi dada pela divisão do valor da soma do peso de todas as sementes, pesadas com baixo teor de umidade (após secagem durante 3 dias a uma temperatura de 35°C em estufa), pelo número total de sementes produzidas.

- *Número de sementes por fruto (NSF)* - Avaliado a partir do 1º (primeiro) ciclo reprodutivo das plantas de cada progênie. O número de sementes por fruto foi obtido pela média do número de sementes produzidas em 10 frutos por planta de cada progênie por bloco. A média do número de sementes por fruto foi dada pela divisão do valor da soma de todas as sementes produzidas pelo número total de frutos avaliados;

$$NSF = \frac{NSE}{NFR}$$

- *Número de sementes (NSE)* - Avaliado a partir do 1º (primeiro) ciclo reprodutivo das plantas de cada progênie. O número de sementes por progênie foi obtido pela quantificação do número total de sementes produzidas por progênie por bloco;

- *Comprimento da semente (CMS)* – Avaliado a partir do 1º (primeiro) ciclo reprodutivo das plantas de cada progênie. O comprimento da semente foi obtido pela média do comprimento de 50 sementes por planta de cada progênie em cada bloco. A média do comprimento de sementes (em cm) foi dada pela divisão do valor da soma do comprimento de todas as sementes mensuradas pelo número total de sementes avaliadas;

- *Largura da semente (LSE)* - Avaliada a partir do 1º (primeiro) ciclo reprodutivo das plantas de cada progênie. A largura da semente foi obtida pela média da largura de 50 sementes por planta de cada progênie em cada bloco. A média da largura de sementes (em 12 cm) foi dada pela divisão do valor da soma da largura de todas as sementes mensuradas pelo número total de sementes avaliadas;

- *Peso Médio de Sementes (PMS)* - É a razão entre *peso de sementes por progênie* e *número de sementes por progênie* (g); e

$$PMS = \frac{PGP}{NSE}$$

- *Produção de Grãos (PGP)* - É a multiplicação do *número de sementes por progênie* e o *peso médio de sementes* (g).

$$PGP = NSP \times PMS$$

3.4.3. Épocas de avaliação

As avaliações relacionadas aos aspectos vegetativos foram iniciadas dois meses após o plantio das mudas no campo, em fevereiro do ano de 2012, e os reprodutivos logo após o início da idade reprodutiva dos genótipos, ou seja, após a emissão das primeiras inflorescências.

3.4.4. Análise dos dados

3.4.4.1. Comportamento das progênies ao longo do tempo de avaliação considerando variáveis morfológicas

Foram realizadas análises de regressão para as variáveis morfológicas e de produção ao longo de 12 meses, com a frequência bimestral, esta se iniciando em abril de 2012 e finalizando em abril de 2013, totalizando assim 6 avaliações

Também foram realizadas análises de variância considerando os modelos estatísticos abaixo mencionados, sendo o primeiro modelo citado, para as variáveis morfológicas, e o segundo modelo, para as variáveis de produção. Nestas últimas o efeito de época não foi considerado.

Segue abaixo o modelo estatístico utilizado na análise das variáveis morfológicas. Vale-se dizer que os valores referentes a variável altura de planta (APJ) foram transformados via $\sqrt{(x + 0,5)}$.

$$Y_{ijk} = \mu + (b/a)_{jk} + g_i + a_j + ga_{ij} + \varepsilon_{ijk},$$

Onde:

μ = média geral;

b_j = efeito do k-ésimo bloco ($k = 1, 2 \dots r$);

a_j = efeito do j-ésimo ambiente ($j = 1, 2 \dots a$);

g_i = efeito do i-ésimo genótipo ($i = 1, 2 \dots g$);

ε_{ijk} = efeito aleatório ambiental existente entre parcelas;

Segue abaixo o esquema da análise de variância com as respectivas esperanças de quadrados médios, conforme Cruz e Carneiro (2003). Nesta análise, apenas as variáveis morfológicas foram utilizadas.

QUADRO 1 – Esquema da análise de variância de experimento em blocos casualizados, considerando-se os efeitos de genótipo e época como efeitos fixos.

FV	GL	E(QM)	F
Blo/Épo	$(b-1) \times a$	$\Phi^2 + g \cdot \Phi_b^2$	-
Épo	$a - 1$	$\Phi^2 + g \cdot \Phi_b^2 + g \cdot r \cdot \Phi_a^2$	QM_A/QM_B
Prog	$g - 1$	$\Phi^2 + a \cdot r \cdot \Phi_g^2$	QM_G/QM_R
Prog x Épo	$(g - 1) \times (a - 1)$	$\Phi^2 + r \cdot \Phi_{ga}^2$	QM_{GA}/QM_R
Res	$(g-1) \times (b-1) \times a$	Φ^2	-

Blo= bloco; Prog= progênie; Epo= época; Res= resíduo Φ^2 = variância ambiental; Φ_g^2 = variância genotípica entre as médias de progênie; Φ_b^2 = variância ambiental proporcionada pelas diferenças entre blocos; g= número total de genótipos; n= número de parcela por genótipo em um bloco; r= número de blocos

Segue abaixo o modelo estatístico utilizado na análise das variáveis ligadas a produção:

$$Y_{ik} = \mu + b_k + g_i + \varepsilon_{ik}$$

Onde,

μ = média geral;

b_j = efeito do k-ésimo bloco ($k = 1, 2 \dots r$);

g_i = efeito do i-ésimo genótipo ($i = 1, 2 \dots g$);

ε_{ik} = efeito aleatório ambiental existente entre parcelas;

As médias foram analisadas via teste DMS-t ao nível de 5% de probabilidade, com estimativas obtidas através do Programa GENES (Cruz, 2006). Segue abaixo o estimador apropriado para tal.

Duas médias A e B, obtidas de r_A e r_B repetições respectivamente, foram comparadas pela relação:

$$t = \frac{A - B}{\sqrt{QME * \left(\frac{2}{r}\right)}}$$

Onde:

QME = o quadrado médio do erro, estimado pela análise de variância.

As médias comparadas por este teste foram diferentes estatisticamente se o valor calculado de t foi maior que aquele tabelado segundo os graus de liberdade do erro. O valor da diferença mínima significativa (DMS) foi dada por:

$$DMS = t * \sqrt{\left(\frac{QME}{r_A}\right) + \left(\frac{QME}{r_B}\right)}$$

Estimou-se com base nas estimativas obtidas na análise de variância acima citada os seguintes parâmetros estatísticos:

a) Coeficiente de determinação genotípico (H^2)

$$H^2 = (QMg - QMr) / QMg$$

b) Coeficiente de variação genotípico (CV_g)

$$CV_g = (100 \sqrt{\sigma_g^2}) / \mu$$

c) Coeficiente de variação experimental (CV_e)

$$CV_e = (100 \sqrt{\sigma^2}) / \mu$$

d) Índice de variação (IV_g)

$$IV_g = CV_g / CV_e$$

Foram utilizadas na presente análise todas as variáveis aqui analisadas. Para tal os dados foram coletadas ao longo de 12 meses, iniciando-se em abril de 2012 e finalizando em abril de 2013, sendo realizadas numa frequência bimestral.

Para tentar estabelecer a equação que representa o comportamento das progênies em cada uma das variáveis em estudo, os resultados foram apresentados graficamente para verificar como se comporta os valores da variável dependente (Y) em função da variável independente (X).

Pelo Teste F e pelas estimativas do R^2 verificou-se os modelos que melhor se ajustaram para as variáveis analisadas. O R^2 foi obtido pela seguinte fórmula:

$$R^2 = \frac{SQ\ Reg}{SQ\ Total}$$

As análises foram realizadas no programa estatístico GENES (Cruz, 2006), para os cálculos foram utilizado os dados reais para todas as variáveis.

Estimação de matrizes de correlações

Foi estimada matriz de correlação residual entre os caracteres avaliados no campo. Para a estimação das correlações entre as variáveis em estudo foi utilizado o programa estatístico GENES (Cruz, 2006), onde foi considerado significativo os valores maiores que r , este sendo obtido por:

$$r = \sqrt{\frac{t^2}{GL_{res} + t^2}}$$

Onde:

r = valor mínimo significativo

t^2 = nível de significância

GL_{res} = grau de liberdade do resíduo

3.4.4.2. Comportamento das progênies considerando variáveis ligadas a produção

Neste item trabalhou-se as variáveis ligadas a produção via análises de variância e testes de médias, considerando apenas um período de colheita, que compreendeu doze meses de colheita. Estas mesmas variáveis foram submetidas também a análise de regressão considerando, intervalos bimestrais.

Segue abaixo o esquema da análise de variância com as respectivas esperanças de quadrados médios, conforme Cruz e Carneiro (2003). Nesta análise, apenas as variáveis ligadas a produção foram utilizadas.

QUADRO 2 – Esquema da análise de variância de experimento em blocos casualizados, considerando-se os efeitos de genótipo e época como efeitos fixos.

FV	GL	E(QM)	F
Blo	r-1	$\Phi^2 + g \cdot \Phi_b^2$	-
Prog	g - 1	$\Phi^2 + n.r \cdot \Phi_g^2$	QM_G/QM_R
Res	(g-1) x (r-1)	Φ^2	-

Blo= bloco; Prog= progênie; Res= resíduo Φ^2 = variância ambiental entre parcelas; Φ_g^2 = variância genotípica entre as médias de progênies; Φ_b^2 = variância ambiental proporcionada pelas diferenças entre blocos; g= número total de genótipos; n= número de parcela por genótipo em um bloco; r= número de blocos

Para as variáveis em questão foi realizado o teste DMS-t a 0,05 de probabilidade no Programa GENES (Cruz, 2006). Foi realizado como dados não transformados e dados transformado (Anexo E). Os dados foram transformados a partir do estimador $\sqrt{(x + 0,5)}$ Abaixo está mencionado o estimador utilizado no teste de média mencionado.

Duas médias A e B, obtidas de r_A e r_B repetições respectivamente, foram comparadas pela relação:

$$t = \frac{A - B}{\sqrt{QME * \left(\frac{2}{r}\right)}}$$

Onde:

QME = o quadrado médio do erro, estimado pela análise de variância.

As médias comparadas por este teste foram diferentes estatisticamente se o valor calculado de t foi maior que aquele tabelado segundo os graus de liberdade do erro.

O valor da diferença mínima significativa (DMS) foi dada por:

$$DMS = t * \sqrt{\left(\frac{QME}{r_A}\right) + \left(\frac{QME}{r_B}\right)}$$

Com base nas estimativas obtidas a partir das análises de variância, foram calculados para cada variável os seguintes parâmetros estatísticos:

a) Coeficiente de determinação genotípico (H^2)

$$H^2 = (QMg - QMr) / QMg$$

b) Coeficiente de variação genotípico (CV_g)

$$CV_g = (100 \sqrt{\sigma_g^2}) / \mu$$

c) Coeficiente de variação experimental (CV_e)

$$CV_e = (100 \sqrt{\sigma^2}) / \mu$$

d) Índice de variação (IV_g)

$$IV_g = CV_g / CV_e$$

Estimação de matrizes de correlações

Foi estimada a matriz de correlação residual entre os caracteres ligados a produção, bem como a correlação destes com os caracteres morfológicos citados no item anterior (3.4.4.1), sendo que apenas a última análise morfológica foi utilizada para a estimativa da correlação. Para a estimativa das correlações entre as variáveis em estudo foi utilizado o programa estatístico GENES (Cruz, 2006), onde foi considerado significativo os valores maiores que r , este sendo obtido por:

$$r = \sqrt{\frac{t^2}{GL_{res} + t^2}}$$

Onde:

r = valor mínimo significativo

t^2 = nível de significância

GL_{res} = grau de liberdade do resíduo

Regressão linear

Na presente análise todas as variáveis analisadas foram utilizadas. Para tal, os dados foram coletadas ao longo de 12 meses, iniciando-se em abril de 2012 e finalizando em abril de 2013.

Para as variáveis relacionadas a produção a coleta de dados foi realizada três vezes na semana durante o tempo mencionado anteriormente. No entanto os dados foram agrupados e dispostos bimestralmente, assim como para as variáveis morfológicas.

Para tentar estabelecer a equação que representa o comportamento das progênes em cada uma das variáveis em estudo, os resultados foram apresentados graficamente para

verificar como se comporta os valores da variável dependente (Y) em função da variável independente (X).

Pelo Teste F e pelas estimativas do R^2 verificou-se os modelos que melhor se ajustaram para as variáveis analisadas. O R^2 foi obtido pela seguinte fórmula:

$$R^2 = \frac{SQ_{Reg}}{SQ_{Total}}$$

As análises foram realizadas no programa estatístico GENES (Cruz, 2006), para os cálculos foram utilizado os dados reais para todas as variáveis.

3.4.4.3. Estimação dos parâmetros genéticos

Os dados utilizados nesta análise foram os referentes apenas a última avaliação, que ocorreu no mês de abril de 2013.

Modelo estatístico-genético

O modelo estatístico utilizado será conforme descrito abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + B_j + \varepsilon_{ij} + \delta_{ijk}$$

onde,

μ = média geral;

G_i = efeito da i-ésima família ($i = 1, 2 \dots g$);

B_j = efeito do j-ésimo bloco ($j = 1, 2 \dots r$);

ε_{ij} = efeito aleatório ambiental existente entre parcelas;

δ_{ijk} = efeito aleatório existente entre plantas dentro das parcela.

Segue abaixo o esquema da análise de variância com as respectivas esperanças de quadrados médios, conforme Cruz e Carneiro (2003).

Quadro 3– Esquema da análise de variância de experimento em blocos casualizados com informação de plantas dentro das parcelas.

FV	GL	QM	E(QM)
Blo	$r - 1$	QM_B	$\Phi_d^2 + n. \Phi_e^2 + n.g. \Phi_b^2$
Prog	$g - 1$	QM_G	$\Phi_d^2 + n. \Phi_e^2 + n.r. \Phi_g^2$
Entre parcelas	$(g - 1) \times (r - 1)$	QM_E	$\Phi_d^2 + n. \Phi_e^2$
Dentro de parcelas	$(n - 1) \times g \times r$	QM_D	Φ_d^2

Blo= bloco; Prog= progênie; Φ_d^2 = variância fenotípica entre plantas dentro de parcelas; Φ_e^2 = variância ambiental entre parcelas; Φ_g^2 = variância genotípica entre as médias de progênies; Φ_b^2 = variância ambiental proporcionada pelas diferenças entre blocos; g= número total de genótipos; n= número de parcela por genótipo em um bloco; r= número de blocos

Foi utilizado o modelo fixo, diferenciando das demais análises do estudo, pois neste caso o objetivo foi somente estimar os parâmetros genéticos.

Estimação dos parâmetros genéticos

A estimação dos parâmetros genéticos será conforme a estratégia de seleção a ser adotada, onde σ_g^2 será $1/4$ de σ_a^2 . A seleção poderá ser efetuada das seguintes formas:

✚ Seleção entre médias de famílias, onde $h^2 = \sigma_g^2 / [QM_G / n \times r]$;

- ✚ Seleção dentro de família, ou entre plantas dentro da família selecionada, onde $h^2 = 3x\sigma_g^2/4x\sigma_d^2$;
- ✚ Seleção massal estratificada, onde $h^2 = 4x\sigma_g^2 / [\sigma_e^2 + \sigma_d^2 + \sigma_g^2]$; e/ou
- ✚ Seleção massal no experimento, onde $h^2 = 4x\sigma_g^2 / [\sigma_b^2 + \sigma_e^2 + \sigma_d^2 + \sigma_g^2]$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Comportamento das progênies em casa de vegetação

4.1.1. Quanto à germinação

Não foi observada diferença estatística significativa na fonte de variação progênies para as variáveis porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (Tabela 1), isto é, as progênies se comportaram igualmente nestas variáveis.

Tabela 1. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) de 10 progênies de pinhão manso avaliadas em casa de vegetação no mês de novembro de 2011.

FV	GL	Porcentagem de germinação	IVG (sementes.dia ⁻¹)
Blo	2	131,21	0,71
Prog	9	376,87 ^{ns}	0,73 ^{ns}
Res	18	356,11	0,89
\bar{x}		69,79	2,86
CV%		27,04	32,97

^{ns} não há diferença estatística significativa; Blo= bloco; Prog= progênie; Res= resíduo; \bar{x} = média e CV(%)= coeficiente de variação experimental

Com base nos dados apresentados nas Tabelas 1 e 2 observa-se que a média geral de germinação foi de 69,79% e o índice de velocidade de germinação (IVG) foi de 2,86 sementes germinadas por dia por bloco das progênies de pinhão-manso testadas. A correlação simples estimada entre as duas variáveis acima citadas foi de 88,59%, com diferença estatística significativa pelo Teste “t” ao nível de 1% de probabilidade.

Regra geral, a espécie levou um período de 5 a 35 dias para dias para germinar e emitir plântulas. De acordo com Oliveira & Pereira (1987), Añez *et al.* (2005) e Nunes *et al.* (2009), ao trabalharem com *J. mollissima*, *J. elliptica* e *J. curcas*, respectivamente, verificaram que o tempo de desenvolvimento da plântula variou de 7 a 16 dias, 20 a 32 e 15 a 30 dias, respectivamente.

Tabela 2. Porcentagem de germinação e Índice de velocidade de germinação (IVG) das 10 progênies de pinhão manso em casa de vegetação.

Progênies	Porcentagem de germinação	IVG (sementes.dia ⁻¹)
UFRRJ/PM 01	83,33a	3,38a
UFRRJ/PM 05	83,33a	3,12a
UFRRJ/PM 07	75,00ab	3,11a
UFRRJ/PM 09	73,96ab	3,52a
UFRRJ/PM 08	71,88ab	3,07a
UFRRJ/PM 02	70,83ab	2,85a
UFRRJ/PM 06	68,75ab	2,83a
UFRRJ/PM 03	67,71ab	2,62a
UFRRJ/PM 10	56,25ab	2,14a
UFRRJ/PM 04	46,87b	2,00a
\bar{x}	69,79	2,86

As progênies UFRRJ/PM 01 e UFRRJ/PM 05 alcançaram as maiores médias para germinação, ambas com 83,33% (Tabela 2). Estas duas progênies apresentaram também a

segunda e a terceira maiores médias do IVG entre as progênies, com 3,38 e 3,12 sementes germinadas por dia por bloco, respectivamente (Tabela 2). Portanto, quando estas apresentarem ótimos percentuais de germinação, apresentarão também ótimos índices de velocidade de germinação, corroborando com a estimativa obtida para correlação anteriormente declarada. Assim como no presente estudo, Juhász *et al.* (2009) observaram em pinhão-manso uma correlação entre a porcentagem de germinação e a velocidade de germinação. Tagliani e Zuffellato-Ribas (2009) ao trabalharem com sementes dessa mesma espécie em Colombo – PR, também obtiveram uma correlação entre essas variáveis, sendo tendo como maior valor para porcentagem de germinação 73,57 e para o IVG 7,85, e seus menores valores obtidos foram 10,00 e 0,39, respectivamente. Deve-se dizer que a progênie, UFRRJ/PM 04, de menor percentual de germinação também foi a que mais demorou para germinar (Tabela 2), assim como nos trabalhos citados anteriormente.

As menores médias percentuais de germinação foram observadas nas progênies UFRRJ/PM 10, UFRRJ/PM 03, UFRRJ/PM 06 e UFRRJ/PM 04 (Tabela 2), ficando estas abaixo da média geral de germinação.

A progênie que germinou mais rápido foi a UFRRJ/PM 09, com 3,52 sementes germinadas por dia por bloco, enquanto que a progênie UFRRJ/PM 04 apresentou maior lentidão na germinação de suas sementes.

Com base nas informações acima descritas pode-se inferir que o percentual de germinação pode variar de progênie para progênie na espécie em questão, e que valor de germinação baixo para a espécie tem sido encontrados quando não se tem o controle das progênies trabalhadas, ou seja, os testes de germinação são efetuados sob amostras heterogêneas de sementes. Progênies selecionadas em trabalhos de melhoramento genético de plantas devem possuir, acima de tudo, taxas adequadas de germinação. Também devesse mencionar que percentual de germinação alto equivale a germinação rápida de sementes dentro de progênie, conforme resultados aqui obtidos.

4.1.2. Comportamento das progênies em casa de vegetação

Na Tabela 3 observa-se, para as fontes de variação tratamento e época, diferença estatística significativa ao nível de 1% de probabilidade para quase todas as características avaliadas, exceção apenas para as variáveis razão do comprimento e largura de folha e ângulo de inserção da folha no caule dentro de tratamento. Não foi observada diferença estatística significativa para a interação tratamento *versus* época, exceto para a variável número de ramos. Tais resultados, já eram esperados para a espécie, sendo o comportamento do efeito época bastante previsível, e até a interação tratamento *versus* época, visto que a literatura já aponta reduzida base genética para a espécie em questão. No entanto estão sendo realizados novos estudos sobre a base genética do germoplasma da espécie, estes têm sido com base em marcadores moleculares. SUN *et al.* (2008), ao caracterizaram 56 acessos chineses e dois da Malásia, por marcadores AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) obtiveram uma variabilidade de 14,30%, e por SSR (Simple Sequence Repeats) observaram uma baixa variabilidade genética nos acessos chineses.

No Brasil, Rosado *et al.* (2009), por RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), caracterizaram 192 acessos de pinhão manso de mais de 40 regiões do país e obtiveram uma variabilidade de 89,00%, e por SSR observaram uma baixa variabilidade genética. Assim como Oliveira *et al.* (2007), em sua pesquisa obteve a formação de seis grupos distintos ao avaliar a variabilidade genética de quinze acessos de pinhão manso oriundos de Minas Gerais, Goiás, Espírito Santo e Sergipe utilizando a técnica de

marcadores RAPD, demonstrando uma alta variabilidade genética e facilitando a seleção de características agrônomicas. Por outro lado, estudos desenvolvidos por Silva (2008) sobre a variabilidade genética do pinhão manso, utilizando marcadores AFLP em quarenta e dois genótipos coletados em Minas Gerais e quatorze oriundos de Sergipe, mostraram níveis baixos de polimorfismo.

Tabela 3. Análise de variância das variáveis morfológicas avaliadas aos dois meses após o plantio.

	GL	DCA	APJ	COF	LAF	CLF	AIFc	NFD	TMP	NDR
Blo	2	1,83	47,79	1,02	1,10	0,01	24,65	7,60	9,21	0,38
Prog	9	2,55**	33,06**	1,60**	1,01*	0,01 ^{ns}	37,21 ^{ns}	6,56**	7,69**	0,13**
Épo	3	228,60**	1,81**	5,79*	35,79**	0,07**	1918,16**	1539,24**	374,81**	8,29**
Prog x Épo	27	0,12 ^{ns}	4316,29 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,01 ^{ns}	10,95 ^{ns}	0,53 ^{ns}	1,14 ^{ns}	0,07**
Res	72	0,67	5,54	0,50	0,42	0,01	30,43	1,17	0,93	0,02
\bar{x}		12,44	30,94	9,08	11,66	0,79	39,18	16,21	16,40	0,37
CV%		6,61	7,61	7,80	5,55	7,95	14,08	6,67	5,88	43,61
H ²		73,47	83,24	68,55	58,65	19,70	18,23	82,17	87,91	80,92
rI		18,75	29,27	15,37	10,57	2,00	1,82	27,75	37,72	26,12
CV _g		3,17	4,89	3,32	1,91	1,14	1,92	4,13	4,57	25,93
IV _g		0,48	0,64	0,43	0,34	0,14	0,14	0,62	0,78	0,59

** diferença estatística significativa à 1% de probabilidade; * diferença estatística significativa à 5% de probabilidade; ^{ns} não há diferença estatística significativa; Blo= bloco; Prog= progênie; Epo= épocas de avaliação, \bar{x} = média; CV(%)= coeficiente de variação experimental; H² = coeficiente de determinação genotípico; rI= correlação intra-classe; CV_g= coeficiente de variação genotípico; IV_g= índice de variação. DCA= diâmetro de caule; APJ= altura de planta; COF= comprimento de folha; LAF= largura de folha; CLF= comprimento / largura de folha; AIFc= ângulo de inserção da folha; NFD= número de folhas desenvolvidas; TMP= tamanho do pecíolo; e NDR= número de ramos

Embora o pinhão manso seja uma espécie alógama, há vários registros de baixa variabilidade presente entre os acessos, o que pode indicar uma reduzida base genética na espécie. Basha e Sujatha (2007) obtiveram variabilidade de 33,5% (ISSR) e 42% (RAPD), Shen *et al.* (2010) e Chen *et al.* (2011) obtiveram 26,99% (RAPD) e 34,0% (RAPD, ISSR), respectivamente. Esses valores foram associados com a intensa circulação de materiais por meio de propagação vegetativa, aumentando assim, a chance de conter materiais de mesma procedência nos bancos de germoplasma.

De forma geral, observou-se reduzidos CV, indicando uma ótima precisão experimental (Tabela 3). No presente trabalho o coeficiente de determinação genotípico (H²) foi alto para as variáveis número de folhas desenvolvidas (82,17), tamanho médio de pecíolo (87,91), número de ramos (80,92) e altura de planta (83,24), sugerindo que nestas variáveis, a possibilidade de obtenção de ganhos pode ser alta. Abreu *et al.*, (2009) obteve uma alta herdabilidade para diâmetro de caule (0,76) e para número de folhas (0,89) entre acessos de pinhão manso na fase juvenil provenientes de Mato Grosso do Sul. Em relação a variável altura, Abreu *et al.*, (2009), ao estudar acessos de pinhão-manso, observaram baixa herdabilidade no sentido amplo (5,9%). Laviola *et al.*, (2010), assim como no presente estudo, em casa de vegetação (Figura 1), também observou uma elevada herdabilidade para variável altura de planta (0,79) em *J. curcas*. Experimentos com pinhão-manso na Índia, realizados por Ginwal *et al.*, (2004, 2005), apresentaram maior herdabilidade para a altura (0,89) em comparação com a pesquisa vigente, em plantas com seis meses de idade, e herdabilidade de 0,97 para plantas com 24 meses de idade para a mesma variável. Em plantas com 34 meses, Rao *et al.*, (2008) obtiveram uma herdabilidade de 88% para a variável altura de planta. Porém, para algumas variáveis relacionadas a caracteres foliares (comprimento de folha, largura de folha, razão comprimento por largura de folha, ângulo de inserção da folha), esta estimativa foi muito

baixa, assim como no presente trabalho, sendo os valores de 68,55, 58,65, 19,70 e 18,23, respectivamente. Tal fato indica que a probabilidade de se modificar em casa de vegetação a média destas últimas variáveis citadas será baixa, enquanto que nas demais, a possibilidade de sucesso na obtenção de ganhos nas futuras progênes possivelmente será maior.

Observa-se, na Tabela 3, que os valores do coeficiente de variação genética obtidos variaram de 1,14 a 25,93, onde somente a variável número de ramificação apresentou coeficiente de variação genética (CV_g) acima de 20% (Tabela 3), demonstrando assim a variabilidade genética na casa de vegetação. Juhász *et al.*, (2010) e Maêda (2000) também obtiveram maiores CV_g para variável número de ramos em relação as demais variáveis analisadas em pinhão manso. Para as outras variáveis, a magnitude dos valores CV_g foi inferior a 1%, mostrando menor variabilidade genética dos acessos para esses caracteres. Segundo Rosado *et al.* (2010), a baixa variabilidade encontrada pode ser atribuída a idade da planta durante a avaliação, considerada, por estes autores, insuficiente para detectar as diferenças, e ao alto grau de parentesco entre genótipos coletados no Brasil.

No geral, os índices de variação (IV_g) foram médios a baixos, indicando reduzida variabilidade no experimento (Tabela 3). Os maiores IV_g foram para as variáveis tamanho do pecíolo (0,78) e altura de planta (0,64), enquanto que todas as variáveis relacionadas aos caracteres da folha foram os menores, variando de 0,14 a 0,62 (Tabela 3). As maiores médias de tamanho médio de pecíolo e altura de planta foram observadas nas progênes UFRRJ/PM03 (17,67 cm) e UFRRJ/PM09 (34,26 cm), e as menores foram nas UFRRJ/PM08 (15,37 cm) e UFRRJ/PM04 (28,54 cm), respectivamente (Anexo A).

A variável número de ramificação constitui-se em uma das variáveis mais importantes para a cultura, visto que a primeira inflorescência é apical e, assim que surge, são emitidos ramos secundários, que passam a serem axilares até o surgimento de novas inflorescências, que por sua vez impedem novamente o crescimento apical, surgindo dois novos ramos, ramos terciários, sendo a produção de frutos dependente do número de ramos (SATURINO *et al.*, 2005) no genótipo. Essa variável apresentou certa variabilidade genética entre os tratamentos, e um elevado H², porém, este caracter apresentou um CV_% alto, talvez em função de se tratarem de plantas bastante jovens, e portanto, ainda com idade prematura para sua avaliação.



Figura 1. Experimento de *Jatropha curcas* em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da UFRRJ aos 2 meses de idades, fevereiro de 2012.

A variável número de ramificação constitui-se em uma das variáveis mais importantes para a cultura, visto que a primeira inflorescência é apical e, assim que surge, são emitidos ramos secundários, que passam a serem axilares até o surgimento de novas inflorescências, que por sua vez impedem novamente o crescimento apical, surgindo dois novos ramos, ramos terciários, sendo a produção de frutos dependente do número de ramos (SATURINO *et al.*, 2005) no genótipo. Essa variável apresentou certa variabilidade genética entre os tratamentos, e um elevado H², porém, este caracter apresentou um CV% alto, talvez em função de se tratarem de plantas bastante jovens, e portanto, ainda com idade prematura para sua avaliação.

A inconsistência observada para o número de ramificação pode ser um fator complicador quando se pretende utilizar tal variável em trabalhos de seleção precoce de genótipos em casa de vegetação. Tal problema não foi observado para as demais variáveis como altura de planta, número de folhas desenvolvidas e tamanho de pecíolo, sendo estas, variáveis promissoras quando se pretende a seleção precoce de plantas, famílias e/ou procedências em casa de vegetação. A análise de variáveis que possam ser utilizadas na seleção precoce em pinhão-mansão serão bastante preferidas, visto que a cultura demanda no mínimo 4 anos para se iniciar a produção comercial de grãos, e assim, a possibilidade de seleção precoce é uma ótima alternativa. Visando o aumento da produção em pinhão-mansão, além da seleção com base em aspectos fenotípicos, análises genotípicas também devem ser implementadas na cultura, como por exemplo, a seleção de QTL's (*Quantitative Traits Loci*), a localização de genes e sequências de importância agrônômica, o mapeamento genético e etc, através do uso de diversos marcadores moleculares, como por exemplo, os microssatélites e SNP's (Single-nucleotide polymorphism).

O conhecimento sobre as correlações entre os caracteres constituem um dos caminhos para se ganhar tempo e reduzir esforços (CRUZ, 2005), pois auxilia na escolha de procedimentos adequados de seleção (SANTOS & VENCOVSKY, 1986).

No presente trabalho o número de ramos se correlacionou significativamente com as variáveis diâmetro de caule, altura de planta, comprimento de folha, comprimento / largura de folha, número de folhas desenvolvidas e tamanho médio do pecíolo (Tabela 4).

Tabela 4. Correlação residual das variáveis morfológicas avaliadas após dois meses do plantio

Var/Var	DCA	APJ	COF	LAF	CLF	AIFc	NFD	TMP	NDR
DCA	1	0,62*	0,33*	0,40*	0,06*	0,25*	0,73*	0,55*	0,20*
APJ		1	0,07*	0,08*	0,10*	-0,12 ^{ns}	0,67*	0,50*	0,22*
COF			1	0,74*	0,53*	0,38*	0,16*	0,41*	0,02*
LAF				1	0,03*	0,53*	0,24*	0,62*	-0,04 ^{ns}
CLF					1	-0,04 ^{ns}	0,14*	-0,09 ^{ns}	0,02*
AIFc						1	0,03*	0,28*	-0,04 ^{ns}
NFD							1	0,46*	0,39*
TMP								1	0,09*
NDR									1

** diferença estatística significativa à 1% de probabilidade; * diferença estatística significativa à 5% de probabilidade; ^{ns} não há diferença estatística significativa, pelo Teste ' t '. DCA=diâmetro de caule; APJ= altura de planta; COF=comprimento de folha; LAF= largura de folha; CLF=comprimento / largura de folha; AIFc=ângulo de inserção da folha; NFD=número de folhas desenvolvidas; TMP=tamanho do pecíolo; e NDR=número de ramos

No presente trabalho a variável diâmetro do caule correlacionou-se positivamente com todas as outras variáveis, sendo que as maiores correlações desta variável foi com a altura de planta (r=0,62), número de folha desenvolvida (r=0,73), e tamanho médio de pecíolo (0,55), sendo as duas primeiras variáveis de magnitude forte de correlação e as demais de magnitude média a fraca. Segundo Carvalho *et al.*, (2004), os coeficientes de

correlação podem ser classificados em nula ($r=0$), fraca ($r=0$ a $0,30$), média ($r=0,30$ a $0,60$), forte ($r=0,60$ a $0,90$) e fortíssima ($r=0,90$ a $1,00$). Assim como a variável diâmetro de caule, a altura de planta se correlacionou com as mesmas variáveis, com exceção da variável ângulo de inserção da folha (Tabela 4). No entanto somente o caractere número de folha desenvolvida obteve uma magnitude forte de correlação, no valor de $0,67$, todas as demais magnitudes de correlação para esta variável foram médias a fracas (Tabela 4).

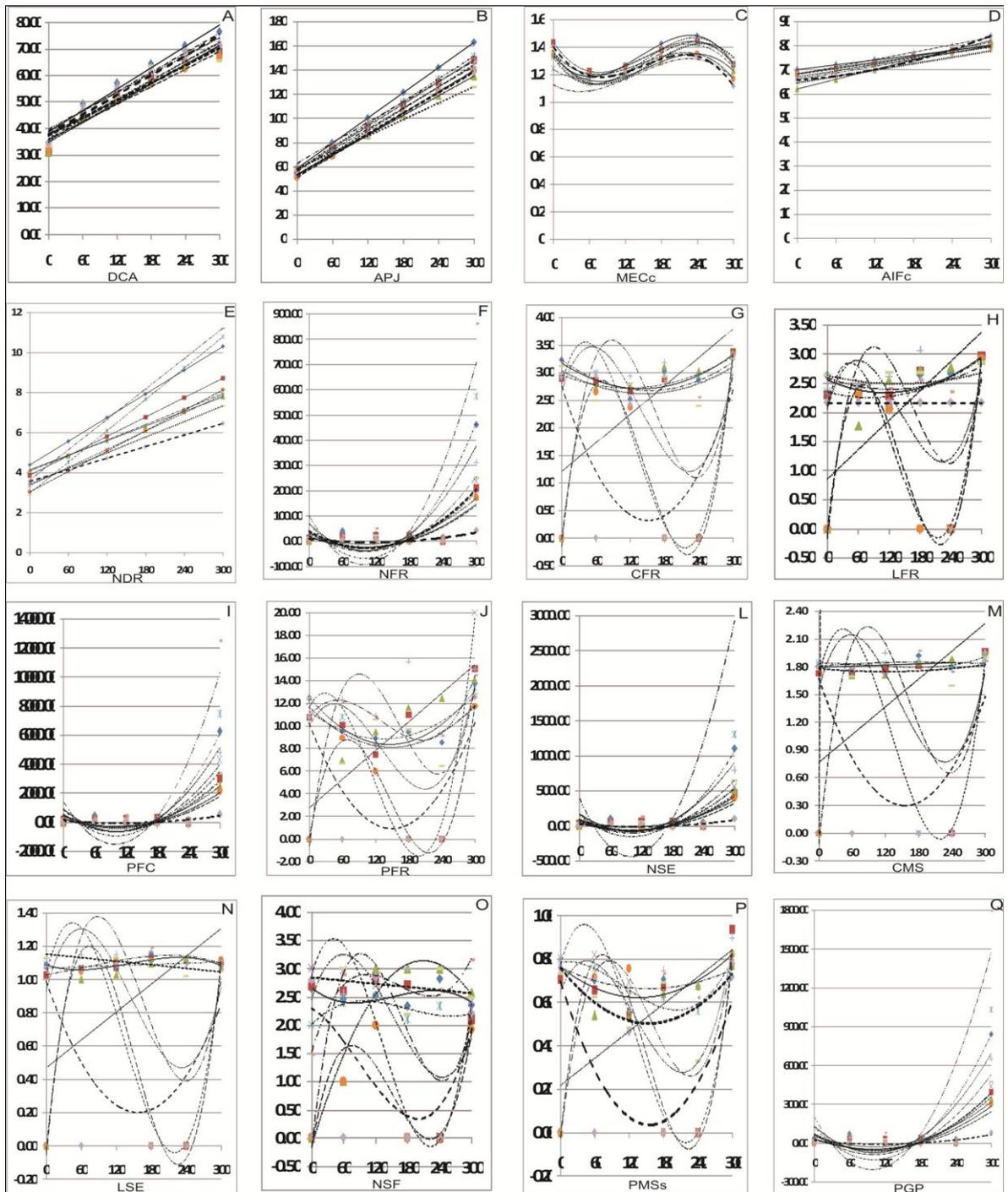
No presente estudo as características relacionadas a morfologia da folha, como a variável comprimento de folha teve uma correlação positiva significativa com todas as demais variáveis analisadas (Tabela 4). Já a variável largura de folha não se correlacionou com a variável número de ramos (Tabela 4), isto significa que, a variação da largura da folha não está relacionada com a variação do número de ramos nesta fase de desenvolvimento da planta, no presente estudo. Não se observou nenhuma correlação negativa estatisticamente significativa (Tabela 4).

4.2. Comportamento das progênies no campo

4.2.1. Comportamento das progênies ao longo do tempo de avaliação quanto aos aspectos morfológicos e ligados à produção

Observa-se uma clara tendência de aumento linear das variáveis diâmetro de caule (Figura 2.A), altura de planta (Figura 2.B), ângulo de inserção da folha no caule (Figura 2.D) e número de ramos (Figura 2.E) avaliadas nas 10 progênies do experimento em questão (Anexo B). Apenas a progênie UFRRJ/PM10 não apresentou a mesma tendência acima quando se aborda a variável ângulo de inserção da folha no caule, que seguiu uma tendência quadrática (Anexo B), ou seja, na prática quando o ângulo de inserção da folha no caule alcança um determinado valor de ângulo de inserção este começa a decrescer (Figura 2.D). Estes resultados eram esperados, pois com o desenvolvimento das plantas ao longo de 12 meses (Figura 3) a tendência foi ocorrer um desenvolvimento natural tanto em diâmetro do caule quanto em altura da planta. Os coeficientes de regressão (R^2) foram altos para cada tratamento nas quatro variáveis anteriormente citadas (Anexo B), evidenciando uma ótima consistência no uso das equações.

A variável comprimento médio de entrenó também apresentou valores estimados de R^2 bastantes satisfatórios (Anexo B). Porém, o comportamento desta variável foi completamente distinto das variáveis acima discutidas (Anexo C). A variável comprimento médio de entrenó apresentou para todos os tratamentos um comportamento oscilante (Figura 2.C), devido a este fato, a melhor representação desta característica foi por meio de uma equação do 3º grau (Anexo B). Este resultado é explicado pelo fato de que ao longo das épocas de avaliação não foram os mesmos entrenós mensurados, uma vez que foi padronizado a medição dos cinco entrenós da região mediana do caule, e logicamente, a velocidade de desenvolvimento do comprimento do entrenó está diretamente ligado ao efeito de ambiente, principalmente, temperatura e precipitação pluviométrica. Esta variável mostrou possuir também uma baixa variabilidade genética no experimento (Tabela 5).



Legenda:

- ◆ UFRRJ/PM01
- ▲ UFRRJ/PM03
- ✱ UFRRJ/PM05
- + UFRRJ/PM07
- UFRRJ/PM09
- UFRRJ/PM02
- × UFRRJ/PM04
- UFRRJ/PM06
- UFRRJ/PM08
- ◆ UFRRJ/PM10

Figura 2. Gráficos de regressão para as variáveis morfológicas e de produção. A= Diâmetro de caule; B= Altura de planta; C= Tamanho médio de entrenó; D = Ângulo de inserção da folha; E= Número de ramos; F= Número de frutos; G= Comprimento do fruto; H= Largura do fruto; I= Peso de fruto da colheita; J= Peso médio de frutos; L= Número de sementes; M= Comprimento da semente; N= Largura da semente; O= Número de semente por frutos; P= Peso médio da semente secas; e Q= Produção de grãos

Estudando-se os efeitos de progênie e época, e considerando as variáveis diâmetro do caule, altura de planta, ângulo de inserção do pecíolo no caule, comprimento médio de entrenó e número de ramos na progênie observou-se na Tabela 5 que houve diferenças estatísticas significativas para as fontes de variação em questão. Dessa forma, pode-se inferir que há uma grande possibilidade que haja diferenças entre as dez progênies de *Jatropha curcas* estudadas e que os caracteres avaliados se diferenciam estatisticamente entre as épocas, conforme o esperado. Não foi observada diferença estatística significativa para a interação tratamento *versus* época, isto é, cada uma das dez progênies da espécie em estudo se comporta igualmente dentro de cada época analisadas (Tabela 5).



Figura 3. Experimento de *Jatropha curcas* no campo experimental do Departamento de Fitotecnia da UFRRJ aos 12 meses de idade, dezembro de 2012

Os baixos Índices de Variação (IV_g) obtidos para as variáveis morfológicas diâmetro do caule, altura de planta, ângulo de inserção do pecíolo no caule, comprimento médio de entrenó e número de ramos indicaram reduzida variabilidade genética para os caracteres. Tal fato pode estar evidenciando uma reduzida variabilidade não somente nas progênies trabalhadas, mas também no germoplasma disponível onde se selecionou os progenitores, e conseqüentemente na própria espécie *J. curcas*. No entanto, Abreu *et al.* (2009) ao avaliarem 10 acessos de pinhão-manso no município de Chapadão do Sul, em janeiro de 2007, observaram uma alta variabilidade genética para as variáveis por eles analisadas, tais como a altura de planta, diâmetro de caule, número de ramos, comprimento de folha e comprimento de folha em plantas com três meses de idade. Estudos realizados por Ginwal *et al.* (2005), na Índia, mostraram considerável variabilidade em relação à morfologia da semente e características vegetativas com plantas de 12 e 24 meses de idade.

Observa-se na Tabela 5, que as médias do diâmetro do caule, altura de planta, comprimento médio de entrenó e número de ramos foram de 54,94 mm, 99,83 cm, 1,27 cm e 6,14 ramos por planta, respectivamente. Com base nos resultados apresentados na Tabela 6, a progênie UFRRJ/PM01 obteve a maior média de diâmetro de caule, com 58,61 mm, enquanto que o menor diâmetro do caule foi observado na progênie UFRRJ/PM06 (52,27 mm). Quanto a altura, a progênie de maior média foi a UFRRJ/PM01, e a menor foi a UFRRJ/PM09, respectivamente de 110,88 e 92,14 cm. A progênie UFRRJ/PM08 apresentou a menor média do comprimento médio de entrenó, com 1,19 cm.

O maior número de ramos foi apresentado respectivamente pelas progênies UFRRJ/PM08 e UFRRJ/PM01, com valores respectivos de 7,43 e 7,34 ramos por planta. A menor média do número de ramos foi proporcionada pela progênie UFRRJ/PM10, com 5,0

ramos por planta. Sendo portanto a progênie UFRRJ/PM08 com maior altura e menor comprimento de entre-nó, pode-se inferir então, que esta progênie apresentou o maior número de nós, e de fato pode ter gerado um maior número de ramos por planta na progênie.

Tabela 5. Análise de variância das variáveis morfológicas avaliadas bimestralmente a partir do mês de maio de 2012 ao mês de abril de 2013.

FV	GL	DCA	APJ	MCEc	AIFc	NDR
Blo	2	116,11	1921,06	0,01	176,66	25,37
Prog	9	81,19**	613,77**	0,02**	34,54**	12,29**
Épo	5	5576,12**	32654,82**	0,27**	1165,37**	110,95**
Prog x Épo	45	4,48 ^{ns}	39,39 ^{ns}	0,01 ^{ns}	14,31 ^{ns}	1,37 ^{ns}
Res	108	18,74	254,30	0,01	16,56	1,94
\bar{x}		54,94	99,83	1,27	73,61	6,14
CV%		7,88	15,97	6,31	5,52	22,69
H ²		76,91	58,56	71,63	52,05	84,16
rI		15,61	7,28	12,30	5,68	22,79
CV _g		3,39	4,47	2,36	1,35	12,33
IV _g		0,43	0,28	0,37	0,24	0,54

** diferença estatística significativa à 1% de probabilidade; * diferença estatística significativa à 5% de probabilidade; ^{ns} não há diferença estatística significativa; CV(%)= coeficiente de variação experimental; H²= coeficiente de determinação genotípico; rI= correlação intra-classe; CV_g= coeficiente de variação genotípico; IV_g= índice de variação. DCA= diâmetro de caule; APJ= altura de planta; MCEc= tamanho médio de entrenó; AIFc= ângulo de inserção da folha; e NDR= número de ramos

O ângulo de inserção da folha no caule, geral, incorreu em um aumento linear. Este fato pode estar diretamente correlacionado com a filotaxia dos genótipos nas progênies, porém, mais estudos são necessários. Como já mencionado anteriormente, apenas a progênie 10 não seguiu a tendência linear para o ângulo de inserção da folha no caule, e diferenças maiores na filotaxia podem existir nesta progênie. Deve-se dizer que estatisticamente pelo Teste DMS-t a progênie UFRRJ/PM10 não diferiu significativamente de nenhuma outra progênie estudada (Tabela 6). Vale dizer que o maior e o menor o ângulo de inserção do pecíolo no caule foram observados, respectivamente, nas progênies UFRRJ/PM07 e UFRRJ/PM09, que diferiram entre si, mas não diferiram estatisticamente das demais progênies.

Tabela 6. Médias aritméticas das 10 progênies de pinhão manso no campo para as 5 características quantitativas estudadas para as 6 épocas, agrupados pelo critério de DMS-t.

FMI	DCA						\bar{x}
	1	2	3	4	5	6	
UFRRJ/PM01	34,29a	49,07a	56,99a	64,10a	70,93a	76,27a	58,61 ^a
UFRRJ/PM02	31,30a	44,92a	52,20a	58,60a	64,10a	68,36a	53,25 ^{de}
UFRRJ/PM03	30,93a	44,28a	51,37a	58,03a	64,63a	67,99a	52,87 ^e
UFRRJ/PM04	32,18a	45,13a	52,83a	59,39a	65,74a	69,40a	54,11 ^{cde}
UFRRJ/PM05	33,11a	46,65a	53,38a	59,09a	64,47a	70,09a	54,46 ^{bcde}
UFRRJ/PM06	32,29a	44,62a	50,89a	56,75a	62,44a	66,62a	52,27 ^e
UFRRJ/PM07	34,94a	48,75a	55,84a	62,33a	69,17a	72,60a	57,27 ^{ab}
UFRRJ/PM08	35,09a	48,58a	56,33a	62,77a	67,02a	71,06a	56,81 ^{abc}
UFRRJ/PM09	33,19a	45,24a	51,19a	63,32a	63,49a	65,49a	53,65 ^{de}
UFRRJ/PM 10	34,29a	46,72a	54,57a	60,73a	68,93a	71,43a	56,12 ^{abcd}
\bar{x}	33,16 ^F	46,39 ^E	53,56 ^D	60,51 ^C	66,09 ^B	69,93 ^A	

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL não diferem estatisticamente entre si. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na VERTICAL não diferem estatisticamente entre si. DCA=diâmetro de caule

...continuação da Tabela 6

APJ							
UFRRJ/PM01	60,82a	83,69a	91,97a	118,58a	145,71a	164,52a	110,88 a
UFRRJ/PM02	56,74a	78,91a	87,82a	110,72a	132,00a	148,31a	102,42abcd
UFRRJ/PM03	53,66a	72,32a	81,24a	102,49a	121,77a	133,38	94,14 cd
UFRRJ/PM04	54,15a	74,61a	83,76a	106,09a	128,69a	145,33a	98,77 bcd
UFRRJ/PM05	58,47a	80,50a	87,52a	112,10a	135,10a	151,90a	104,26abc
UFRRJ/PM06	53,01a	71,57a	79,35a	102,10a	126,60a	139,85a	95,41 bcd
UFRRJ/PM07	58,92a	75,62a	83,52a	107,47a	128,98a	143,56a	99,68 bcd
UFRRJ/PM08	64,85a	82,24a	89,74a	112,24a	133,80a	147,82a	105,12 ab
UFRRJ/PM09	60,06a	72,88a	78,77a	98,75a	116,77a	125,63a	92,14 d
UFRRJ/PM 10	53,89a	72,75a	79,98a	104,27a	125,62a	136,76a	95,54 bcd
\bar{x}	57,46E	76,51D	84,37D	107,48C	129,50B	143,70A	
MCEc							
UFRRJ/PM01	1,35a	1,17a	1,26a	1,46a	1,41a	1,23a	1,31 a
UFRRJ/PM02	1,44a	1,22a	1,22a	1,45a	1,34a	1,22a	1,31 a
UFRRJ/PM03	1,35a	1,15a	1,17a	1,34a	1,29a	1,21a	1,25 b
UFRRJ/PM04	1,33a	1,12a	1,17a	1,44a	1,34a	1,18a	1,26 ab
UFRRJ/PM05	1,24a	1,19a	1,23a	1,42a	1,39a	1,25a	1,29 ab
UFRRJ/PM06	1,36a	1,22a	1,20a	1,41a	1,34a	1,24a	1,30 ab
UFRRJ/PM07	1,34a	1,13a	1,16a	1,42a	1,32a	1,19a	1,26 ab
UFRRJ/PM08	1,12a	1,10a	1,16a	1,26a	1,35a	1,18a	1,19 c
UFRRJ/PM09	1,37a	1,14a	1,13a	1,36a	1,31a	1,21a	1,25 b
UFRRJ/PM 10	1,41a	1,19a	1,19a	1,42a	1,33a	1,25a	1,30 ab
\bar{x}	1,33 B	1,16 C	1,19 C	1,40 A	1,34 B	1,22 C	
AIFc							
UFRRJ/PM01	71,93a	69,00a	73,73a	80,87a	74,04a	81,67a	75,21ab
UFRRJ/PM02	71,40a	66,82a	72,31a	79,16a	74,84a	82,04a	74,43abc
UFRRJ/PM03	60,93a	63,31a	72,04a	79,87a	76,76a	79,43a	72,06cd
UFRRJ/PM04	71,45a	60,95a	74,97a	78,57a	73,63a	80,30a	73,31abcd
UFRRJ/PM05	70,09a	63,78a	71,93a	79,09a	76,93a	81,89a	73,95abc
UFRRJ/PM06	72,69a	63,80a	71,36a	79,89a	75,04a	80,28a	73,84abcd
UFRRJ/PM07	69,40a	67,47a	73,91a	83,38a	79,40a	81,67a	75,87 a
UFRRJ/PM08	66,40a	66,96a	71,62a	77,89a	74,49a	80,29a	72,94bcd
UFRRJ/PM09	64,76a	64,07a	70,00a	77,73a	75,42a	75,29a	71,21 d
UFRRJ/PM 10	69,69a	61,00a	68,73a	80,44a	77,29a	82,98a	73,36abcd
\bar{x}	68,87D	64,72E	72,06C	79,69A	75,79B	80,58A	
NDR							
FMI	1	2	3	4	5	6	\bar{x}
UFRRJ/PM01	4,20a	5,76a	6,22a	8,62a	9,51a	9,76 ^a	7,34 a
UFRRJ/PM02	3,49a	5,07a	5,69a	7,24a	8,00a	8,22a	6,28bc
UFRRJ/PM03	3,42a	5,27a	5,90a	6,71a	7,18a	7,22a	5,95bc
UFRRJ/PM04	2,88a	4,68a	5,05a	6,42a	7,21a	7,45a	5,61cd
UFRRJ/PM05	2,96a	4,67a	5,07a	8,49a	9,98a	10,07a	6,87ab
UFRRJ/PM06	2,96a	4,29a	4,47a	6,53a	7,58a	7,71a	5,59cd
UFRRJ/PM07	3,71a	5,09a	5,67a	6,64a	7,42a	7,53a	6,01bc
UFRRJ/PM08	3,62a	5,18a	5,93a	8,93a	10,29a	10,60a	7,43 a
UFRRJ/PM09	2,89a	4,58a	5,02a	6,29a	6,64a	6,87a	5,38cd
UFRRJ/PM 10	3,02a	4,53a	4,84a	5,62a	5,98a	6,04a	5,00d
\bar{x}	3,31D	4,91C	5,39C	7,15B	7,98AB	8,15a	

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL não diferem estatisticamente entre si. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na VERTICAL não diferem estatisticamente entre si. APJ= altura de planta; MCEc= média de ente nó; AIFc= ângulo de inserção da folha e NDR=número de ramos

Em relação às variáveis ligadas diretamente a produção, as representações gráficas aqui mostradas, indicaram que as progênies trabalhadas não apresentaram um

comportamento uniforme (Figuras 2.G; 2.H; 2.J; 2.M; 2.N; 2.O; e 2.P), mas bastante variado, exceção apenas quando se considera as variáveis número de fruto (Figura 2.F), peso de fruto da colheita (Figura 2.I), número de semente (Figura 2.L) e produção de grãos (Figura 2.Q). Esse comportamento variado refletiu logicamente em padrões distintos de equações de regressão obtidas (Anexo B). Estimativas de correlação (Anexo D) também sugerem alta correlação entre estas variáveis. A variável largura de fruto também obteve alta correlação com a largura de sementes, e por conseguinte correlação alta também, com sementes com maior peso (Anexo D). Comprimento e peso de frutos, também exibiram estimativas muito semelhantes com todas as variáveis acima mencionadas (largura de fruto, comprimento de semente, largura de semente e peso de sementes secas por planta) (Anexo D). Assim sendo, genótipos com frutos maiores podem exibir também sementes com maior comprimento, maior largura e maior peso. Porém, deve-se mencionar que as variáveis peso de fruto da colheita, comprimento de fruto e largura de fruto exibiram baixíssima variabilidade no presente experimento.

Observa-se na tabela 7 que houve diferença estatística significativa ao nível de 5% pelo teste F, para sete das onze variáveis estudadas, estas sendo número de fruto, comprimento de fruto, peso de fruto da colheita, número de semente por planta, largura de semente, número de semente por fruto e produção de grãos por planta, não apresentando diferença as variáveis largura de fruto, peso médio de fruto por planta, comprimento de semente e de semente seca por planta nas 10 progênies de pinhão manso estudadas.

Tabela 7. Análise da variância com dados transformados das variáveis produtivas das 10 progênies de *Jatropha curcas*

	GL	NFR	CFR	LFR	PFC	PFR	NSE	CMS	LSE	NSF	PMS _S	PGP
Blo	2	356,13	0,47	0,39	5120,91	2,65	1051,34	0,24	0,12	0,33	0,05	689,09
Prog	9	35,50*	0,10*	0,08 ^{ns}	465,95*	0,55 ^{ns}	116,69*	0,06 ^{ns}	0,02*	0,10*	0,01 ^{ns}	67,59*
Res	18	31,06	0,10	0,08	455,48	0,61	107,54	0,05	0,02	0,07	0,02	62,38
\bar{x}		8,94	1,76	1,65	32,15	3,15	14,32	1,44	1,20	1,61	1,07	12,16
CV		62,31	18,29	17,64	66,38	24,90	72,42	15,55	12,24	16,92	11,62	64,95
H ²		12,48	1,35	0,00	2,25	0,00	7,85	0,00	1,38	27,73	0,00	7,72
Ir		4,54	0,45	0,00	0,06	0,00	2,76	0,00	0,46	11,34	0,00	2,71
CV _g		13,59	1,23	0,00	5,81	0,00	12,20	0,00	0,84	6,05	0,00	10,84
IV _g		0,22	0,08	0,00	0,09	0,00	0,17	0,00	0,07	0,36	0,00	0,17

*diferença estatística significativa à 5% de probabilidade; ^{ns} não há diferença estatística significativa; Blo= bloco; Tra= tratamentos (progênies); Res= resíduo, \bar{x}_{reais} = médias reais; \bar{x}_{transf} = médias transformadas; CV(%)= coeficiente de variação experimental; H²= coeficiente de determinação genotípico; rI= correlação intra-classe; CV_g= coeficiente de variação genotípico; IV_g= índice de variação. NFR= Número de frutos; CFR= Comprimento do fruto; LFR= Largura do fruto; PFC= Peso de fruto da colheita; PFR= Peso médio de frutos; NSE= Número de sementes; CMS= Comprimento da semente; LSE= Largura da semente; NSF= Número de semente por frutos; PMS_S= Peso médio da semente secas; e PGP= Produção de grãos

Os baixos Índices de Variação (IV_g) obtidos para as variáveis produtivas número de frutos, comprimento de fruto, peso de fruto da colheita, número de semente por planta, largura de semente, número de semente por fruto, produção de grãos, largura de fruto, peso médio de fruto, comprimento de semente e peso de semente seca por planta indicaram reduzida variabilidade genética para os caracteres (Tabela 7). Souza *et al.* (2007) também observaram diferenças entre genótipos quanto ao tamanho, largura e comprimento, e com maior peso em relação aos demais.

Os coeficientes de determinação genotípicos também foram baixos para as variáveis número de frutos, comprimento de fruto, peso de fruto da colheita, número de semente por planta, largura de semente, número de semente por fruto, produção de grãos, largura de fruto, peso médio de fruto, comprimento de semente e peso de semente seca, sendo o menor para as variáveis largura de fruto, peso médio de fruto, comprimento de semente e de semente seca por planta (Tabela 7), e o maior para variável número de

semente por fruto (27,73). As progênies UFRRJ/PM08, UFRRJ/PM09 e UFRRJ/PM10 apresentaram, respectivamente as maiores médias de sementes por fruto. Considerando o fato de *J. curcas* pode apresentar até 3 sementes por fruto, nota-se certo nível de aborto, número de sementes inviáveis ou até problemas de polinização / singamia em todas as progênies estudadas. No entanto mais estudos são necessários para elucidar o fato observado.

Observa-se na Tabela 8, que as médias do número de frutos, comprimento de fruto, peso de fruto colhido, número de semente, largura de semente, número de semente por fruto e produção de grãos foram de 132,5 frutos, 2,72 cm, 1787,83 g, 374,17 sementes, 0,97 cm, 2,20 sementes por fruto e 250,99 gramas por progênie, respectivamente. Com base nos resultados apresentados na Tabela 8, a progênie UFRRJ/PM08 (Figura 4) obteve a maior média de produção, com 667,53 g, enquanto que a menor produção de grãos foi observado na progênie UFRRJ/PM10 (33,80 g). A progênie UFRRJ/PM08 obteve as maiores médias para as variáveis número de frutos, peso de fruto da colheita, número de semente e número de semente por fruto (Tabela 8), enquanto que as menores médias foram encontradas na progênie UFRRJ/PM10, com exceção da variável número de semente por fruto, sendo respectivamente, 18,33 frutos, 231,10 g e 46,00 sementes (Tabela 8). A progênie que teve o menor valor para a variável número de semente por fruto foi a UFRRJ/PM06, este sendo de 1,28 semente por fruto (Tabela 8).



Figura 4. Produção de *Jatropa curcas* no campo experimental do Departamento de Fitotecnia da UFRRJ evidenciada por uniformidade de maturação de frutos no cacho da progênie UFRRJ/PM08 aos 15 meses de idade, março de 2013.

O comportamento variável das características avaliadas entre as progênies é o que se deseja nos trabalhos de melhoramento genético de qualquer cultura. Este comportamento foi observado nas variáveis comprimento de fruto (cm), largura de fruto (cm), peso médio de fruto (g), comprimento de semente (cm), largura de semente (cm), número de sementes por fruto e peso médio de semente (g) (Figuras 2.G, 2.H, 2.J, 2.M, 2.N, 2.O e 2.P, respectivamente). A progênie UFRRJ/PM03 foi a única das 10 progênies em estudo que apresentou um comportamento linear para seis variáveis citadas acima (Anexo B). No entanto, não houve diferença significativa entre as progênies ao comparar as médias destas variáveis pelo critério DMS-t ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 8).

Observa-se nas Figuras 2.F, 2.J, 2.L e 2.Q que as variáveis número de frutos, peso de frutos colhidos, número de sementes e produção de sementes em gramas,

respectivamente, demonstraram uma disposição semelhante quanto a curva de desenvolvimento das progênies ao longo da avaliação, bem como comportamentos distintos das progênies dentro destas variáveis. A progênie UFRRJ/PM08 tanto em número de frutos, peso de fruto por colheita, número de sementes e produção apresentou uma nítida diferença visual nos gráficos (Figura 2.F, 2.I, 2.L e 2.Q, respectivamente), enquanto que todas as demais progênies foram bastante semelhantes. Tal fato foi evidenciado aos 300 dias de avaliação, isto é, aos 10 meses do início da coleta de frutos para a análise da avaliação da produção as progênies começaram a ter um desenvolvimento diferenciado para estas variáveis citadas anteriormente. Foi também aos 300 dias de avaliação que as progênies, de forma geral, tiveram um aumento no número de frutos e sementes (Anexo C.F e C.I), no peso de fruto por colheita e na produção de grãos em gramas (Anexo C.L e C.Q). Deve-se informar que a equação de regressão obtida para a progênie UFRRJ/PM08 para estas variáveis, foi significativa pelo Teste F ao nível de 5% (ANOVA da Regressão) (Anexo B). Também, pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade foi possível diferenciar as progênies para as variáveis acima citadas (Tabelas 6 e 7). Vale lembrar que a progênie UFRRJ/PM10 foi estatisticamente distinta quanto ao ângulo de inserção da folha no caule das demais progênies, como já discutido anteriormente. As progênies UFRRJ/PM01 e UFRRJ/PM08 apresentaram o maior número de frutos dentre as 10 progênies aqui estudadas. O menor número de fruto foi observada em UFRRJ/PM10 (Tabela 8).

As maiores médias para a produção de grãos foram encontradas, respectivamente, nas progênies UFRRJ/PM08, UFRRJ/PM05 e UFRRJ/PM01 (Tabela 8 e Anexo E), no entanto, pelo Teste DMS-t ao nível de 5% de probabilidade, não foi detectado diferença estatística entre estas progênies e as demais. As variáveis número de frutos, peso de fruto da colheita, número de semente e número de semente por fruto, anteriormente discutidas, comportaram-se estatisticamente da mesma forma que produção de grãos por planta. Avaliações agrônomicas têm mostrado variabilidade dos componentes da produção dessa oleaginosa (MISHRA 2009), corroborando, portanto, com os resultados aqui obtidos. Segundo Heller (1996), Ginwal *et al.* (2005), Rao *et al.* (2008) e Rocha *et al.* (2008) o peso da sementes pode estar correlacionado com a produção de óleo no pinhão-manso.

Tabela 8. Médias das 10 progênes de pinhão manso para as 11 características quantitativas de produção estudadas, agrupados pelo teste DMS-t.

Progênie	NFR	CFR	LFR	PFC	PFR	NSE	CMS	LSE	NSF	PMS _s	PGP
UFRRJ/PM01	196,33ab	2,98a	2,55a	2504,54ab	10,44a	478,33ab	1,81a	1,08a	2,41ab	0,72a	352,77ab
UFRRJ/PM02	93,33ab	1,96a	1,67a	1247,03ab	7,15a	218,00b	1,20a	0,72a	1,69ab	0,47a	172,51ab
UFRRJ/PM03	62,67ab	3,18a	2,74a	865,58ab	12,42a	179,00b	1,89a	1,07a	2,51a	0,72a	121,23ab
UFRRJ/PM04	139,67ab	2,79a	2,27a	1933,43ab	9,55a	354,67ab	1,64a	0,99a	2,48ab	0,64a	262,77ab
UFRRJ/PM05	213,00ab	2,99a	2,53a	2693,22ab	10,81a	486,33ab	1,84a	1,09a	2,21ab	0,72a	379,12ab
UFRRJ/PM06	58,33ab	2,00a	1,75a	734,75ab	7,10a	133,00b	1,24a	0,74a	1,28b	0,51a	100,47b
UFRRJ/PM07	111,00ab	2,12a	1,86a	1798,57ab	9,35a	285,00ab	1,28a	0,75a	1,67ab	0,56a	229,57ab
UFRRJ/PM08	333,67a	2,94a	2,55a	4657,47a	11,31a	1306,33a	1,85a	1,10a	2,66a	0,71a	677,53a
UFRRJ/PM09	99,00ab	3,04a	2,69a	1302,59ab	11,24a	255,00ab	1,84a	1,08a	2,56a	0,77a	180,17ab
UFRRJ/PM 10	18,33b	3,16a	2,64a	231,10b	12,05a	46,00b	1,83a	1,08a	2,51ab	0,71a	33,80b
Média	132,53	2,72	2,32	1787,83	10,14	374,17	1,64	0,97	2,20	0,66	250,99

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na VERTICAL não diferem estatisticamente entre si, NFR= Número de frutos; CFR= Comprimento do fruto; LFR= Largura do fruto; PFC= Peso de fruto da colheita; PFR= Peso médio de frutos; NSE= Número de sementes; CMS= Comprimento da semente; LSE= Largura da semente; NSF= Número de semente por frutos; PMS_s= Peso médio da semente secas; e PGP= Produção de grãos

A variação obtida entre as progênies para a produção de sementes provavelmente foi mais influenciada pelo número de sementes do que pelo peso médio de sementes, visto a semelhança gráfica maior entre produção de grãos por planta e número de sementes, e não ocorrência de diferenças estatísticas significativas pelo Teste F para peso de sementes secas por planta (Tabela 7). Porém, deve-se dizer que as estimativas de correlação obtidas entre produção de grãos por planta e número de semente, e produção de grãos por planta e peso de sementes secas por planta, foram semelhantes e significativas (Anexo D). Heller (1996), Ginwal *et al.* (2005) e Rao *et al.* (2008) observaram correlações positivas de alta magnitude entre peso das sementes e teor de óleo. Com base nos resultados aqui obtidos, pode-se inferir que a seleção de plantas ou progênies que visam o aumento da produção de grãos em *J. curcas* deve ser realizado diretamente sobre a variável produção de grãos por planta, ou indiretamente sobre número de semente, e a possibilidade de ganhos pela variável peso médio de sementes é praticamente inexistente, apesar de apresentar uma alta correlação com a variável produção de grãos (Anexo D). Deve-se dizer também que a variável número de sementes por fruto pode ter exercido certa influência, e na produção. Porém, tal fato ocorre na progênie UFRRJ/PM08, e não se constituiu em uma regra. Para isso, basta observar as progênies UFRRJ/PM09 e UFRRJ/PM10. Além do peso médio de sementes as outras variáveis ligadas a semente propriamente dita, largura e comprimento de sementes, respectivamente, largura de semente e comprimento de semente, mostraram-se também inadequadas a seleção direta sobre elas, quando se deseja o aumento de produção. Assim sendo, variáveis ligadas aos aspectos morfológicos da semente (largura, comprimento e peso médio) apresentaram reduzida variabilidade genética no experimento em questão. Porém, deve-se mencionar que na Coleção de Germoplasmas de *J. curcas* da UFRRJ, observa-se variabilidade genética para os caracteres morfológicos da semente (largura, comprimento e peso médio de sementes) (dados não mostrados), e portanto, experimentos futuros possuem toda a possibilidade de conter variabilidade genética para estas variáveis. Kaushik *et al.*, (2007), trabalhando com *J. curcas*, verificaram diferenças significativas ($p < 0,05$) no tamanho e peso das sementes entre 24 acessos, assim como no presente trabalho (Tabela 7).

Todas as variáveis morfológicas se correlacionaram positivamente com a produção de grãos (Anexo D). Segundo Cilas *et al.*, (1998) o diâmetro do caule se correlaciona positivamente com a produção de grãos em plantas perenes. Igualmente como a altura de planta (0,34) e o número de ramos (0,54) se correlacionam com a produção grãos em pinhão manso (RAO *et al.*, 2008). Dessa forma, o incremento do número de ramos na planta pode gerar um aumento na produção. As maiores médias do número de ramos foram detectadas nas progênies UFRRJ/PM01 e UFRRJ/PM08, com o número de ramos de 7,34 e 7,43, respectivamente, porém estas não diferiram estatisticamente das progênies UFRRJ/PM02, UFRRJ/PM03 e UFRRJ/PM05 pelo Teste de DMS-t ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 6). Heller (1996) em avaliação de plantio de dez a quinze meses de idade, observou médias de altura das plantas e de diâmetro do caule de 1,29 m e 7,47 cm, respectivamente. Melo *et al* (2007) observaram em plantio de dezoito e dezenove meses de idade, a altura da planta variando entre 1,61 m e 2,5 m (MELO, *et al.* 2007), o diâmetro médio do caule, segundo estes mesmos autores foi de 4,79 cm e o número de ramos segundo Avelar *et al.* (2007) foi de 33.

4.2.2. Estimacão dos parâmetros genéticos

A partir das estimativas apresentadas na mesma Tabela 9 foi possível conhecer o comportamento das 10 progênies no campo aos 17 meses de idade, quanto as variáveis relacionadas a aspectos morfológicos (diâmetro, altura de planta, comprimento médio de entrenó, ângulo de insero do peclo no caule e número de ramos) e de produo (número de frutos, comprimento de fruto, largura de fruto, peso de fruto por colheita, peso médio de fruto por planta, número de semente, comprimento de semente, largura de semente, número de semente por fruto, de semente seca por planta e peso total de frutos por planta). Deve-se dizer que, conforme declarado no material e método, as estimativas de cada variável citada foi a partir de valores reais obtidos no campo, visto que o objetivo no presente tpico foi a estimativa das variâncias a partir do modelo estatístico utilizado. Este também declarado no material e método. Observa-se na Tabela 9 que não houve diferença estatística significativa pelo Teste F para o efeito de tratamento em todas as variáveis analisadas.

Primeiramente, a não ocorrência de diferenças estatísticas significativas entre as progênies trabalhadas podem ser explicadas pelo fato destas terem sido geradas a partir de progenitores femininos com características fenotípicas semelhantes, como por exemplo, produo de grãos, número de ramos, altura de planta, entre outras. Apesar destas semelhanças, deve-se dizer que os progenitores femininos escolhidos para gerar as progênies aqui trabalhadas foram oriundos de procedências distintas e, dessa forma, podera se esperar a ocorrência de diferenças que fossem realmente significativas. Esses dados podem estar evidenciando a origem comum ou estreita dos genótipos brasileiros de pinhão-manso. Dados moleculares suportam a idéia da estreita base genética na espécie *J. curcas* (SUN *et al.*, 2008; PAMIDIMARRI *et al.*, 2009). A respeito do reduzido polimorfismo intra espécie, deve-se lembrar que mais análises fenotípicas são necessárias, e que deverão ser realizadas ao longo do desenvolvimento das progênies no campo. Também análises genotípicas se fazem muito necessárias, afim de se inferir de forma mais efetiva sobre a origem de *J. curcas* no Brasil e no mundo, além é claro da informao também ser utilizada em trabalhos de melhoramento genético da espécie.

Elevados coeficientes de variao ($CV_{(%)}$) foram obtidos para as variáveis ligadas a produo de frutos e sementes (Tabela 9). Em ordem decrescente, os maiores $CV_{(%)}$'s foram obtidos para as variáveis comprimento de semente, produo de grãos, peso de fruto por colheita, número de frutos, de semente seca por planta, número de semente por fruto, largura de semente, largura de fruto, comprimento de fruto e número de semente, respectivamente de 241,13; 188,68; 185,39; 173,55; 166,75; 118,97; 94,37; 86,23; 82,62; e 77,40. Estes parâmetros podem estar indicando que não houve um número ótimo de plantas, nesse dado momento fisiológico, dentro das parcelas experimentais, e nesse sentido a precisão das estimativas foi demasiadamente prejudicada. No presente experimento, apenas 32% das plantas apresentaram produo de frutos e sementes (dados não mostrados), e portanto, este comportamento pode ter contribuído para a elevao do coeficiente experimental, ou seja, elevao da variância dos dados observados. Porém, deve-se destacar também a natureza dos dados trabalhados no presente trabalho, não esquecendo-se de mencionar que a idade fisiológica das plantas avaliadas pode ter interferido de forma decisiva sobre a variância dos dados, e por conseguinte, das estimativas. De acordo com Ojewole e Odebisi (1980), Munch e Kiefer (1989), Sujatha e Dhingra (1993); Arruda *et al.*, (2004) e Nunes (2009) a idade para a produo comercial de sementes em pinhão-manso é atingido somente após 4 anos de cultivo em campo, porém a

produção de sementes inicia-se por volta do décimo mês após o plantio (ARRUDA *et al.*, 2004).

Tabela 9. Análise da Variância entre e dentro de parcela das variáveis morfológicas e reprodutivas

FV	GL	DCA	APJ	MCEc	AIFc	NDR	NFR	CFR	LFR
Blo	2	5797,84	114800,75	0,00	751,44	1813,56	7103,61	65,99	51,76
Prog	9	705,10 ^{ns}	12126,26 ^{ns}	0,05 ^{ns}	201,78 ^{ns}	261,55 ^{ns}	1302,18 ^{ns}	7,69 ^{ns}	6,09 ^{ns}
Entre Parcela	18	719,33	14012,48	0,09	129,65	198,50	1145,60	8,31	6,72
Dentro de Parcela	420	122,53	2032,25	0,03	66,71	27,31	116,66	1,69	1,36
\bar{x}		73,46	171,95	1,26	78,06	11,93	5,04	0,90	0,78
σ^2_g		-0,316	-41,91	-0,01	1,60	1,40	3,48	-0,01	-0,01
σ^2_d		122,53	2032,25	0,03	66,71	27,31	116,67	1,69	1,36
σ^2_e		39,78	798,68	0,01	4,19	11,41	68,59	0,44	0,36
$H^2_{\bar{x}F}$		-0,02	-0,15	-0,80	0,36	0,24	0,12	-0,08	-0,10
H^2_F		-0,01	-0,02	-0,02	0,02	0,04	0,02	-0,01	-0,01
H^2_{ME}		-0,02	-0,06	-0,12	0,09	0,14	0,07	-0,03	-0,03
H^2_{PLT}		-0,02	-0,05	-0,12	0,08	0,11	0,06	-0,02	-0,03
CV		9,54	17,77	6,24	3,77	30,49	173,55	82,62	86,23
CV _e		8,67	16,43	5,19	2,62	28,31	164,48	73,73	77,03
CV _{ge}		0,00	0,00	0,00	1,62	9,92	37,04	0,00	0,00
CV _{gd}		0,00	0,00	0,00	2,81	17,18	64,16	0,00	0,00
CV _{ge} /CV _e		0,00	0,00	0,00	0,62	0,35	0,22	0,00	0,00
CV _{gd} /CV _e		0,00	0,00	0,00	1,07	0,61	0,39	0,00	0,00
		PFC	PFR	NSE	CMS	LSE	NSF	PMS_s	PGP
Blo	2	1445953,45	1278,00	42,07	75983,24	25,43	9,68	4,69	27676,24
Prog	9	266962,91 ^{ns}	129,31 ^{ns}	6,27 ^{ns}	23385,17 ^{ns}	3,29 ^{ns}	1,56 ^{ns}	0,97 ^{ns}	5661,20 ^{ns}
Entre Parcela	18	244058,22	131,66	6,80	21950,92	3,88	1,99	1,40	5059,44
Dentro de Parcela	420	23115,70	22,68	1,43	3682,82	0,85	0,53	0,42	471,04
\bar{x}		68,80	3,70	0,77	15,86	0,54	0,31	0,18	9,73
σ^2_g		508,99	-0,05	-0,01	31,87	-0,01	-0,01	-0,01	13,37
σ^2_d		23115,70	22,676	1,43	3682,82	0,85	0,53	0,42	471,04
σ^2_e		14729,50	7,265	0,36	1217,87	0,20	0,10	0,07	305,89
$H^2_{\bar{x}F}$		0,09	-0,018	-0,08	0,06	-0,18	-0,28	-0,44	0,11
H^2_F		0,02	0,00	-0,06	0,01	-0,01	-0,01	-0,02	0,02
H^2_{ME}		0,05	-0,01	-0,02	0,03	-0,05	-0,06	-0,08	0,07
H^2_{PLT}		0,04	-0,01	87,07	0,02	-0,04	-0,06	-0,08	0,06
CV		185,39	80,05	77,40	241,13	94,37	118,97	166,75	188,68
CV _e		176,39	72,83	-0,03	219,98	83,36	102,07	139,41	179,69
CV _{ge}		32,79	0,00	0,00	35,59	0,00	0,00	0,00	37,57
CV _{gd}		56,79	0,00	0,00	61,64	0,00	0,00	0,00	65,07
CV _{ge} /CV _e		0,18	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,21
CV _{gd} /CV _e		0,32	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,36

^{ns} não há diferença estatística significativa. DCA= Diâmetro de caule; APJ= Altura de planta; MCEc= Tamanho médio de entrenó; AIFc = Ângulo de inserção da folha; NDR= Número de ramos; NFR= Número de frutos; CFR= Comprimento do fruto; LFR= Largura do fruto; PFC= Peso de fruto da colheita; PFR= Peso médio de frutos; NSE= Número de sementes; CMS= Comprimento da semente; LSE= Largura da semente; NSF= Número de semente por frutos; PMS_s= Peso médio da semente secas; e PGP= Produção de grãos.

\bar{x} =média das variáveis; σ^2_g =variância genética entre; σ^2_d =variância fenotípica; σ^2_e =variância residual; $H^2_{\bar{x}F}$ =herdabilidade entre médias de famílias; H^2_F =herdabilidade dentro de família; H^2_{ME} =herdabilidade massal estratificada; H^2_{PLT} =herdabilidade massal no experimento; CV=coeficiente de variação experimental; CV_e=coeficiente de variação experimental entre; CV_{ge}= coeficiente de variação genotípico entre; CV_{gd}= coeficiente de variação genotípico dentro.

Deve-se destacar que a produção inicial média de sementes é da ordem de 250 gramas por progênie aos 17 meses de idade (Tabela 8).

Tal constatação pode ser uma grande vantagem quando se projeta a produção de clones de pinhão-mansão. Porém, para conclusões mais efetivas mais análises buscando o

conhecimento da estabilidade de produção destes genótipos são necessárias. Alves (2013) observou uma produção de 35,98, 102,75 e 460,0 gramas por planta, respectivamente, aos primeiro, segundo e terceiro ano de idade. Wani *et al.* (2012), avaliando acessos de *J. curcas* na Índia, observaram rendimento médio de sementes da ordem de 432,44 gramas no terceiro ano de idade da planta. De acordo com Tominaga *et al.* (2007) plantas na idade de 1, 2, 3 e 4 anos tendem a produzir em média, respectivamente, 100, 500, 2.000 e 4.000 g/planta.

No entanto, Drumond *et al.* (2010) ao caracterizarem acessos da espécie em questão aos 12 meses de plantio em sistema irrigado, obteve 2,12 kg/planta de grãos. Por outro lado, em condições de cerrado e sem irrigação, Laviola *et al.* (2010) observaram variação na produção de grãos entre 0 a 0,18 kg/planta no primeiro ano de avaliação de 110 acessos.

Na Tabela 9 observa-se estimativas de variâncias genéticas (σ^2_d) inferiores às variâncias residuais (σ^2_d e σ^2_e), obtidas tanto a partir de variáveis morfológicas quanto naquelas relacionadas a produção de sementes. Tal fato contribuirá com certeza na redução das herdabilidades estimadas. As maiores estimativas de herdabilidades foram as baseadas na média das progênies (H^2_{mp}), quando comparadas com as herdabilidades estimadas dentro de progênies (H^2_{dp}), massal estratificada (H^2_{me}) e planta no experimento (H^2_{plt}). As variáveis que obtiveram maiores H^2_{mp} foram ângulo de inserção do pecíolo no caule e número de ramos, sendo as estimativas de 0,36 e 0,24, respectivamente. A maioria das características aqui avaliadas (diâmetro, altura de planta, comprimento médio de entre-nó, comprimento de fruto, largura de fruto, peso médio de fruto, número de semente, largura de semente, número de semente por fruto e de semente seca por planta) apresentaram herdabilidades negativas. De acordo com Linch e Walsh (1998) muitos pesquisadores obtêm estimativas de herdabilidades negativas, mas preferem considerar o parâmetro zero objetivando não inferir erroneamente sobre a explicação destes. Estes autores também relatam que a ocorrência de estimativas negativas para este parâmetro ocorrem devido as baixas magnitudes de variância genética encontradas. Pereira *et al.* (2000) estudando o controle genético da concentração das metil-cetonas 2-tridecanona (2-TD) e 2-undecanona (2-UN) no cruzamento entre *Lycopersicon esculentum* cv IPA-6 x *L. hirsutum* f. *glabratum* PI 134418 também estimaram herdabilidades negativas. Estes autores sugeriram que tais estimativas ocorreram porque constatou-se alta variância de 2-TD no genitor silvestre utilizado, bem como as mensurações destes compostos foram um tanto quanto variáveis em função da metodologia utilizada, e portanto, toda a variância encontrada na progênie F_1 , em função dos relatos anteriores, geraram subestimativas da variância ambiental. Rossmann (2001) também obteve herdabilidades negativas trabalhando com a geração F_7 de soja (*Glycine max*), e este autor justificou que a variância ambiental pode ter sido superestimada. Como já mencionado anteriormente, no presente trabalho, estimativas de herdabilidade negativa foram obtidas, e estas podem ser explicadas pela intensa influência ambiental ocasionada, primeiramente, em função da provável heterozigose dos genótipos nas progênies, já que a espécie é alógama, e também em função da idade fisiológica das plantas em estudo, e neste caso, parte das variâncias genéticas obtidas para cada variável estudada, inicialmente, podem ser confundidas com as variâncias ambientais.

As estimativas de herdabilidades obtidas indicaram que a unidade de seleção apropriada deve ser a progênie, e não plantas no experimento ou dentro de progênies. Porém, como já mencionado, não houve diferença estatística significativa em nenhum dos tratamentos (progênies) para cada variável. Portanto, qualquer seleção efetuada no presente momento pode não ser efetiva. Assim sendo, a definição de estratégias que contribuam para o aumento da herdabilidade para as variáveis aqui trabalhadas será a melhor solução no presente momento. Como já mencionado anteriormente, as variáveis que apresentaram

as maiores herdabilidades (H^2_{mp}) foram ângulo de inserção do pecíolo no caule e número de ramos, respectivamente, 0,36 e 0,24, e portanto, mais consistentes no que se refere a segurança no processo de seleção no melhoramento de *J. curcas*.

Dessa forma, as variâncias ambientais podem estar sendo superestimadas no presente experimento, gerando assim herdabilidades negativas para a maioria das variáveis, o que resulta em inconsistência no processo seletivo. Neste caso, recomenda-se em primeira instância a continuação das análises fenotípicas nas progênes no campo, afim de que tais plantas possam alcançar estabilidade ou maturidade fisiológica. Portanto, nesta fase experimental, o uso de qualquer estimativa que direcione ou detecte um número insuficiente de plantas nas parcelas devem ser vistas com ressalvas.

Apesar de baixas herdabilidades encontradas no presente trabalho, verifica-se algumas variáveis com possibilidade de seleção. Neste caso, a indicação será uma seleção direta no caráter, porém, se faz necessário a observação do caráter produção de grãos, que é a produção propriamente dita. Dessa forma, talvez uma seleção direta no caráter de maior herdabilidade visando uma seleção indireta na produção, pode ser nesta fase, uma estratégia mais apropriada. Para tal, a correlação entre tais variáveis deve ser alta, para que a estratégia tenha possibilidade de êxito. De qualquer forma, recomenda-se muita cautela na seleção de plantas de pinhão-manso aos 17 meses de idade no município de Seropédica, RJ.

Com base no Anexo D observa-se que o caractere número de ramos apresentou uma elevada correlação genética significativa com a produção de grãos, da ordem de 1,0. Já a variável ângulo de inserção do pecíolo no caule correlacionou-se negativamente com produção de grãos ($r_g = -0,09$). Assim sendo, o aumento do número de ramos na planta pode gerar um incremento na produção de sementes. Em programas de melhoramento genético do pinhão-manso, o número de ramos pode ser utilizado como variável base para seleção indireta para produção. No presente experimento, as progênes UFRRJ/PM08 (Figura 5) e UFRRJ/PM01 apresentaram as maiores médias do número de ramos com os respectivos valores 16,17 e 14,64 (dados não mostrados). Corroborando assim, com os dados apresentados acima entre número de ramos e produção de grãos, também apresentaram as maiores médias de produção de sementes.



Figura 5. Ramificação de planta pertencente a progênie UFRRJ/PM08 de *Jatropa curcas* no campo experimental do Departamento de Fitotecnia da UFRRJ aos 15 meses de idade, março de 2013.

Não se pode deixar de mencionar que a ausência de um ideótipo para a cultura em questão pode ser um fator complicador na definição real ou exata do número “ótimo” de ramos em pinhão-manso. Correlações altas com produção de grãos também foram observadas nas variáveis comprimento e largura do fruto, respectivamente, comprimento de fruto e largura de frutos, bem como as variáveis, como número de frutos, peso de fruto por colheita, peso médio de fruto, número de semente, comprimento de semente, largura de semente, número de semente por fruto e de semente seca por planta, o que já eram esperadas. As variáveis diâmetro de caule, altura de planta e comprimento médio de entrenó apresentaram uma correlação mediana com produção de grãos, porém deve-se dizer que tais correlações não foram estatisticamente significativas no presente trabalho.

5.CONCLUSÃO

Casa de vegetação

A porcentagem média de germinação para a espécie *Jatropha curcas* foi de 68,23%, e o índice médio de velocidade de germinação foi de 8,60 sementes germinadas por dia. As progênes que atingiram maiores percentuais de geminação e maior velocidade de germinação foram a UFRRJ/PM05 e UFRRJ/PM01. Enquanto que as progênes UFRRJ/PM10, UFRRJ/PM03, UFRRJ/PM04 e UFRRJ/PM06 foram as que apresentaram os percentuais de germinação mais baixos e germinaram mais lentamente.

Em casa de vegetação houve diferença estatística significativa entre os tratamentos para as variáveis diâmetro de caule, altura de planta, comprimento de folha completamente desenvolvida, largura de folha completamente desenvolvida, número de folhas completamente desenvolvidas, tamanho médio de pecíolo e número de ramos, apenas para comprimento / largura de folha completamente desenvolvida e ângulo de inserção da folha não se detectou diferença estatística. Os caracteres relacionados a morfologia da folha apresentaram baixos coeficientes de determinação, enquanto que este mesmo parâmetro foi alto para as variáveis altura de planta (83,24) e número de ramos (80,92), avaliados em plantas em casa de vegetação. Esses dados indicam que a seleção para caracteres foliares de plantas em casa de vegetação não é indicada.

De forma geral, observou-se baixa variabilidade genética para todas as variáveis estudadas, avaliadas nas plantas em casa de vegetação. Os maiores IV_g 's foram observados para o tamanho médio de pecíolo, altura de planta e ângulo de inserção da folha, e para os caracteres relacionados a morfologia da folha foram os menores.

A seleção precoce em plantas desenvolvendo em casa de vegetação visando o aumento do número de ramos não foi indicada, em função da grande variação entre as plantas. As progênes que apresentaram as maiores médias do número de ramos foram as UFRRJ/PM07 (0,49) e UFRRJ/PM08 (0,47).

Campo

As variáveis diâmetro de caule, altura de planta, ângulo de inserção da folha e número de ramos apresentaram um comportamento linear ao passar dos meses, exceção apenas para a variável ângulo de inserção da folha estudada na progênie UFRRJ/PM 10. A variável comprimento médio de entrenó mostrou-se oscilante em todas as progênes durante os meses avaliados. Observou-se que há diferenças estatísticas em relação as progênes estudadas quando se considera as variáveis diâmetro de caule, altura de planta, ângulo de inserção da folha, comprimento médio de entrenó e número de ramos, porém, não foi observado efeito de interação progênie *versus* ambiente para estas características no campo. Assim como já observado em casa de vegetação, observou-se também reduzida variabilidade para as variáveis diâmetro de caule, altura de planta, ângulo de inserção da folha, média de entre nó e número de ramos analisadas em plantas em desenvolvimento no campo.

O padrão de desenvolvimento das características morfológicas no pinhão-manso foi linear, enquanto que as variáveis ligadas a produção foi bastante variável, ou seja, o seu comportamento foi distinto entre as progênes estudadas. As variáveis morfológicas exibiram menor variabilidade genética que as referentes a produção.

Todas as variáveis ligadas aos aspectos morfológicos da semente (largura, comprimento e peso médio) apresentaram baixíssima ou nenhuma variabilidade genética entre as progênes estudadas. Portanto, a seleção sobre estas variáveis não são indicadas

quando se deseja o aumento da produção de grãos em *J. curcas*. Apenas quando se considera variáveis de natureza quantitativa é que a seleção para o aumento de produção torna-se viável, como por exemplo, a seleção sobre o número de sementes.

A variável produção de grãos, que corresponde ao produto das variáveis número de sementes e peso de sementes, foi mais influenciada pelo número de semente do que pelo peso de sementes secas.

A seleção de plantas com um maior número de ramos e frutos grandes podem contribuir para o aumento da produção em *Jatropha curcas*. Frutos grandes correlacionam-se positivamente com sementes maiores, mais largas e mais pesadas. Porém, as variáveis peso de frutos da colheita, largura de fruto e comprimento de fruto demonstram baixíssima variabilidade no experimento.

A variável número de ramos pode ser utilizada em seleção precoce visando o aumento da produção em pinhão-mansão.

Com base nos parâmetros genéticos estimados no presente trabalho conclui-se que em pinhão-mansão a seleção de plantas ou progênies aos 17 meses de idade pode ser, em alguns casos, inapropriado ou impreciso.

As variáveis que evidenciaram as maiores herdabilidades foram ângulo de inserção do pecíolo no caule e número de ramos na planta.

As variáveis que apresentaram maiores correlações com produção de grãos foram: número de ramos, comprimento de fruto, largura de fruto, número de frutos, peso de frutos da colheita, peso médio de frutos, número de semente, comprimento de semente, largura de semente, número de semente por fruto e de semente seca por planta.

As progênies UFRRJ/PM08, UFRRJ/PM01 e UFRRJ/PM05 apresentaram, respectivamente, as maiores médias de produção de grãos, peso de semente seca por planta, largura de sementes e comprimento médio de sementes. A progênie UFRRJ/PM08 apresentou também a maior altura média, maior número de ramos, menor comprimento de entre-nó e, portanto, com base nestas duas últimas variáveis, maior número médio de nós por planta. Esta progênie apresentou também o maior número de sementes por fruto. Porém, constatou-se que todas as progênies estudadas apresentaram algum nível de dificuldade na formação das sementes. A progênie UFRRJ/PM10 apresentou a menor média de produção.

As progênies UFRRJ/PM08 e UFRRJ/PM01 foram as mais promissoras no que se refere a produção de sementes, porém, avaliações ao longo dos próximos anos são ainda necessárias, visto que estas foram avaliadas ainda em idade muito precoce, e portanto, aspectos fisiológicos e experimentais pode estar sendo até mais importantes do que aspectos genéticos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDELGADIR H. A.; JOHNSON S. D.; VAN STADEN, J. Approaches to improve seed production of *Jatropha curcas* L. **South African Journal of Botany**. v. 74, p. 359, 2008.
- ABREU, F. B.; RESENDE, M. D. V. de; ANSELMO, J. L.; SATURNINO, H. M.; BRENHA, J. A. M.; FREITAS, F. B. de. Variabilidade genética entre acessos de pinhão-mansão na fase juvenil. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 21, n. 1, p. 036-040, 2009.
- ACHTEN, W.M.J.; VERCHOT, L.; FRANKEN, Y.J.; MATHIJS, E.; SINGH, V.P.; AERTS, R.; MUYS, B. *Jatropha* bio-diesel production and use. **Biomass and Bioenergy**. v.32, p. 1063-1084, 2008.
- ALBUQUERQUE, F. A. de; OLIVEIRA, M. I. P. de; LUCENA, A. M. A. de; BARTOLOMEU, C. R. C.; BELTRÃO, N. E. de M. Crescimento e desenvolvimento do pinhão-mansão: 1º ano agrícola. **Documentos**, 197. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2008. 21 p.
- ALBUQUERQUE, W. G.; BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, C. A. V.; FILHO, J. L. S. **Comportamento das variáveis de crescimento do pinhão-mansão em função de níveis de água disponível no solo e adubação nitrogenada**, I Congresso Brasileiro de Pesquisa em pinhão-mansão, Brasília, 2009.
- ALVES, J. M. A.; SOUSA, A. A.; SILVA S. R. G.; LOPESG, N.; SMIDERLE O. J.; UCHÔA, S. C. P. Pinhão-mansão uma alternativa para produção de biodiesel na agricultura familiar da Amazônia brasileira. **Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 2, n. 1, jan/jun, 2008.
- ALVES, R. E. A. **Divergência fenotípica entre acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) utilizando caracteres morfoagronômicos**. 2013. 106 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2013
- AKINTAYO, E. T. Characteristics and composition of *Parkia biglobbosa* and *Jatropha curcas* oils and cakes. **Bioresource Technology**. v. 92, p. 307-310, 2004.
- ANDRADE, A. C. S.; SOUZA, A. F.; RAMOS, F. N.; PEREIRA, T. S.; CRUZ, A. P. M. Germinação de sementes de jenipapo: temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.15, n.3, p.609-615, 2000.
- ARRUDA, F. P.; BELTRÃO, N. E. M.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de pinhão-mansão (*Jatropha curcas*) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 789-799, 2004.
- BARBOSA NETO, J. F.; BERED, F. Marcadores genéticos e diversidade genética no melhoramento de plantas, In: MILACH, S. C. K. (Ed.), **Marcadores moleculares em plantas**, Porto Alegre: UFRGS, p. 29-40, 1998.

BÁRTOLI, J. A. A. **Physic-nut (*Jatropha curcas*) cultivation, Honduras handbook**. Agricultural Communication Center of the Honduran Foundation for Agricultural Research (FHIA). La Lima, Cortés, Honduras, May 2008. 40 p.

BASHA, S. D.; SUJATHA, M. Inter and intra-population variability of *Jatropha curcas* (L.) characterized by RAPD and ISSR markers and development of population-specific SCAR markers, **Euphytica**, Wageningen, v. 156, p. 375-386, 2007.

BASHA, S.D.; SUJAMATHA, M. Genetic analysis of *Jatropha* species and interspecific hybrids between *Jatropha curcas* using nuclear and organelle specific markers. **Euphytica**, Wageningen, v. 168, n. 2, p. 197–214, 2009.

BECKER, K.; MAKKAR, H. P. S.; FOIDL, N.; OLIVER, G.; SCHMOOK, B.; BHANDARE, T. N.; PANDEY, J. B.; SUJATHA M. Studies on Propagation of non-toxic variety of *Jatropha curcas*, Stuttgart, Germany, 1999.

BHATTACHARAYA, A.; KALYANI, D.; SUBODH, K. D. Floral biology, floral resource constraints and pollination limitation in *Jatropha curcas* L, **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.8, n.3, p.456-460, 2005.

BHERING, L. L.; CRUZ, C. D.; LAVIOLA, B. G. Biometria aplicada ao melhoramento de espécies alternativas para a produção de biodiesel. In: Deisy Lucia Cardoso, Lucas Nunes da Luz, Telma Nair Santana Pereira, (Org.). **Estratégias em melhoramento de plantas**, 1 ed, Viçosa: Arka Editora, p. 90-129, 2011.

BISON, O. **Melhoramento de *Eucalyptus* visando à obtenção de clones para a indústria de celulose**. 2004. 169 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

BORÉM, A.; CAIXETA, T. E. **Marcadores moleculares**, Viçosa, MG, 2006.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de Plantas**, 4 Ed. Viçosa: UFV, 2005.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Anuário estatístico da agroenergia, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009, 160 p.

BREWBAKER, J. L. **Genética na agricultura**. Tradução de J. T. A. Gurgel e R. Vencovsky. São Paulo: polígono, 1969. 224 p.

CARVALHO, L. P.; LANZA, M. A.; FALLIRJ, J.; SANTOS, J. W. Análise da diversidade genética entre acessos de banco ativo de germoplasma de algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 10, p. 1149-1155, 2003.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Germinação de sementes. In: CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 Ed. Jaboticabal: FUNEP, p.128-166, 2000.

CARVALHO, C. R.; CLARINDO, W. R.; PRAÇA, M. M.; ARAÚJO, F. S.; CARELS, N. Genome size, base composition and karyotype of *Jatropha curcas* L., an important biofuel plant. **Plant Science**, v. 174, p. 613-617, 2008.

CORTESÃO, M. **Culturas tropicais: plantas oleaginosas, coqueiro, rícino, purgueira e aleurites**. Lisboa: Livraria Clássica, 1956. 231 p.

COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V. de; GONÇALVES, O. S.; REGO, F. L. H.; CONTINI, A. Z.; ROA, R. A. R.; MARTINS, W. J. Genetic evaluation of *Heveabrasiliensis* [(Willd ex Adr. De Juss.) Muell. Arg.] for juvenile vigour using the Reml/Bulp method. **Floresta & Ambiente**, n. 12, p. 08-14, 2006.

CORNACCHIA, G.; CRUZ, C. D.; PIRES, W. Seleção combinada e seleção entre e dentro de famílias de meio-irmãos de três espécies do gênero *Pinus*. **Revista Árvore**, v. 19, n. 2, p. 200-212, 1995.

CRUZ, C. D. **Programa GENES, Aplicativo Computacional em Genética e Estatística**, Viçosa, MG: UFV, 2001. 648p.

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

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa**, Viçosa, UFV, 2006. 394p.

DEHGAN, B. Phylogenetic significance of interspecific hybridization in *Jatropha* (Euphorbiaceae). **Systematic Botany**, v. 9, p. 467-468, 1984.

DEHGAN, B.; WEBSTER, G. L. Morphology and infrageneric relationships of the genus the genus *Jatropha* (Euphorbiaceae). **Botany**, Chicago, v. 74, p. 76, 1979.

DIAS, L. A. dos S.; LEME, L. P.; LAVIOLA, B. G.; PALLINI, A.; PEREIRA, O. L.; DIAS, D. C. F. S.; CARVALHO, M.; MANFIO, C. E.; SANTOS, A. S. dos; SOUZA, L. C. A. de; OLIVEIRA, T. S. de; PRETTI, L. A. **Cultivo de Pinhão-Manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível**, Editora UFV, Viçosa, MG, 2007, 40p.

DIAS, L. A. dos S.; MARTINS, A. O.; OGANDO, F. I.,B.; LUIZ, M. C. P. **Desenvolvimento de metodologia de polinização manual em *Jatropha curcas* L.** V Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, Guarapari, ES, 2009.

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

DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R. de; MARTINS, J. C.; ANJOS, J. B. dos; EVANGELISTA, M. R. V. Desempenho agrônômico de genótipos de pinhão manso no semiárido pernambucano. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 44-47, 2010.

ELSTON, R. C. A weight-free index for the purpose of ranking or selection with respect to several traits at a time. **Biometrics**, Washington, v.19, p.85-97, 1963.

FALCONER, D. S. **Introdução a genética quantitativa**, Viçosa: UFV, 1987, 279p.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. *Introduction to quantitative genetics*, Fourth edition. Addison Wesley Longman Limited, England, Longman Group LTD, 1996. 457p.

FARIAS NETO, J. T., *et al.*, Variabilidade genética em progênies jovens de açaizeiro, **Cerne**, Lavras, v, 11, n, 4, p, 336 - 341, 2005,

FARIAS NETO, J. T.; OLIVERIA, M. S. P. de; MULLER, A. A.; NOGUEIRA, O. L.; ANAISSI, D. F. S. P. Variabilidade genética em progênies jovens de açaizeiro. **Cerne**, Lavras, v. 11, p. 336-341, 2005.

FEHR, W. R. **Principles of cultivar development**. New York: Macmillan, 1987, 536 p,

FOIDL, N.; FOIDL, G.; SANCHEZ, M.; MITTELBACH, M.; HACKEL, S. *Jatropha curcas* L. as a source for production of biofuel in Nicaragua. **Bioresource Technology**, v. 58, p. 77-82, 1996.

FREIRE, F. das C. O.; PARENTE, G. B. As Doenças das Jatrofas (*Jatropha curcas* L. e *J. podagrica* Hook.) no Estado do Ceará. **Comunicado Técnico** [online], 120. Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical, dezembro 2006. 4 p.

FREIRE, E. A.; ESTRELA, M. A.; LIMA, V. L. A.; LAIME, E. M. O. Importância do cultivo do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) para uso do biodiesel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010. João Pessoa, Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 118-121.

GARCIA, A. A. F.; SOUZA JÚNIOR, C. L. de. Comparação de índices de seleção não paramétricos para a seleção de cultivares. **Bragantia**, Campinas, v.58, p.253-267, 1999.

GIACOMETTI, D. C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil, In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1992. Cruz das Almas, BA, **Anais...** Cruz das Almas: EMBRAPACNPMF, 1993. p. 93-99.

GEBHARDT, C.; BLOMENDAHL, C.; SCHACHTSCHABEL, U.; DEBENER, T.; SALAMINI, F.; RITTER, E. Identification of 2n breeding lines and 4n varieties of potato (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*) with RFLP fingerprints. **Theor. Appl. Genet**, v. 78, p. 16-22, 1989.

GHOSH, A.; CHAUDHARY, D. R.; REDDY, M. P.; RAO, S. N.; CHIKARA, J.; PANDYA, J. B. Prospects for *Jatropha* methyl ester (biodiesel) in India. **Int. J Environ. Stud.**, v.64, p. 659–674, 2007.

GINWAL, H. S.; PHARTYAL, S. S.; RAWAT, P. S.; SRIVASTAVA, R. L. Seed source variation in morphology, germination and seedling growth of *Jatropha curcas* Linn. in Central India. **Silvae Genetica**, v. 53, p. 76-80, 2005.

GINWAL, H. S.; RAWAT, P. S.; SRIVASTAVA, R. L. Seed source variation in growth performance and oil yield of *Jatropha curcas* Linn, in Central India. **Silvae Genetica**, v. 53, p. 186-192, 2004.

GUPTA, S.; SRIVASTAVA, M.; MISHRA, G. P.; NAIK, P. K.; CHAUHAN, R. S.; TIWARI, S. K.; KUMAR, M.; SINGH, R. Analogy of ISSR and RAPD markers for comparative analysis of genetic diversity among different *Jatropha curcas* genotypes, **African Journal of Biotechnology**, v.7, n. 23, p. 4230-4243, 2008.

HAAS, W.; MITTELBAACH, M. Detoxification experiments with the seed oil from *Jatropha curcas* L. **Industrial Crops and Products**. v. 12, p. 111-118, 2000.

HAZEL, L. N. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, Pittsburgh, v. 28, p. 476-490, 1943.

HELLER, J. **Physic nut. *Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops**. Rome: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, 1996. 66 p.

HORNER, H. T.; PALMER, R. G. Mechanisms of genic male sterility. **Crop Science**, v. 35, n. 6, p. 1527-1535, 1995.

HONGTRAKUL, V.; HUESTIS, G. M.; KNAPP, S. J. Amplified fragment length polymorphisms as a tool for DNA fingerprinting sunflower germplasm: genetic diversity among oilargura de sementeed inbred lines. **Theor. Appl. Genet**, v.95, p. 400-407, 1997.

JEFFREYS, A. J.; WILSON, V.; THEIN, S. L. Hypervariable 'minisatelite' regions in human DNA, **Nature**, v. 316, p. 76-79, 1985.

JONGSCHAAP, R. E. E.; CORRÉ, W. J.; BINDRABAN, P. S.; BRANDENBURG, W. A. **Claims and facts on *Jatropha curcas* L.** Wageningen: Plant Research International, 2007, 42p.

JUHÁSZ, A. C. P.; PIMENTA, S.; SOARES, B. O.; MORAIS, B. L. B.; RABELLO, H. O. Floral biology and artificial polinization in physic nut in the North of Minas Gerais state. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasil, v.44, p. 1073-1077, 2010.

KAUSHIK, N.; KUMAR, K.; KUMAR, S.; ROY, S. Genetic variability and divergence studies in seed traits and oil content of *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) accessions. **Biomass and Bioenergy**, v. 31, p. 497-502, 2007.

KEMPTHORNE, O.; NORDSKOG, A.W. Restricted selection indexes. **Biometrics**, Raleigh, v. 15, p. 10-19, 1959.

KOHLI, A.; POPLUECHAI, S.; RAORANE, M.; SYERS, K. J.; O'DONNELL, A. G. *Jatropha* as a novel non-edible oilcrop de sementeado plant for biodiesel, In: FERRY, N.; GATEHOUSE, A. M. R. (Ed.). **Environmental impact of genetically modified novel crops**, London: CAB International, 2009, p. 294–322, Chapter 14.

KUN, L.; LUN, Y. W.; WEI, L. C. Breeding system and pollination ecology in *Jatropha curcas*, **Forest Research**, v. 20, n. 6, p.775-781, 2007.

LAVIOLA, B. G.; BHERING, L. L.; ALBRECHT, J. C.; MARQUES, S. S.; MARANA, J. C. Caracterização morfoagronômica do banco de germoplasma de pinhão manso resultados do 1º ano de avaliação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA EM PINHÃO MANSO, 1. 2009, Brasília, DF, **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Agroenergia; São Paulo: ABPPM, 2009.

LAVIOLA, B. G.; BHERING, L. L.; MENDONÇA, S.; ROSADO, T. B.; ALBRECHT, J. C. Caracterização morfo-agronômica do banco de germoplasma de pinhão-manso na fase jovem. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v.27, n.3, p.371-379, 2011.

LAVIOLA, B. G.; DIAS, L. A. S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, p. 1969-1975, 2008.

LAVIOLA, B.G.; ROSADO, T.B.; BHERING, L.L.; KOBAYASHI, A.K.; RESENDE, M.D.V. Genetic parameters and variability in physic nut accessions during early developmental stages. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 45, p. 1117-1123, 2010.

LEAL, I. R.; PERINI, M. A.; CASTRO, C. C. Estudo fenológico de espécies de Euphorbiaceae em uma área de caatinga. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA, 8, 2007, Caxambu – MG, **Anais...**Caxambu – MG, 2007.

LERNER, I. M. **The genetics basis of selection**. S.I.: Greenwood Press, 1977. 298 p.

LOARCE, Y.; GALLEGU, R.; FERRER, E. A. comparative analysis of the genetic relationship between rye cultivars using RFLP and RAPD markers. **Euphytica**, Wageningen, v. 88, p. 107-115, 1996.

LUSH, J. L. Family merit and individual merit as basis for selection. Part I. **The American Naturalist**, v. 81, p. 246-261, 1947a.

LUSH, J. L. Family merit and individual merit as basis for selection. Part II. **The American Naturalist**, v. 81, p. 36-79, 1947b.

MABBERLEY, D. J. **The Plant Book**. Cambridge University Press, 1987, 707 pp.

MACKILL, D. J. Classifying *Japonica* rice cultivars with RAPD markers. **CropSci.**, v. 35, p. 889-894, 1995.

MAÊDA, J.M. 2000. Avaliação de parâmetros genéticos e de critérios de seleção em *Virola surinamensis*(ROL) Warb, 94p, il, Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2000.

MAKKAR, H. P. S.; ADERIBIGBE, A. O.; BECKER, K. Comparative evaluation of non-toxic and toxic varieties of *Jatropha curcas* for chemical composition, digestibility, protein degradability and toxic factors. **Food Chemistry**, v. 62, p. 207-215, 1998.

MAKKAR, H. P.S.; BECKER, K. Plant toxins and detoxification methods to improve feed quality of tropical seeds – Review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 12, p. 467-480, 1999.

MAKKAR, H. P. S.; MARTÍNEZ-HERRERA, J.; BECKER, K. Variations in seed number per fruit, seed physical parameters and contents of oil, protein and phorbol esters in toxic and non-toxic genotypes of *Jatropha curcas*. **Journal of Plant Sciences**, v. 3, p. 260-265, 2008.

MARQUES, D. A.; FERRARI, R. A. O Papel das Novas Biotecnologias no Melhoramento Genético do Pinhão Manso. **Biológico**, São Paulo, v.70, n.2, p. 65-67, 2008.

MARTIN, G.; MAYEUX, A. L' Integration dans le Systeme Agraire d'une Plante oleagineuse, Non alimentaire en vue d' accroitre les moyens de production sans contraentes energetiques. Institut de Recherches pour les Huiles et Oleagineux, Paris, 5 p. 1984.

MAES, L. W. H.; TRABUCCO, A.; ACHTEN, W. M. J.; MUYS, B. Climatic growing conditions of *Jatropha curcas* L. **Biomass and Bioenergy**, v. 33, p. 1481-1485, 2009.

MAURYA, D. W.; SINGH, D. P. Genetic divergence in rice. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, Calcutta, v. 37, p. 395-402, 1977

MAYER, A. M.; POLJAKOFF MAYBER, A. **The germination of seeds**, 4, ed. New York: Pergamon Press, 1989, 269p.

MELO, J. C. *et al.* **Avaliação Preliminar do Potencial do Pinhão Manso para a Produção de Biodiesel**. In: I CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL: ARTIGOS TÉCNICO CIENTÍFICO, Brasília, 31 de agosto e 1 de setembro de 2006.

MOREIRA, J. A. N.; SANTOS, J. W. dos; OLIVEIRA, S. R. M. **Abordagens e metodologias para avaliação de germoplasma**. Campina Grande: Embrapa-CNPQ, 1994, 115 p.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, Alexandria, v.7, p.40-51, 1978.

MUNCH, E.; KIEFER, J. F. Purging nut (*Jatropha curcas* L) multiple use plant as a source of fuel in the future. **Schriftenreihe der Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit**, Stuttgart, v. 209, n. 1, p. 32, 1989.

NERY, A. R. et al. Crescimento do pinhão-mansô irrigado com águas salinas em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 5, p. 551-558, 2009.

NÓBREGA, J. A.; AZEVEDO, C. A. V.; NASCIMENTO, J. J. V. R.; NÓBREGA, J. A.; NETO, J. D. Adubação fosfatada do pinhão-mansô: efeitos sobre a biomassa seca. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA EM PINHÃO-MANSÔ, 1, 2009, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2009. 1 CD-ROM.

NOGUEIRA, O. L. *et al.*, Relações entre caracteres fenotípicos quantitativos e a produção de palmito de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). *In*: MOURÃO, L.; JARDIM, M. A.; GROSSMANN, M. Açai: possibilidade e limites em processos de desenvolvimento sustentável no estuário amazônico, Belém: CEJUP, 2004, p. 27 - 36,

NUNES, C. F.; SANTOS, D. N. dos; PASQUAL, M.; VALENTE, T. C. T. Morfologia externa de frutos, sementes e plântulas de pinhão-mansô. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 2, p. 207-210, 2009.

OJEWOLE, J. A. O.; ODEBIYI, O. O. Neuromuscular and cardiovascular action of tetramethylpyrazine from the stem of *Jatropha curcas*. **Planta Medica**, Stuttgart, v. 38, n. 4, p. 8, 1980.

OLIVEIRA, I. R. S.; OLIVEIRA, F. N.; MEDEIROS, M. A.; TORRES, S. B.; TEIXEIRA, F. J. V. Crescimento inicial do pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.) em função da salinidade da água de irrigação. **Revista Caatinga**. v. 23, n. 4, p. 40-45, 2010.

OLIVEIRA, M. E. B.; GUERRA, N. B.; BARROS, L. M.; ALVES, R. E. **Aspectos agrônômicos e de qualidade do pequi**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. 32p. (Documentos, 113).

OPENSHAW, K. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. **Biomass and Bioenergy**. v. 19, p. 1-15, 2000.

PAIVA NETO, V. B.; BRENHA, J. A. M.; FREITAS, F. B.; ZUFFO, M. C. R.; ALVAREZ, R. C. F. Aspectos da biologia reprodutiva de *Jatropha curcas* L. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 558-563, 2010.

PAMIDIAMARRI, D. V. N. S.; PANDYA, M. P.; RADHAKRISHNAN, T. Comparative study of interspecific genetic divergence and phylogenetic analysis of genus *Jatropha* by RAPD and AFLP. **Molecular Biology Reports**, v.36, p. 901-907, 2009a.

PAMIDIAMARRI, D. V. N. S.; SINGH, S.; MASTAN, S. G.; PASTEL, J.; REDDY, M. P. Molecular characterization and identification of markers for toxic and non-toxic varieties of *Jatropha curcas* L. using RAPD, AFLP and SSR markers. **Molecular Biology Reports**, v.36, p. 1357-1364, 2009b.

PAMIDIAMARRI, D.V.N.S.; MASTAN, S.G.; RAHMAN, H.; REDDY, M.P. Molecular characterization and genetic diversity analysis of *Jatropha curcas* L. in India using RAPD and AFLP analysis. **Molecular Biology Report**, v.37, n. 5, p. 2249-2257, 2009c.

PARAN, I.; MICHELMORE, R. W. Development of reliable PCR-based markers linked to downy mildew resistance genes in lettuce. **Theor. Appl. Genet.**, v. 85, p. 985-993, 1993.

PARAMATHMA, M.; PARTHIBAN K.T.; NEELAKANDAN, K. S. *Jatropha curcas*, **Forestry Science-2**, Pub: Forest College and Research Institute, Mettupalayamp-45, 2004.

PARAMATHMA, M.; VENKATACHALAM, P.; SAMPATHRAJAN, A. *Jatropha* improvement, management and production of biodiesel, Pub: Centre of Excellence in Biofuels, Agricultural College and Research Institute, Tamilnanu Agricultural University, Coimbatore, pp-170, 2007.

PAULA, R. C. de; PIRES, I. E.; BORGES, R. de C. G.; CRUZ, C. D. Predição de ganhos genéticos em melhoramento florestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 2, p. 159-165, 2002.

PENNER, G. A.; ZHENG, Y.; BAUM, B. Identification of DNA fingerprints for two-row barley cultivars registered in Canada, *Genome*, No Prelo, 1998.

PEREIRA, A. B. *et al.*, Eficiência da seleção precoce em famílias de meios irmãos de *Eucalyptus camaldulensis* dehn., avaliadas na região noroeste do Estado de Minas Gerais. **Revista Cerne**, v. 3, n. 1, p. 67-81, 1997.

PEREIRA, N. E.; LEAL, N. R.; PEREIRA, M. G. Controle genético da concentração de 2-Tridecanona e de 2-Undecanona em cruzamentos interespecíficos de tomateiro. **Bragantia**, v. 59, n. 2, p. 165-172, 2000.

PESEK, J.; BAKER, R. J. Desired improvement in relation to selected indices. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 49, p. 803-804, 1969.

PIRES, I. E.; CRUZ, C. D.; BORGES, R. C. G.; REGAZZI, A. I. Índice de seleção combinada aplicado ao melhoramento genético de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, v. 20, n. 2, p. 191-197, 1996.

PRABAKARAN, A. J.; SUJATHA, M. *Jatropha tanjorensis* Ellis & Saroja, a natural interespecific hybrid occurring in Tamil Nadu, India, 1999.

PRAKASH, A. R.; PATOLIA, J. S.; CHIKARA, J.; BORICHA. Floral biology, and flowering behaviour of *Jatropha curcas* L In: FACT Seminar, 2007, Wageningen, **Jatropha curcas: Agronomy and Genetics**, Wageningen: [s,n.]. 2007.

PURCINO, A. A. C.; DRUMMOND, O. A. *Pinhão manso*, Belo Horizonte: EPAMIG, 1986, 7p.

RAJU, A. J. S.; EZRADAMAN, V. Pollintion ecology and fruiting behaviour in a monoecious species, *Jatropha curcas* L, (Euphorbiaceae). **Current Science**, v. 83, n. 11, p. 1395-1398, 2002.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**, Goiânia: UFG, 1993, 271 p.

RANGEL, P.H.N.; CRUZ, C.D.; VENCOVSKY, R.; FERREIRA, R.P. Selection of local lowland rice cultivars based on multivariate genetic divergence. **Brazilian Journal of Genetics**, v.14, n.2, p.437-453, 1991.

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, p. 697-709, 2008.

REIF, J. C.; MELCHINGER, A. E.; FRISCH, M. Genetical and mathematical properties of similarity and dissimilarity coefficients applied in plant breeding and seed bank management. **Crop Science**, v. 45, n. 1, p. 1-7, 2005.

RESENDE; M.D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília. 2002.

RESENDE, M.D.V.; MORA, A.L.; HIGA, A.R.; PALUDZYXZN FILHO, E. Efeito amostral na estimativa da herdabilidade em espécies perenes. **Floresta**, v.28, n.1/2, p.51-63, 1998.

ROCHA, F. A. G.; DANTAS, L. Í. S. Atividade antimicrobiana *in vitro* do aveloz (*Euphorbia tirucalli* L.), pinhão-bravo (*Jatropha mollissima*L,) e pinhão-roxo (*Jatropha gossypifolia*L,) sobre microrganismos patogênicos. **Holos**, v. 4, p. 3-11, 2009.

ROSADO, T, B.; LAVIOLA, B. G.; FARIA, D. A.; PAPPAS, M. R.; BHERING, L. L.; QUIRINO, B.; GRATAPAGLIA, D. Molecular markers reveal limited genetic diversity in a large germplasm collection of the biofuel crop L, in Brazil, **Crop Science**, Madison, v. 50, p. 2372-2382, 2010.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). In: EPAMIG (Ed.) **Produção de Oleaginosas para Biodiesel**, v. 25, n. 229, p.,44-78, 2005.

SCHIFINO-WITTMANN, M. T. Determinação da quantidade de DNA nuclear em plantas, **Ciência Rural**, v. 31, n. 5, p. 897-2002, 2001.

SILVA, A. R. *Recomendação técnica da cultura de Jatropha curcas L, (Pinhão-manso) para a produção de biocombustível no Distrito Federal*, Boletim Técnico, Planaltina, DF, 2006.42p.

SINGH, R. J. **Plant cytogenetics**, CRC Press, Florida, 1993, 391p,

SMITH, H. F. A discriminant function for plant selection. **Annals of Eugenics**, London, v. 7, p. 240-250, 1936.

SOUZA, E. M. de; SANTOS, H. O. dos; SILVA-MANN, R.; PESSOA, A. M. dos S.; NUNES, F. B. da S. Caracterização física de frutos e sementes de diferentes acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), provenientes do banco ativo de germoplasma – UFS. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODISEL, 2., 2007, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: MCT/ABIPTI, 2007.

SUJATHA, M.; DHINGRA, M. Rapid plant regeneration from various explants of *Jatropha integerrima* –Hypocotyl culture, shoot culture, leaf culture and peduncule medium optimization for oilargura de sementeed ornamental plant propagation. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 35, n. 3, p. 293-296, 1993.

SUN, Q.; LI, L.; LI, Y.; WU, G.; GE, X. SSR and AFLP Markers Reveal Low Genetic Diversity in the Biofuel Plant *Jatropha curcas* in China. **Crop Science**, v. 48, p. 1865-1871, 2008.

TAGLIANI, M. C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Germinação de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) sob diferentes substratos e temperaturas. CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS DE PINHÃO MANSO, 1, 2009, Brasília. **Anais...** Brasília-DF, Novembro, 2009.

TAI, G. C. C. Index selection with desired gains. *Crop Science*, Madison, v.17, p.182-183, 1977.

TANYA, P.; DACHAPAK, S.; TAR, M. M.; SRINIVES, P. New microsatellite markers classifying nontoxic and toxic *Jatropha curcas*. **Indian Academy of Sciences. J, Genet.** v. 90, p. 76-78, 2011.

TOMINAGA, N.; KAKIDA, J.; YASUDA, E. K. **Cultivo de pinhão-manso para produção de biodiesel.** Viçosa, MG, CPT, 2007. 220 p.

TOQUICA, S. P.; RODRÍGUEZ, F.; MARTINEZ, E.; DUQUE, M. C.; TOHME, J. Molecular characterization by AFLPs of Capsicum germplasm from the Amazon department in Colombia. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.50, n.6, p.639-647, 2003.

VASCONCELOS, G. C. L.; MEDEIROS, K. A, A. L.; ITALIANO, N. M. ;LUCENA, A. M. A.; ARRIEL, N. H. C. Caracterização morfológica comparativa de *Jatropha curcas* L., *Jatropha mollissima* (Pohl.) Baill, e *Jatropha gossypifolia* L. In: Congresso brasileiro de pesquisas de pinhão-manso Brasília ,2 , 2011, Brasília – DF 29 a 30 de novembro de 2011.

VIEIRA, S.; HOFFMANN, R. Estatística experimental. São Paulo: Atlas, 1989. 175p.

WANI, T. A.; KITCHLU, S.; RAM, G. Genetic variability studies for morphological and qualitative attributes among *Jatropha curcas* L. accessions grown under subtropical conditions of North India. **South African Journal of Botany.** v.79, p. 102–105, 2012.

WILLIAMS, J,G,K; KUBELIK, A,R; LIVAK, K,J; RAFALSKI, J,A; TINGEY, S,V, DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers, **Nucleic Acid Res**, v. 18, p. 6531–6535, 1990.

WRICKE, G.; WEBER, W. E. *Quantitative genetics and selection in plant breeding*. New York: Walter de Gruyter, 1986. 406p.

YAMADA ESM (2011) **Zoneamento agroclimático da *Jatropha curcas* L. como subsídio ao desenvolvimento da cultura no Brasil visando à produção de biodiesel**. ESALQ/USP, Piracicaba, 131p. (Dissertação de mestrado).

ANEXOS

Anexo A. Médias aritméticas das 10 progênes de pinhão manso para as 8 características quantitativas estudadas para os quatro ambientes, agrupados pelo critério DMS-t .

Progênes	DCA					APJ				
	1	2	3	4	\bar{x}	1	2	3	4	\bar{x}
UFRRJ/PM01	9,28Ca	11,31Ba	13,66Aa	15,25Aa	12,37ab	15,41Da	27,36Ca	36,23Bab	44,97Aab	30,99ab
UFRRJ/PM02	8,94Ca	11,06Ba	13,22Aa	14,74Aa	11,99ab	16,33Da	28,31Ca	35,91Bab	44,99Aab	31,38ab
UFRRJ/PM03	9,51Ca	11,63Ba	14,63Aa	15,80Aa	12,89ab	17,18Da	28,82Ca	38,59Bab	44,06Aab	32,16ab
UFRRJ/PM04	8,98Ca	11,23Ba	13,48Aa	15,19Aa	12,22ab	14,25Da	26,04Ca	33,13Bb	40,75Ab	28,54b
UFRRJ/PM05	8,65Da	11,43Ca	13,68Ba	15,53Aa	12,32ab	16,02Da	27,22Ca	34,54Bab	43,10Aab	30,22b
UFRRJ/PM06	8,69Ca	11,01Ba	13,31Aa	14,80Aa	11,95ab	15,64Da	26,27Ca	34,16Bab	42,76Aab	29,71b
UFRRJ/PM07	9,46Ca	11,79Ba	14,30Aa	15,78Aa	12,83ab	16,85Da	28,97Ca	36,28Bab	43,62Aab	31,43ab
UFRRJ/PM08	9,18Ca	11,76Ba	14,32Aa	15,77Aa	12,76ab	15,44Da	28,85Ca	37,15Bab	45,21Aab	31,66ab
UFRRJ/PM09	10,12Ca	12,18Ba	14,54Aa	16,03Aa	13,22 a	18,31Da	30,55Ca	39,77Ba	48,41Aa	34,26a
UFRRJ/PM 10	8,46Da	10,46Ca	13,36Ba	15,14Aa	11,86 b	14,14Da	25,52Ca	33,89Bab	42,69Aab	29,06b
\bar{x}	9,12D	11,38C	13,84B	15,40A		15,96D	27,79C	35,96B	44,06A	
Progênes	LAF					CLF				
	1	2	3	4	\bar{x}	1	2	3	4	\bar{x}
UFRRJ/PM01	9,94Ba	11,53Aa	12,12Aa	12,27Aa	11,46ab	0,86Aa	0,81Aa	0,77Aa	0,73Aa	0,80a
UFRRJ/PM02	10,01Ba	11,93Aa	12,22Aa	13,02Aa	11,79ab	0,85Aa	0,80Aa	0,76Aa	0,72Aa	0,78a
UFRRJ/PM03	10,38Ba	11,96Aa	11,97Aa	12,78Aa	11,77ab	0,84Aa	0,78Aa	0,76Aa	0,71Aa	0,77a
UFRRJ/PM04	9,43Ba	11,88Aa	12,47Aa	12,98Aa	11,69ab	0,79Aa	0,78Aa	0,75Aa	0,72Aa	0,76a
UFRRJ/PM05	9,75Ba	11,82Aa	12,15Aa	12,44Aa	11,54ab	0,86Aa	0,80Aa	0,79Aa	0,73Aa	0,79a
UFRRJ/PM06	9,65Ba	12,14Aa	12,60Aa	12,45Aa	11,71ab	0,80Aa	0,77Aa	0,77Aa	0,72Aa	0,76a
UFRRJ/PM07	9,59Ba	11,43Aa	11,59Aa	11,89Aa	11,13b	0,85Aa	0,80ABa	0,76ABa	0,69Ba	0,78a
UFRRJ/PM08	10,79Aa	11,44Aa	11,40Aa	12,11Aa	11,44ab	0,87Aa	0,80ABa	0,90Aa	0,70Ba	0,82a
UFRRJ/PM09	11,09Ba	12,61Aa	12,68Aa	12,49Aa	12,22 ^a	0,84ABa	0,79ABa	0,91Aa	0,73Ba	0,82a
UFRRJ/PM 10	10,10Ba	12,04Aa	12,16Aa	12,99Aa	11,82ab	0,83Aa	0,79Aa	0,80Aa	0,74Aa	0,79a
\bar{x}	10,07B	11,88A	12,14A	12,54A		0,84A	0,79AB	0,80AB	0,72B	

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL não diferem estatisticamente entre si. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na VERTICAL não diferem estatisticamente entre si. DCA=diâmetro de caule; APJ= altura de planta; LAF= largura de folha; CLF=comprimento / largura de folha; AIFc=ângulo de inserção da folha; NFD=número de folhas desenvolvidas; TMP=tamanho do pecíolo; e NDR=número de ramos.

... continuação do Anexo A.

	AIFc					NFD				
UFRRJ/PM01	32,67Ba	31,00Ba	37,44ABa	46,44Aa	36,89 a	7,62Da	13,42Ca	19,29Ba	24,44Aab	16,19abc
UFRRJ/PM02	32,22Ba	38,67Ba	43,11ABa	51,78Aa	41,44 a	7,47Da	13,09Ca	18,64Ba	22,71Ab	15,48c
UFRRJ/PM03	30,33Ba	37,44Ba	41,33ABa	50,44Aa	39,89 a	7,98Da	13,76Ca	20,82Ba	25,20Aab	16,94abc
UFRRJ/PM04	33,12Ba	32,97Ba	42,35ABa	51,43Aa	39,97 a	7,21Da	13,12Ca	19,02Ba	23,04Aab	15,60bc
UFRRJ/PM05	34,29Ba	33,78Ba	39,78ABa	50,33Aa	39,54 a	7,53Da	13,33Ca	19,29Ba	24,22Aab	16,09abc
UFRRJ/PM06	30,00Ba	37,89Aba	39,33ABa	49,11Aa	39,08 a	7,20Da	12,84Ca	18,69Ba	23,93Aab	15,67abc
UFRRJ/PM07	31,11Ba	33,22Ba	40,78ABa	51,89Aa	39,25 a	7,53Da	13,40Ca	19,22Ba	23,51Aab	15,92abc
UFRRJ/PM08	32,00Ca	36,22BCa	44,22ABa	52,78Aa	41,31 a	8,56Da	15,33Ca	21,09Ba	24,64Aab	17,41a
UFRRJ/PM09	29,33Ba	33,11Ba	34,89ABa	45,89Aa	35,81 a	8,20Da	14,27Ca	20,89Ba	25,80Aa	17,29ab
UFRRJ/PM 10	29,67Ca	34,22BCa	43,11ABa	47,33Aa	38,58 a	7,24Da	12,49Ca	19,02Ba	23,29Aab	15,51c
\bar{x}	31,47C	34,85BC	40,64B	49,74A		7,65D	13,51C	19,60B	24,08A	
	TMP					NDR				
UFRRJ/PM01	11,36Bab	17,46Aab	18,25Aabc	18,87Aab	16,49abcd	0,00Ba	0,09Ba	0,24Ba	0,85Adef	0,29ab
UFRRJ/PM02	10,94Bab	16,86Aab	17,91Aabc	18,78Aab	16,12abcd	0,00Ba	0,00Ba	0,17Ba	0,65Af	0,20b
UFRRJ/PM03	12,29Cab	18,47Ba	19,11ABa	20,82Aa	17,67 ^a	0,00Ba	0,00Ba	0,33Ba	1,53Aab	0,46ab
UFRRJ/PM04	10,22Cb	16,74Bab	17,94Aabc	19,11Aab	16,00bcd	0,00Ba	0,00Ba	0,33Ba	1,18Abcd	0,38ab
UFRRJ/PM05	10,51Bab	17,41Aab	18,05Aabc	19,21Aab	16,30abcd	0,09Ca	0,09Ca	0,51Ba	1,15Abcde	0,46ab
UFRRJ/PM06	9,89Bb	17,63Aab	18,07Aabc	18,18Ab	15,94cd	0,00Ba	0,00Ba	0,26Ba	1,09Acde	0,34ab
UFRRJ/PM07	11,41Bab	18,46Aa	18,25Aabc	20,23Aab	17,09abc	0,00Ba	0,00Ba	0,33Ba	1,62Aa	0,49a
UFRRJ/PM08	12,05Cab	15,22Bb	16,28ABc	17,92Ab	15,37d	0,09Ba	0,09Ba	0,40Ba	1,32Aabc	0,47a
UFRRJ/PM09	12,84Ba	18,61Aa	18,87Aab	19,95Aab	17,57ab	0,00Ba	0,00Ba	0,27Ba	1,19Abcd	0,37ab
UFRRJ/PM 10	10,75Cab	16,34Bab	16,52ABbc	18,43Aab	15,51d	0,00Ba	0,00Ba	0,09Ba	0,75Aef	0,21b
\bar{x}	11,23C	17,32B	17,93AB	19,15A		0,02C	0,03C	0,29B	1,13A	

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL não diferem estatisticamente entre si. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na VERTICAL não diferem estatisticamente entre si. DCA=diâmetro de caule; APJ= altura de planta; LAF= largura de folha; CLF=comprimento / largura de folha; AIFc=ângulo de inserção da folha; NFD=número de folhas desenvolvidas; TMP=tamanho do pecíolo; e NDR=número de ramos.

Anexo B. Análise da regressão das variáveis morfológicas e reprodutivas das dez progênes de *Jatropha curcas*.

	Diâmetro de caule (DCA)								Altura de planta (APJ)							
	Equação				Probabilidade			R ²	Equação				Probabilidade			R ²
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	1°	2°	3°		b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	1°	2°	3°	
1	38,423	0,1345667	-	-	0,00	0,03	1,00	96,77	58,655	0,348176	-	-	0,00	1,00	1,00	98,51
2	35,443	0,1186857	-	-	0,00	0,02	1,00	95,73	56,7	0,304771	-	-	0,00	1,00	1,00	99,14
3	34,799	0,1204809	-	-	0,00	0,02	1,00	96,17	53,557	0,270571	-	-	0,00	1,00	1,00	99,10
4	35,933	0,1211857	-	-	0,00	0,03	1,00	96,36	53,023	0,304986	-	-	0,00	1,00	1,00	99,04
5	37,031	0,1162238	-	-	0,00	0,05	0,27	96,28	57,441	0,312157	-	-	0,00	1,00	1,00	98,64
6	35,77	0,1099857	-	-	0,00	0,60	1,00	96,58	50,981	0,296209	-	-	0,00	1,00	1,00	98,42
7	38,982	0,1219286	-	-	0,00	0,02	1,00	96,01	56,304	0,289157	-	-	0,00	1,00	1,00	98,53
8	39,55	0,1150524	-	-	0,00	0,00	1,00	94,49	62,827	0,281919	-	-	0,00	1,00	1,00	98,60
9	37,34	0,1087524	-	-	0,00	0,00	1,00	90,22	57,893	0,228333	-	-	0,00	1,00	1,00	98,03
10	37,648	0,1230905	-	-	0,00	0,03	1,00	96,70	52,884	0,284401	-	-	0,00	1,00	1,00	98,44
	Tamanho médio de entrenó (MCEc)							Ângulo de inserção de folha (AIFc)								
1	1,342	-0,00552601	0,00005664	-0,00000013	1,00	0,20	0,00	92,63	70,138	0,033791	-	-	0,00	1,00	1,00	56,80
2	1,434	-0,00637875	0,00005547	-0,00000012	0,19	1,00	0,00	79,87	68,42	0,040052	-	-	0,00	1,00	1,00	66,47
3	1,344	-0,00551808	0,00004711	-0,00000001	1,00	1,00	0,00	85,77	62,008	0,066991	-	-	0,00	0,03	0,11	83,68
4	1,323	-0,0065183	0,00006327	-0,00000014	1,00	1,00	0,00	83,67	67,176	0,0409	-	-	0,00	1,00	0,60	44,73
5	1,241	-0,00297465	0,00003708	-0,00000009	0,03	0,08	0,00	92,49	66,408	0,050291	-	-	0,00	1,00	0,05	72,18
6	1,36	-0,00483466	0,00004398	-0,00000001	1,00	1,00	0,00	77,88	68,114	0,038191	-	-	0,00	1,00	0,02	48,93
7	1,333	-0,00637963	0,00005959	-0,00000013	1,00	1,00	0,00	80,63	68,256	0,050767	-	-	0,00	1,00	0,06	76,55
8	1,126	-0,00242615	0,00003256	-0,00000008	0,00	0,14	0,00	96,23	65,919	0,046814	-	-	0,00	1,00	1,00	85,65
9	1,367	-0,00691005	0,00005856	-0,00000012	1,00	0,25	0,00	85,98	64,466	0,044967	-	-	0,00	0,16	0,07	74,53
10	1,404	-0,00628571	0,00005377	-0,00000012	1,00	1,00	0,00	77,80	65,97	0,018258	0,0001408	-	0,19	0,00	0,01	69,44

DCA= Diâmetro de caule; APJ= Altura de planta; MCEc= Tamanho médio de entrenó; e AIFc = Ângulo de inserção da folha

... continuação do Anexo B.

	Numero de ramos (NDR)								Numero de frutos (NFR)							
	Equação				Probabilidade			R ²	Equação				Probabilidade			R ²
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	1°	2°	3°		b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	1°	2°	3°	
1	4,384	0,0197381	-	-	0,00	1,00	1,00	95,08	70,035	-2,1161	0,0104712	-	0,00	0,00	0,00	75,33
2	3,857	0,01618571	-	-	0,00	1,00	1,00	95,74	34,035	-0,90994	0,0045188	-	0,00	0,00	0,01	70,08
3	4,125	0,0121619	-	-	0,00	0,19	1,00	88,17	17,714	-0,83024	0,0041865	-	0,00	0,01	0,07	80,24
4	3,342	0,01514762	-	-	0,00	1,00	1,00	94,90	29,75	-1,17542	0,0057291	-	0,00	0,00	0,00	75,80
5	2,951	0,02614286	-	-	0,00	1,00	0,16	93,80	69,00	-2,72262	0,0135119	-	0,00	0,00	0,00	76,77
6	3,041	0,01699048	-	-	0,00	1,00	1,00	94,72	19,071	-0,86464	0,0042361	-	0,00	0,01	0,06	77,91
7	4,077	0,01288571	-	-	0,00	1,00	1,00	95,55	35,785	-1,49893	0,0074107	-	0,00	0,00	0,00	76,02
8	3,622	0,02534762	-	-	0,00	1,00	0,23	95,68	99,535	-3,88696	0,0197073	-	0,00	0,00	0,00	76,61
9	3,428	0,01302381	-	-	0,00	0,30	1,00	92,07	38,678	-1,26030	0,0060565	-	0,00	0,00	0,01	75,22
10	3,56	0,00963333	-	-	0,00	1,00	1,00	88,68	9,428	-0,23310	0,0010516	-	1,00	1,00	1,00	71,58
	Comprimento do fruto (CFR)								Largura do fruto (LFR)							
1	3,18	-0,00665179	0,00002376	-	1,00	1,00	1,00	69,08	2,562	-0,00398	0,0000176	-	1,00	1,00	1,00	68,86
2	2,643	0,03320789	-0,00038296	0,00000092	1,00	1,00	0,03	47,56	2,073	0,030676	-0,0003293	0,00000078	1,00	1,00	0,03	38,43
3	1,213	0,00856667	-	-	0,00	0,06	0,17	59,60	0,854	0,00839048	-	-	0,00	0,06	1,00	71,87
4	2,804	0,03861574	-0,00054997	0,00000142	0,12	0,01	0,00	94,86	2,121	0,03511177	-0,0004752	0,00000122	0,27	0,01	0,00	94,73
5	2,959	-0,00410357	0,00001736	-	1,00	1,00	1,00	63,47	2,355	-0,0023458	0,00001414	-	1,00	1,00	1,00	76,00
6	-0,032	0,09061111	-0,00083849	0,00000191	0,30	1,00	0,00	98,38	-0,03	0,07868298	-0,0007286	0,00000166	0,28	1,00	0,00	98,37
7	-0,151	0,09716755	-0,00075789	0,00000156	0,21	0,10	0,00	75,05	-0,167	0,08279718	-0,0006296	0,0000012	0,16	0,06	0,00	68,95
8	3,232	-0,00724167	0,00002371	-	1,00	1,00	1,00	65,81	2,588	-0,0031268	0,00001255	-	1,00	1,00	1,00	61,54
9	3,038	-0,00576845	0,00001999	-	1,00	1,00	1,00	34,80	2,635	-0,0020857	0,00000754	-	1,00	1,00	1,00	9,28
10	2,753	-0,03217321	0,0001065	-	1,00	0,00	0,23	42,67	2,16	-0,0235542	0,00007872	-	1,00	0,00	0,17	32,77

NDR= Número de ramos; NFR= Número de frutos; CFR= Comprimento do fruto; e LFR= Largura do fruto

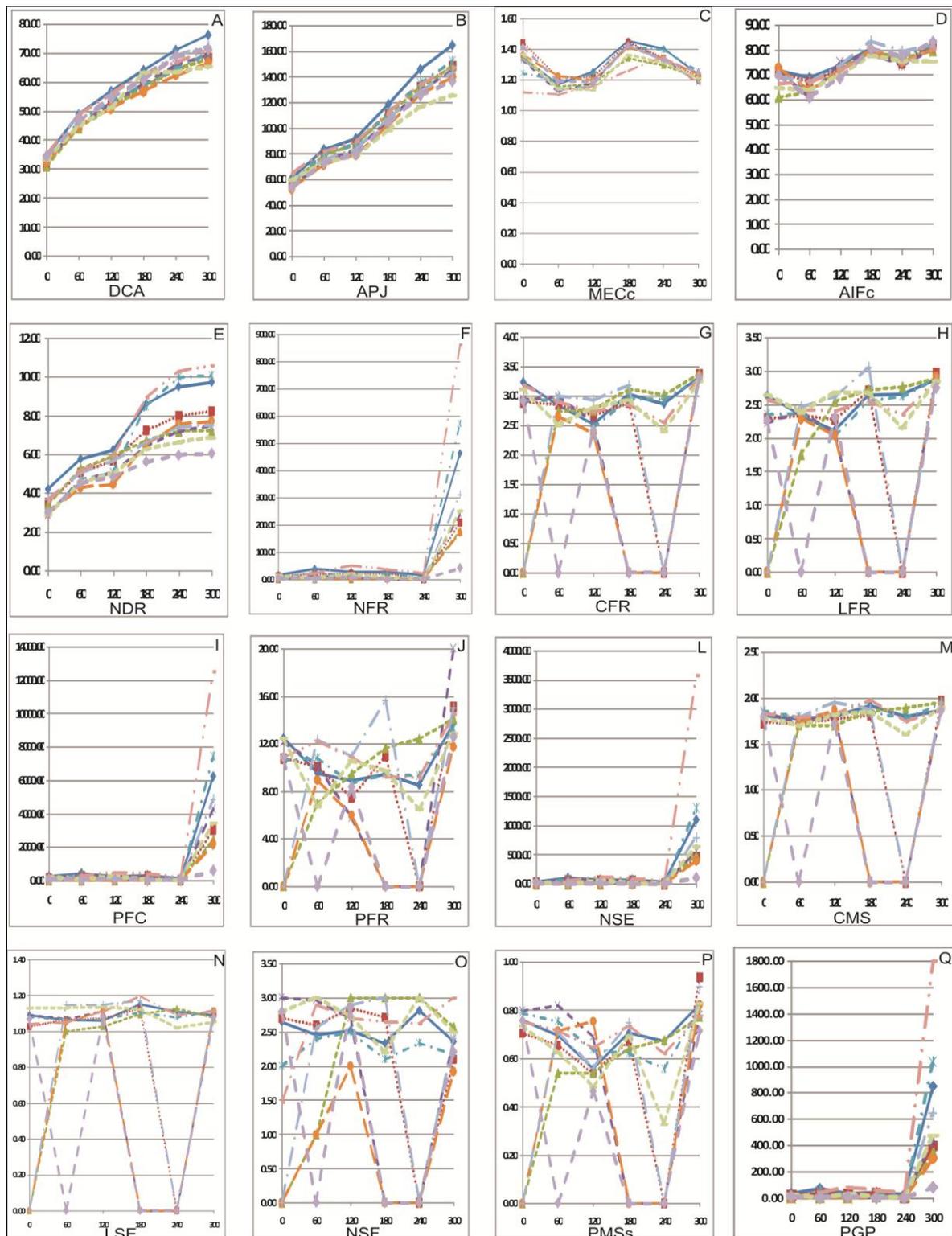
... continuação do Anexo B.

	Peso de fruto da colheita (PFC)								Peso médio do fruto (PFR)							
	Equação				Probabilidade			R ²	Equação				Probabilidade			R ²
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	1°	2°	3°		b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	1°	2°	3°	
1	921,782	-30,17061429	0,14715397	-	0,00	0,00	0,00	76,17	12,511	-0,0570786	0,00019663	-	1,00	0,13	1,00	82,47
2	446,946	-14,02778155	0,06911314	-	0,00	0,00	0,02	73,40	9,957	0,0948157	-0,0012787	0,00000334	1,00	0,08	0,05	45,72
3	247,456	-11,70634643	0,05882688	-	0,00	0,01	0,08	80,18	2,746	0,0423	-	-	0,00	0,21	1,00	87,04
4	504,448	-21,51758274	0,10495809	-	0,00	0,00	0,00	77,24	11,637	0,09581548	-0,0019573	0,00000575	1,00	0,00	0,00	98,03
5	887,982	-36,24554643	0,1786503	-	0,00	0,00	0,00	77,22	11,304	-0,0364381	0,00013651	-	1,00	0,30	1,00	73,80
6	239,357	-10,99792381	0,05386984	-	0,01	0,02	0,09	78,17	0,098	0,2807522	-0,0026713	0,00000622	0,28	1,00	0,00	99,71
7	549,469	-23,6728244	0,11684053	-	0,00	0,00	0,00	76,69	-0,626	0,38665168	-0,0029648	0,00000611	0,08	0,10	0,00	62,72
8	1430,465	-58,67728571	0,29393532	-	0,00	0,00	0,00	77,13	10,815	0,06194246	-0,0007519	0,00000195	1,00	1,00	0,24	99,48
9	514,923	-17,53470357	0,08383562	-	0,00	0,00	0,01	76,19	11,685	-0,0476059	0,00015962	-	1,00	0,22	1,00	32,73
10	110,888	-3,17877381	0,01459028	-	1,00	1,00	1,00	75,14	10,224	-0,1239952	0,00041389	-	1,00	0,00	0,28	46,98
	Número de sementes (NSE)								Comprimento da semente (CMS)							
1	171,892	-5,03732143	0,02493552	-	0,02	0,03	0,10	75,42	1,795	0,00022857	-	-	1,00	1,00	1,00	22,86
2	80,464	-1,92136905	0,00959821	-	1,00	1,00	1,00	67,75	1,563	0,02212632	-0,0002401	0,00000056	1,00	1,00	0,05	45,31
3	49,821	-2,36434524	0,0119494	-	0,23	0,30	1,00	80,46	0,768	0,00497619	-	-	0,01	0,08	0,24	55,61
4	72,535	-2,76863095	0,01345734	-	0,21	0,24	1,00	75,30	1,716	0,02425595	-0,0003329	0,00000084	0,10	0,04	0,00	88,30
5	160,142	-6,18619048	0,03063492	-	0,00	0,01	0,05	76,44	1,835	0,00018651	-0,0000056	0,00000002	1,00	1,00	1,00	49,93
6	42,964	-1,98744048	0,00974702	-	1,00	1,00	1,00	78,18	-0,046	0,06218651	-0,0005594	0,00000125	1,00	1,00	0,00	94,83
7	91,178	-3,79922619	0,0188244	-	0,07	0,10	0,22	75,80	-0,111	0,06072134	-0,0004723	0,00000097	0,29	0,11	0,00	78,22
8	396,035	-16,7620833	0,08398313	-	0,00	0,00	0,00	74,31	1,808	0,00045774	-0,0000012	-	1,00	1,00	1,00	4,27
9	99,892	-3,2239881	0,01549107	-	0,16	0,18	1,00	74,97	1,784	-0,0005661	0,0000023	-	1,00	1,00	1,00	6,28
10	24,071	-0,56369048	0,00252976	-	1,00	1,00	1,00	69,72	1,677	-0,0176155	0,00005645	-	1,00	0,01	0,28	32,39

PFC= Peso de fruto da colheita; PFR= Peso médio de frutos; NSE= Número de sementes; e CMS= Comprimento da semente

	Largura da semente (LMS)								Número de semente por frutos (NSF)							
	Equação				Probabilidade			R ²	Equação				Probabilidade			R ²
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	1°	2°	3°		b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	1°	2°	3°	
1	1,089	-0,0012231	0,00001315	-0,00000003	1,00	1,00	1,00	66,10	2,672	-0,0076887	0,00006457	-0,00000014	1,00	1,00	1,00	38,46
2	0,934	0,01342526	-0,00014134	0,00000032	0,22	1,00	0,04	44,34	2,453	0,02936023	-0,0003082	0,00000068	1,00	1,00	1,00	52,23
3	0,47	0,00278571	-	-	0,01	0,04	0,24	51,06	-0,154	0,03152083	-0,0000751	-	0,22	1,00	1,00	94,41
4	1,024	0,01519951	-0,00020411	0,00000051	0,06	0,03	0,00	88,56	2,88	0,03359656	-0,0004838	0,00000122	1,00	1,00	0,24	92,50
5	1,065	0,00014286	-	-	1,00	1,00	1,00	47,62	2,015	0,00972288	-0,0000680	0,00000013	1,00	1,00	1,00	60,57
6	-0,027	0,03737963	-0,00033588	0,00000075	1,00	1,00	0,00	94,79	-0,157	0,05330688	-0,0004716	0,00000105	1,00	1,00	0,31	78,86
7	-0,055	0,03685538	-0,00028501	0,00000058	1,00	0,05	0,00	77,90	-0,169	0,08564242	-0,0006404	0,00000127	1,00	1,00	0,22	74,54
8	1,03	0,00061133	0,0000019	-0,00000001	1,00	1,00	1,00	60,77	1,536	0,03119996	-0,0002205	0,00000045	1,00	1,00	1,00	94,91
9	1,151	-0,00035714	-	-	1,00	1,00	1,00	63,27	2,844	-0,0009429	-	-	1,00	1,00	1,00	11,69
10	0,994	-0,01005893	0,00003189	-	1,00	0,01	0,23	29,18	2,30	-0,0050701	-0,0000963	0,00000036	1,00	1,00	0,32	9,18
	Peso médio da semente (PMS _s)								Produção de grãos (PGP)							
1	0,763	-0,00198631	0,00000719	-	1,00	1,00	1,00	69,82	132,26	-4,0382006	0,01969251	-	0,00	0,00	0,00	76,24
2	0,654	0,00667394	-0,00008763	0,00000023	1,00	0,10	0,03	50,16	63,726	-1,7690934	0,00872406	-	0,00	0,00	0,03	71,35
3	0,216	0,00208095	-	-	0,00	0,21	0,32	73,08	33,856	-1,6108774	0,00813304	-	0,00	0,01	0,09	80,55
4	0,77	0,00978307	-0,00014061	0,00000036	0,03	0,01	0,00	94,98	56,606	-2,1755696	0,0105689	-	0,00	0,00	0,02	75,50
5	0,787	0,00065234	-0,00002234	0,00000007	1,00	1,00	1,00	93,34	127,33	-4,9941565	0,02458646	-	0,00	0,00	0,00	76,56
6	-0,02	0,02580688	-0,00023327	0,00000052	1,00	1,00	0,00	95,35	32,439	-1,5018125	0,00736572	-	0,01	0,02	0,10	78,19
7	-0,025	0,02179145	-0,00017521	0,00000037	0,10	1,00	0,00	70,23	73,855	-3,1517893	0,01556657	-	0,00	0,00	0,00	76,48
8	0,767	-0,00124286	0,00000397	-	1,00	1,00	1,00	38,77	203,32	-8,2536809	0,04162103	-	0,00	0,00	0,00	76,84
9	0,763	-0,00333869	0,00001076	-	1,00	0,19	1,00	33,68	72,2	-2,4388607	0,01162768	-	0,00	0,00	0,01	76,48
10	0,701	-0,00853333	0,00002738	-	1,00	0,00	1,00	54,04	19,033	-0,4761994	0,00209995	-	1,00	1,00	1,00	75,14

LMS= Largura da semente; NSF= Número de semente por frutos; PMS_s= Peso médio da semente secas; e PGP= Produção de grãos



Legenda:

- ◆ UFRRJ/PM01 ▲ UFRRJ/PM03 ✕ UFRRJ/PM05 + UFRRJ/PM07 - UFRRJ/PM09
- UFRRJ/PM02 ✕ UFRRJ/PM04 ● UFRRJ/PM06 - UFRRJ/PM08 ◆ UFRRJ/PM10

Anexo C. Gráficos do comportamento das variáveis morfológicas e de produção. A= Diâmetro de caule; B= Altura de planta; C= Tamanho médio de entrenó; D = Ângulo de inserção da folha; E= Número de ramos; F= Número de frutos; G= Comprimento do fruto; H= Largura do fruto; I= Peso de fruto da colheita; J= Peso médio de frutos; L= Número de sementes; M= Comprimento da semente; N= Largura da semente; O= Número de semente por frutos; P= Peso médio da semente secas; e Q= Produção de grãos

Anexo D. Correlação residual das variáveis morfológicas e reprodutivas das dez progênes de *Jatropha curcas*

	DCA	APJ	MCEc	AIFc	NDR	NFR	CFR	LFR	PFC	PFR	NSE	CMS	LMS	NSF	PMS _s	PGP
DCA	1	0,46*	0,55*	0,61*	0,20*	0,20*	0,44*	0,44*	0,24*	0,34*	0,24*	0,44*	0,44*	0,39*	0,35*	0,22*
APJ		1	0,36*	0,37*	0,09*	0,16*	0,30*	0,29*	0,17*	0,24*	0,18*	0,30*	0,30*	0,29*	0,31*	0,17*
MCEc			1	0,21*	0,03*	0,10*	0,36*	0,36*	0,15*	0,32*	0,14*	0,35*	0,35*	0,29*	0,28*	0,11*
AIFc				1	0,02*	0,00 ^{ns}	0,16*	0,15*	0,03*	0,20*	0,03*	0,16*	0,16*	0,16*	0,24*	0,02*
NDR					1	0,08*	0,05*	0,05*	0,04*	-0,06 ^{ns}	0,05*	0,06*	0,06*	-0,01 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,07*
NFR						1	0,75*	0,76*	0,98*	0,46*	0,99*	0,75*	0,75*	0,66*	0,44*	0,99*
CFR							1	1,00*	0,81*	0,80*	0,80*	1,00*	0,99*	0,85*	0,80*	0,77*
LFR								1	0,82*	0,79*	0,81*	1,00*	0,99*	0,85*	0,79*	0,78*
PFC									1	0,57*	0,99*	0,81*	0,80*	0,77*	0,54*	0,99*
PFR										1	0,53*	0,78*	0,77*	0,76*	0,97*	0,48*
NSE											1	0,81*	0,80*	0,74*	0,51*	0,99*
CMS												1	1,00*	0,84*	0,79*	0,77*
LMS													1	0,83*	0,77*	0,77*
NSF														1	0,74*	0,72*
PMS _s															1	0,47*
PGP																1

*Significativo 5% de probabilidade, ^{ns} não há diferença estatística significativa pelo Teste 't'. DCA= Diâmetro de caule; APJ= Altura de planta; MCEc= Tamanho médio de entrenó; AIFc = Ângulo de inserção da folha; NDR= Número de ramos; NFR= Número de frutos; CFR= Comprimento do fruto; LFR= Largura do fruto; PFC= Peso de fruto da colheita; PFR= Peso médio de frutos; NSE= Número de sementes; CMS= Comprimento da semente; LMS= Largura da semente; NSF= Número de semente por frutos; PMS_s= Peso médio da semente secas; e PGP= Produção de grãos.

Anexo E. Médias transformadas das 10 progênes de pinhão manso para as 11 características quantitativas de produção estudadas, agrupados pelo teste DMS-t

Progênie	NFR	CFR	LFR	PFC	PFR	NSE	CMS	LMS	NSF	PMS _s	PGP
UFRRJ/PM01	12,31ab	1,86a	1,75a	43,60ab	3,31a	19,19ab	1,52a	1,26a	1,71ab	1,11a	16,52ab
UFRRJ/PM02	7,71ab	1,47a	1,39a	27,57ab	2,47a	11,56ab	1,25a	1,07a	1,40ab	0,97a	10,42ab
UFRRJ/PM03	7,16ab	1,92a	1,80a	26,50ab	3,59a	11,79ab	1,54a	1,25a	1,74a	1,10a	9,95ab
UFRRJ/PM04	10,13ab	1,81a	1,67a	37,20ab	3,17a	16,07ab	1,46a	1,22a	1,72ab	1,07a	13,83ab
UFRRJ/PM05	13,53ab	1,87a	1,74a	47,95ab	3,36a	20,28ab	1,53a	1,26a	1,65ab	1,10a	17,89ab
UFRRJ/PM06	5,64ab	1,48a	1,41a	18,99ab	2,45a	8,12b	1,26a	1,08a	1,27b	0,99a	7,15ab
UFRRJ/PM07	7,22ab	1,52a	1,44a	27,42ab	2,78a	11,32ab	1,28a	1,08a	1,39ab	1,01a	10,30ab
UFRRJ/PM08	14,25a	1,85a	1,75a	51,80a	3,44a	26,81a	1,53a	1,27a	1,77a	1,10a	20,04a
UFRRJ/PM09	7,39ab	1,88a	1,78a	26,31ab	3,42a	11,72ab	1,53a	1,26a	1,74a	1,12a	10,09ab
UFRRJ/PM 10	4,09b	1,91a	1,77a	14,19b	3,53a	6,34b	1,53a	1,26a	1,73ab	1,10a	5,42b
Média	8.94	1.76	1.65	32.15	3.15	14.32	1.44	1.20	1.61	1.08	12.16

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na VERTICAL não diferem estatisticamente entre si, NFR= Número de frutos; CFR= Comprimento do fruto; LFR= Largura do fruto; PFC= Peso de fruto da colheita; PFR= Peso médio de frutos; NSE= Número de sementes; CMS= Comprimento da semente; LMS= Largura da semente; NSF= Número de semente por frutos; PMS_s= Peso médio da semente secas; e PGP= Produção de grãos