

UFRRJ

INSTITUTO DE AGRONOMIA

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

TESE

**DIVERGÊNCIA FENOTÍPICA ENTRE ACESSOS DE PINHÃO
MANSO (*Jatropha curcas* L.) UTILIZANDO CARACTERES
MORFOAGRONÔMICOS**

RAFAELA ELOI DE ALMEIDA ALVES

2013



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

**DIVERGÊNCIA FENOTÍPICA ENTRE ACESSOS DE PINHÃO MANSO
(*Jatropha curcas* L.) UTILIZANDO CARACTERES
MORFOAGRONÔMICOS**

RAFAELA ELOI DE ALMEIDA ALVES

Sob orientação do Professor Doutor
Antônio Carlos de Souza Abboud

e co-orientação do Professor Doutor
Pedro Corrêa Damasceno Júnior

Tese submetida como requisito Parcial
para obtenção do grau de **Doutor em**
Ciências, do Curso de Pós-Graduação
em Fitotecnia, Área de Concentração
em Agroecologia.

Seropédica, RJ
Março, 2013

633.85

A474d

Alves, Rafaela Eloi de Almeida, 1982-

T

Divergência fenotípica entre acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) utilizando caracteres morfoagronômicos / Rafaela Eloi de Almeida Alves. - 2013.

154 f.: il.

Orientador: Antônio Carlos de Souza Abboud.

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

Bibliografia: f. 96-105.

1. Pinhão-manso - Variedades - Teses. 2. Pinhão-manso - Análise - Teses. 3. Pinhão-manso - Melhoramento genético - Teses. 4. Pinhão-manso - Cultivo - Teses. 5. Sementes oleaginosas - Teses. 6. Biodiesel - Teses. I. Abboud, Antônio Carlos de Souza, 1960- II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia. III. Título.

A Deus.

A meus pais, Sebastião e Zita, as pessoas mais importantes da minha vida.

E ao meu irmão Leonardo, amado e admirado.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus pais e irmão.

Aos meus familiares e amigos.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ pela oportunidade de me graduar Engenheira Agrônoma e de realizar meu doutorado.

Ao Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia - CPGF, Instituto de Agronomia e Departamento de Fitotecnia da UFRRJ.

A CAPES pela concessão da bolsa.

A Embrapa Solos, FAPERJ e FINEP pelo auxílio na implantação do experimento e no financiamento dos trabalhos de campo.

A PETROBRÁS pelo auxílio financeiro.

Ao professor Dr. Antônio Carlos de Souza Abboud pela orientação e ao professor Dr. Pedro Corrêa Damasceno Júnior, pela co-orientação, ajuda na condução das análises e discussão dos dados.

Ao professor Dr. Valdir Diola pelo auxílio no Laboratório de Genética e Melhoramento Vegetal do Instituto de Biologia da UFRRJ, pelos ensinamentos e pela amizade.

Aos bolsistas de iniciação científica e estudantes de pós-graduação do Laboratório de Genética e Melhoramento Vegetal do Instituto de Biologia da UFRRJ, pela amizade.

Aos bolsistas de iniciação científica pela ajuda nas tarefas de campo e pela amizade.

Aos funcionários que auxiliaram nas tarefas de conservação do experimento em campo.

Aos colegas de turma do CPGF.

As secretárias do CPGF.

E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a condução e conclusão deste trabalho.

OBRIGADA!

RESUMO

ALVES, Rafaela Eloi de Almeida. **Divergência fenotípica entre acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) utilizando caracteres morfoagronômicos.** 2013. 105 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2013

Jatropha curcas L., conhecida como pinhão manso, é uma espécie vista como promissora para a produção de biodiesel no Brasil, se tornando uma alternativa aos combustíveis fósseis. É uma espécie que vem sendo estudada, contudo havendo a necessidade de pesquisas que revelem seu verdadeiro potencial produtivo. Bem como, não há ainda cultivares comerciais. Diante da necessidade de alternativas para geração de energia alternativa o pinhão manso vem ganhando visibilidade entre pesquisadores e empresas de todo o mundo pela sua produção de óleo de boa qualidade. No campo experimental do Instituto de Agronomia da UFRRJ encontra-se instalada uma coleção de trabalho composta por acessos oriundos de diferentes regiões brasileiras, onde cada acesso representa um indivíduo, totalizando 286 acessos. Foram realizadas avaliações nos três primeiros anos de produção de frutos e sementes, totalizando três épocas (maio a julho de 2010, dezembro de 2010 a maio de 2011 e dezembro de 2011 a maio de 2012). O objetivo da pesquisa é identificar a variabilidade e divergência fenotípica entre os acessos de pinhão manso presentes na coleção, através de avaliações de caracteres morfoagronômicos com o objetivo de identificar acessos potenciais para serem utilizados em programas de melhoramento dessa espécie. Neste trabalho foi verificada variabilidade entre os acessos por meio de características associadas diretamente à produção de sementes, indicando assim materiais genéticos possíveis para o uso em programas de melhoramento. Alguns acessos foram identificados como produtivos durante os três anos de avaliação, e o uso de metodologias de índice de seleção podem ser úteis para a identificação de acessos que contenham as características de interesse agrônomo. Foi verificada variabilidade entre as populações e os acessos avaliados nesse estudo, e que as características ligadas à produção, como número de frutos e número de sementes foram as mais variáveis dentre os caracteres utilizados para a avaliação da diversidade entre os acessos da coleção. Na avaliação do óleo foi verificado que os acessos estudados têm boa qualidade no óleo extraído de suas sementes, pois apresentam altos teores de ácidos graxos monoinsaturados, que afere ao óleo boa qualidade para produção de biodiesel.

Palavras-chave: variabilidade, biodiesel, oleaginosa, análises multivariadas.

ABSTRACT

ALVES, Rafaela Eloi de Almeida. **Phenotypic divergence between bouts of physic nut (*Jatropha curcas* L.) using morphoagronomical traits.** 2013. 105 p. Thesis (Ph.D. in Plant Science). Institute of Agronomy, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2013

Jatropha curcas L., known as physic nut, is a species seen as promising for the production of biodiesel in Brazil, becoming an alternative to fossil fuels. This species has been studied, but there is a need for research that reveals their true potential for productive. As well, there are still no commercial cultivars. Given the need for alternative energy generation alternative *Jatropha* is gaining visibility among researchers and companies from around the world for its production of good quality oil. In the experimental field of the Institute of Agronomy of UFRRJ is installed a collection consisting of accesses from different Brazilian regions, where each access is an individual, totaling 286 hits. Evaluations were carried out in the three first years of production of fruits and seeds, totaling three times (May to July 2010, December 2010 to May 2011 and December 2011 to May 2012). The objective of the research is to identify the variability and phenotypic divergence among accessions of *Jatropha curcas* present in the collection, through assessments of morphological characteristics in order to identify potential hits to be used in breeding programs of this species. This study evaluated the variability among accessions through features directly associated with the production of seeds, thus indicating possible genetic materials for use in breeding programs. Some accessions were identified as productive during the three years of assessment, and the use of methods of selection index may be useful for the identification of hits that contain the desirable agronomic characteristics. Was observed variability between populations and accessions evaluated in this study, and that the production traits, such as number of fruits and number of seeds were the most variable among the characters used for the evaluation of diversity among accessions of the collection. In the evaluation of the oil was observed that accessions have good quality oil extracted from its seeds, since they have high content of monounsaturated fatty acids, which measures the oil quality for biodiesel production.

Key word: variability, biodiesel, oilseed, multivariate analysis.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Procedência de todos os acessos de pinhão manso (<i>Jatropha curcas</i> L.) encontrados na coleção da UFRRJ.	22
Tabela 2. Acessos de <i>J. curcas</i> considerados de produção precoce no 1° ano (maio a julho de 2010).....	27
Tabela 3. Acessos de <i>J. curcas</i> que produziram no 2° ano (dezembro 2010/setembro 2011). 28	
Tabela 4. Acessos de <i>J. curcas</i> que produziram no 3° ano (dezembro 2011/maio de 2012)...	29
Tabela 5. Média, Desvio-Padrão (DP), amplitude (máximo e mínimo) e coeficiente de variação (CV%) das características morfoagronômicas entre as populações de acessos de <i>Jatropha curcas</i> L. nos três anos avaliados (2010, 2010/2011 e 2011/2012).	31
Tabela 6. Média, Desvio-Padrão (DP), amplitude (máximo e mínimo) e coeficiente de variação (CV%) das características morfoagronômicas dos acessos mais produtivos de <i>Jatropha curcas</i> L. nos três anos de produção (2010, 2010/2011 e 2011/2012).....	34
Tabela 7. Agrupamento de Tocher realizado a partir da matriz da distância euclidiana entre as populações de <i>J. curcas</i> no 1° ano de avaliação, utilizando 10 caracteres morfoagronômicos.	40
Tabela 8. Agrupamento de Tocher realizado a partir da matriz da distância euclidiana entre as populações de <i>J. curcas</i> no 2° ano de avaliação, utilizando 10 caracteres morfoagronômicos.	40
Tabela 9. Agrupamento de Tocher realizado a partir da matriz da distância euclidiana entre as populações de <i>J. curcas</i> no 3° ano de avaliação, utilizando 10 caracteres morfoagronômicos.	42
Tabela 10. Componentes Principais (CP's) obtidos a partir da análise de sete caracteres mensurados das populações de acessos pertencentes à coleção de <i>Jatropha curcas</i> L. da UFRRJ, na 1ª produção de frutos e sementes (2010).	44
Tabela 11. Componentes Principais (CP's) obtidos a partir da análise de seis caracteres mensurados dos 54 acessos produtivos pertencentes à coleção de <i>J. curcas</i> L. da UFRRJ, na 1ª produção de frutos e sementes (2010).	46
Tabela 12. Componentes Principais (CP's) obtidos a partir da análise de oito caracteres mensurados das 13 populações de acessos de <i>J. curcas</i> L. da UFRRJ, na 2ª produção de frutos e sementes (2010/2011).	48
Tabela 13. Componentes Principais (CP's) obtidos a partir da análise de sete caracteres mensurados de dos 100 acessos mais produtivos pertencentes à coleção de <i>J. curcas</i> L. da UFRRJ, no 2° ano de produção de frutos e sementes (2010/2011).	50
Tabela 14. Componentes Principais (CP's) obtidos a partir da análise de sete caracteres mensurados das 13 populações de acessos pertencentes à coleção de <i>J. curcas</i> L. da UFRRJ, no 3° ano de produção de frutos e sementes (2011/2012).	52

Tabela 15. Componentes Principais (CP's) obtidos a partir da análise de sete caracteres mensurados de dos 100 acessos mais produtivos pertencentes à coleção de <i>J. curcas</i> L. da UFRRJ, no 3º ano de produção de frutos e sementes (2011/2012).	54
Tabela 16. Ordem da seleção realizada pela metodologia de Elston (1963) dos 20 acessos em cada ano avaliado.....	66
Tabela 17. Ordem da seleção realizada pela metodologia de Mulamba & Mock (1978) dos 20 acessos em cada ano avaliado.....	69
Tabela 18. Resultado da análise do óleo extraído das sementes de 19 acessos de pinhão manso (<i>Jatropha curcas</i> L.) produtivos no ano de 2010/2011 (2ª produção).	81
Tabela 19. Média, Desvio-Padrão (DP), Amplitude e Coeficiente de Variação (CV%) da análise de óleo das sementes dos 19 acessos de pinhão manso (<i>Jatropha curcas</i> L.) pertencentes à coleção da UFRRJ.	82
Tabela 20. Resultado da Correlação de Pearson entre 10 características avaliadas entre 19 acessos de <i>J. curcas</i> presentes na coleção da UFRRJ, avaliados no 2º ano de produção (2010/2011).	87
Tabela 21. Agrupamento dos 19 acessos de <i>J. curcas</i> avaliados no 2º ano de produção de frutos e sementes (2010/2011), pelo método de Tocher utilizando a distância Euclidiana como medida de distância genética.	88
Tabela 22. Componentes Principais (CP's) obtidos a partir da análise de seis caracteres mensurados de 19 acessos pertencentes à coleção de <i>Jatropha curcas</i> L. da UFRRJ, no 2º ano de produção de frutos e sementes (2010/2011).	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Percentuais da mistura de biodiesel ao diesel determinados pela Lei nº 11.097/2005.	3
Figura 2. Produção mundial de Biodiesel no mundo no ano de 2010, demonstrando o Brasil como o 2º maior produtor mundial de biodiesel.	4
Figura 3. Produção mensal de biodiesel no Brasil, em m ³ , de janeiro de 2005 a maio de 2010.	5
Figura 4. Produção de Biodiesel acumulada do ano de 2010 até o ano de 2013.	5
Figura 5. Matérias-primas utilizadas para produção de biodiesel.	6
Figura 6. Características de algumas culturas oleaginosas com potencial de uso energético. Adaptada de Meirelles F. S. 2003.	7
Figura 7. Planta de pinhão manso presente na coleção de acessos de <i>Jatropha curcas</i> L. da UFRRJ, janeiro de 2012, planta com 35 meses. Foto: Elaborada pela autora.	9
Figura 8. Inflorescência de uma planta de pinhão manso pertencente à coleção de acessos de <i>Jatropha curcas</i> L. da UFRRJ, abril de 2010 (A) e setembro de 2011 (B). Foto: Elaborada pela autora.	10
Figura 9. Frutos e sementes de plantas de pinhão manso pertencentes à coleção de acessos de <i>Jatropha curcas</i> L. da UFRRJ, maio de 2011. A – no mesmo cacho frutos em diferentes fases do desenvolvimento, B – sementes de pinhão manso e C – endosperma de sementes de pinhão manso de onde o óleo é extraído. Foto: Elaborada pela autora.	10
Figura 10. Distribuição global de <i>Jatropha curcas</i> L. Regiões sombreadas indicam áreas em que a espécie é encontrada.	12
Figura 11. Coleção de trabalho contendo os acessos da espécie <i>Jatropha curcas</i> L. na UFRRJ. Foto: Elaborada pela autora (fevereiro de 2011).	21
Figura 12. Representação gráfica das temperaturas médias durante a condução do experimento, abril de 2009 a junho de 2012.	23
Figura 13. Produção de frutos dos 29 acessos de <i>J. curcas</i> da coleção de trabalho da UFRRJ durante as três produções. 1º ano (2010), 2º ano (2010/2011) e 3º ano (2011/2012).	36
Figura 14. Produção de sementes dos 29 acessos de <i>J. curcas</i> da coleção de trabalho da UFRRJ durante as três produções. 1º ano (2010), 2º ano (2010/2011) e 3º ano (2011/2012).	37
Figura 15. Dendrograma resultante da análise entre as populações de acessos de <i>J. curcas</i> no 1º ano de avaliação (2010), com base em 10 caracteres morfoagronômicos, obtido pelo método de agrupamento UPGMA e utilizando a distância Euclidiana como medida de distância genética.	39

Figura 16. Dendrograma resultante das populações de acessos de *J. curcas* no 2º ano de avaliação (2010/2011), com base em 10 caracteres morfoagronômicos, obtido pelo método de agrupamento UPGMA e utilizando a distância Euclidiana como medida de distância genética.41

Figura 17. Dendrograma resultante da análise das populações de acessos de *J. curcas* no 3º ano de avaliação (2011/2012), com base em 10 caracteres morfoagronômicos, obtido pelo método de agrupamento UPGMA e utilizando a distância Euclidiana como medida de distância genética.....43

Figura 18. Representação gráfica dos resultados da análise de componentes principais (ACP) das 13 populações de acessos da coleção de *J. curcas* da UFRRJ, no 1º ano de avaliação (2010). Baseados nos autovetores de sete características morfoagronômicas. A – Distribuição das sete características e suas associações aos componentes principais, B – Distribuição das populações de acessos associadas aos componentes principais.45

Figura 19. Representação gráfica dos resultados da análise dos componentes principais (ACP) dos acessos produtivos da coleção de *J. curcas* da UFRRJ, no 1º ano de avaliação (2010). Baseados nos autovetores de seis características morfoagronômicas. A – Distribuição das seis características e suas associações aos componentes principais, B – Distribuição dos acessos associados aos componentes principais.....47

Figura 20. Representação gráfica dos resultados da análise dos componentes principais (ACP) das 13 populações de acessos da coleção de *J. curcas* da UFRRJ, no 2º ano de avaliação (2010/2011). Baseados nos autovetores de oito características morfoagronômicas. A e B– Distribuição das oito características e suas associações aos componentes principais, C e D – Distribuição dos acessos associados aos componentes principais.....49

Figura 21. Representação gráfica dos resultados da análise dos componentes principais (ACP) dos 100 acessos mais produtivos da coleção de *J. curcas* da UFRRJ, no 2º ano de avaliação (2010/2011). Baseados nos autovetores de sete características morfoagronômicas. A e B– Distribuição das sete características e suas associações aos componentes principais, C e D – Distribuição dos acessos associados aos componentes principais.....51

Figura 22. Representação gráfica dos resultados da análise dos componentes principais (ACP) das 13 populações da coleção de *J. curcas* da UFRRJ, no 3º ano de avaliação (2011/2012). Baseados nos autovetores de sete características morfoagronômicas. A e B– Distribuição das sete características e suas associações aos componentes principais, C e D – Distribuição dos acessos associados aos componentes principais. Os acessos marcados em vermelho foram os mais produtivos nos três anos de produção53

Figura 23. Representação gráfica dos resultados da análise dos componentes principais (ACP) dos 100 acessos mais produtivos da coleção de *J. curcas* da UFRRJ, no 3º ano de avaliação (2011/2012). Baseados nos autovetores de sete características morfoagronômicas. A e B– Distribuição das nove características e suas associações aos componentes principais, C e D – Distribuição dos acessos associados aos componentes principais. Os acessos marcados em vermelho foram os mais produtivos nos três anos de produção.55

Figura 24. Dendrograma resultante da análise de 19 acessos de *J. curcas* no 2º ano de avaliação (2010/2011), com base em 10 características associadas à produção, rendimento e

qualidade do óleo extraído das sementes, por meio do método de agrupamento UPGMA, utilizando a distância Euclidiana como medida de distância genética.90

Figura 25. Representação gráfica dos resultados da análise dos componentes principais (ACP) de 19 acessos da coleção de *J. curcas* da UFRRJ, no 2º ano de produção de (2011/2012). Baseados nos autovetores de seis características. A e B – Distribuição das sete características e suas associações aos componentes principais, C e D – Distribuição dos acessos associados aos componentes principais. Os acessos marcados em vermelho foram os mais produtivos nos três anos de produção93

LISTA DE ABREVIATURAS

ACP – Análise de Componentes Principais
AFLP – *Amplified Fragment Length Polymorphism*
AGM – Ácidos Graxos Monoinsaturados
AGP – Ácidos Graxos Poliinsaturados
AGS – Ácidos Graxos Saturados
ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível
AP – Altura de Planta
CP – Componentes Principais
CO – Monóxido de Carbono
DCA – Diâmetro de Caule
GEE – Gases de Efeito Estufa
IND – Maior produção em menor tempo de colheita
ISSR – *Inter Simple Sequence Repeat*
LABFER – Laboratório de Fertilidade da UFRRJ
MAPA – Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCER – Médio do Comprimento do Entrenó do Ramo
MME – Ministério de Minas e Energia
NFP – Número de Frutos por Planta
NSP – Número de Sementes por Planta
PMS – Peso Médio de Sementes
POPTes – Produção de Óleo em base seca
PSP – Peso de Semente por Planta
RAPD – *Random Amplified Polymorphism DNA*
SED – Sementes por Dia
SO_x – Óxido de Enxofre
SSR – *Simple Sequence Repeat*
TEC – Tempo de Colheita
TES – Teor de Óleo em base Seca
UMI - Umidade

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 O que é Biodiesel?	3
2.1.3 Principais matérias-primas para produção de biodiesel	6
2.2 A Cultura do Pinhão Manso (<i>Jatropha curcas</i> L.):	8
2.2.1 Descrição botânica	8
2.2.2 Características gerais da cultura.....	10
2.2.3 Origem e distribuição da cultura no mundo	11
2.2.4 Variabilidade genética do pinhão manso	12
3. OBJETIVO.....	14
3.1 Objetivos Específicos	14
CAPÍTULO I - VARIABILIDADE FENOTÍPICA ENTRE ACESSOS DE <i>Jatropha curcas</i> L. UTILIZANDO CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS.....	15
RESUMO	16
ABSTRACT	17
1. INTRODUÇÃO	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1. Caracterizações Morfoagronômicas	23
3.2. Análises Estatísticas	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1. Análise Descritiva	29
4.2. Análise Multivariada	38
4.3. Análise de Componentes Principais (ACP)	44
5. CONCLUSÕES.....	57
CAPÍTULO II - SELEÇÃO DE ACESSOS DE PINHÃO MANSO (<i>Jatropha curcas</i> L.) COM BASE NA METODOLOGIA DE ÍNDICE DE SELEÇÃO.....	58
RESUMO.....	59
ABSTRACT.....	60
1. INTRODUÇÃO.....	61
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	62
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	64
3.1. Índice ‘Livre de Pesos’ e ‘Livre de Parâmetros’	64
3.2. Índice com Base em Soma de Postos (ou “ranks”)	64

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
4.1. Índice ‘Livre de Pesos’ e ‘Livre de Parâmetros’	66
4.2. Índice com Base em Soma de Postos (ou “ranks”)	67
5. CONCLUSÕES	71
CAPÍTULO III - CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO DE ACESSOS DE PINHÃO MANSO (<i>Jatropha curcas</i> L.) PERTENCENTES À COLEÇÃO DA UFRRJ/EMBRAPA/PETROBRÁS	72
RESUMO	73
ABSTRACT	74
1. INTRODUÇÃO	75
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	76
3. MATERIAL E MÉTODOS	78
3.1. Caracterizações Morfoagronômicas	78
3.2. Extração e análise do óleo	79
3.3. Análises Estatísticas	80
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	82
4.1. Análise Descritiva	82
4.2. Correlação de Pearson	85
4.3. Análise Multivariada	88
4.4. Análise de Componentes Principais (ACP)	91
5. CONCLUSÃO	94
CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
APÊNDICES	106

1. INTRODUÇÃO GERAL

A segurança energética é um dos maiores desafios deste século pelo aumento da demanda por petróleo e seus derivados, devido à crescente industrialização e modernização do mundo. Este produto ainda será uma das principais fontes de energia até sua exaustão. Por ser um recurso que está na iminência de se esgotar daqui a poucos anos, justifica-se a preocupação em se obter fontes alternativas para geração de energia.

Diante desta necessidade, o biodiesel surge como uma solução economicamente viável e ambientalmente correta para a questão da emissão de gases poluentes à atmosfera (gases de efeito estufa – GEE) oriundo da queima de combustíveis fósseis, sendo assim uma alternativa para diminuir a dependência dos derivados de petróleo.

Por ser derivado de fontes renováveis constituídas de gorduras animais ou óleos vegetais, o biodiesel pode substituir total ou parcialmente o diesel de petróleo em automotivos com motores ciclo diesel. Processos químicos como o craqueamento, esterificação ou transesterificação são utilizados para a obtenção do biodiesel (BRASIL, 2011).

Os óleos vegetais são produtos naturais constituídos por uma mistura de ésteres derivados do glicerol (triacilgliceróis ou triglicerídeos), cujos ácidos graxos contêm cadeias de 8 a 24 átomos de carbono com diferentes graus de insaturação. Além da presença do grupo funcional éster, os óleos vegetais também possuem massa molecular cerca de três vezes maior que do diesel (COSTA NETO et al., 2000).

No Brasil a produção de óleos vegetais com finalidade energética, ainda é incipiente. As espécies oleaginosas representam um grande potencial, em razão das dimensões territoriais e da elevada diversidade edafoclimática presente no território brasileiro. Dentre as espécies potencialmente utilizáveis, o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) apresenta excelentes perspectivas para a produção do biodiesel (SATURNINO et al., 2005A).

O pinhão manso é uma espécie arbustiva, perene pertencente à família *Euphorbiaceae*, a mesma da mamona (*Ricinus communis* L.), mandioca (*Manihot esculenta*) entre outras. Seu centro de origem ainda é discutido, porém é encontrada em quase todas as regiões intertropicais, sendo seu o centro de origem mais provável a América Central.

O interesse no uso do óleo de pinhão manso para produção de biodiesel vem crescendo por não ser comestível, não comprometendo a produção de óleos comestíveis, usados para consumo humano. Óleos, como o extraído do pinhão manso, não são comestíveis por apresentarem componentes tóxicos, como os ésteres de forbol e a curcína.

A falta de conhecimento do manejo agrícola da planta de pinhão manso requer estudos para se conhecer o seu potencial de produção de óleo, para produção de biodiesel. Pouco se sabe sobre a aplicação de adubos, controle de pragas e doenças entre outras práticas agrícolas para esta espécie, porém ainda sem muitos estudos que delimitem áreas de produção com maiores chances de sucesso. Até o momento não existem padrões para a produção e comercialização de sementes desta espécie. Contudo já se tem indicações de ser uma espécie exigente em solos com boa fertilidade e suscetível a pragas e doenças.

A produtividade de qualquer cultura varia de acordo com os tratos culturais, local do plantio, idade da planta, fertilidade do solo, regime pluviométrico e manejo. Pouco se sabe sobre esses aspectos para tornar o pinhão manso uma planta com

potencial produtivo em nível de comercialização. Por isso é eminente à necessidade de conhecimentos sobre o comportamento desta espécie, sendo necessário o levantamento de informações sobre a variabilidade genética do gênero *Jatropha*.

Valgas e colaboradores (2010) afirmam que a diversidade genética ou variabilidade genética mensura as diferenças existentes tanto entre indivíduos de uma mesma espécie quanto entre populações, as quais podem estar separadas entre si pela fragmentação dos *habitats* naturais. Geralmente, para se expressar a diversidade entre espécies naturais, é necessário apresentar medidas de diversidade que podem ser classificadas em três grupos: diversidade taxonômica, diversidade filogenética e diversidade genética.

Já a divergência genética é um dos mais importantes parâmetros avaliados por melhoristas de plantas na fase inicial de um programa de melhoramento genético. Esta pode ser avaliada por meio de técnicas biométricas, baseada na quantificação da heterose, como as análises dialélicas, que avaliam tanto a capacidade específica quanto a heterose manifesta nos híbridos, ou por processos preditivos (CRUZ & REGAZZI, 1997). Na predição, vários métodos multivariados podem ser aplicados, dentre eles a análise por componentes principais, variáveis canônicas e os métodos aglomerativos podem ser citados (CRUZ et al., 2004).

Muitos pesquisadores vêm usando para o melhoramento genético de *Jatropha* o método convencional, aproveitando a variabilidade genética pré-existente ou gerando variabilidade por meio de hibridações interespecíficas, indução de mutações, variação somaclonal ou transformação genética. O uso convencional se vincula ao estudo da extensão desta variabilidade no germoplasma disponível, utilizando-se marcadores morfológicos, como descritores vegetativos e reprodutivos da planta; e moleculares como RAPD, AFLP, ISSR, de acordo com Ranade e colaboradores (2008). Muitos grupos de pesquisa utilizam essas técnicas moleculares para identificar acessos de pinhão manso divergentes em bancos de germoplasma (SUN et al., 2008; TATIKONDA et al., 2009; SUBRAMANYAM et al., 2010; LAVIOLA et al., 2010; ROSADO et al., 2010).

Diante do exposto este trabalho teve como objetivo a caracterização de 286 acessos de pinhão manso oriundos de 13 regiões brasileiras que compõe a coleção da UFRRJ/Embrapa/Petrobrás, sendo realizadas avaliações da variabilidade a partir de 14 características morfoagronômicas de todos os acessos durante três anos de produção, sendo extraído o óleo das sementes de 19 acessos produtivos no 2º ano de avaliação para a caracterização de sua composição e qualidade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O que é Biodiesel?

O biodiesel surgiu juntamente com a criação de motores a diesel, no final do século XIX, se apresentando como uma alternativa promissora aos combustíveis minerais, derivados do petróleo (BIODIESEL CARTILHA SEBRAE, 2007).

A definição de biodiesel adotada na Lei nº 11.097, de 13 de setembro de 2005, que introduziu o biodiesel na matriz energética brasileira é:

”Biodiesel: biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil.”

Essa Lei estabelece percentuais mínimos de mistura de biodiesel ao diesel e o monitoramento da inserção do novo combustível ao mercado (Figura 1).



Figura 1. Percentuais da mistura de biodiesel ao diesel determinados pela Lei nº 11.097/2005¹.

Com o surgimento desta Lei o biocombustível passou a ser comercializado conhecido pelo código BXX, onde o B significa biodiesel e o XX a proporção do biocombustível misturado ao óleo diesel.

2.1.1 Biodiesel no mundo

Atualmente países como Argentina, Estados Unidos, Malásia, Alemanha, França e Itália já produzem biodiesel comercialmente, estimulando o desenvolvimento de escala industrial. O processo de industrialização do biodiesel teve início na Europa na década de 90 (BIODIESEL, 2011).

Países que integram a União Europeia e os EUA já produzem e utilizam o biodiesel comercialmente. Outros países também, tais como Argentina, Austrália, Canadá, Filipinas, Japão, Índia, Malásia e Taiwan, apresentam significativos esforços

¹ Fonte: Estimativa de mercado de biodiesel elaborada pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), 2008.

para o desenvolvimento de suas indústrias, estimulando o uso e a produção do biodiesel, assim como o Brasil (BIODIESEL CARTILHA SEBRAE, 2007).

De acordo com o Boletim Mensal dos Biocombustíveis Renováveis do Ministério de Minas e Energia do Brasil (Nº 42 de julho de 2011) o Brasil é o 2º produtor mundial de biodiesel, ficando somente atrás da Alemanha (Figura 2). Em 2011 o Brasil se tornou o principal consumidor de biodiesel no mundo.

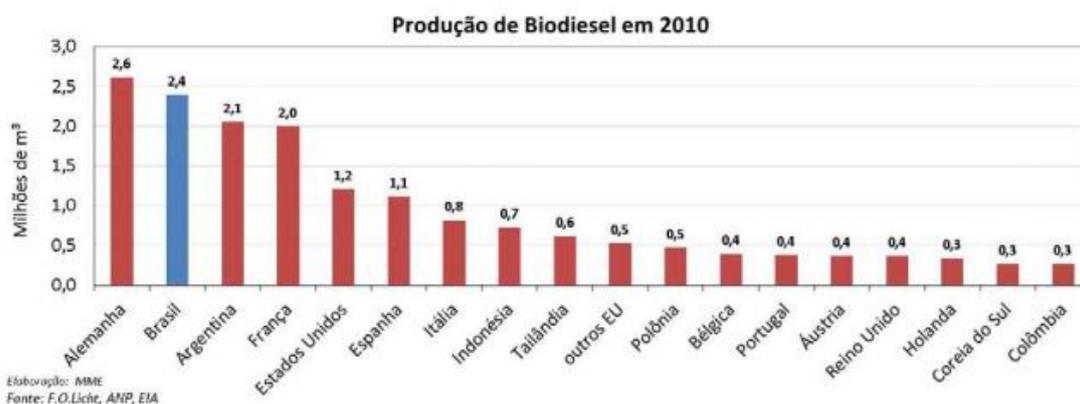


Figura 2. Produção mundial de Biodiesel no mundo no ano de 2010, demonstrando o Brasil como o 2º maior produtor mundial de biodiesel².

2.1.2 Biodiesel no Brasil

Acompanhando o movimento mundial e apoiado em suas experiências anteriores, o Brasil dirigiu sua atenção, no final dos anos 90, para os projetos destinados ao desenvolvimento do biodiesel (BIODIESEL CARTILHA SEBRAE, 2007).

O uso do biodiesel como combustível cresce rapidamente no mundo inteiro, no Brasil não e diferente sua utilização tem sido crescente desde 2004 e, em breve os veículos brasileiros movidos a óleo diesel - caminhões, ônibus, tratores e locomotivas - estarão funcionando com um percentual maior de biodiesel no tanque, gerando benefícios energéticos, ambientais e sociais.

O Brasil tem muito a contribuir, pois possui uma matriz energética com 46% de fontes renováveis, num mundo que só utiliza 15%, fazendo com que o país possua uma posição de destaque no cenário mundial, principalmente por sua forte estratégia em agroenergia, que representa mais da metade dessa fonte renovável (MAPA, 2010).

Na Figura 3 observa-se o avanço na produção de biodiesel no Brasil, com um aumento significativo a partir do ano de 2008. Grande contribuição para essa ascensão deve-se ao óleo de soja, a cultura que mais contribui para a fabricação do combustível biodegradável (biodiesel).

O óleo de palma ou dendê ocupa hoje o 1º lugar na produção mundial de óleos e ácidos graxos, ultrapassando a soja. Devido ao seu baixo custo de produção, boa qualidade e ampla utilização, o óleo de palma é aplicado como matéria-prima para diferentes segmentos nas indústrias alimentícias, de sabões e cosméticos, oleoquímicas e farmacêuticas. Atualmente, é mais usado na indústria alimentícia, responsável pela absorção de 80% da produção mundial (BARCELOS, 2008).

² Fonte: Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis, nº 42 junho 2011 (Ministério de Minas e Energia).

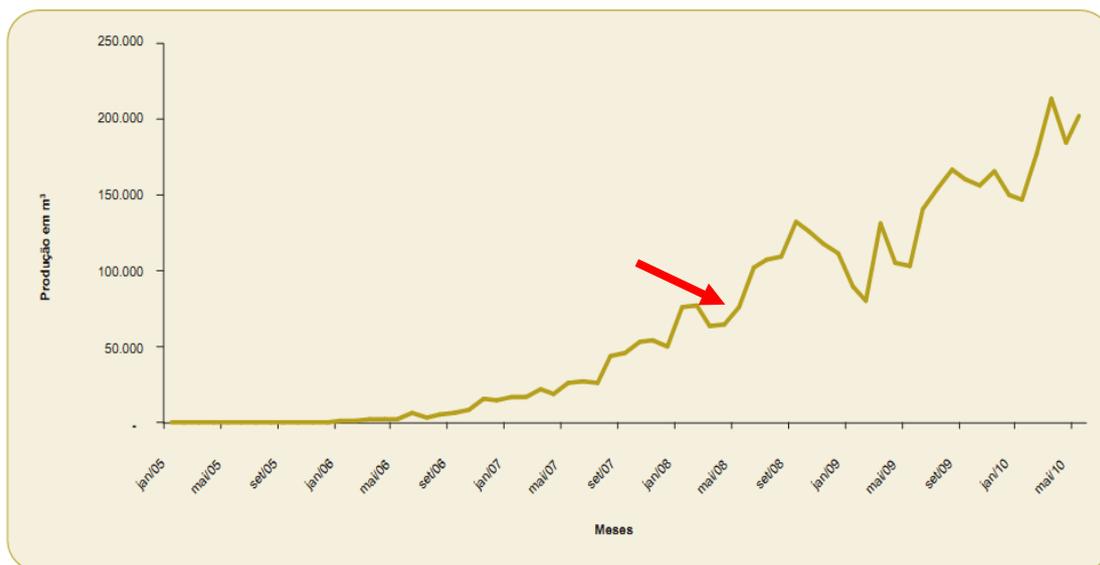


Figura 3. Produção mensal de biodiesel no Brasil, em m³, de janeiro de 2005 a maio de 2010³.

Em janeiro de 2013, dados obtidos com base nas entregas dos leilões promovidos pela ANP e leilões de estoques, mostram que a produção estimada no mês foi 228 mil m³ (Figura 4). No acumulado no ano, acrescido da estimativa para março, a produção atingiu 611 mil m³, um aumento de 4% em relação ao mesmo período de 2012 (193 mil m³). A capacidade instalada, em janeiro de 2013, ficou em 6.724 mil m³/ano (560 mil m³/mês). Dessa capacidade, 90% são referentes às empresas detentoras do Selo Combustível Social.

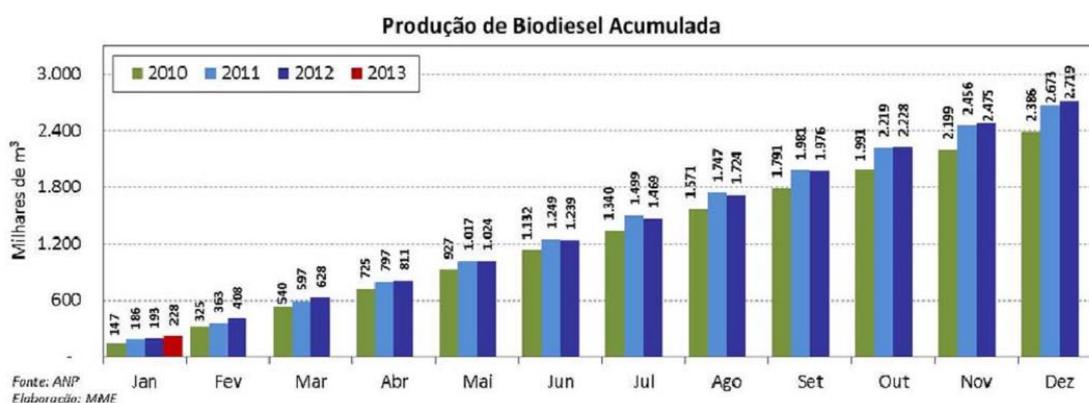


Figura 4. Produção de Biodiesel acumulada do ano de 2010 até o ano de 2013⁴.

³ Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Anuário Estatístico da Agroenergia 2010.

⁴ Fonte: Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis, n° 61 de fevereiro de 2013 (Ministério de Minas e Energia).

2.1.3 Principais matérias-primas para produção de biodiesel

O Brasil por apresentar uma extensa área geográfica, clima tropical e subtropical é um país que favorece uma ampla diversidade de matérias-primas para a produção de biodiesel. Destacando-se, dentre as principais matérias-primas cotadas para o biodiesel, plantas oleaginosas como o algodão, amendoim, dendê, girassol, mamona, pinhão manso e soja. São também consideradas matérias-primas para biocombustíveis os óleos de descarte, gorduras animais e óleos já utilizados em frituras de alimentos (BIODIESEL CARTILHA SEBRAE, 2007).

De acordo com o Boletim Mensal do Biodiesel (2013) o óleo de soja ainda se apresenta como o maior produto utilizado na fabricação do biodiesel, seguido de gordura bovina. O dendezeiro ou palma como é conhecido, é a planta que apresenta a maior produtividade por área cultivada, a qual se encontra concentrada na região norte do Brasil. Na Figura 5 verifica-se a contribuição para produção de biodiesel (2,75 %) do óleo de pinhão manso, mamona, girassol entre outros vegetais.

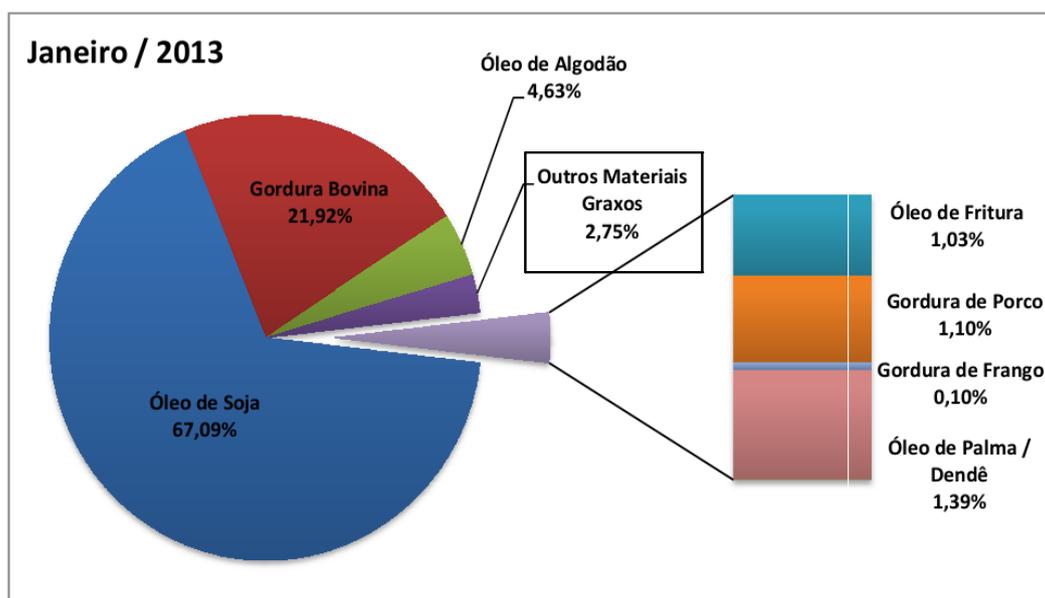


Figura 5. Matérias-primas utilizadas para produção de biodiesel⁵.

A Figura 6 representa a relação de espécies, produtividade e rendimento de acordo com as regiões produtoras, onde cada oleaginosa dependendo da região na qual é cultivada e segundo as condições de clima e de solo, apresenta características específicas de produtividade por hectare e de percentagem de óleo obtida da amêndoa ou grão. A produtividade também está diretamente associada às tecnologias de cultivo, à qualidade de semente e às tecnologias de processamento praticadas (BIODIESEL CARTILHA SEBRAE, 2007).

⁵ Fonte: Boletim Mensal do Biodiesel, fevereiro de 2013 (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis).

Espécie	Produtividade (toneladas/ha)	Porcentagem de óleo	Ciclo de vida	Regiões produtoras	Tipo de cultura	Rendimento (tonelada de óleo/ha)
Algodão	0,86 a 1,4	15	Anual	MT, GO, MS, BA e MA	Mecanizada	0,1 a 0,2
Amendoim	1,5 a 2	40 a 43	Anual	SP	Mecanizada	0,6 a 0,8
Dendê	15 a 25	20	Perene	BA e PA	Intensiva MO	3 a 6
Girassol	1,5 a 2	28 a 48	Anual	GO, MS, SP, RS e PR	Mecanizada	0,5 a 0,9
Mamona	0,5 a 1,5	43 a 45	Anual	Nordeste	Intensiva MO	0,5 a 0,9
Pinhão manso	2 a 12	50 a 52	Perene	Nordeste e MG	Intensiva MO	1 a 6
Soja	2 a 3	17	Anual	MT, PR, RS, SP, GO, MS e MG	Mecanizada	0,2 a 0,4

Figura 6. Características de algumas culturas oleaginosas com potencial de uso energético. Adaptada de Meirelles F. S. 2003⁶.

2.1.4 Vantagens da produção do biodiesel

Os óleos vegetais tem vantagem em relação ao diesel pelo seu alto valor energético, baixo conteúdo de enxofre e de compostos aromáticos, além de serem biodegradáveis e renováveis (FANGRUI & HANNA, 1999).

Por ser um produto perfeitamente miscível e fisico-quimicamente semelhante ao óleo diesel mineral, o biodiesel pode ser usado em motores do ciclo diesel sem a necessidade de adaptações de alto custo. É um produto biodegradável e não tóxico, sendo considerado um combustível ecológico.

O biodiesel possui todas as características necessárias para substituir o óleo diesel, pois além de ser praticamente isento de enxofre e de substâncias nocivas aos seres humanos, sua combustão é mais eficiente, reduzindo significativamente as emissões de gases nocivos como o CO, SO_x, compostos orgânicos voláteis e hidrocarbonetos aromáticos (CANDEIA et al., 2009).

⁶ Fonte: Biodiesel Cartilha SEBRAE, 2007.

2.2 A Cultura do Pinhão Manso (*Jatropha curcas* L.):

2.2.1 Descrição botânica

O pinhão manso é uma planta da família Euphorbiaceae, gênero *Jatropha*, sendo da espécie *Jatropha curcas* L., é uma planta com hábito caducifólio, perdendo suas folhas na estação do inverno, onde há baixa precipitação (KUMAR & SHARMA, 2008; BÁRTOLI, 2008). É um arbusto de crescimento rápido, podendo atingir de 3 a 5 metros de altura, com ramos longos e assimétricos onde se observa cicatrizes deixadas pela queda das folhas (DIAS et al., 2007). Seu sistema radicular é formado normalmente por uma raiz pivotante e quatro periféricas. A Figura 7 demonstra uma planta de pinhão manso que pertence a coleção de trabalho da UFRRJ/Embrapa/Petrobrás.

O gênero *Jatropha* é derivado das palavras gregas *iatros* (doutor) e *trophe* (comida). Esse gênero têm suas plantas conhecidas pela toxicidade. Espécies como *Jatropha curcas*, *Jatropha elliptica*, *Jatropha glauca*, *Jatropha gossypifolia*, *Jatropha aceroides*, *Jatropha tanoresisi*, *Jatropha macarantha*, *Jatropha integerrima*, *Jatropha glandulifera*, *Jatropha podagrica* e *Jatropha multifida* têm sido largamente estudadas (DEVAPPA et al., 2010).

O pinhão manso pode ser reproduzido por sementes (via sexuada) ou por propagação vegetativa através de estacas (via assexuada), sendo que em ambos os casos deve-se selecionar as melhores matrizes, as mais vigorosas.

Sabe-se que as plantas propagadas por sementes apresentam-se mais resistentes e de maior variabilidade, porém alcançam a idade produtiva mais lentamente, aos quatro anos, quando comparadas com plantas propagadas por meio de estacas, apresentando produção já no segundo ano (SATURNINO et al., 2005B). A melhor época de plantio é no início das primeiras chuvas, assegurando assim o melhor desenvolvimento da cultura (ARRUDA et al., 2004).



Figura 7. Planta de pinhão manso presente na coleção de acessos de *Jatropha curcas* L. da UFRRJ, janeiro de 2012, planta com 35 meses. Foto: Elaborada pela autora.

A espécie é monoica com flores masculinas e femininas na mesma inflorescência (SATURNINO et al., 2005B; 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 (Figura 8), surgindo junto com as folhas novas. A abertura das flores femininas ocorre antes das flores masculinas favorecendo a polinização cruzada no pinhão manso. A polinização é entomófila, e realizada principalmente por abelhas, formigas, tripes e moscas (DIAS et al., 2007), embora as flores recebam visitação ao longo de todo o dia, o período matutino constitui-se no mais importante para polinização, uma vez que a antese ocorre ao amanhecer e que a disponibilidade de pólen reduz significativamente ao longo da manhã (PAIVA NETO et al., 2010).

No estudo realizado por Paiva Neto e colaboradores (2010) sobre a biologia reprodutiva da espécie *J. curcas*, os autores 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.

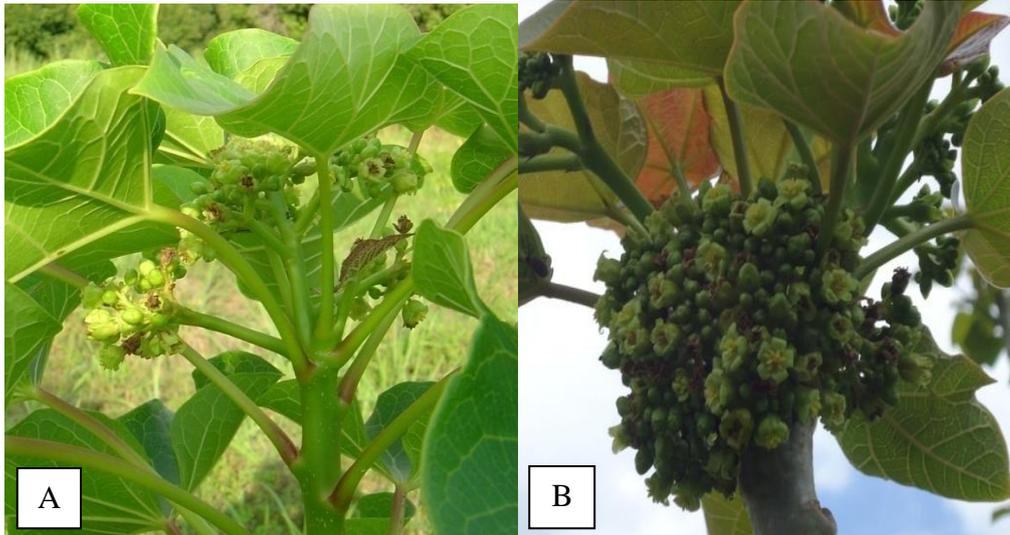


Figura 8. Inflorescência de uma planta de pinhão manso pertencente à coleção de acessos de *Jatropha curcas* L. da UFRRJ, abril de 2010 (A) e setembro de 2011 (B). Foto: Elaborada pela autora.

A planta produz um fruto elipsoidal trilobular, seu exocarpo (casca) permanece fresco (verde) até as sementes ficarem maduras, se tornando amarelados durante a sua maturação e quando maduros apresentam uma coloração escura (Figura 9A). As sementes são de coloração amarronzada marcadas com suaves estrias, e quando descascadas, apresentam seu endosperma de coloração esbranquiçada com um óleo viscoso (Figura 9B e 9C). A planta e as sementes não são comestíveis devido à presença de substâncias tóxicas como os ésteres de forbol (MAKKAR et al., 2008).

As suas sementes se mostram, entre as oleaginosas, bastante promissoras por possuírem elevado teor de óleo e serem de fácil cultivo (TAPANES et al., 2006).



Figura 9. Frutos e sementes de plantas de pinhão manso pertencentes à coleção de acessos de *Jatropha curcas* L. da UFRRJ, maio de 2011. A – no mesmo cacho frutos em diferentes fases do desenvolvimento, B – sementes de pinhão manso e C – endosperma de sementes de pinhão manso de onde o óleo é extraído. Foto: Elaborada pela autora.

2.2.2 Características gerais da cultura

Por ser uma espécie encontrada em quase todas as regiões intertropicais, se adapta melhor às condições áridas e semiáridas. Cresce em solos bem drenados com boa aeração e se adapta a solos marginais com baixo conteúdo de nutrientes

(SIRISOMBOON et al., 2007; KUMAR & SHARMA, 2008), contudo a espécie não consegue demonstrar todo o seu potencial produtivo. Apresenta boa qualidade de óleo para fins energéticos, sendo responsiva à adubação via solo ou foliar, com elevados aumentos na produtividade de sementes (TEIXEIRA, 2005; OLIVEIRA et al., 2008).

De acordo com Drumond e colaboradores (2009) a produtividade do pinhão manso é muito variável, dependendo da região, do método de cultivo e dos tratamentos culturais, bem como da regularidade pluviométrica e da fertilidade do solo. Purcino & Drumond (1986) observaram em uma área de baixada irrigada com boa fertilidade que o pinhão manso começou a produzir no segundo ano atingindo até 2.000kg. ha⁻¹ de sementes. Já em outro trabalho Drumond e colaboradores (2007) obtiveram produtividades de 330 kg. ha⁻¹ em condições de sequeiro e 1.200kg. ha⁻¹ em área irrigada, já no primeiro ano de cultivo em Petrolina/PE.

Adicionalmente à capacidade de produzir óleo vegetal, é uma planta tolerante ao déficit hídrico, menos exigente em nutrientes, crescendo em solos de baixa fertilidade (TEIXEIRA, 2005; OLIVEIRA et al., 2008), entretanto para se obter uma boa produtividade de frutos, a planta exige solos férteis e com boas condições físicas, sendo necessária a correção da acidez e da fertilidade do solo para se obter sucesso e lucratividade nessa cultura (LAVIOLA & DIAS, 2008).

Kumar e colaboradores (2003) disseram que o pinhão manso começa a sua produção a partir do segundo ano de plantio, mas em quantidade limitada. Já Drumond e colaboradores (2009) afirmam que o pinhão manso leva de três a quatro anos para atingir a idade produtiva, que pode se estender por até 40 anos, contudo com diminuição na produção.

Conforme Dias e colaboradores (2007) ainda não existem variedades ou cultivares de pinhão manso melhoradas geneticamente no Brasil, devido ao fato da espécie ainda não ser domesticada, pois seus caracteres morfológicos, teores de óleo e outros componentes químicos variam consideravelmente entre as diferentes procedências de *J. curcas*. Essa variação nesses constituintes é muito importante para pesquisas sobre melhoramento vegetal direcionadas para a exploração econômica dessa espécie (DRUMOND et al., 2009).

2.2.3 Origem e distribuição da cultura no mundo

A espécie *Jatropha curcas* L. tem seu centro de origem provável na América Central, sendo provavelmente distribuída pelos marítimos portugueses, através das Ilhas de Cabo Verde e a ex-Portuguesa Guiné (hoje Guiné-Bissau), para outros países da África e Ásia (HELLER, 1996). Hoje ela é cultivada em quase todos os países tropicais e subtropicais como cercas de proteção em torno de fazendas, jardins e campos, uma vez que não é visitada por animais. De acordo com Saturnino e colaboradores (2005B) esta espécie possui uma distribuição natural do México ao Brasil, incluindo as Ilhas do Caribe.

Para Heiffig & Câmara (2006) seu centro de origem é no México e América Central, porém apresenta grande distribuição geográfica pelo mundo. Já para Nunes (2007) a origem de *Jatropha curcas* L. é bastante controversa. Existem relatos afirmando ser oriunda da América do Sul, outros afirmam que é proveniente do Estado do Ceará, no Brasil, outros, a julgam da América Latina. Andrade e colaboradores (2007) afirmam que a distribuição geográfica de *J. curcas* L. é bastante vasta, desde o Nordeste brasileiro até os Estados de São Paulo e Paraná, onde pode ser encontrada em condições naturais.

Sujatha e colaboradores (2008) e Rao e colaboradores (2008) também concordam que o centro de origem de *Jatropha* seja no México e na América Central continental. Conforme Sunil e colaboradores (2008) *Jatropha* foi introduzida na Ásia pelos portugueses, ele foi naturalizado no país e algumas apresentações de centros de diversidade foram feitas no início e meados da década de 1980.

De acordo com King e colaboradores (2009) e Saetae & Suntornsuk (2011) *J. curcas* é nativa da América do Sul e Central e amplamente distribuídas na América Central, África e Ásia. Conforme descrito por Atchen e colaboradores (2010), *Jatropha* agora cresce do Brasil a Ilhas tropicais de Fiji.

Behera e colaboradores (2010) e Sato e colaboradores (2011) dizem que *Jatropha* é uma planta nativa/endêmica da América tropical, mas é largamente distribuída em áreas selvagens e semi-cultivadas na América Central e do Sul, África, Índia e Sudeste da Ásia.

Conforme Behera e colaboradores (2010) estudar os ecossistemas de sua ocorrência natural é importante, pela planta ter sido distribuída antropogenicamente para diferentes locais, que não são necessariamente iguais. *J. curcas* mostra uma grande variação no crescimento, produção e nas suas características de qualidade.

O consenso, é que *J. curcas* seja originária da América tropical. A Figura 10 representa a distribuição do gênero *Jatropha* pelo mundo, de acordo com Heller (1996).

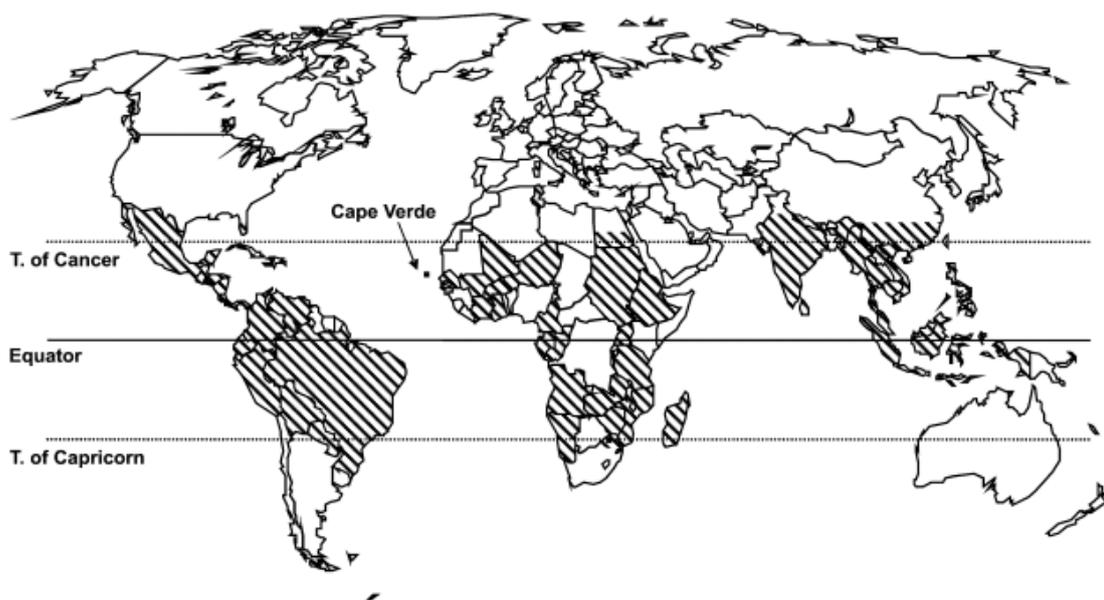


Figura 10. Distribuição global de *Jatropha curcas* L. Regiões sombreadas indicam áreas em que a espécie é encontrada⁷.

2.2.4 Variabilidade genética do pinhão manso

Pela necessidade de conhecimentos sobre o comportamento desta espécie, é necessário o levantamento de informações sobre a variabilidade genética do gênero *Jatropha*, a fim de padronizar genótipos quanto à produção de sementes, resistência a

⁷ Fonte: Dados obtidos por Heller (1996) e de uma busca das bases de dados do *Missouri Botanical Garden* (<http://www.mobot.org/MOBOT/Research/herbarium.shtml>).

pragas e doenças, uniformidade e precocidade de maturação, tolerância a seca e principalmente, ao teor e melhoramento das propriedades físicas e químicas do óleo. Diante disso a chave do sucesso de todo programa de melhoramento genético é uma adequada variabilidade genética e a avaliação de acessos divergentes com as características citadas (MARQUES & FERRARI, 2008).

A variação em uma população, onde indivíduos diferem entre si, é um fenômeno comum observado em plantios de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). Essa variação ou diversidade pode ser uma manifestação de base morfológica ou genética. A identificação individual baseada no registro morfológico é a prática mais comum em *Jatropha* (KUMAR et al., 2009).

De acordo com Franco e colaboradores (2001) os estudos sobre a diversidade fenotípica e genética são essenciais para identificar grupos com as mesmas origens genéticas para a conservação, avaliação e utilização de recursos genéticos no melhoramento e pré-melhoramento de germoplasmas.

A avaliação da diversidade de *J. curcas* fornece informações que são fundamentais para o uso e manejo de germoplasma (QIBAO et al., 2008) e são importantes para a conservação de alelos raros (ACHTEN et al., 2010).

Laviola e colaboradores (2010) avaliaram a variabilidade genética por meio de caracteres morfológicos entre os acessos de *J. curcas* pertencentes ao banco de germoplasma da Embrapa Agroenergia. Os autores verificaram uma adequada variabilidade para programas de melhoramento, a qual pode promover uma eficiente seleção dos acessos. Entretanto em trabalho realizado por Rosado e colaboradores (2010) com os acessos do banco da Embrapa Agroenergia, os autores utilizaram marcadores moleculares RAPD para verificar a diversidade genética entre esses acessos e como resultado encontraram uma limitada diversidade genética.

A importância econômica tem gerado um amplo interesse em entender a diversidade genética das espécies como um passo inicial em direção a seleção e o melhoramento de genótipos superiores. A avaliação da diversidade genética usando técnicas moleculares pode ser uma útil informação para programas de melhoramento (SHEN et al., 2010).

3. OBJETIVO

Caracterizar morfológicamente os acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) presentes na coleção da UFRRJ/Embrapa/Petrobrás, que são oriundos de diversas regiões brasileiras, pela estimação da divergência genética entre os diferentes acessos de *J. curcas*, por meio de agrupamentos e outros métodos de ordenação multivariados, a partir de descritores morfoagronômicos, visando a discriminação dos caracteres de maior importância para a diversidade genética.

3.1 Objetivos Específicos

- Caracterizar os acessos de *J. curcas* pertencentes à coleção de trabalho da UFRRJ pela avaliação de caracteres morfoagronômicos, estimando a diversidade genética e a contribuição dessas variáveis para a estimação desta via análise de componentes principais (ACP). Tais informações visam auxiliar na descoberta de acessos promissores para incorporar em programas de melhoramento genético desta espécie;
- Comparar metodologias de índice de seleção usadas para identificação de acessos que apresentam as características de interesse agrônomo, baseando-se principalmente em caracteres de produtividade;
- Caracterizar o óleo de 19 acessos de *J. curcas*, que produziram no 2º ano de avaliação (2010/2011), com o intuito de identificar os caracteres relacionados ao teor e qualidade do óleo da espécie estudada.

CAPÍTULO I -

VARIABILIDADE FENOTÍPICA ENTRE ACESSOS DE *Jatropha curcas* L. UTILIZANDO CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS

RESUMO

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma espécie oleaginosa que vem tomando espaço por apresentar um óleo de boa qualidade para a produção de biodiesel no Brasil. Apesar de ser um plantio novo alguns genótipos apresentam elevada produtividade e boas características agronômicas, porém ainda não se disponibiliza de variedades comerciais. No campo experimental do Instituto de Agronomia da UFRRJ encontra-se instalado uma coleção de acessos desta espécie oriundos de diferentes localidades brasileiras. O objetivo deste capítulo foi identificar a variabilidade fenotípica entre esses acessos através da análise de caracteres morfoagronômicos. Dados obtidos durante os três anos de avaliação foram analisados para se estimar a distância Euclidiana e por meio da matriz da distância realizar o agrupamento desses acessos, foram feitas análises de componentes principais e análises descritivas. Os caracteres avaliados foram altura de planta, diâmetro de caule, média do comprimento do entrenó do ramo, número de frutos por planta, número de sementes por planta, peso de sementes por planta, peso médio de sementes, tempo de colheita, número de sementes por dia e maior produção em menor tempo de colheita, estes foram avaliados em todas as plantas presentes na coleção, durante os três primeiros anos de produção da cultura. A análise descritiva dos dados em todos os anos demonstrou que existe variabilidade entre as populações e os acessos mais produtivos avaliados, tendo as características ligadas diretamente à produção uma importante influência nessa variabilidade, como no caso do número de frutos por planta e número de sementes por planta. Os acessos que se destacaram como mais produtivos em todos os anos não foram tão divergentes entre si, entretanto verificou-se uma pequena variação entre os mesmos. A análise de componentes principais destacou, em cada ano, outros caracteres que são indiretamente associados à produção e que se mostraram importantes na escolha de acessos que possuam características de interesse agrônomo, para serem utilizados em programas de melhoramento dessa espécie.

Palavras-chave: pinhão manso, distância euclidiana, análises multivariadas, análise de agrupamento.

ABSTRACT

Physic nut (*Jatropha curcas* L.) is an oilseed species that has been taking space for presenting good quality oil for biodiesel production in Brazil. Despite being a new planting some genotypes have high productivity and good agronomic characteristics, but not yet available in commercial varieties. In the experimental field of the Institute of Agronomy in the UFRRJ is installed a collection of hits this species from different Brazilian localities. The purpose of this chapter was to identify phenotypic variability among accesses through the analysis of morphological characteristics. Data obtained during the three years of assessment were analyzed to estimate the Euclidean distance and through distance matrix clustering perform these accesses were made through principal component analysis and descriptive analyzes. The characters evaluated were plant height, stem diameter, mean internode length of branch, number of fruits per plant, number of seeds per plant, seed weight per plant, seed weight, harvest time, number of seeds per day and higher production at lower harvest time, these were evaluated in all plants present in the collection during the first three years of crop production. The descriptive analysis of the data in all the years has shown that there is variability among populations and access more productive assessed with the characteristics linked directly to production an important influence on this variability, such as the number of fruits per plant and number of seeds per plant. The hits that stood out as the most productive in all years were not so divergent; however there was little variation between them. The principal component analysis highlighted each year, other characters that are indirectly associated with the production and that proved important in the choice of accesses that have desirable agronomic characteristics to be used in breeding programs of this species.

Key words: physic nut, Euclidean distance, multivariate analysis, cluster analysis.

1. INTRODUÇÃO

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma espécie arbórea distribuída principalmente pela América tropical, pois seu centro de origem ainda é incerto, tendo uma ampla dispersão geográfica. O interesse nesta espécie se iniciou devido às suas características medicinais, seu uso como cerca viva e logo se descobriu o seu potencial para a produção de óleo.

É classificada ainda como uma espécie incipientemente domesticada, pois se encontra em processo de domesticação, não havendo no mercado uma cultivar indicada para plantio comercial. Por isso existe a necessidade de se avaliar a variabilidade genética desta espécie para o desenvolvimento de um eficiente programa de melhoramento genético.

Conforme Amaral Júnior (1994), no estudo da divergência genética vários métodos podem ser utilizados, cuja escolha baseia-se na precisão desejada pelo pesquisador, na facilidade da análise e na forma como os dados foram obtidos. As técnicas de análise multivariada podem ser utilizadas para avaliar a divergência entre acessos e para selecionar os descritores mais importantes na discriminação dos acessos de um banco de germoplasma. Entre as técnicas estatísticas multivariadas, destacam-se a análise de componentes principais e os métodos de agrupamento (CRUZ & REGAZZI, 1997; RODRIGUES et al., 2002; COELHO et al., 2007).

A diversidade genética (ou variabilidade genética) mensura as diferenças existentes tanto entre indivíduos de uma mesma espécie quanto entre populações, as quais podem estar separadas entre si pela fragmentação dos *habitats* naturais. Geralmente, para se expressar a diversidade entre espécies naturais, é necessário apresentar medidas de diversidade que podem ser classificadas em três grupos: diversidade taxonômica, diversidade filogenética e diversidade genética. (VALGAS et al., 2010).

Este capítulo teve como objetivo caracterizar a coleção de acessos de pinhão manso, pela avaliação de caracteres morfoagronômicos, estimação da diversidade genética e a contribuição das variáveis para a estimação desta, sendo conhecida através da obtenção das estimativas dos autovalores e autovetores associados via análise de componentes principais (ACP). Tais informações visam auxiliar na descoberta de acessos promissores para incorporar em programas de melhoramento genético desta espécie, que vem sendo desenvolvidos em vários centros de pesquisa em todo o mundo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A espécie *Jatropha curcas* L. surge como um importante recurso biológico para produção de biodiesel exibindo um alto potencial para suportar o desenvolvimento de um programa de biodiesel viável comercialmente. Essa espécie apresenta uma enorme diversidade fenotípica e algumas variações podem ser de base genética também, conforme Kumar e colaboradores (2011).

De acordo com Durães e colaboradores (2009) em diversas regiões do Brasil se encontram campos plantados com genótipos geneticamente desconhecidos de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), pois ainda não existe cultivares melhoradas, as quais se tenha conhecimento e garantia do seu potencial produtivo. Apesar disso existem mais de 20 mil hectares plantados com pinhão manso em diversas regiões do Brasil.

Nunes e colaboradores (2009) afirmam que a diagnose morfológica se destaca entre os diversos procedimentos adotados para a caracterização de uma espécie vegetal, e de acordo com Basha & Sujatha (2009) determinar a relação genética entre as espécies de *J. curcas* é de suma importância para o manejo dos recursos genéticos. E que os trabalhos mais abrangentes sobre coleta de germoplasma e avaliação de crescimento, morfologia, características de sementes e de rendimento de *J. curcas* ainda estão no começo, como dito por Rao e colaboradores (2008).

O estudo da diversidade genética entre acessos de bancos de germoplasma (BG) fornece informações de potenciais genitores a serem utilizados em programas de melhoramento, além do fato de que a própria caracterização dos acessos possibilita a identificação de duplicatas e o intercâmbio de germoplasma entre pesquisadores. Para estudos de divergência genética, a análise multivariada, incluindo os métodos de agrupamento, tem sido amplamente empregada (KARASAWA et al., 2005).

A análise da divergência genética visa identificar os genitores mais divergentes, com objetivo de maximizar a heterose após o cruzamento (MELO et al., 2001). Para Cruz & Regazzi (1997) a divergência genética é um dos mais importantes parâmetros avaliados por melhoristas de plantas na fase inicial de um programa de melhoramento genético. Esta pode ser avaliada por meio de técnicas biométricas, baseada na quantificação da heterose, como as análises dialélicas, que avaliam tanto a capacidade específica quanto à heterose manifesta nos híbridos, ou por processos preditivos (CRUZ & REGAZZI, 1997).

Métodos preditivos são aqueles que tomam por base as diferenças morfológicas, fisiológicas entre outras, apresentadas pelos progenitores na determinação da divergência, que geralmente é quantificada por uma medida de dissimilaridade, como por exemplo, a distância Euclidiana e de Mahalanobis. Esses métodos se baseiam em diferenças agrônômicas, morfológicas, fisiológicas ou moleculares, quantificando-as em alguma medida de dissimilaridade que expressa o grau de diversidade genética entre os genótipos (CRUZ & REGAZZI, 1997).

De acordo com Vieira (2006) a análise de dados quantitativos deve ser iniciada pelo cálculo de estatística descritiva, como médias e desvio padrão. As avaliações morfológicas fornecem uma série de informações que auxiliam na caracterização da coleção de germoplasma, possibilitando assim realizar inferências a respeito da diversidade genética presente entre os acessos da coleção.

A utilização da distância genética por meio de caracteres fenotípicos representa uma técnica auxiliar de grande importância nos programas de melhoramento genético de plantas, fornecendo informações úteis na caracterização, conservação e utilização dos recursos genéticos disponíveis. O emprego de caracteres morfológicos em associação a

técnicas multivariadas tem sido amplamente utilizado na quantificação da distância genética (BERTAN et al., 2006).

Já tendo as estimativas de distância entre cada par de genótipos estudado, os dados são apresentados em uma matriz simétrica, e a partir desta, a visualização e interpretação das distâncias pode ser realizada pela utilização de um método de agrupamento e/ou dispersão gráfica. Esses métodos têm por finalidade separar um grupo original de observações em vários subgrupos, de forma a obter homogeneidade dentro e heterogeneidade entre os subgrupos, dentre esses métodos os mais utilizados por melhoristas de plantas são os hierárquicos e de otimização (CRUZ & REGAZZI, 2001).

Nos métodos hierárquicos, os genótipos são agrupados por um processo que se repete em vários níveis, sendo estabelecido um dendrograma, sem preocupação com o número ótimo de grupos. Os métodos de otimização, por sua vez, os grupos são estabelecidos aperfeiçoando determinado critério de agrupamento, diferindo dos métodos hierárquicos pelo fato de os grupos formados serem mutuamente exclusivos (CRUZ & REGAZZI, 2001).

Estudos usando a análise da divergência genética por meio da técnica de componentes principais consistem em transformar um conjunto original de variáveis, como por exemplo, altura e produção, em outro conjunto de dimensão equivalente, os componentes principais (CP's), mas com propriedades importantes que tenham grande interesse em programas de melhoramento, onde cada componente principal é uma combinação linear das variáveis originais. Além de serem independentes entre si tem como propósito reter o máximo de informação contida nos dados iniciais, ou seja, cada componente retém uma porcentagem da variância original e as variâncias decrescem do primeiro ao último componente principal (CRUZ & REGAZZI, 1997).

Desde a descrição da técnica de componentes principais (CP), realizada por Pearson (1901), esta vem sendo aplicada em estudos de divergência genética em populações.

O método de análise de componentes principais, a partir da matriz de correlação, consiste em transformar um conjunto de variáveis Z_1, Z_2, \dots, Z_p em um novo conjunto de variáveis Y_1 (CP₁), Y_2 (CP₂), , Y_p (CP_p). Dessa forma, um novo conjunto de p variáveis não correlacionadas entre si e arranjadas numa ordem decrescente de variâncias é definido (STRAPASSON et al., 2000; PAIVA et al., 2010).

A ideia principal com esse procedimento é de que poucos, entre os primeiros componentes principais, contenham a maior variabilidade dos dados originais; contudo, pode-se racionalmente descartar os demais componentes, reduzindo o número de variáveis. Os primeiros componentes devem envolver pelo menos 80% da variação total, quando usado em estudos de divergência genética, podendo ser analisado até o quarto componente (CRUZ & REGAZZI, 1997).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Uma população de 286 acessos de pinhão manso foi implantada no campus da UFRRJ em abril do ano de 2009. O estudo desses acessos que compõem a coleção de trabalho tem como objetivo obter informações sobre a divergência genética entre esses acessos que são oriundos de diferentes regiões brasileiras. A área da coleção está instalada no Campo Experimental do Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia da UFRRJ, que está situada no município de Seropédica no Estado do Rio de Janeiro e os acessos estudados podem ser verificados na Tabela 1.

O solo no qual a coleção está instalada 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 está localizado na região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro (22°45' S, 43°41' W, altitude: 33 m.s.n.m) (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 (MARTORANO et al., 1997).

As mudas (com 60 dias) foram levadas para campo em abril de 2009, tendo sido realizado o preparo do solo antes do plantio. O espaçamento utilizado para o plantio foi o 4 x 2 m (entre linhas e entre covas).

A Figura 11 representa parte dos acessos de pinhão manso pertencentes à coleção da UFRRJ.



Figura 11. Coleção de trabalho contendo os acessos da espécie *Jatropha curcas* L. na UFRRJ. Foto: Elaborada pela autora (fevereiro de 2011).

Foram coletadas sementes de 13 diferentes regiões do Brasil para compor a coleção da UFRRJ. As procedências e a quantidade de acessos de cada local estão discriminadas na Tabela 1.

Tabela 1. Procedência de todos os acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) encontrados na coleção da UFRRJ.

População	Acessos	Nº de acessos	Localidade dos acessos
1	316/348/355/372/386/390/400	7	Bom Jardim/RJ
2	002/301-312/329/349/353/363/376/398/828-854/913-932/979-990	70	Petrolina/PE
3	314/322/327/346/358/369/385/855-900/957-978/991	69	Janaúba/MG
4	008/313/331/342/356/371/382/394	8	MA-01-CNPS/MA
5	007/315/324/334/336/341/361/370/388	9	Guapimirim/RJ
6	000/317/333/337/350/360/379/389/393/397/801-827/901-912/933-956/992-999	77	Dourados/MS
7	318/326/339/364/383/395	6	Rio Verde/GO
8	001/003/319/344/352/359/377	7	Barra dos Bugres/MT
9	004/320/340/368/373/384/391	7	Saída Jafba/MG
10	321/325/343/362/380/392	6	Rio das Flores/RJ
11	006/323/335/347/351/381/387	7	Ribeirão Preto/SP
12	005/330/332/338/354/375/378/399	8	Lavras L0/MG
13	328/345/357/374/396	5	Lavras L210/MG
TOTAL		286	

As médias das temperaturas registradas durante o período de avaliação da coleção de acessos de *J. curcas* no campo experimental do Departamento de Fitotecnia, do Instituto de Agronomia da UFRRJ, podem ser observadas na Figura 12. Esses dados meteorológicos foram coletados da Estação Ecologia Agrícola, que está localizada no município de Seropédica. Na Figura 12 observa-se que a média da temperatura máxima não ultrapassou 30°C enquanto a média da temperatura mínima não foi abaixo dos 20°C durante a condução do experimento.

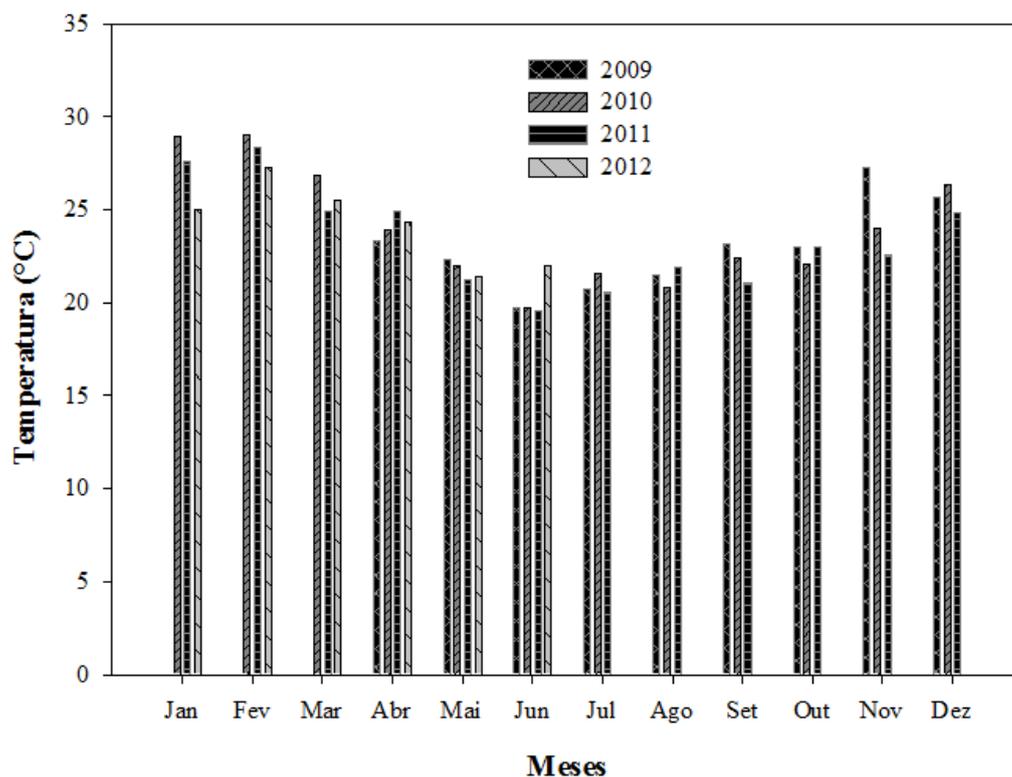


Figura 12. Representação gráfica das temperaturas médias durante a condução do experimento, abril de 2009 a junho de 2012.

3.1. Caracterizações Morfoagronômicas

Foram realizadas avaliações das características morfoagronômicas de todas as plantas durante a condução do experimento. Foram avaliadas características como:

- 1) Altura da planta (AP)
Cada planta foi medida a partir da base do caule até a extremidade do ramo mais alto (cm).
- 2) Diâmetro do Caule (DCA)
O caule de cada planta foi medido a uma altura de 10 cm da base do caule principal (cm).
- 3) Média do Comprimento do Entrenó do Ramo (MCER)
Foram medidos sete entrenós na região mediana do ramo mais comprido de cada planta e fez-se a média (cm).
- 4) Número de Frutos por Planta (NFP)
Somatório dos frutos de todas as coletas de uma planta.
- 5) Número de Sementes por Planta (NSP)
Somatório das sementes de todas as coletas de uma planta.
- 6) Peso de Sementes por Planta (PSP)

As sementes foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 60°C até atingirem um peso constante. Todas as sementes de todas as coletas de cada planta foram pesadas (g).

7) Peso Médio de Sementes (PMS)

É a razão entre *peso de sementes por planta* e *número de sementes por planta* (g).

$$PMS = \frac{PSP}{NSP}$$

8) Tempo de Colheita (TEC)

Período em que a planta produziu seu primeiro fruto até o último, quantificado em dias.

9) Número de Sementes por Dia (SED)

Quantidade de sementes produzidas pela planta durante o período de colheita, sendo a razão entre o *número de sementes por planta* e o *tempo de colheita*.

$$SED = \frac{NSP}{TEC}$$

10) Maior produção em menor tempo de colheita (IND)

É a razão entre o *número de sementes por planta* e o *tempo de colheita*, sendo o resultado desta razão multiplicado pelo *peso de sementes por planta*.

$$IND = \left(\frac{NSP}{TEC}\right) \times PSP$$

O objetivo dessas avaliações é identificar a importância desses caracteres para se determinar a variabilidade genética entre os acessos avaliados.

Com base nos caracteres avaliados foram realizadas as análises descritivas e de componentes principais (ACP), estimada a distância Euclidiana, por não existirem repetições, não tendo como quantificar a influência do ambiente que atua sobre as constituições genéticas (CRUZ & REGAZZI, 1997), e foi realizado o agrupamento de otimização proposto por Tocher e a representação gráfica realizada pelo método UPGMA. O método de agrupamento proposto por Ward (1963) foi utilizado na análise de componentes principais. Através da análise de componentes principais (ACP) é possível se determinar a variabilidade ou divergência genética entre esses acessos. E para um programa de melhoramento desta espécie obter sucesso é necessário se ter uma máxima variabilidade genética disponível, avaliando os acessos divergentes com as características desejáveis.

As análises descritas foram realizadas em todos os acessos presentes na coleção de *J. curcas* da UFRRJ nos três anos avaliados e também nos acessos mais produtivos em cada ano, sendo no 1º ano os 54 acessos que produziram sementes, e no 2º e 3º ano os 100 acessos mais produtivos, sendo esses classificados em ordem decrescente da quantidade de sementes produzidas por planta (NSP).

3.2. Análises Estatísticas

Foram realizadas análises descritivas, análises de agrupamento por meio da matriz de distância e análises de componentes principais, entre todos os acessos de *J. curcas* pertencentes à coleção da UFRRJ, entre os acessos mais produtivos e entre as populações, onde os acessos foram agrupados de acordo com sua procedência, com o intuito de verificar a divergência entre eles. As análises foram realizadas com auxílio do Programa SAS 9.0, Programa R e Programa GENES (CRUZ, 2001), onde foram avaliados caracteres morfoagronômicos dos três anos de produção de frutos e sementes da coleção de trabalho da UFRRJ.

3.2.1 Distância euclidiana e métodos de agrupamento

Cruz & Regazzi (1997) afirmam que um dos inconvenientes do uso da distância Euclidiana é o fato dela ser alterada com a mudança da escala de medições, com o número de caracteres estudados e por ela não considerar o grau de correlação entre os mesmos.

A expressão para calcular a distância Euclidiana entre dois progenitores i e i' , sendo X_{ij} a observação do i -ésimo progenitor referente ao j -ésimo caracter estudado:

$$d_{ii'} = \sqrt{\sum_j (x_{ij} - x_{i'j})^2}$$

Onde n é o número de caracteres analisados.

Os métodos de agrupamento têm por objetivo separar um grupo original de observações em subgrupos, com o objetivo de obter homogeneidade dentro e heterogeneidade entre os subgrupos (BERTAN et al., 2006). Os métodos mais utilizados no melhoramento de plantas são os hierárquicos, como o método de distância média (UPGMA) e os de otimização, como o proposto por Tocher.

O método proposto por Ward (1963) é também conhecido como método da “Mínima Variância” (MINGOTI, 2005) e foi utilizado na análise de componentes principais (ACP). Nesse método a formação dos grupos ocorre pela maximização da homogeneidade dentro dos grupos, por meio da soma de quadrados, que é usada como medida de homogeneidade. Isto é, o método de Ward tenta minimizar a soma de quadrados dentro do grupo.

3.2.2 Análise de componentes principais (ACP)

Uma análise de componentes principais foi realizada com todos os acessos da espécie *J. curcas* presentes na coleção da UFRRJ e outra análise foi realizada com os acessos mais produtivos de cada ano avaliado. Determinou-se que os componentes que apresentassem um autovalor maior ou igual a 1,0 seriam os que reteriam o máximo de informação sobre a estimativa da variabilidade existente entre os acessos avaliados. Em seguida procedeu-se uma análise de agrupamento proposto por Ward no SAS (PROC CLUSTER) utilizando-se como entrada os dados dos componentes principais que apresentaram autovalores acima de 1,0. Todos os dados foram padronizados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre todos os acessos da primeira produção de frutos e sementes, que teve início no mês de maio do ano de 2010, 54 deles foram considerados precoces por produzirem frutos e sementes com 1 ano e 7 meses (19 meses) de idade (Tabela 2). O período de produção ocorreu entre a 2ª quinzena do mês de maio se estendendo até a 1ª quinzena do mês de julho do mesmo ano, compreendendo um período superior a três meses (por volta de 48 dias).

Tabela 2. Acessos de *J. curcas* considerados de produção precoce no 1º ano (maio a julho de 2010).

População	Acessos	Nº de acessos	Localidade dos acessos
1	348	1	Bom Jardim
2	002/828/831/832/835/836/923/925/931/932	10	Petrolina
3	346/385/857-861/863/869/872/874/ 875/877/878/883/885/899/900	18	Janaúba
4	342/356/371	3	MA-CNPS-01
5	007/370	2	Guapimirim
6	337/804/805/822/823/825/907-909/912/948/954/955	13	Dourados
8	003	1	Barra dos Bugres
9	004/320	2	Saída Jaíba
10	321/362	2	Rio das Flores
12	005	1	Lavras L0
13	357	1	Lavras L210
TOTAL		54	

No 2º ano de produção, dos 286 acessos com a idade de 2 anos e 2 meses (26 meses), 198 deles (Tabela 3) tiveram início da sua produção de frutos e sementes na 2ª quinzena de dezembro do ano de 2010 se estendendo até o final do mês de maio de 2011, um período de aproximadamente 160 dias. Foi observado que todos os acessos considerados de produção precoce produziram novamente frutos e sementes neste período.

Tabela 3. Acessos de *J. curcas* que produziram no 2º ano (dezembro 2010/setembro 2011).

População	Acessos	Nº de acessos	Localidade dos acessos
1	316/348/355/372/386/390/400	7	Bom Jardim
2	002/329/349/353/363/376/398/828-836/842/ 849-853/912/913/917/920/921/923/925/926/ 928-931/979	35	Petrolina
3	314/322/346/369/385/855-864/866/868- 878/882-886/888-895/897- 899/956/968/969/972/974-975	47	Janaúba
4	313/331/342/356/371/394	6	MA-01-CNPS
5	007/315/324/334/336/341/370/388	8	Guapimirim
6	333/337/350/360/379/393/397/801-808/810/ 812-814/817-820/822-827/900-903/905-912/ 932-935/938-940/946/948/950-952/954/955/ 991/993/998/999	59	Dourados
7	326/339/364/383	4	Rio Verde
8	003/344/352/377	4	Barra dos Bugres
9	004/320/340/373/384/391	6	Saída Jaíba
10	321/325/343/362/380/392	6	Rio das Flores
11	006/335/347/351/381/387	6	Ribeirão Preto
12	005/330/332/338/354/378/399	7	Lavras L0
13	328/345/357	3	Lavras L210
TOTAL		198	

No 3º ano de produção de frutos e sementes dos acessos de *J. curcas* encontrados na coleção da UFRRJ, do total de 286 plantas, 263 se mostraram produtivas. As plantas se encontravam com 3 anos e 2 meses (38 meses) (Tabela 4) e tiveram início de sua produção na 2ª quinzena de dezembro de 2011 até o final do mês de maio de 2012, apresentando um período de produção de 5 meses (em torno de 160 dias).

Tabela 4. Acessos de *J. curcas* que produziram no 3º ano (dezembro 2011/maio de 2012).

População	Acessos	Nº de acessos	Localidade dos acessos
1	316/348/355/372/386/390/400	7	Bom Jardim
2	002/301/305/306/309- 311/329/349/353/363/376/398/828-834/836- 840/842/844/847-854/912-914/917-931/978- 983/986/987	61	Petrolina
3	314/327/346/358/369/385/855-865/867- 878/880/882-884/886/888-899/956/958/967- 970/972-976	57	Janaúba
4	008/313/331/342/356/371/382/394	8	MA-01-CNPS
5	007/315/324/334/336/341/361/370/388	9	Guapimirim
6	000/317/333/337/350/360/379/389/393/397/801- 827/842/900-911/932-941/944-946/948- 952/954/955/991-995/998/999	78	Dourados
7	318/326/339/364/383/395	6	Rio Verde
8	001/003/319/344/352/359/377	7	Barra dos Bugres
9	004/320/340/368/373/384/391	7	Saída Jaíba
10	321/325/343/362/380/392	6	Rio das Flores
11	006/323/335/347/351/381/387	7	Ribeirão Preto
12	005/330/332/338/354/378/399	7	Lavras L0
13	328/345/357/374	4	Lavras L210
TOTAL		263	

4.1. Análise Descritiva

Nos Apêndices VII, VIII e IX podem ser verificados os dados obtidos de todos os acessos referentes ao 1º, 2º e 3º ano de avaliação da coleção de trabalho dos acessos de *J. curcas* da UFRRJ, respectivamente. Os resultados das análises descritivas das populações de acessos nos três anos de avaliação estão representados na Tabela 5.

Somente 54 dos 286 acessos produziram frutos e sementes no 1º ano de avaliação (2010), sendo chamados de precoces neste estudo. A análise descritiva das características avaliadas para este ano pode ser observada na Tabela 5, na qual é possível verificar a amplitude de variação nas características associadas à produção, como número de frutos por planta (NFP), número de sementes por planta (NSP), peso de sementes por planta (PSP) e maior produção em menor tempo de colheita (IND), assim como o tempo de colheita (TEC) que também demonstrou uma grande amplitude de variação. O único coeficiente de variação acima de 100 % foi observado para a característica IND (Tabela 5).

Dentre os caracteres ligados à produção somente o peso médio de sementes (PMS) e o número de sementes por dia (SED) apresentaram uma variação muito

pequena. Todas essas variáveis estão relacionadas com a produção, sendo que as que apresentaram as menores variações são características inerentes à cultura, pois os frutos de *J. curcas* são triloculares, ou seja, apresentam em média três sementes por fruto e consequentemente o peso das sementes varia menos (Tabela 5).

Nos anos seguintes, a variação entre as populações foi menor para as características ligadas à produção, entretanto ainda se observou CVs acima de 100 % (somente no 3º ano de avaliação) para as características SED e IND. O tempo de colheita (TEC) para o 2º e 3º ano foi mais extenso quando comparado ao 1º ano, porém apresentou menores coeficientes de variação (Tabela 5) por ter mais acessos produtivos, com aumento na produção de sementes (APÊNDICES VII, VIII e IX).

Os caracteres NFP, NSP, PSP e IND apresentaram altos valores para desvio padrão no 3º ano avaliado, demonstrando que dentro das populações avaliadas existem acessos que apresentaram uma alta produtividade de sementes, enquanto outros produziram muito pouco ou simplesmente não produziram. Essa informação é importante para indicar a variabilidade produtiva desta espécie, sendo necessária a identificação dos acessos mais produtivos dentro de cada população.

Comparando os três anos de avaliação, notou-se que o 2º ano foi o que apresentou menos variação entre as populações (menores CV %), ou seja, os acessos que compuseram cada população avaliada se mostraram mais homogêneos (Tabela 5).

Em trabalho realizado por Laviola e colaboradores (2011) eles reafirmam a necessidade da seleção de plantas com menor porte para facilitar a colheita, pois é realizada manualmente. Porém quando se avalia a altura média das populações observou-se que as médias de cada ano estão dentro da faixa recomendada pelos autores (Tabela 5). Dando continuidade ao trabalho de avaliação de seu banco de germoplasma de *J. curcas*, o grupo de pesquisa de Laviola (2012A) publicou os resultados das avaliações morfoagronômicas realizadas no 1º e 2º ano de produção de seus acessos. Os resultados das características altura de plantas, diâmetro do caule e rendimento de sementes apresentaram maiores médias e amplitudes nesses dois primeiros anos avaliados quando comparados com os resultados encontrados para os acessos pertencentes à coleção de trabalho de *J. curcas* da UFRRJ, avaliadas neste estudo, com as plantas apresentando a mesma idade (Tabela 5).

De acordo com Laviola e colaboradores (2012A) as plantas foram avaliadas muito jovens podendo ser fisiologicamente impedidas de expressar todo o seu potencial, sendo isso demonstrado pelas diferenças nos valores de médias e amplitude (máximo e mínimo), onde a avaliação desses mesmos parâmetros em plantas mais velhas poderiam apresentar resultados diferentes.

Tabela 5. Média, Desvio-Padrão (DP), amplitude (máximo e mínimo) e coeficiente de variação (CV%) das características morfoagronômicas entre as populações de acessos de *Jatropha curcas* L. nos três anos avaliados (2010, 2010/2011 e 2011/2012).

Caracteres	ANO 1 (2010)				ANO 2 (2010/2011)				ANO 3 (2011/2012)			
	Média	DP	Amplitude	CV%	Média	DP	Amplitude	CV%	Média	DP	Amplitude	CV%
AP	127,68	13,86	100,48-146,14	10,86	165,66	16,38	138,92-188,33	9,89	197,33	16,19	169,31-222,14	8,21
DCA	6,72	0,52	5,69-7,63	7,76	7,75	0,55	6,79-8,61	7,09	10,25	1,12	8,48-12,30	10,94
MCER	1,61	0,14	1,43-1,85	9,00	1,16	0,10	1,04-1,42	8,69	1,53	0,06	1,40-1,60	3,96
NFP	2,62	2,02	0-7,42	77,00	51,17	27,05	22,14-128,33	52,86	163,96	74,03	56,67-346,75	45,15
NSP	6,97	5,69	0-20,77	81,74	111,04	57,94	56,14-282,33	52,18	419,67	199,69	144,33-929,50	47,58
TEC	3,04	2,01	0-6,88	66,13	143,04	36,16	95,71-197,00	25,28	100,27	39,28	36,57-149,33	39,17
SED	0,45	0,29	0-0,91	66,29	2,59	2,15	0,49-7,48	82,89	8,51	9,97	2,01-28,30	117,13
PSP	5,20	4,27	0-14,58	82,12	72,12	35,45	36,08-175,71	49,16	295,19	142,70	98,40-661,70	48,34
PMS	0,14	0,09	0-0,32	64,82	0,62	0,06	0,51-0,70	9,78	0,66	0,04	0,58-0,73	7,36
IND	14,62	16,68	0-59,42	114,06	127,66	66,96	38,67-253,23	52,46	4234,66	5845,29	208,94-16449,02	138,03

AP- Altura de Planta (cm); DCA – Diâmetro do Caule (cm); MCER – Média do Comprimento do Entrenó do Ramo (cm); NFP – Número de Frutos por Planta; NSP – Número de Sementes por Planta; TEC – Tempo de Colheita (dias); SED – Sementes por Dia; PSP – Peso de Sementes por Planta (g); PMS – Peso Médio de Sementes (g); IND – Maior Produção em Menor Tempo de Colheita (g).

Na Tabela 6 estão apresentadas as análises descritivas dos acessos produtivos dos três anos de avaliação. No 1º ano (2010) 54 acessos demonstraram produção precoce, já para o 2º e 3º ano (2010/2011 e 2011/2012, respectivamente) os 100 acessos mais produtivos, os que apresentaram maior número de sementes (NSP), foram analisados.

Coefficientes de variação (CV %) acima de 100 %, nos 54 acessos produtivos analisados (1º ano), foram observados para os caracteres maior produção em menor tempo de colheita (IND), peso de sementes por planta (PSP) e número de sementes por planta (NSP). Já o tempo de colheita (TEC) demonstrou CV % elevado, enquanto os caracteres peso médio de sementes (PMS), diâmetro de caule (DCA), altura de planta (AP) e a média do comprimento do entrenó do ramo (MCER) foram os caracteres que apresentaram os menores coeficientes de variação (Tabela 6). Esses caracteres com baixos CV % estão ligados a características fenotípicas, onde somente o PMS está associado à produção. Esse resultado pode ser atribuído à característica do fruto ser trilocular, com sementes de tamanhos similares.

A altura média das plantas produtivas ficou em 172,48 cm (Tabela 6) nesse 1º ano, o que atende a altura recomendada por Sunil e colaboradores (2008) para facilitar a colheita manual, conforme os autores a altura ideal se encontra na faixa de 150 – 200 cm.

Entre os acessos considerados de produção precoce, ou seja, que produziram antes de completar dois anos do plantio das mudas em campo, os acessos 875, 836, 346, 874, 872, 899, 861, 831, 858 e 002 foram os que apresentaram os maiores valores no número de sementes por planta (NSP), sendo estes 241, 191, 174, 140, 137, 127, 111, 94, 91 e 84 sementes (APÊNDICE VII).

Ainda na Tabela 6, pode-se observar a análise descritiva dos 100 acessos que se destacaram na 2ª produção de frutos e sementes, dentre os 198 acessos que produziram no período de dezembro do ano de 2010 a maio do ano de 2011.

As maiores amplitudes foram observadas para os caracteres maior produção em menor tempo de colheita (IND), número de sementes por planta (NSP), número de frutos por planta (NFP) e peso de sementes por planta (PSP), enquanto o caracter peso médio de sementes (PMS) apresentou uma variação muito pequena, assim como no 1º ano. Além dessas características, a altura de planta (AP) apresentou uma alta variação quando se comparou todos os acessos da população (Tabela 5) com os mais produtivos deste ano (Tabela 6), que se mostraram mais homogêneos nesta característica. Esses resultados corroboram com os encontrados no 1º ano, onde os acessos produtivos apresentaram uma menor variação na característica altura das plantas, atribuindo-se uma maior homogeneidade quando se trata dessa característica.

Coefficientes de variação (CV %) com altas porcentagens para o 2º e 3º ano, foram observados para os caracteres sementes por dia (SED) e maior produção em menor tempo de colheita (IND) (Tabela 6). Estes altos valores de CV % para esses caracteres podem ser atribuídos ao tempo de colheita, pois todos estes envolvem o TEC em seu cálculo (APÊNDICE VIII e IX), o que pode ter influenciado nessa alta variação.

Os altos valores de CV % e amplitude dos caracteres NFP e NSP, demonstraram uma interessante variabilidade entre os acessos avaliados quando se avalia a produção, porém observou-se um alto desvio padrão (DP) em relação à média para esses mesmos caracteres (Tabela 6), demonstrando a necessidade da identificação dos acessos mais produtivos.

Diante disso, entre os 100 acessos mais produtivos no 2º ano, os que apresentaram uma maior produção de sementes (maiores valores de NSP) foram os

acessos 860, 002, 869, 872, 346, 874, 875, 858, 357 e 355 com 907, 444, 416, 371, 364, 347, 330, 315, 304 e 295 sementes, respectivamente (APÊNDICE VIII).

Dentre todos os acessos produtivos de cada ano, três deles se destacaram na produção desde o 1º ano de avaliação (2010), sendo eles os acessos 002, 346 e 858, estando entre os 10 mais produtivos em cada ano.

Estudos utilizando caracterizações morfoagronômicas têm mostrado variabilidade dos componentes de produção dessa oleaginosa (MISHRA, 2009). Jongschaap e colaboradores (2007) e Brittain & Litaladio (2010) reportaram acessos que apresentaram variação em sua produtividade de 0,2 a 2 kg/planta de grãos. Resultados parecidos foram observados neste estudo, onde alguns acessos alcançaram produção de quase 2 kg/planta no último ano de avaliação (APÊNDICE IX).

Segundo Resende (2002), medições ao longo do tempo são fundamentais para a caracterização do desempenho produtivo de espécies vegetais perenes que apresentam longo ciclo reprodutivo e expressão diferenciada dos caracteres conforme o desenvolvimento e estabilidade da espécie em campo.

Tabela 6. Média, Desvio-Padrão (DP), amplitude (máximo e mínimo) e coeficiente de variação (CV%) das características morfoagronômicas dos acessos mais produtivos de *Jatropha curcas* L. nos três anos de produção (2010, 2010/2011 e 2011/2012).

Caracteres	ANO 1 (2010)				ANO 2 (2010/2011)				ANO 3 (2011/2012)			
	Média	DP	Amplitude	CV%	Média	DP	Amplitude	CV%	Média	DP	Amplitude	CV%
AP	172,48	26,97	119-250	15,64	178,16	33,59	103-277	18,85	230,75	28,08	148-300	12,16
DCA	7,78	1,12	5,2-10,4	14,44	8,12	1,42	5,7-13,21	17,53	11,24	1,52	8,16-15,48	13,55
MCER	1,05	0,33	0,71-2	20,44	1,13	0,26	0,86-2,29	23,58	1,58	0,28	1-2,42	18,09
NFP	18,14	17,68	1-76	97,43	77,23	58,33	24-464	75,52	271,94	217,20	79-756	79,87
NSP	49,66	50,69	2-241	102,06	162,27	107,48	74-896	66,24	653,09	316,90	194-1973	48,52
TEC	19,72	13,56	1-48	68,76	127,49	47,79	1-175	37,49	135,34	41,87	12-162	30,93
SED	2,51	1,46	0,38-7,94	58,14	4,87	16,18	0,5-103	331,93	7,35	10,47	1,87-75,67	142,44
PSP	35,98	37,44	1,49-178,13	104,04	102,75	63,33	42,99-50,14	61,63	460,00	232,93	159,46-1402,04	50,63
PMS	0,72	0,09	0,5-0,88	12,55	0,64	0,07	0,44-0,96	11,75	0,70	0,05	0,54-0,79	6,67
IND	122,93	212,88	1,71-1192,48	171,17	399,35	1102,23	22,77-7248,11	276,00	4074,76	7597,99	315,71-51137,8	186,46

AP- Altura de Planta (cm); DCA – Diâmetro do Caule (cm); MCER – Média do Comprimento do Entrenó do Ramo (cm); NFP – Número de Frutos por Planta; NSP – Número de Sementes por Planta; TEC – Tempo de Colheita (dias); SED – Sementes por Dia; PSP – Peso de Sementes por Planta (g); PMS – Peso Médio de Sementes (g); IND – Maior Produção em Menor Tempo de Colheita (g).

A análise descritiva dos 100 acessos que se destacaram na 3ª produção de frutos e sementes, dentre os 263 acessos produtivos no período de dezembro de 2011 a maio de 2012, pode ser observada na Tabela 6.

Caracteres ligados ao tempo de colheita (TEC) apresentaram coeficiente de variação (CV %) acima de 100 %, assim como observado para os 100 acessos mais produtivos na avaliação do 2º ano, entretanto com menores porcentagens. Os caracteres maior produção em menor tempo de colheita (IND) e sementes por dia (SED) utilizam o TEC em seu cálculo, podendo atribuir essa variação ao período de colheita dos frutos.

Os caracteres ligados à produção, como peso de sementes por planta (PSP) e número de sementes por planta (NSP) apresentaram elevados valores de CV %. O contrário foi observado para os caracteres altura de planta (AP), diâmetro de caule (DCA) e a média do comprimento do entrenó do ramo (MCER), que são todas características fenotípicas, entretanto observou-se para o peso médio de sementes (PMS) um baixo CV %, assim como para as duas produções anteriores.

Como observado para os acessos mais produtivos no 2º ano, os caracteres NFP e NSP apresentaram uma alta amplitude e alto desvio padrão em relação à média, indicando uma grande variabilidade entre esses acessos (Tabela 6). De acordo com Brittain & Litaladio (2010), o pinhão manso necessita de três a quatro anos para atingir a idade produtiva.

Em trabalho realizado por Oladele & Oshodi (2008) os autores afirmam que o peso das sementes na faixa de 0,53 – 0,86 g com sua amêndoa contendo entre 22 – 27% de proteína e entre 57 – 63 % de óleo são características indicativas de um bom valor para esta espécie. De acordo com os autores, os resultados encontrados neste trabalho se encontram dentro desta faixa quando se avalia o peso médio das sementes com valores de 0,70g na 3ª; 0,64g na 2ª e 0,72g na 1ª produção (Tabela 6).

Dentre os 263 acessos produtivos neste período, os 10 acessos que se destacaram em produção foram: 345, 860, 346, 370, 858, 878, 876, 002, 828 e 383 com produção de sementes de 1973, 1851, 1623, 1550, 1232, 1216, 1099, 1075, 1053 e 1020, respectivamente (APÊNDICE IX).

Nas análises descritivas dos três anos de avaliação, tanto com todos os acessos pertencentes à coleção quanto dos acessos mais produtivos de cada ano (Tabela 5 e 6), foram observadas que as médias de peso médio de sementes (PMS) estiveram dentro da faixa ideal encontrada na literatura (OLADELE & OSHODI, 2008). De acordo com Wani e colaboradores (2012) o rendimento médio de sementes (PSP, em g) obtido em nossos resultados foi abaixo do encontrado pelos autores, em trabalho avaliando acessos de *J. curcas* na Índia. A média do rendimento de sementes encontrada pelos autores foi 432,44g, enquanto em nosso estudo obtivemos médias de 35,98g; 102,75g e 460,00g (1º, 2º e 3º ano, respectivamente), das quais somente no 3º ano a média foi acima da encontrada no estudo realizado por Wani e colaboradores. (2012).

Vários estudos anteriores demonstraram variação fenotípica entre germoplasmas de *Jatropha curcas* para diferentes características em diferentes populações no Brasil e no mundo (GINWAL et al., 2005; KAUSHIK et al., 2007; RAO et al., 2008; WANI et al., 2012; SHABANIMOFRAD et al., 2013; BHERING et al., 2013), permitindo assim a seleção de genótipos superiores, visto que a presença de variabilidade genética é uma condição essencial para o estabelecimento de um programa de melhoramento genético.

Diante desses resultados verificou-se que 29 acessos produziram frutos e sementes desde o 1º ano (2010) apresentando um aumento significativo a cada ano. Eles se destacaram dos outros acessos por produzirem frutos e sementes nos três anos avaliados (Figuras 13 e 14). Foi observado que três acessos apresentaram produção de

frutos e sementes desde o 1º ano (2010) apresentando um aumento significativo a cada ano, sendo eles o 002, 346 e 858, o primeiro proveniente de Petrolina/PE e os demais de Janaúba/MG. Eles se destacaram dos outros acessos pela grande quantidade de frutos e sementes produzidos (Figuras 13 e 14), se apresentando sempre entre os 10 acessos mais produtivos de cada ano avaliado.

Na Figura 13 pode ser verificado o aumento na produção de frutos dos 29 acessos ao longo dos três anos de avaliação.

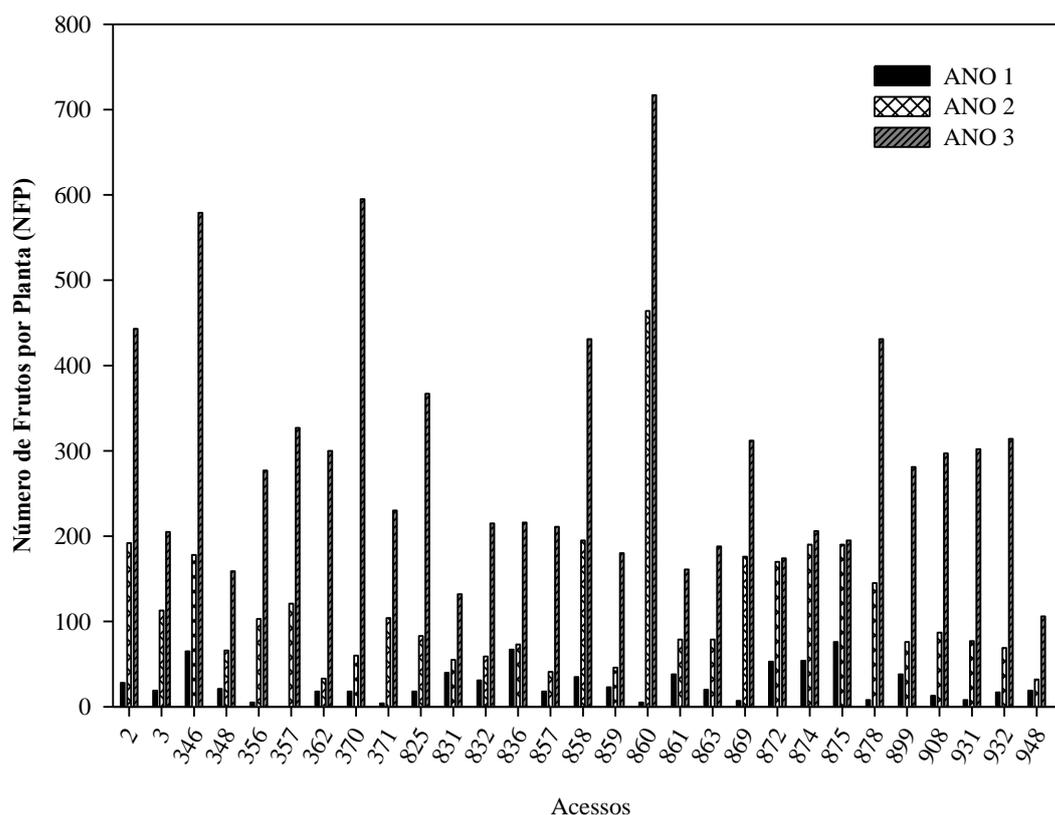


Figura 13. Produção de frutos dos 29 acessos de *J. curcas* da coleção de trabalho da UFRRJ durante as três produções. 1º ano (2010), 2º ano (2010/2011) e 3º ano (2011/2012).

Para a produção de sementes a Figura 14 representa o aumento na produção dos 29 acessos que produziram desde o 1º ano de avaliação.

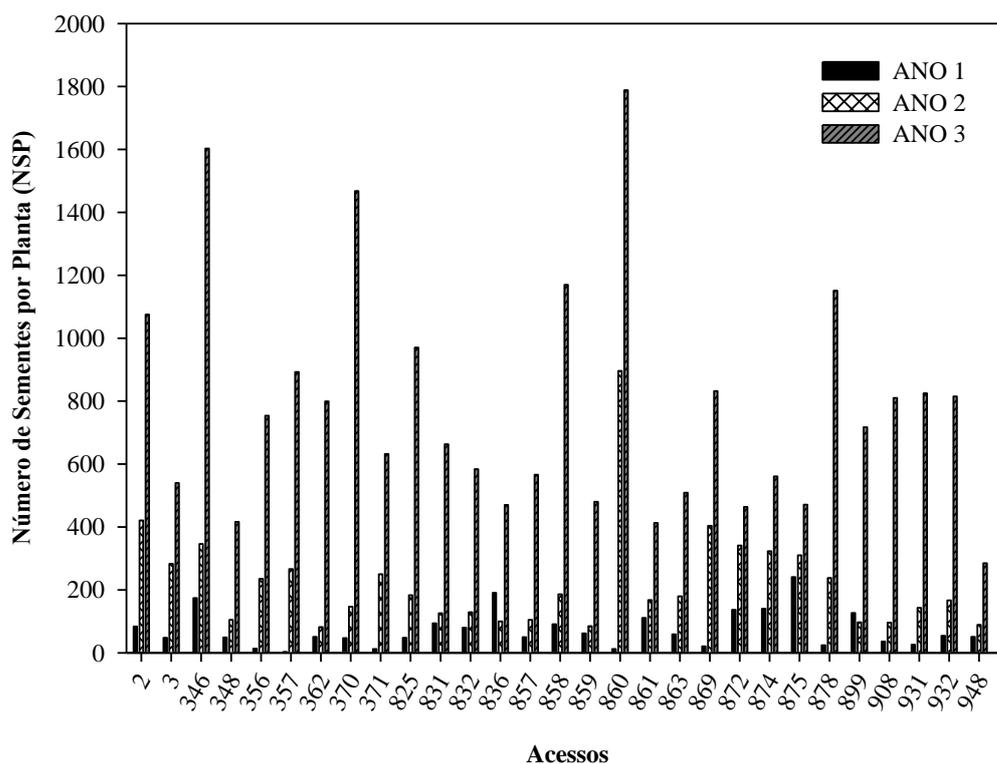


Figura 14. Produção de sementes dos 29 acessos de *J. curcas* da coleção de trabalho da UFRRJ durante as três produções. 1º ano (2010), 2º ano (2010/2011) e 3º ano (2011/2012).

Esses resultados demonstram o potencial produtivo da espécie *J. curcas*, sendo um resultado interessante para programas de melhoramento que visam a produção de sementes para extração de óleo, com finalidade de produzir biodiesel.

Dias e colaboradores (2007) afirmaram que a seleção de plantas com maior potencial produtivo é considerada uma das melhores alternativas para o aumento da produtividade, sem aumento de custos adicionais e, que produtividades baseadas em observações isoladas, ou de plantas com poucos meses de plantio, contribuiriam para criar expectativas de produtividade que não têm sido observadas em campo.

De acordo com Laviola e colaboradores (2010) *J. curcas* é uma espécie que apresenta características desejáveis, como óleo de boa qualidade. Entretanto, limitações técnicas, como a maturação desuniforme dos frutos e a baixa produtividade de grãos, podem limitar a viabilidade econômica dessa cultura (ROCHA et al., 2012). Como foi visto neste trabalho, o tempo de colheita dos frutos foi bastante extenso (aproximadamente 5 meses), devido à maturação desuniforme dos frutos.

4.2. Análise Multivariada

Com base nos dados morfoagronômicos foi estimada a distância Euclidiana entre as 13 populações de acessos (Tabela 1) em cada ano. Com base na matriz da distância genética foi empregado o método de agrupamento de Tocher e construído um dendrograma utilizando o método de agrupamento da distância média (UPGMA) para a avaliação da divergência genética entre as populações de acessos em cada ano com o auxílio do Programa R e Programa GENES (CRUZ, 2001).

Foi estimada a distância Euclidiana entre as populações de acessos avaliados no 1º ano (2010) e através da matriz da distância confeccionou-se o dendrograma (Figura 15), no qual se observou a separação das populações nesta primeira avaliação.

A Figura 15 demonstra o agrupamento entre as populações mais próximas, ou seja, que apresentaram características em comum entre si. O teste de Mantel, usado para avaliar a correlação entre duas matrizes de dissimilaridade, ficou em 0,81 o que significa uma alta confiabilidade no resultado. Os grupos formados são baseados na média das distâncias da matriz cofenética, conforme metodologia proposta por Kelley e colaboradores (1996).

O ponto de corte foi determinado de acordo com a análise de agrupamento com base na distância, sendo necessário para determinar a associação final dos grupos (KELLEY et al., 1996). De acordo com Bertan e colaboradores (2006) a formação desses grupos proporciona uma informação importante para a escolha de acessos dentro de programas de melhoramento genético.

As populações no 1º ano de avaliação demonstraram uma maior similaridade entre si, porém as populações 3 e 10 (Janaúba/MG e Rio das Flores/RJ respectivamente), se mostraram mais distantes das demais, com aproximadamente 30 % de dissimilaridade. A população 2 (Petrolina/PE) foi a mais divergente quando comparada com as populações 3 e 10, apresentando uma dissimilaridade acima de 35 % (Figura 15).

O dendrograma (Figura 15) demonstrou a formação de cinco grupos a partir do ponto de corte, sendo o 5º grupo o que reuniu a maior quantidade de populações (Pop 6, Pop 9, Pop 7, Pop 11, Pop 5, Pop 1 e Pop 8).

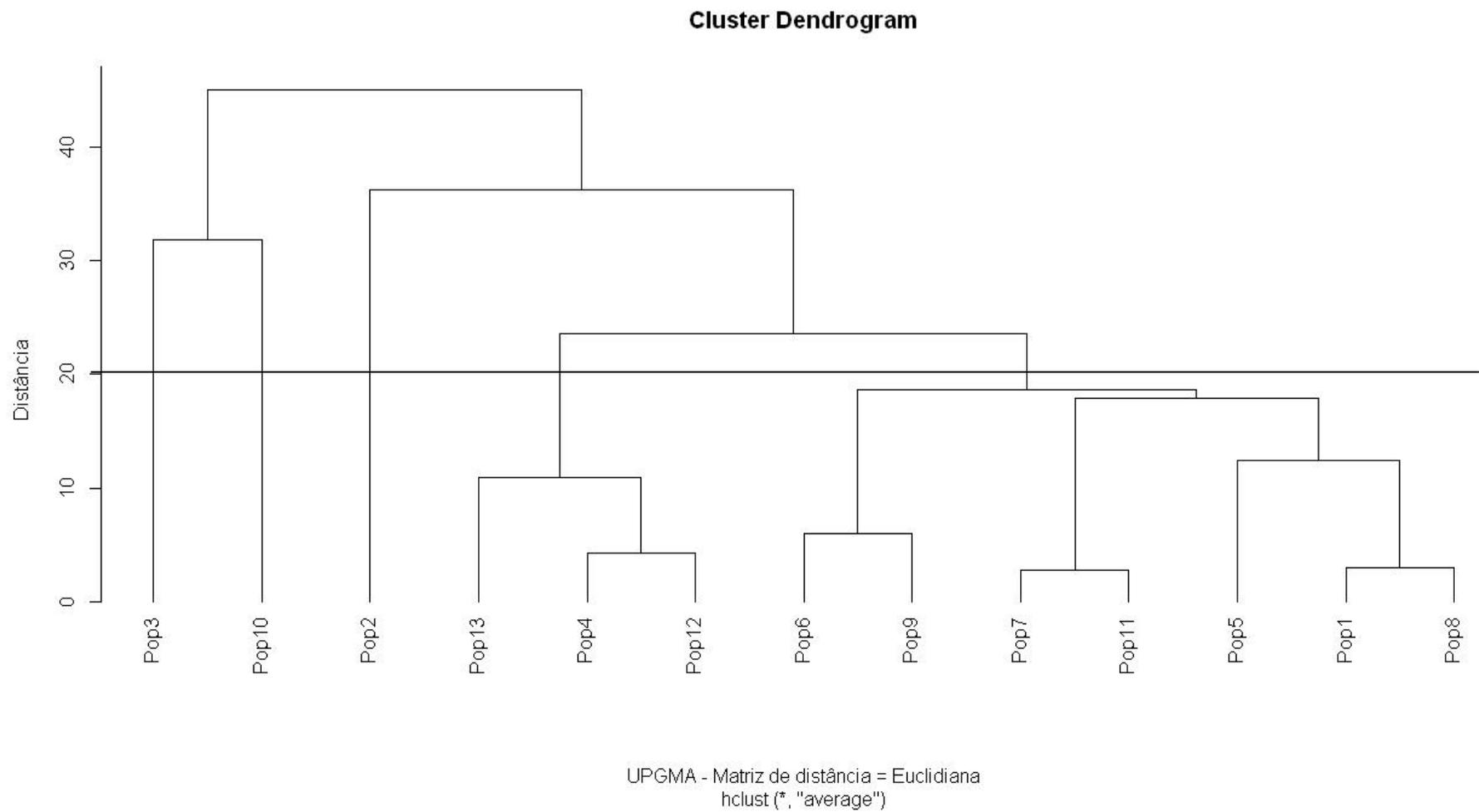


Figura 15. Dendrograma resultante da análise entre as populações de acessos de *J. curcas* no 1º ano de avaliação (2010), com base em 10 caracteres morfoagronômicos, obtido pelo método de agrupamento UPGMA e utilizando a distância Euclidiana como medida de distância genética.

Foi realizado o agrupamento de Tocher a partir da matriz da distância Euclidiana entre as populações de acessos de *J. curcas* neste 1º ano, o qual formou 8 grupos distintos, onde os dois primeiros grupos reuniram três populações cada (Pop 1, Pop 8 e Pop 10; e Pop 2, Pop 3 e Pop 9, respectivamente), o grupo III reuniu as populações 7 e 11 (Rio Verde/GO e Ribeirão Preto/SP, respectivamente) e os demais apresentaram somente uma população cada (Tabela 7).

Tabela 7. Agrupamento de Tocher realizado a partir da matriz da distância euclidiana entre as populações de *J. curcas* no 1º ano de avaliação, utilizando 10 caracteres morfoagronômicos.

Grupos	Populações
I	1, 8 e 10
II	2, 3 e 9
III	7 e 11
IV	13
V	6
VI	4
VII	12
VIII	5

A Figura 16 demonstra graficamente o agrupamento UPGMA entre as populações no 2º ano de avaliação (2010/2011), que se apresentaram muito próximas, assim como ocorreu no 1º ano. O teste de Mantel, usado para avaliar a correlação entre duas matrizes de dissimilaridade, ficou em 0,95 o que significa uma alta confiabilidade no resultado.

A partir da metodologia de Kelley e colaboradores (1996) o ponto de corte foi determinado (150 %), e foi observada a formação de dois grupos, onde o 1º grupo apresentou somente a população 13 (Lavras lote 210/MG), enquanto o 2º grupo reuniu as demais populações (Figura 16).

Para o 2º ano o agrupamento de Tocher formou seis grupos, onde o grupo II e o grupo IV reuniram três populações cada (Pop 2, Pop 3 e Pop 9; Pop 5, Pop 8 e Pop 10, respectivamente), e os grupos I, III e V reuniram duas populações cada, enquanto o grupo VI apresentou somente a população 13 (Tabela 8).

Tabela 8. Agrupamento de Tocher realizado a partir da matriz da distância euclidiana entre as populações de *J. curcas* no 2º ano de avaliação, utilizando 10 caracteres morfoagronômicos.

Grupos	Populações
I	1 e 6
II	2, 3 e 9
III	7 e 11
IV	5, 8 e 10
V	4 e 12
VI	13

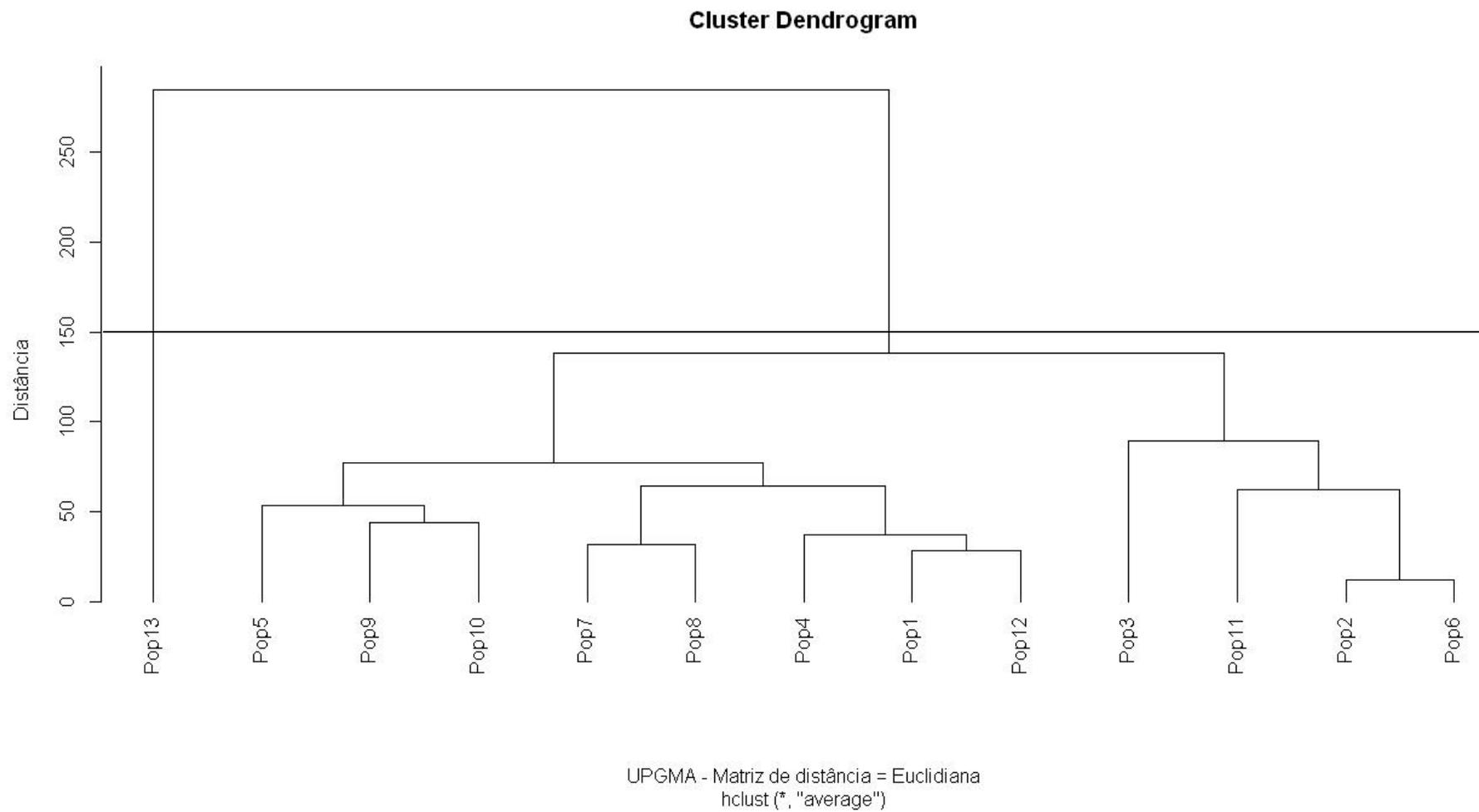


Figura 16. Dendrograma resultante das populações de acessos de *J. curcas* no 2º ano de avaliação (2010/2011), com base em 10 caracteres morfoagronômicos, obtido pelo método de agrupamento UPGMA e utilizando a distância Euclidiana como medida de distância genética.

O dendrograma representado na Figura 17 demonstra o agrupamento UPGMA realizado entre as populações no 3º ano de avaliação (2011/2012), as quais se mostram muito próximas entre si, assim como observado no 2º ano. O teste de Mantel, usado para avaliar a correlação entre duas matrizes de dissimilaridade, ficou em 0,98 indicando uma alta confiabilidade no resultado.

A partir do ponto de corte (0 - 2000 %) observou-se a formação de quatro grupos, no qual o 1º grupo apresentou as populações 2 e 11, enquanto o 4º grupo reuniu as populações 8, 9 e 13. Os grupos 2 e 3 reuniram quatro populações cada (Figura 17).

Neste 3º ano o agrupamento de Tocher, realizado a partir da matriz da distância Euclidiana entre as populações, formou oito grupos, onde o grupo II e o grupo III reuniram três populações cada (Pop 5, Pop 8 e Pop 10; Pop 3, Pop 7 e Pop 9, respectivamente). O grupo I reuniu duas populações (Pop 1 e Pop 6), enquanto os demais grupos apresentaram somente uma população cada (Tabela 9).

Tabela 9. Agrupamento de Tocher realizado a partir da matriz da distância euclidiana entre as populações de *J. curcas* no 3º ano de avaliação, utilizando 10 caracteres morfoagronômicos.

Grupos	Populações
I	1 e 6
II	5, 8 e 10
III	3, 7 e 9
IV	2
V	11
VI	13
VII	4
VIII	12

O agrupamento foi aleatório, não havendo a formação de grupos de acessos mais produtivos ou por localidade, o que pode ser interessante para programas de melhoramento genético que visam à produção de sementes para a extração de óleo, levando ao cruzamento de acessos com boa produtividade e distantes entre si, ou seja, que apresentam divergência genética, o que está sendo observado neste estudo.

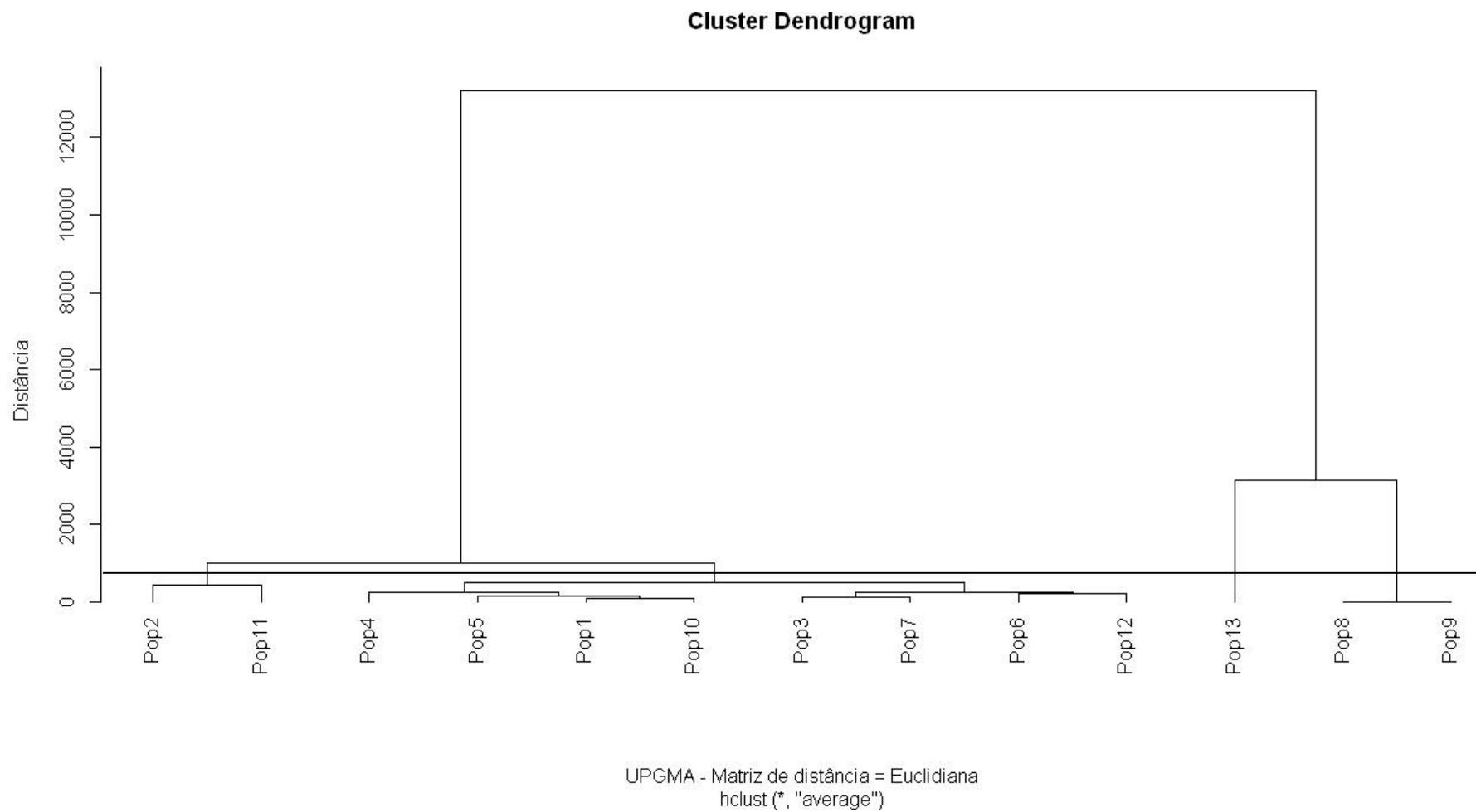


Figura 17. Dendrograma resultante da análise das populações de acessos de *J. curcas* no 3° ano de avaliação (2011/2012), com base em 10 caracteres morfoagronômicos, obtido pelo método de agrupamento UPGMA e utilizando a distância Euclidiana como medida de distância genética.

4.3. Análise de Componentes Principais (ACP)

Foi realizada a análise de componentes principais entre as populações de acessos e entre os acessos mais produtivos durante os três anos de avaliação da coleção de acessos de *J. curcas* da UFRRJ.

Na análise das populações no 1º ano de avaliação (2010), dos 10 caracteres avaliados três deles (NFP, NSP e PSP) mostraram uma alta correlação entre si (acima de 0,9) sendo então descartados da análise, para aumentar a confiabilidade nos resultados.

A análise de componentes principais realizada entre as populações no 1º ano de avaliação demonstrou que os dois primeiros componentes explicaram 75,16 % da variabilidade presente entre as 13 populações. O primeiro componente (CP₁) foi composto pelos caracteres tempo de colheita (TEC), sementes por dia (SED) e maior produção em menor tempo de colheita (IND), que juntos explicaram 45,72 % da variabilidade existente entre as populações. Já para o segundo componente principal (CP₂) os caracteres altura de planta (AP) e diâmetro do caule (DCA) explicaram 29,44 % da variabilidade (Tabela 10).

O CP₁ reuniu características relacionadas à produção de sementes (TEC, SED e IND), as quais foram influenciadas pelo tempo de colheita dos frutos, pois estas apresentaram essa variável em seu cálculo. Essa característica é de grande importância para se determinar um período de colheita mais curto e concentrado, o que não foi observado neste estudo. Entretanto, para isso é necessário que os frutos apresentem uma maturação mais homogênea.

As características associadas ao CP₂ contribuíram para a variabilidade existente entre os acessos de cada população, estando essas características ligadas ao fenótipo das plantas, como a altura e diâmetro de caule.

Tabela 10. Componentes Principais (CP's) obtidos a partir da análise de sete caracteres mensurados das populações de acessos pertencentes à coleção de *Jatropha curcas* L. da UFRRJ, na 1ª produção de frutos e sementes (2010).

CP's	λ_j	λ_j (%)	AP	DCA	MCER	TEC	SED	PMS	IND
CP ₁	3,2007	45,72	-0,1378	-0,5148	-0,3438	0,8806	0,8453	0,7869	0,8301
CP ₂	2,0601	75,16	0,9277	0,7346	0,5848	0,0970	0,3937	0,3907	-0,0222

AP – Altura de planta (cm); DCA – Diâmetro do caule (cm); MCER – Média do comprimento de entrenó do Ramo (cm); TEC – Tempo de colheita (dias); SED – Sementes por dia (dias); PMS – Peso médio de sementes (g); IND – maior produção em menor tempo de colheita (g). λ_j – Autovalores, $\lambda_j\%$ - Autovalores, em porcentagem.

Na Figura 18 estão representados graficamente os dois primeiros componentes principais das sete características avaliadas, a Figura 18A representa a distribuição das características associadas aos componentes.

A Figura 18B representa as populações agrupadas de acordo com sua associação aos componentes principais (CP₁ e CP₂). Entretanto pode-se observar que as populações formaram grupos distintos na análise de agrupamento de Ward quando comparados com a representação gráfica da análise de componentes principais, utilizando os autovetores.

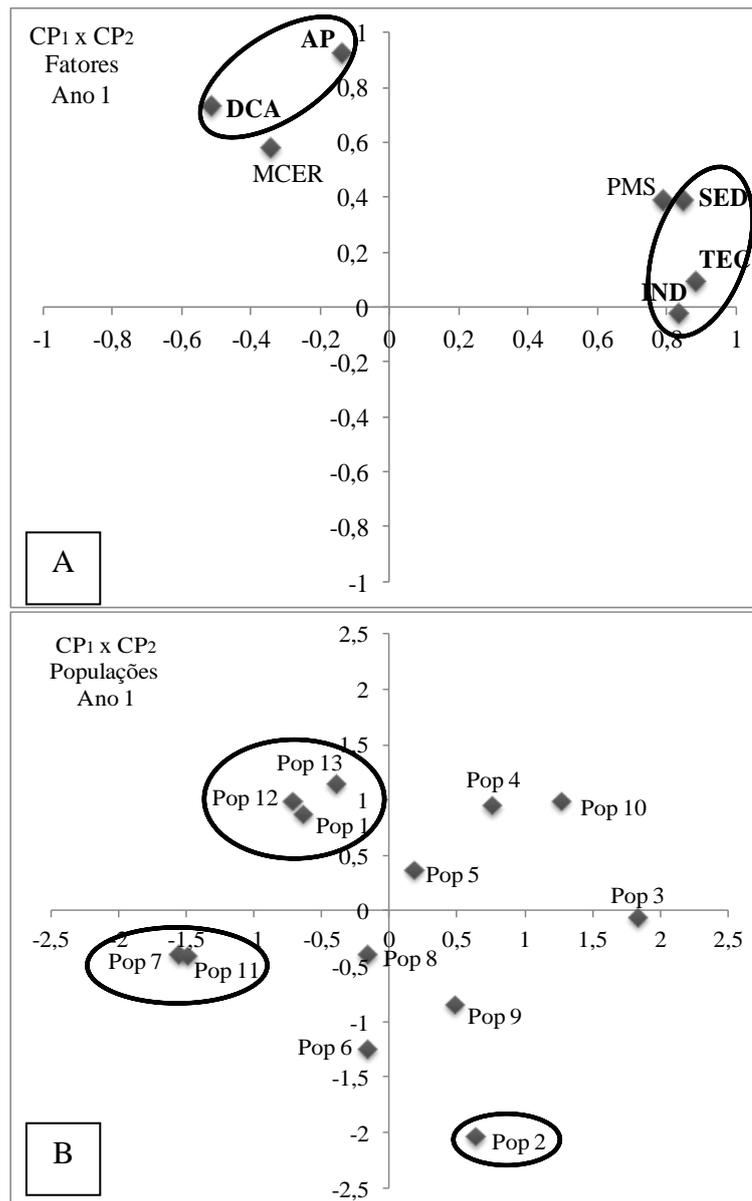


Figura 18. Representação gráfica dos resultados da análise de componentes principais (ACP) das 13 populações de acessos da coleção de *J. curcas* da UFRJ, no 1º ano de avaliação (2010). Baseados nos autovetores de sete características morfoagronômicas. A – Distribuição das sete características e suas associações aos componentes principais, B – Distribuição das populações de acessos associadas aos componentes principais.

A partir dos dados obtidos na análise de componentes principais, dados de autovalores, foi realizado o agrupamento proposto por Ward (1963), onde as populações de acessos neste 1º ano (2010) formaram três grupos, no qual o grupo I foi o maior com sete populações (Pop 1, Pop 2, Pop 3, Pop 4, Pop 5, Pop 10 e Pop 11). Enquanto os grupos II e III reuniram três populações cada (Pop 6, Pop 7 e Pop 13; Pop 8, Pop 9 e Pop 12, respectivamente).

Neste primeiro ano de avaliação, 54 acessos de *J. curcas* pertencentes a diferentes populações demonstraram produção de frutos e sementes, diante disto foi realizada a análise de componentes principais desses acessos para se verificar a formação dos grupos.

Os dois primeiros componentes principais explicaram 83,28 % da variabilidade total existente entre esses acessos (Tabela 11). Dos 10 caracteres avaliados, quatro deles

apresentaram uma alta correlação entre si (MCER, NFP, PMS e PSP), sendo descartados para aumentar a confiabilidade nos resultados obtidos, reduzindo esses caracteres em dois componentes principais. Na Tabela 11 verifica-se o resultado da análise de componentes principais dos acessos produtivos no 1º ano (2010), na qual o primeiro componente (CP₁) reuniu dois caracteres (NSP e IND) que explicaram 42,72 % da variabilidade, já o segundo componente (CP₂) foi explicado pelas características diâmetro de caule (DCA) e sementes por dia (SED), que juntamente com o CP₁ explicou 83,28 % da variabilidade total encontrada entre os acessos produtivos de *J. curcas* da coleção da UFRRJ em seu 1º ano de produção.

Tabela 11. Componentes Principais (CP's) obtidos a partir da análise de seis caracteres mensurados dos 54 acessos produtivos pertencentes à coleção de *J. curcas* L. da UFRRJ, na 1ª produção de frutos e sementes (2010).

CP's	λ_j	λ_j (%)	AP	DCA	NSP	TEC	SED	IND
CP ₁	2,5630	42,72	0,4092	0,0442	0,9808	0,7457	0,2957	0,8876
CP ₂	2,4336	83,28	-0,7959	0,9694	-0,0917	0,2008	0,8995	-0,0487

AP – Altura de planta (cm); DCA – Diâmetro do caule (cm); NSP – Número de sementes por planta; TEC – Tempo de colheita (dias); SED – Sementes por dia (dias); IND – maior produção em menor tempo de colheita (g). λ_j – Autovalores, $\lambda_j\%$ - Autovalores, em porcentagem.

Foi realizado o agrupamento proposto por Ward (1963) para verificar a formação de grupos entre os acessos produtivos no 1º ano de avaliação a partir dos dados obtidos na análise de componentes principais, dados de autovalores. Foi verificado que três grupos se formaram, onde o grupo III foi o menor deles apresentando 10 acessos, onde três acessos são provenientes de Petrolina/PE (002, 836 e 861) e os demais de Janaúba/MG (346, 861, 872, 874, 875, 885 e 899). Dos acessos reunidos neste grupo, somente o acesso 885 não ficou entre os 10 mais produtivos. Os grupos I e II reuniram a maioria dos acessos (21 e 23 acessos, respectivamente).

Na Figura 19 estão representados graficamente os dois primeiros componentes principais das seis características avaliadas, a Figura 19A representa a distribuição das características associadas aos componentes e a Figura 19B a distribuição dos acessos associados aos componentes principais.

Quando se comparou os dois gráficos (Figura 19A e B) observou-se que a maioria dos acessos está associada ao CP₁ e ao CP₂. A Figura 19B representa os acessos agrupados de acordo com sua associação aos componentes principais (CP₁ e CP₂). Entretanto pode-se observar que os acessos agrupados pelo método proposto por Ward (1963) não apresentaram a mesma formação quando visualizados no gráfico de autovetores dos componentes principais (Figura 19B). Os acessos 346, 836, 875 e 899 apresentaram certa distância entre si (Figura 19B), porém no agrupamento de Ward, estes fizeram parte do grupo no qual reuniu os acessos que produziram mais sementes neste ano (grupo III).

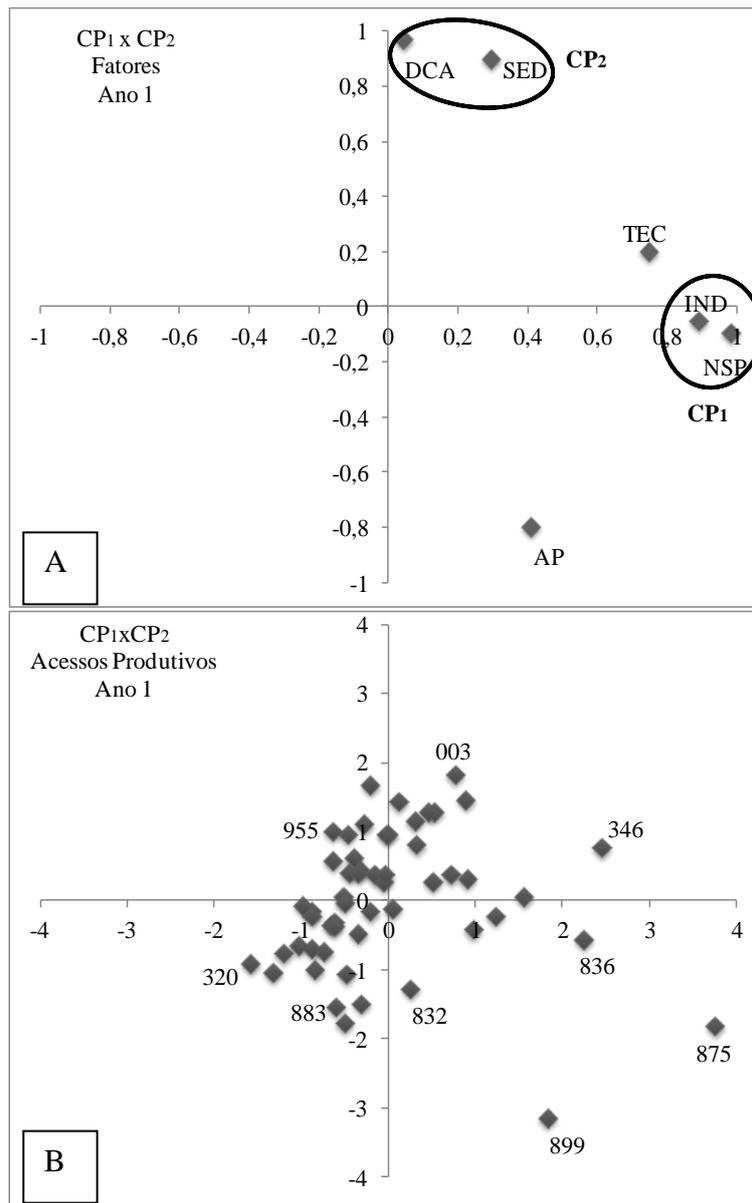


Figura 19. Representação gráfica dos resultados da análise dos componentes principais (ACP) dos acessos produtivos da coleção de *J. curcas* da UFRRJ, no 1º ano de avaliação (2010). Baseados nos autovetores de seis características morfoagronômicas. A – Distribuição das seis características e suas associações aos componentes principais, B – Distribuição dos acessos associados aos componentes principais.

Para o 2º ano de avaliação (2010/2011) a análise de componentes principais foi realizada, demonstrando que os quatro primeiros componentes explicaram 92,85 % da variabilidade presente entre as 13 populações de acessos de *J. curcas*. Dois caracteres foram excluídos da análise por apresentarem uma alta correlação entre si (NFP e NSP > 0,9).

O primeiro componente (CP₁) foi composto pelos caracteres altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DCA) e tempo de colheita (TEC), que juntos explicaram 43,33 % da variabilidade existente entre as populações. Para o segundo componente (CP₂) os caracteres peso de sementes por planta (PSP) e maior produção em menor tempo de colheita (IND) explicaram 64,99 % da variabilidade, juntamente com o CP₁ (Tabela 12). Os caracteres média do comprimento do entrenó do ramo (MCER), associado ao CP₃, e o número de sementes por dia (SED), associado ao CP₄, explicaram 92,85 % da

variabilidade total existente entre as populações de acessos da coleção de *J. curcas*, juntamente com os componentes 1 e 2.

De acordo com Cruz (1990) quando não se obtém uma variação de 70 a 80 % nos dois primeiros componentes, a dispersão gráfica deve ser realizada até os componentes que absorveram esta porcentagem. No caso utilizou-se para representação gráfica até o CP₃, pois este explicou 79,79 % da variabilidade existente entre as populações avaliadas (Tabela 12).

Tabela 12. Componentes Principais (CP's) obtidos a partir da análise de oito caracteres mensurados das 13 populações de acessos de *J. curcas* L. da UFRRJ, na 2^a produção de frutos e sementes (2010/2011).

CP's	λ_j	λ_j (%)	AP	DCA	MCER	TEC	SED	PSP	PMS	IND
CP ₁	3,4664	43,33	0,8069	0,7649	0,2028	0,7881	-0,7338	0,5515	0,6565	-0,5422
CP ₂	1,7264	64,91	0,0567	-0,3039	0,0270	0,3765	-0,2393	0,7987	-0,5137	0,7274
CP ₃	1,1900	79,79	0,1198	-0,1165	-0,9419	0,3038	0,2483	-0,0123	0,3180	0,1395
CP ₄	1,0451	92,85	0,4733	0,4521	0,1132	0,3470	0,5614	0,1707	0,0610	0,3677

AP – Altura de planta (cm); DCA – Diâmetro do caule (cm); MCER – Média do comprimento de entrenó do ramo (cm); TEC – Tempo de colheita (dias); SED – Sementes por dia; PSP – Peso de sementes por planta (g); PMS – Peso médio de sementes (g);; IND – maior produção em menor tempo de colheita (g). λ_j – Autovalores, $\lambda_j\%$ - Autovalores, em porcentagem.

Na Figura 20 estão representados graficamente os três primeiros componentes principais das oito características avaliadas, a Figura 20A e B representa a distribuição das características associadas aos componentes e a Figura 20C e D a distribuição das populações de acessos associados aos componentes principais.

A Figura 20B e C demonstraram que algumas populações apresentaram características em comum, agrupando-as. A análise de componentes principais corroboraram com os resultados obtidos na análise de agrupamento de Ward, onde as populações 2 (Petrolina/PE), 3 (Janaúba/MG) e 6 (Dourados/MS) se mostraram mais próximas na representação gráfica (Figura 20B e C), as quais também se reuniram no grupo II na análise de agrupamento de Ward. Assim como a Pop 13 (Lavras lote 210/MG) se apresentou isolada no gráfico, também foi a única integrante do grupo III da análise de Ward, na qual o grupo I foi o que reuniu a grande maioria das populações, demonstrando a similaridade entre os acessos dessas populações.

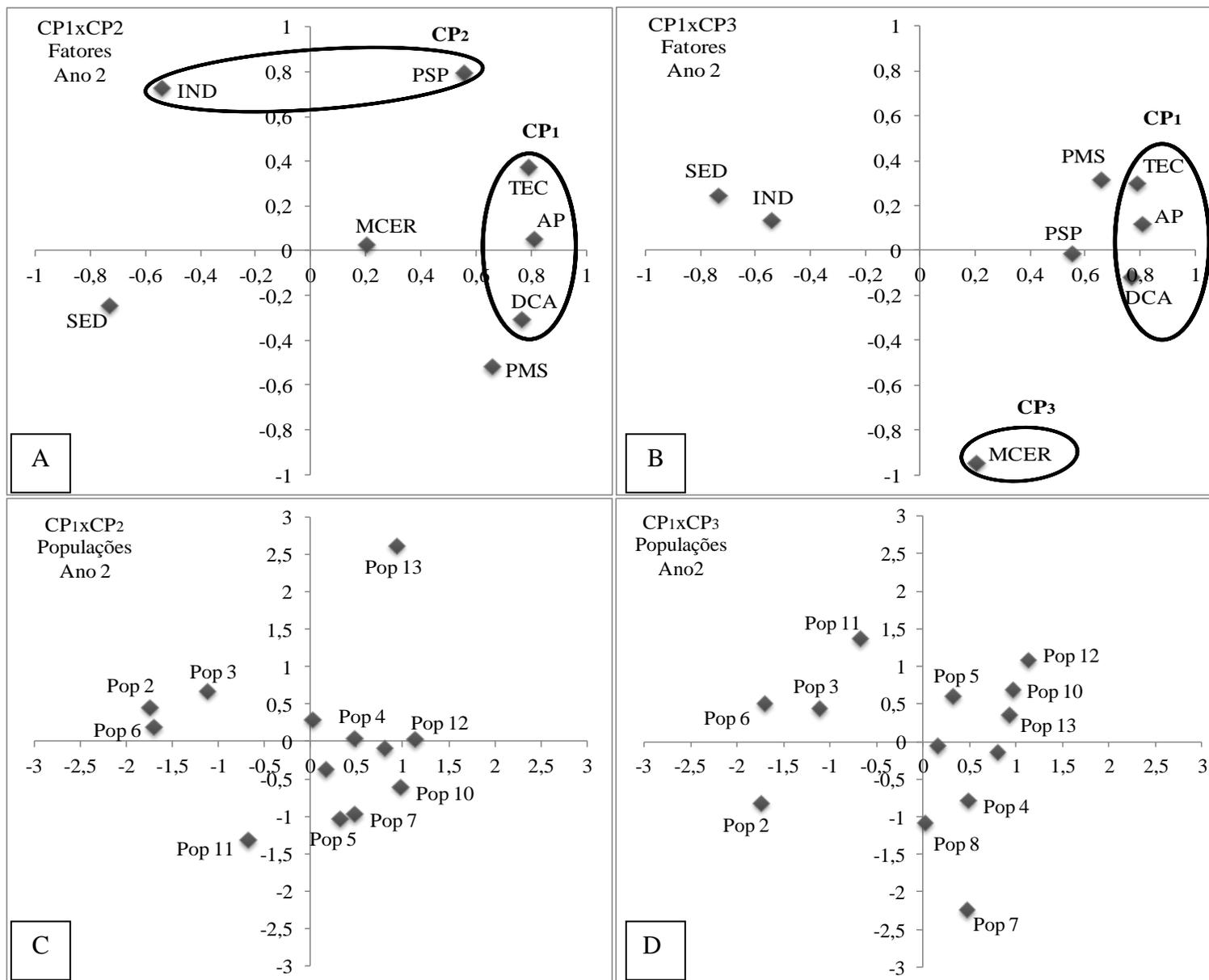


Figura 20. Representação gráfica dos resultados da análise dos componentes principais (ACP) das 13 populações de acessos da coleção de *J. curcas* da UFRRJ, no 2º ano de avaliação (2010/2011). Baseados nos autovetores de oito características morfoagronômicas. A e B– Distribuição das oito características e suas associações aos componentes principais, C e D – Distribuição dos acessos associados aos componentes principais.

Ainda para o 2º ano de avaliação (2010/2011) foi observado que três componentes explicaram a variabilidade entre os 100 acessos mais produtivos. Das 10 variáveis avaliadas, três delas foram descartadas por apresentarem uma alta correlação entre si (NFP, NSP e SED), assim como realizado para o 1º ano (acima de 0,9).

Os três primeiros componentes explicaram 69,52 % da variabilidade genética presente entre esses acessos produtivos. Na Tabela 13 verificam-se os resultados dos componentes principais, onde o primeiro componente (CP₁) reuniu duas variáveis (AP e TEC) explicando 35,75 % da variabilidade entre os acessos, dessas características o tempo de colheita é a única envolvida na produção. As características IND e MCER foram associadas ao segundo (CP₂) e terceiro componentes (CP₃), respectivamente, explicando 69,52 % da variabilidade total entre os 100 acessos mais produtivos avaliados no 2º ano, juntamente com o CP₁.

Tabela 13. Componentes Principais (CP's) obtidos a partir da análise de sete caracteres mensurados de dos 100 acessos mais produtivos pertencentes à coleção de *J. curcas* L. da UFRRJ, no 2º ano de produção de frutos e sementes (2010/2011).

CP's	λ_j	λ_j (%)	AP	DCA	MCER	TEC	PSP	PMS	IND
CP ₁	2,5024	35,75	0,8270	0,7263	0,3038	0,7522	0,6058	-0,2075	-0,4718
CP ₂	1,3417	54,92	0,1766	0,3913	-0,1787	-0,3511	0,5270	0,4803	0,7023
CP ₃	1,0220	69,52	-0,1115	-0,1996	0,7182	-0,1172	0,2978	-0,4698	0,3615

AP – Altura de planta (cm); DCA – Diâmetro do caule (cm); MCER – Média do comprimento de entrenó do ramo (cm); TEC – Tempo de colheita (dias); PSP- Peso de sementes por planta (g); PMS – Peso médio de sementes (g); IND – maior produção em menor tempo de colheita (g). λ_j – Autovalores, $\lambda_j\%$ - Autovalores, em porcentagem.

Na Figura 21 encontra-se a representação gráfica dos componentes principais, avaliados dos 100 acessos mais produtivos no 2º ano. Nas Figuras 21C e D se observou a proximidade dos acessos 860 e 002, os mais produtivos deste ano de avaliação, aos quais estão associados às características AP e TEC (CP₁), sendo essas características representativas para a aproximação desses acessos.

Analisando os 100 acessos mais produtivos no 2º ano (2010/2011), foi observada a formação de três grupos por meio da metodologia de agrupamento proposta por Ward. O grupo III reuniu somente 10 acessos, 329, 338, 397, 400, 850, 884, 895, 901, 902 e 920. A característica em comum entre esses acessos foi o tempo de colheita (TEC) mais curto, essa característica é importante para concentrar o período de colheita, que neste estudo se demonstrou bastante extenso. Os grupos I e II reuniram os demais acessos (46 e 44 acessos, respectivamente).

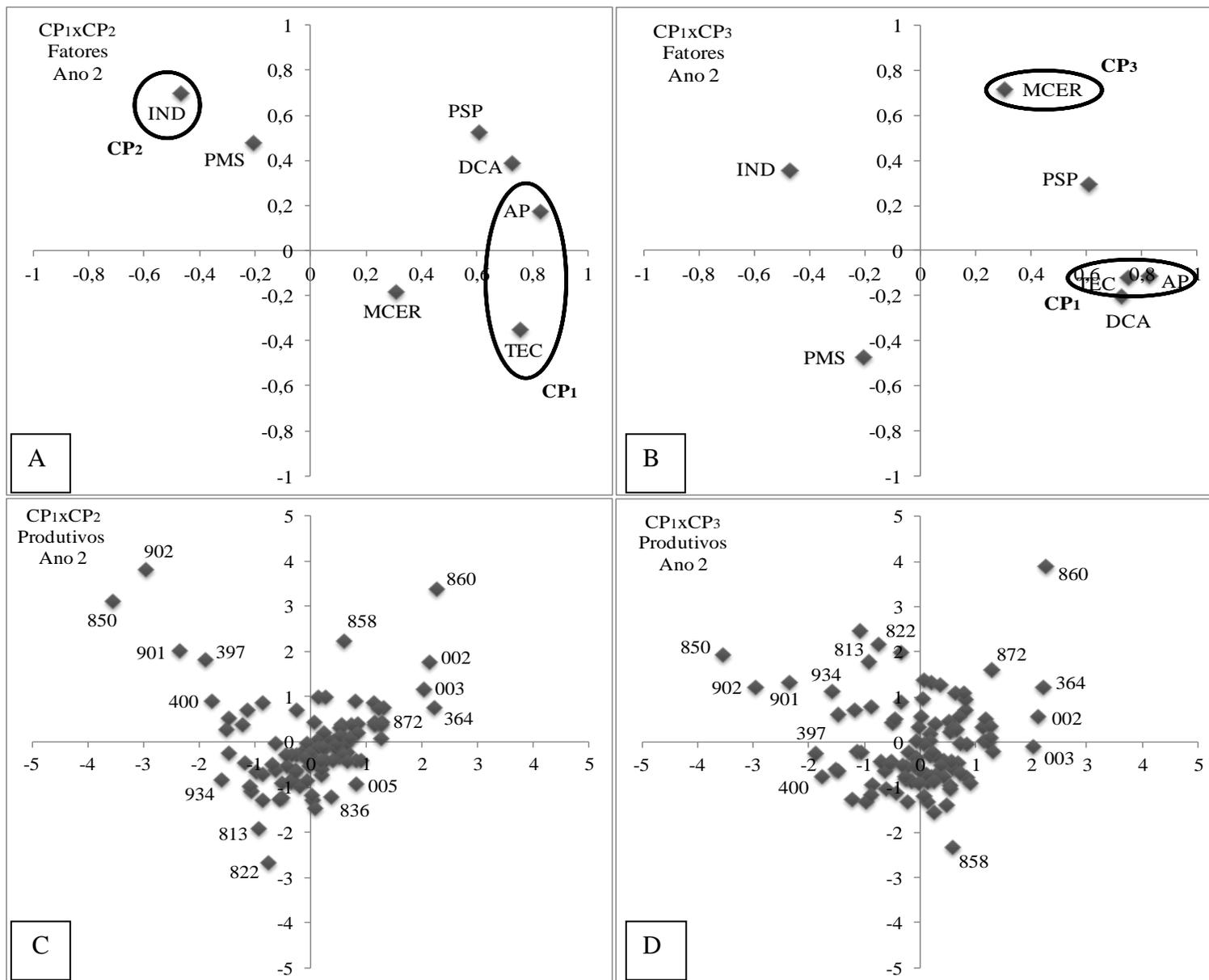


Figura 21. Representação gráfica dos resultados da análise dos componentes principais (ACP) dos 100 acessos mais produtivos da coleção de *J. curcas* da UFRRJ, no 2º ano de avaliação (2010/2011). Baseados nos autovetores de sete características morfoagronômicas. A e B– Distribuição das sete características e suas associações aos componentes principais, C e D – Distribuição dos acessos associados aos componentes principais.

Na avaliação das 13 populações de *J. curcas* no 3º ano (2011/2012) foi observada que na análise de componentes principais os três primeiros componentes explicaram 91,97 % da variabilidade existente entre essas populações, onde o primeiro componente reuniu três caracteres (DCA, PSP e PMS) explicando 42,48 %, onde somente o DCA não está ligado à produção. O CP₂ reuniu o TEC e IND, que juntamente com o CP₁ explicou mais de 70 % da variabilidade existente, que conforme Cruz (1990) já seria suficiente para a plotagem gráfica dos componentes (Tabela 14). Entretanto, foram utilizados os três componentes para formar a dispersão gráfica das 13 populações de *J. curcas*.

O terceiro componente principal foi associado à média do comprimento do entrenó do ramo (MCER) que juntamente com os dois primeiros componentes, explicou 91,97 % da variabilidade total existente entre essas populações. Das 10 variáveis analisadas três delas (NSF, NSP e SED) apresentaram correlação acima de 0,9 entre si, sendo assim descartadas da análise de componentes principais.

Tabela 14. Componentes Principais (CP's) obtidos a partir da análise de sete caracteres mensurados das 13 populações de acessos pertencentes à coleção de *J. curcas* L. da UFRRJ, no 3º ano de produção de frutos e sementes (2011/2012).

CP's	λ_j	λ_j (%)	AP	DCA	MCER	TEC	PSP	PMS	IND
CP ₁	2,9738	42,48	0,7698	0,9115	0,3048	0,1991	0,7716	0,7777	0,4662
CP ₂	2,2612	74,79	0,5810	0,1210	0,1210	0,9401	-0,4488	0,1035	-0,8679
CP ₃	1,2028	91,97	-0,0600	-0,2775	0,8649	-0,0460	-0,3475	0,4829	-0,1344

AP – Altura de Planta (cm); DCA – Diâmetro de caule (cm); MCER – Média do comprimento do ramo (cm); TEC – Tempo de colheita (dias); PSP – Peso de sementes por planta (g); PMS – Peso médio de sementes (g); IND – maior produção em menor tempo de colheita (g). λ_j – Autovalores, $\lambda_j\%$ – Autovalores, em porcentagem.

Nas Figuras 22A e B pode ser observada a representação gráfica dos componentes principais das 13 populações no 3º ano de avaliação (2011/2012). Nas Figuras 22C e D observou-se que as populações 2 e 13 (Petrolina/PE e Lavras lote 210/MG, respectivamente) são mais divergentes entre si, pois se encontram em lados opostos no gráfico. As demais populações se encontram mais próximas entre si, no centro do gráfico, demonstrando a similaridade entre os acessos pertencentes a essas populações.

Por meio da metodologia de agrupamento proposta por Ward, através dos dados de autovalores obtidos pela análise de componentes principais, foi observada a formação de três grupos, onde o grupo III reuniu duas populações, a Pop 9 e Pop 13 (Saída Jaíba e Lavras lote 210, respectivamente), sendo as duas provenientes do Estado de Minas Gerais. O grupo II foi formado pelas populações 2 (Petrolina/PE), 3 (Janaúba/MG), 6 (Dourados/MS) e 12 (Lavras lote 0/MG). A Figura 22C representa graficamente a proximidade dessas populações, as quais demonstraram pouca associação com as características relacionadas aos componentes principais.

O primeiro grupo formado pela metodologia proposta por Ward (1963) foi o que reuniu o maior número de populações, sendo elas Pop 1 (Bom Jardim/RJ), Pop 4 (MA-CNPS-01/MA), Pop 5 (Guapimirim/RJ), Pop 7 (Rio Verde/GO), Pop 8 (Barra do Bugres /MT) e Pop 11 (Ribeirão Preto/SP). As características associadas aos componentes principais tiveram influencia no agrupamento dessas populações, como pode ser observado nas Figuras 22C e D.

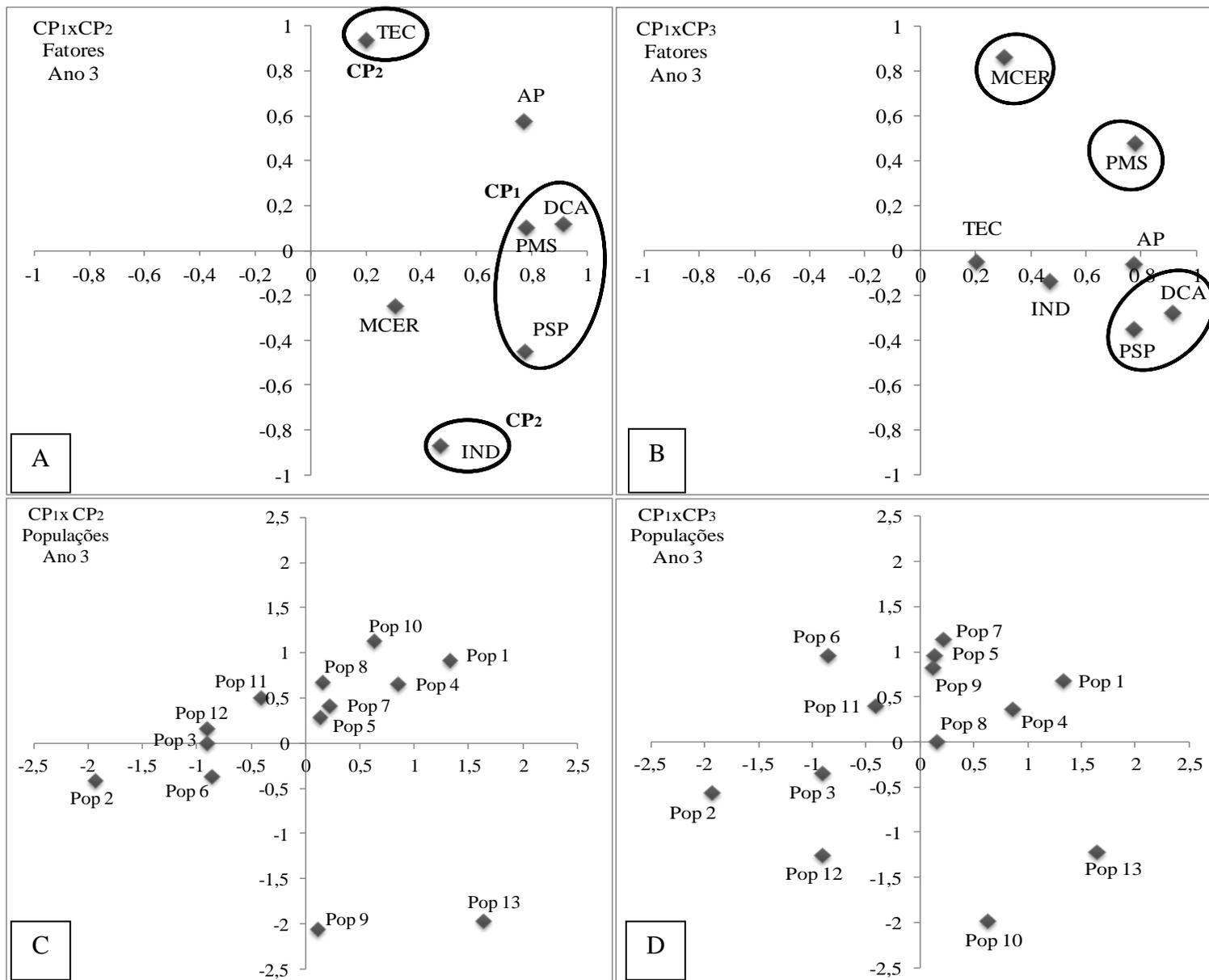


Figura 22. Representação gráfica dos resultados da análise dos componentes principais (ACP) das 13 populações da coleção de *J. curcas* da UFRRJ, no 3º ano de avaliação (2011/2012). Baseados nos autovetores de sete características morfoagronômicas. A e B– Distribuição das sete características e suas associações aos componentes principais, C e D – Distribuição dos acessos associados aos componentes principais. Os acessos marcados em vermelho foram os mais produtivos nos três anos de produção

Na Tabela 15 estão representados os componentes principais dos 100 acessos mais produtivos avaliados no 3º ano de produção (2011/2012). Os três primeiros componentes explicaram a variabilidade entre esses acessos, sendo que das 10 variáveis avaliadas, três delas foram descartadas por apresentarem uma alta correlação entre si (NFP, NSP e SED > 0,9), assim como foi realizado para os anos anteriores.

O primeiro componente (CP₁) reuniu duas variáveis (AP e PSP) explicando 30,27 % da variabilidade total entre os 100 acessos mais produtivos no 3º ano de produção. O segundo componente (CP₂) foi representado pela característica TEC, que juntamente com o CP₃ (MCER) e o CP₁, explicaram 66,80 % da variabilidade existente (Tabela 15).

Tabela 15. Componentes Principais (CP's) obtidos a partir da análise de sete caracteres mensurados de dos 100 acessos mais produtivos pertencentes à coleção de *J. curcas* L. da UFRRJ, no 3º ano de produção de frutos e sementes (2011/2012).

CP's	λ_j	λ_j (%)	AP	DCA	MCER	TEC	PSP	PMS	IND
CP ₁	2,1181	30,27	0,6755	0,6653	0,2136	-0,3145	0,7513	-0,6135	0,3662
CP ₂	1,4982	51,67	0,3855	0,3614	-0,1057	0,8230	0,0400	-0,0270	-0,7266
CP ₃	1,0587	66,80	0,1832	-0,1242	0,8959	-0,1010	0,7513	-0,1395	-0,2239

AP – Altura de planta (cm); DCA – Diâmetro do caule (cm); MCER – Média do comprimento de entrenó do ramo (cm); TEC – Tempo de colheita (dias); PSP – Peso de sementes por planta (g); PMS – Peso médio de sementes (g); IND – maior produção em menor tempo de colheita (g). λ_j – Autovalores, $\lambda_j\%$ - Autovalores, em porcentagem.

A partir dos dados de autovetores obtidos na análise de componentes principais entre os 100 acessos mais produtivos da coleção da UFRRJ no 3º ano de avaliação, foi realizado o agrupamento de Ward e, o resultado obtido foi parecido aos encontrados para os anos anteriores, onde as características associadas aos primeiros componentes agruparam os acessos que se apresentaram mais produtivos em todos os anos. No terceiro ano de avaliação essa tendência pode ser observada nas Figuras 23C e D.

Foi observada na análise de agrupamento de Ward (1963) a formação de quatro grupos utilizando os dados de autovetores obtidos da análise de componentes principais realizada nos 100 acessos mais produtivos do último ano de avaliação. O grupo IV reuniu três acessos (343, 384 e 861; Rio das Flores/RJ, Saída Jaíba/MG, Janaúba/MG, respectivamente), sendo o menor grupo formado. O caracter maior produção em menor tempo de colheita (IND) foi o que mais influenciou no agrupamento desses acessos, visto que esses apresentaram os maiores valores desta característica quando comparado com os demais acessos avaliados (APÊNDICE IX).

Na representação gráfica dos autovetores dos componentes principais (Figura 23C) ficou visível a aproximação dos mesmos acessos reunidos no grupo IV do método de Ward, demonstrando a associação entre as metodologias de agrupamento para a avaliação desses acessos mais produtivos neste 3º ano.

O terceiro grupo formado pela metodologia de Ward reuniu 22 acessos, dos quais nove deles tiveram produção de mais de mil sementes neste ano (APÊNDICE IX), sendo eles: 002, 345, 346, 379, 858, 860, 876 e 878. A Figura 23C e D não mostrou claramente o agrupamento dos acessos, assim como foi observado pelo método de Ward, porém alguns deles puderam ser visualizados mais próximos uns dos outros como 345, 346, 860 e 002.

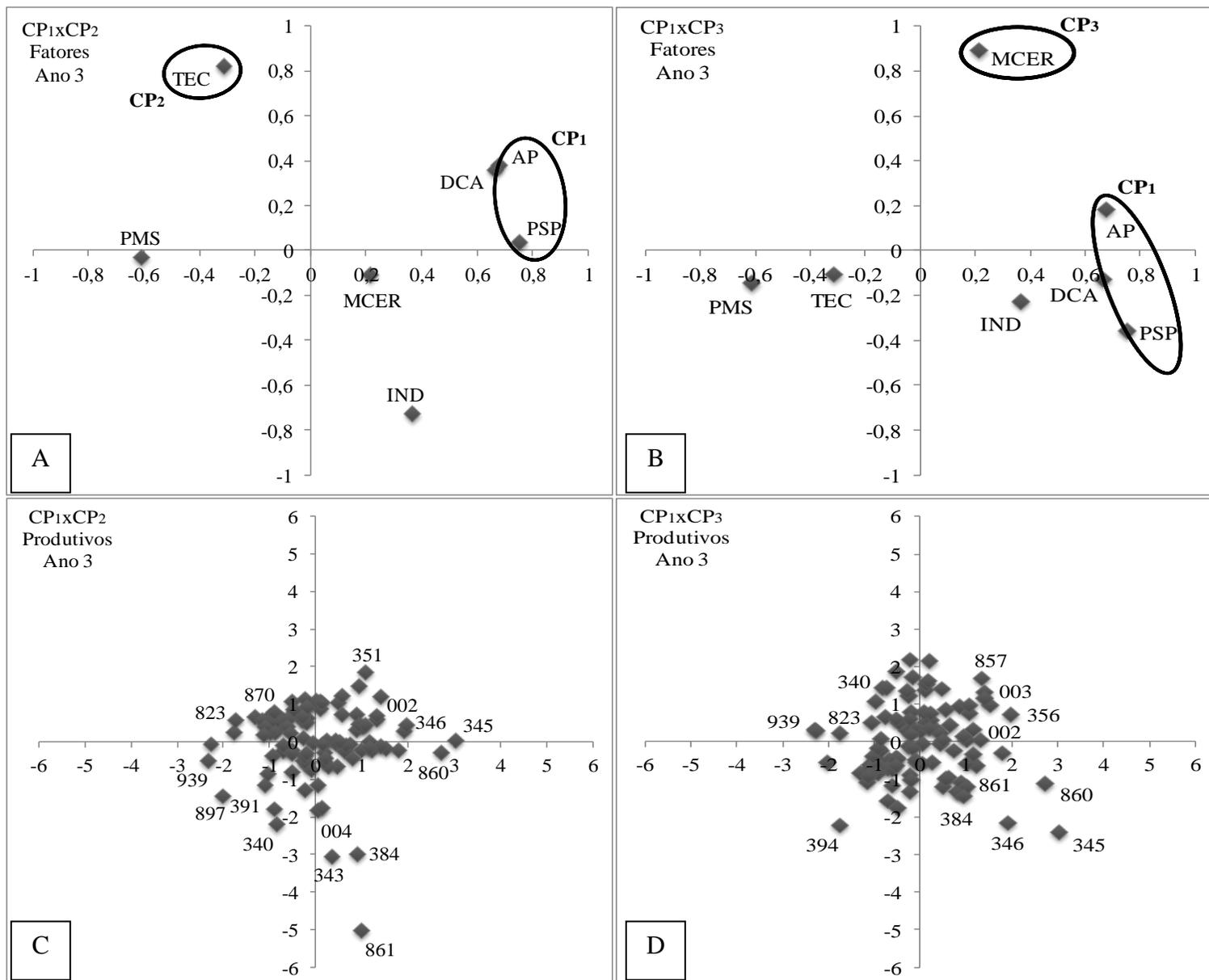


Figura 23. Representação gráfica dos resultados da análise dos componentes principais (ACP) dos 100 acessos mais produtivos da coleção de *J. curcas* da UFRRJ, no 3º ano de avaliação (2011/2012). Baseados nos autovetores de sete características morfoagronômicas. A e B – Distribuição das nove características e suas associações aos componentes principais, C e D – Distribuição dos acessos associados aos componentes principais. Os acessos marcados em vermelho foram os mais produtivos nos três anos de produção.

Para todos os anos foi observado que as características associadas diretamente à produção demonstraram uma grande correlação entre si, sendo as mesmas descartadas nas análises de componentes principais, que é usada como medida de similaridade genética. As características número de frutos por planta (NFP) e número de sementes por planta (NSP) apresentaram uma alta correlação em todos os anos de avaliação, tanto na avaliação das populações quanto dos acessos mais produtivos no 2º e 3º ano. Portanto, essas características foram descartadas com o objetivo de aumentar a confiabilidade nos resultados, a fim de agrupar acessos com outras características de interesse além da produção, como por exemplo, tempo de colheita (TEC) para homogeneizar a colheita.

A maior vantagem da análise de componentes principais (ACP) é identificar características de menor importância para explicar a variabilidade existente entre as populações e os acessos mais produtivos de cada ano de avaliação, por isso características com altas correlações foram excluídas da análise, pois além de apresentarem uma alta correlação entre si, são as de maior importância para o melhoramento dessa espécie.

Um estudo realizado por Shabanimofrad e colaboradores (2013) com 48 acessos de *J. curcas* na Malásia teve como objetivo avaliar a extensão da variação e a relação genética entre esses acessos, no qual os autores verificaram uma ampla variação morfológica entre os acessos, analisando-os por meio da análise de componentes principais que indicaram a diversidade global, onde os primeiros quatro componentes explicaram 75,8 % da variação total.

De acordo com Laviola e colaboradores (2012B) uma avaliação inicial da precisão e exatidão de seleção precoce com base em dados fenotípicos poderia indicar se a seleção de genótipos superiores em um banco de germoplasma pode ser realizada de forma eficiente, de modo a permitir a rápida escolha dos melhores genótipos de *J. curcas*. E o conhecimento da correlação entre os caracteres avaliados é útil no desenho de um programa de melhoramento efetivo para qualquer cultura, onde características complexas como rendimento de sementes é quantitativamente herdável e influenciado por fatores genéticos, bem como pelo genótipo e pela interação com o ambiente (Shabanimofrad et al., 2013).

5. CONCLUSÕES

Pela estimativa da diversidade morfológica entre os acessos de *J. curcas* encontrados na coleção da UFRRJ, foi encontrada uma interessante variação em diversos caracteres de interesse agrônomo para a cultura estudada. Características ligadas à produção de frutos e sementes (NFP e NSP, por exemplo) demonstraram uma alta variação, com desvio padrão alto para tais características em todos os anos avaliados, tanto em toda a coleção, avaliando os 286 acessos, quanto para os acessos considerados mais produtivos em cada ano. Essas mesmas características demonstraram uma alta correlação entre si, revelando a dependência de uma em relação à outra.

A variabilidade encontrada entre as populações de acessos que compõem a coleção de *J. curcas* da UFRRJ durante esses três anos de avaliação, permitiu a identificação de acessos promissores que atendam as características de interesse agrônomo para esta espécie, acessos esses que demonstraram produção crescente ao longo dos anos. Entretanto, vale ressaltar que as avaliações foram realizadas no período em que a cultura está se estabelecendo no campo que, conforme alguns autores, as plantas ainda não atingiram sua estabilidade produtiva, a qual os mesmos afirmam começar a partir do quarto ano de plantio. Abou-Arab & Abu-Salem (2010) afirmaram que as plantas de *Jatropha* já começam a produzir no segundo ano de plantio, porém em quantidade limitada.

CAPÍTULO II -

SELEÇÃO DE ACESSOS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.) COM BASE NA METODOLOGIA DE ÍNDICE DE SELEÇÃO

RESUMO

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) vem sendo estudado pelo seu potencial produtivo de óleo para produção de biodiesel. Estudos recentes vêm demonstrando resultados promissores sobre a produção de frutos e sementes e da qualidade do óleo extraído. Entretanto ainda não existe no mercado uma variedade ou cultivar comercial, que tenha passado por um processo de melhoramento genético e que tenha sua produção estável e constante. Diante dessa necessidade, técnicas para se avaliar a variabilidade genética da espécie têm sido aplicadas por melhoristas para determinar as características de maior interesse agrônomo para conservar na variedade a ser lançada no mercado. O uso do índice de seleção permite selecionar simultaneamente diversas características de interesse agrônomo para a cultura, permitindo ao melhorista a seleção de genótipos que mais contribuem para a melhoria do valor genotípico populacional. A partir de dados morfoagronômicos obtidos durante três anos de avaliação de todas as plantas que compõe a coleção de acessos da espécie *Jatropha curcas* L., que se encontra instalado no campo experimental da UFRRJ desde o ano de 2009, foram utilizadas duas metodologias de índice de seleção propostas por Elston (1963) e Mulamba & Mock (1978) para selecionar, em cada ano avaliado, até 20 acessos que apresentem as características de interesse agrônomo para a cultura. O resultado obtido para a aplicação de cada índice em cada ano foi bastante diverso, na qual a metodologia proposta por Elston (1963) selecionou acessos produtivos e não produtivos, ou pouco produtivos, acreditando-se que as características associadas à produção tiveram pouca influência nessa seleção, principalmente no 3º ano de avaliação. Já a metodologia proposta por Mulamba & Mock (1978) considerou os caracteres ligados à produção de frutos e sementes, principalmente nos dois primeiros anos avaliados, sendo que foi observada a seleção de um mesmo acesso nos três anos. Esses resultados demonstram que as características associadas à produção juntamente com outras variáveis ligadas ao fenótipo da espécie influenciaram na seleção dos acessos permitindo afirmar a eficiência desses métodos para a escolha de acessos que contenham as características agrônomicas que interessam para a cultura.

Palavras-chave: melhoramento genético, coleção de trabalho, variáveis morfoagronômicas.

ABSTRACT

Physic nut (*Jatropha curcas* L.) has been studied for its potential productive oil for biodiesel production. Recent studies have shown promising results on the production of fruits and seeds and the quality of oil extracted. However not exist yet a variety or commercial cultivar, which has undergone a process of breeding and having its production stable and constant. Considering this necessity, techniques to evaluate the genetic variability of the species have been applied by breeders to determine the characteristics of higher agronomic interest to conserve the variety to be launched. The use of selection index allows simultaneously select several agronomical traits for culture, allowing the breeder to select genotypes that contribute most to the improvement of population genotypic value. From morphological data obtained during three years of evaluation of all the plants that make up the collection of accessions of *Jatropha curcas* L. species, which is installed in the experimental field of UFRRJ since the year 2009, two methods were used to index selection proposed by Elston (1963) and Mulamba & Mock (1978) to select, in each reporting year, up 20 genotypes that have the characteristics of agronomic interest for culture. The result obtained for the application of each index in each year was quite different, in which the methodology proposed by Elston (1963) selected genotypes productive and non-productive or unproductive, it is believed that the characteristics associated with the production had little influence on this selection, especially in the 3rd year of assessment. Already the methodology proposed by Mulamba & Mock (1978) considered the characters linked to the production of fruits and seeds, especially in the first two years evaluated, and it was observed selecting a single access in three years. These results demonstrate that the characteristics associated with the production along with other variables related to the phenotype of the species influenced the selection of hits which confirms the effectiveness of these methods for the selection of hits containing the agronomic characteristics relevant to the culture.

Key words: breeding, work collection, agronomic variables.

1. INTRODUÇÃO

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma planta oleaginosa, pertencente à família Euphorbiaceae que apresenta uma alta quantidade de óleo em suas sementes. Essa planta tem sido vista como promissora para produção de biodiesel no Brasil, por ser uma espécie de fácil propagação e que se encontra em grande parte do território nacional.

No Brasil, pesquisas para seleção de materiais potencialmente produtivos, sistema de produção mais adequado, zoneamento agrícola e até mesmo o real potencial produtivo da planta ainda são pouco conhecidas.

Para um maior conhecimento sobre o comportamento desta espécie, é necessário o levantamento de informações sobre a variabilidade genética do gênero *Jatropha*, para a seleção de genótipos que apresentem características de interesse agrônomo (por exemplo, produção de sementes, teor e qualidade de óleo). Diante disso, Marques & Ferrari (2008) afirmaram que a chave do sucesso de todo programa de melhoramento genético é uma adequada variabilidade genética e avaliação de acessos divergentes com as características de interesse. Para Fuzzato (1999) o melhoramento genético de qualquer espécie tem por finalidade aumentar as características de interesse agrônomo já existentes, diminuir a frequência das negativas e introduzir características desejáveis que ainda não existam.

Ricci e colaboradores (2012) disseram que o entendimento da extensão da variabilidade genética em *Jatropha* é crítica para o sucesso de programas de melhoramento da espécie. E que conhecer e quantificar a diversidade genética disponível entre genótipos de pinhão manso são de grande importância para se iniciar um programa de melhoramento, pois elucidam e categorizam a variabilidade natural existente (ANJANI, 2011).

De acordo com Cruz & Regazzi (2002) o emprego do índice de seleção é usado para minimizar os efeitos da redução das correlações genéticas entre os caracteres, pois este método seleciona simultaneamente diversos caracteres, permitindo combinar múltiplas informações apresentadas na unidade experimental. Esta seleção é baseada em um complexo de variáveis que reúne diversos atributos de interesse econômico. E a partir dos valores de índice de seleção encontrados selecionam-se os genótipos que mais contribuem para a melhoria do valor genotípico populacional.

Este capítulo teve por objetivo utilizar duas metodologias de índice de seleção usadas para identificar acessos que apresentaram as características de interesse agrônomo, baseando-se principalmente em características de produtividade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O pinhão manso (*Jatropha curcas*) é uma espécie monóica, sendo uma planta alógama apresentando flores masculinas e femininas na mesma inflorescência (SATURNINO et al., 2005; DIAS et al., 2007), onde as primeiras surgem em maior número, e na extremidade da inflorescência, enquanto que as femininas surgem na base da inflorescência, com uma proporção de 29:1 (SOLOMON & EZRADANAM, 2002). A polinização no pinhão manso é entomófila, sendo realizada principalmente por abelhas, formigas, tripes e moscas (DIAS et al., 2007).

A planta produz um fruto elipsoidal trilocular, o exocarpo (casca) permanece fresco (verde) até as sementes ficarem maduras, apresentando uma coloração escura. As sementes descascadas são brancas e contém 55% de óleo viscoso. A planta e as sementes não são comestíveis devido à presença de compostos tóxicos chamados ésteres de forbol (MAKKAR et al., 2008), alguns genótipos oriundos do México apresentam um menor teor desses compostos tóxicos.

De acordo com Dias e colaboradores (2007) ainda não existem variedades ou cultivares de pinhão manso melhoradas geneticamente no Brasil, devido ao fato de a espécie ainda se encontrar em processo de domesticação. Caracteres morfológicos como teor de óleo e outros componentes químicos variam consideravelmente entre diferentes procedências de *J. curcas*, e a variação nesses constituintes é muito importante para as pesquisas sobre melhoramento vegetal, direcionadas para a exploração econômica de *J. curcas* (DRUMOND et al., 2009).

A espécie apresenta algumas características desejáveis, tais como óleo de alta qualidade e a possibilidade de inserção na cadeia produtiva da agricultura familiar, pois pode ser fonte de energia alternativa nas áreas rurais promovendo a sustentabilidade energética dessas famílias (PANDEY et al., 2012).

Entretanto limitações técnicas dificultam a inserção do pinhão manso na matriz energética brasileira, devido à maturação desuniforme dos frutos e a baixa produtividade de grãos têm limitado a viabilidade econômica dessa espécie (LAVIOLA et al., 2010; ROCHA et al. 2012).

Conforme Laviola e colaboradores (2010) o programa de melhoramento genética da espécie *J. curcas* deve adotar como critério para seleção os genótipos que apresentem características que estejam associadas ao rendimento de óleo, permitindo a caracterização de um genótipo ideal, servindo como planta modelo para correlacionar características de produtividade, como alto rendimento de sementes, conteúdo de óleo, baixa toxidez, sincronismo no florescimento e maturação dos frutos, rusticidade, tolerância a seca e resistência à pragas e doenças.

Já Spinelli e colaboradores (2010) quantificaram os efeitos diretos e indiretos das características vegetativas e da qualidade e rendimento do óleo de *Jatropha*, por meio de análise de trilha, e os autores verificaram que as características rendimento de grão e volume de copa foram as mais importantes para o desenvolvimento de materiais com alto rendimento de óleo. Como conclusão os autores afirmaram que a variabilidade de outras características poderia ser mantida na população para se obter ganhos futuros.

King e colaboradores (2009) descreveram que na literatura há pouca informação sobre caracterização e avaliação de germoplasmas de *Jatropha* em locais diferentes e que o desenvolvimento de variedades com melhor desempenho agrônomico ainda é escasso. A sua importância econômica tem gerado um amplo interesse em entender a diversidade genética dessa espécie como um passo inicial em direção à seleção e o melhoramento de genótipos superiores (SHEN et al., 2010).

Farias (2005) afirma que em programas de melhoramento a mensuração de vários caracteres é comum, pois tem como objetivo selecionar simultaneamente alguns deles.

Cruz & Regazzi (1997) afirmam que a seleção simultânea de um conjunto de características pode aumentar a chance de êxito de um programa de melhoramento. A teoria do índice de seleção parece ser uma alternativa eficiente, pois permite combinar diversas informações contidas na unidade experimental, aumentando a chance de selecionar materiais que apresentem várias características de interesse econômico.

De acordo com Garcia (1999) o índice de seleção combina valores lineares fenotípicos, resultando numa medida que concentra os méritos e deméritos de cada genótipo, em um único valor, para vários caracteres. Inicialmente os primeiros índices de seleção foram propostos para atender principalmente aos programas de seleção recorrente e estes exigiam a obtenção de variâncias e covariâncias genéticas, impossibilitando o seu uso na seleção de genótipos nas fases finais dos programas de melhoramento, onde os genótipos já se encontram fixados (FARIAS, 2005).

Cruz & Regazzi (1997) afirmam que o índice de seleção constitui-se de um caráter adicional, estabelecido por uma combinação ideal de caracteres, permitindo uma seleção simultânea eficiente de caracteres múltiplos. Atualmente existem várias propostas de índices, de acordo com os propósitos buscados. O índice clássico proposto por Smith (1936) e Hazel (1943) consiste numa combinação linear dos caracteres de importância, cujos coeficientes de ponderação são estimados de modo a maximizar a correlação entre o índice e o agregado genotípico (estabelecido por outra combinação linear). Já no índice com base nos ganhos desejados proposto por Pesek & Baker (1969), os pesos atribuídos a todos os caracteres são substituídos pelos ganhos desejados pelo melhorista para cada caráter, que conforme esses autores são mais fáceis de determinação.

Outro índice proposto por Willians (1962), o índice base, tem como objetivo evitar a interferência de imprecisões das matrizes de covariâncias fenotípicas e genotípicas na estimação dos coeficientes que constituem o índice, estabelecendo-se uma combinação linear entre os valores fenotípicos médios dos caracteres e seus respectivos pesos econômicos. O índice com base em soma de postos (ou “ranks”), proposto por Mulamba & Mock (1978), consiste em classificar materiais genotípicos em relação a cada uma das características avaliadas, de modo a favorecer o melhoramento da espécie, de acordo com os objetivos do melhorista (CRUZ & REGAZZI, 1997). Rocha e colaboradores (2012) descreveram que esse índice corresponde ao somatório da classificação (postos) dos genótipos, ordenados de acordo com o seu valor genético para cada uma das características, sendo a classificação dos genótipos obtida com o ordenamento em ordem decrescente dos valores genéticos das características avaliadas.

De acordo com Rocha et al. (2012) a classificação dos genótipos no índice livre de peso e parâmetros (ELSTON, 1963) é dada por uma combinação entre os valores genotípicos e os máximos e mínimos observados. Esse índice elimina a necessidade de estabelecer pesos econômicos relativos aos vários caracteres e estima as variâncias e covariâncias fenotípicas e genotípicas, que podem provocar distorções no índice clássico (CRUZ & REGAZZI, 1997).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os acessos avaliados compõem a coleção de *Jatropha curcas* L., que se encontra no Campo Experimental do Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia da UFRRJ localizado no município de Seropédica – Rio de Janeiro. A coleção é composta por 286 plantas (acessos) de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) de 13 diferentes regiões do Brasil. Esses mesmos acessos foram utilizados no Capítulo I (Tabela 1) assim como os caracteres avaliados (item 3.4, Capítulo I).

Com base nos caracteres avaliados foram aplicadas as duas metodologias de índice de seleção para todos os acessos em cada ano de produção (2010, 2010/2011 e 2011/2012), sendo atribuídos valores diferentes de acordo com o caractere avaliado.

As duas metodologias de índice de seleção foram propostas como estratégia para selecionar acessos superiores que contenham características de interesse em programas de melhoramento genético para a espécie *J. curcas*. Os índices propostos por Elston (1963) e por Mulamba & Mock (1978) foram escolhidos, pois não exigem matrizes de covariância. A seguir pode-se verificar a metodologia de cada índice aplicado nesse estudo.

3.1. Índice ‘Livre de Pesos’ e ‘Livre de Parâmetros’

A metodologia do índice “Livre de Pesos” e “Livre de Parâmetros” proposta por Elston (1963), não atribui pesos às características avaliadas e sim valores mínimos (ou máximos) de interesse a cada uma (CRUZ & REGAZZI, 1997). O índice final é o resultado de todas as estimativas (ω) para todas as características:

$$I_e = \omega_1 \omega_2 \dots \omega_n$$

Em que:

$$\omega_j = x_j - k_j$$

Onde k_j é o valor mínimo (ou máximo) estabelecido pelo melhorista para o j -ésimo caracter e x_j é o resultado observado para o acesso.

Nesta metodologia, para cada característica foram atribuídos valores mínimos de acordo com suas médias (Capítulo I, Tabela 5), as características utilizadas neste estudo não apresentaram correlação entre si, sendo realizado esse processo para cada ano avaliado.

3.2. Índice com Base em Soma de Postos (ou “ranks”)

O índice proposto por Mulamba & Mock (1978) corresponde ao somatório da classificação (postos ou “ranks”) dos genótipos, ordenados de acordo com o seu valor genético para cada uma das características (ROCHA et al., 2012).

Todas as características recebem uma classificação, no final somam-se todas as classificações e os acessos que estiverem nos menores postos (ou ‘ranks’) foram os que apresentaram a maioria das características de interesse. A classificação dos genótipos foi obtida com a classificação em ordem decrescente dos valores genéticos das características avaliadas.

O índice é obtido somando os valores de classificação para cada característica, de cada acesso:

$$I_i = \sum n_{ij}$$

Onde:

I_i = índice para o acesso i ;

n_{ij} = número de classificação da variável j para o acesso i .

Diante disto, os melhores acessos serão os que apresentarem os menores valores de I_i .

As duas metodologias foram aplicadas nos três anos de avaliação para todos os acessos, e os resultados de cada ano para cada metodologia foram comparados. O objetivo é selecionar até 20 acessos em cada ano que apresentem as características de interesse agrônomo para esta espécie. A aplicação de duas metodologias de índice de seleção tem como objetivo verificar se ambas selecionam os mesmos acessos ao longo dos três anos e se seriam adequadas na seleção de acessos que apresentem os caracteres de interesse agrônomo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Índice ‘Livre de Pesos’ e ‘Livre de Parâmetros’

O resultado da metodologia de índice de seleção proposta por Elston (1963) feita nos três anos de avaliação pode ser verificada na Tabela 16.

Para o 1º ano de avaliação os 20 acessos selecionados apresentaram valores mínimos referentes às médias dos caracteres utilizados para a seleção nesta primeira avaliação, caracteres esses que não apresentaram correlação residual entre si, apresentando valores abaixo de 0,8. Caracteres como altura de plantas (AP), média do comprimento do entrenó do ramo (MCER), tempo de colheita (TEC), peso médio de sementes (PMS) e maior produção em menor tempo de colheita (IND), foram usados para a seleção de acessos neste 1º ano, podendo ser verificado no Apêndice I.

Dentre os acessos selecionados 12 deles estão entre os produtivos neste 1º ano de avaliação (875, 346, 874, 872, 002, 832, 863, 932, 362, 348, 370 e 005), os outros oito acessos não produziram frutos e sementes neste período, porém apresentaram as características de acordo com a média da população da coleção da cultura estudada.

É possível que as características ligadas à produção de frutos e sementes tenham influenciado na seleção neste 1º ano de avaliação, pelo fato da grande maioria dos acessos selecionados se apresentarem como os mais produtivos neste ano (2010).

Tabela 16. Ordem da seleção realizada pela metodologia de Elston (1963) dos 20 acessos em cada ano avaliado.

ANO 1	ANO 2	ANO 3
875	986	916
874	959	346
346	985	959
872	983	963
832	957	997
863	958	943
348	854	945
932	970	989
002	344	305
362	860	990
370	002	860
005	812	957
398	371	304
821	912	985
992	875	986
306	929	301
970	941	302
330	356	312
919	911	960
328	928	944

Para a seleção dos 20 acessos do 2º ano de avaliação foram utilizados caracteres que não apresentaram correlação entre si acima de 0,8, sendo assim os caracteres altura de planta (AP), diâmetro de caule (DCA), média do comprimento do entrenó do ramo (MCER), tempo de colheita (TEC), peso médio de sementes (PMS), peso de sementes por planta (PSP) e maior produção em menor tempo de colheita (IND) foram usados nesta metodologia de índice de seleção para este ano.

Foi observado que para este ano as características associadas à produção não tiveram grande influência na seleção dos acessos, pois acessos poucos produtivos ou que não produziram foram selecionados. Os acessos 860, 002, 875, 371 e 912 estão entre os 20 mais produtivos deste ano que foram selecionados por essa metodologia (Tabela 16).

No 3º ano de avaliação entre os 20 acessos selecionados por essa metodologia somente dois apresentaram produção de frutos e sementes (860 e 346), demonstrando a pouca influência dos caracteres ligados à produção na seleção de acessos. Para este ano os caracteres que apresentaram correlação abaixo de 0,8 foram altura de planta (AP), média do comprimento do entrenó do ramo (MCER), tempo de colheita (TEC), peso médio de sementes (PMS), peso de sementes por planta (PSP) e maior produção em menor tempo de colheita (IND).

Na comparação entre os dois primeiros anos, observou-se que os acessos 002, 875 e 970 foram selecionados pelo índice de Elston (1963), estando os dois primeiros entre os mais produtivos de cada ano. Avaliando os acessos selecionados no 2º e 3º ano, foi observada a seleção dos acessos 860, 957, 959, 985 e 986 (Tabela 16), visto que somente o acesso 860 foi selecionado entre os 20 primeiros, sendo o segundo mais produtivo deste ano (2011/2012). Quando se comparou o 1º e o 3º ano somente o acesso 346 foi selecionado por essa metodologia, onde em ambos os anos ele foi o terceiro acesso mais produtivo. Não houve nenhum acesso selecionado nos três anos por essa metodologia de índice de seleção.

Em trabalho realizado por Santos & Araújo (2001) eles avaliaram genótipos de feijão de corda utilizando diferentes índices para seleção de genótipos superiores, os autores constataram que o índice livre de pesos e parâmetros (ELSTON, 1963) e o de soma de 'ranks' (MULAMBA & MOCK, 1978) além de apresentarem progressos satisfatórios para um conjunto de caracteres foram os mais fáceis de aplicar quando comparados com outros índices utilizados no estudo.

Behring e colaboradores (2012) afirmam que a utilização de índices de seleção é relevante para maximizar os ganhos genéticos em *J. curcas* e que favorece uma melhor distribuição de características desejáveis.

4.2. Índice com Base em Soma de Postos (ou “ranks”)

Os postos ou “ranks” foram atribuídos de acordo com a característica avaliada neste estudo visando o melhoramento da espécie estudada. Para a característica tempo de colheita (TEC) os primeiros postos foram atribuídos aos acessos que apresentaram os menores períodos de colheita, sendo feito na ordem crescente até o último acesso avaliado para os três anos.

A AP e MCER estão relacionadas com o porte da planta no momento da colheita e conseqüentemente com a produção, que para Sunil e colaboradores (2008) a faixa ideal de altura está entre 150 – 200 cm, tornando mais fácil a colheita dos frutos, pois estes se desenvolvem na ponta de ramos novos, lembrando-se que a colheita ainda é realizada manualmente. Entretanto, atualmente já existem estudos para desenvolver máquinas para a colheita desses frutos, independente do porte da planta.

De acordo com Juhász e colaboradores (2010) o porte da planta de *J. curcas* tem uma correlação positiva com a produção total de óleo por planta. Em trabalho realizado por Laviola e colaboradores (2011) eles reafirmam a necessidade da seleção de plantas com menor porte para facilitar a colheita, considerando que a colheita seja manual.

A escolha de atribuir os primeiros postos aos acessos que apresentaram o menor tempo de colheita (TEC) é devido à maioria dos acessos apresentarem um período muito longo de colheita, com muitas colheitas durante o período do ciclo reprodutivo das plantas. Para a classificação dos acessos em relação ao menor período de produção de frutos e sementes, os primeiros classificados no 'rank' foram os que apresentaram o menor tempo de colheita. Os acessos que não produziram (TEC = 0) foram os últimos classificados, em todos os anos avaliados.

Assim como feito para a metodologia de índice de seleção proposta por Elston (1963), as características que apresentaram correlação acima de 0,8 foram excluídas, sendo para cada ano utilizados os mesmos caracteres da metodologia 'livre de pesos' e 'livre de parâmetros'.

Para a classificação das características AP, MCER, PMS e IND no 1º ano (2010), foram consideradas as médias de cada caracter e os acessos que apresentaram valores maiores ou iguais às médias foram classificados como os primeiros no 'rank', seguindo a ordem crescente até o último acesso, que apresentaram os valores mais baixos.

A proposta da metodologia é que o menor valor do somatório dos 'ranks' indique uma combinação mais favorável entre todos os caracteres estabelecidos e o maior valor uma combinação desfavorável com os caracteres apresentando valores abaixo do requerido pelo melhoramento, de acordo com Bertini e colaboradores (2010).

Em trabalho realizado por Santos e colaboradores (2007) foram utilizadas diferentes metodologias de índice de seleção para selecionar cultivares de milho-pipoca para as condições do Norte e Noroeste Fluminense. Os autores verificaram que a metodologia proposta por Mulamba & Mock (1978) baseada na aplicação de pesos arbitrários, foi a que propiciou os melhores resultados para a seleção das famílias de meios-irmãos, não apenas por proporcionar ganhos satisfatórios para características de interesse, mas também por revelar ganhos negativos para características indesejáveis ao melhoramento do milho-pipoca.

A Tabela 17 representa a classificação dos 20 acessos selecionados nos três anos avaliados pela metodologia de seleção de Mulamba & Mock (1978).

Verificou-se para o 1º ano de avaliação que nove dos acessos selecionados por essa metodologia apareceram entre os 20 mais produtivos, sendo chamados de acessos precoces por apresentarem produção de frutos e sementes antes dos dois anos de plantio em campo. Podendo considerar que as características associadas à produção de frutos e sementes, como o PMS e IND, influenciaram na seleção utilizando a metodologia de Mulamba & Mock (1978), o que se torna importante para a seleção de genótipos desta espécie visando à produção de sementes para extração de óleo.

Comparando os resultados dos dois índices para o 1º ano verificou-se a seleção de 11 acessos por ambas às metodologias (Tabela 16 e 17), estando estes entre os produtivos deste ano, com os acessos 875, 346, 874 e 002 entre os 10 mais produtivos.

Tabela 17. Ordem da seleção realizada pela metodologia de Mulamba & Mock (1978) dos 20 acessos em cada ano avaliado.

ANO 1	ANO 2	ANO 3
356	002	328
007	806	804
348	003	825
874	364	342
932	858	004
860	872	340
832	860	351
863	386	930
005	345	912
875	344	906
346	338	345
337	932	353
357	356	908
362	831	002
885	346	857
002	355	905
342	337	888
370	376	849
923	320	352
828	828	858

Aplicando-se a metodologia de soma de postos para a seleção dos 20 acessos no 2º ano de avaliação (2010/2011) foi verificado que a metade dos selecionados está entre os 20 mais produtivos deste ano. Na comparação entre as metodologias para este ano, foi observada a seleção de quatro acessos (002, 344, 356 e 860), sendo o primeiro e o último os mais produtivos (Tabela 16 e 17).

A metodologia de Mulamba & Mock (1978) revela uma maior tendência a selecionar acessos produtivos, quando comparada com a metodologia de Elston (1963), pois todos os acessos selecionados pela metodologia de soma de postos apresentaram acessos produtivos, o contrário se evidenciou na seleção dos 20 acessos pela metodologia ‘livre de pesos’ e ‘livre de parâmetros’.

Entretanto, quando se comparou os índices propostos por Elston e Mulamba & Mock nos dois primeiros anos (2010 e 2010/2011) foi observada a seleção do acesso 002 entre os anos, ou seja, mesmo com diferentes parâmetros de seleção esse acesso demonstrou características que atendiam a ambas as metodologias.

Para o 3º ano (2011/2012) a metodologia de Mulamba & Mock (1978) selecionou somente três acessos que se apresentaram entre os 20 mais produtivos neste ano de avaliação (Tabela 17). Entretanto entre os acessos selecionados três deles (905, 906 e 888) não tiveram produção de frutos e sementes neste ano, indicando que esses acessos apresentaram características agronomicamente interessantes para a espécie estudada, que não estão ligadas à produção.

Não houve a seleção de um mesmo acesso para este ano usando as duas metodologias de seleção (Tabela 16 e 17), visto que o índice de seleção proposto por Mulamba & Mock (1978) selecionou acessos produtivos enquanto o proposto por Elston (1963) considerou caracteres ligados ao fenótipo da espécie, como altura de planta e média do comprimento do entrenó.

Para os três anos a aplicação da metodologia de Mulamba & Mock (1978), conhecida como índice com base em soma de postos ou ‘ranks’, selecionou acessos que apresentaram características de interesse em programas de melhoramento genético da espécie *J. curcas*. Nas três avaliações houve a seleção do mesmo acesso (002), estando este entre os 20 mais produtivos nos três anos de produção.

De acordo com Cruz & Regazzi (1997) a aplicação de diferentes índices representa diferentes alternativas de seleção e, conseqüentemente, de ganhos, identificando de maneira rápida e eficiente materiais genotípicos que possam ser mais adequados para os propósitos do melhorista.

Diante desses resultados é possível dizer que a metodologia de soma de postos proposta por Mulamba & Mock (1978), para todos os anos avaliados, teve forte influência das características associadas à produção de frutos e sementes selecionando acessos com alta produtividade.

Para Bhering e colaboradores (2012) essa metodologia não apresenta a necessidade de matrizes de covariância fenotípica ou genotípica ou peso para ser estabelecida, e que nos resultados encontrados pelos autores avaliando acessos de *J. curcas* brasileiros, esse índice demonstrou ser promissor para o aumento de ganho nas características de maior interesse sem perda em outras características.

Muitos desses acessos se repetem no mesmo ano usando as duas metodologias, porém não houve a seleção do mesmo acesso em todos os anos avaliados.

Bertini e colaboradores (2010) concluíram em seu trabalho sobre divergência genética entre genótipos de feijão caupi que a utilização do índice de soma de ‘ranks’ permitiu identificar genótipos superiores e divergentes assegurando a escolha de parentais com maior potencial produtivo e que pudessem ser utilizados na formação de populações segregantes.

5. CONCLUSÕES

Esses resultados demonstram que cada metodologia tem sua especificidade no momento da seleção dos acessos, no índice proposto por Elston (1963) a minoria dos acessos selecionados foram os mais produtivos em cada ano de avaliação, essa seleção pode estar associada principalmente às características fenotípicas, como altura de planta, diâmetro de caule e média do comprimento do entrenó do ramo. Já no índice proposto por Mulamba & Mock (1978) foi observada a seleção de acessos que se destacaram na produção de frutos e sementes nos três anos avaliados, contudo ocorreu a presença de acessos menos produtivos, que não ficaram entre os 20 mais produtivos, apresentando características mais associadas ao fenótipo da cultura, para serem usados em programas de melhoramento dessa espécie, por exemplo, o menor tempo de colheita. Entretanto esta metodologia selecionou o mesmo acesso nos três anos de avaliação, podendo indicar que esse acesso reuniu a maioria das características de interesse agrônomo.

CAPÍTULO III -

CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO DE ACESSOS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.) PERTENCENTES À COLEÇÃO DE TRABALHO DA UFRRJ

RESUMO

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma opção agrícola promissora para a produção de biodiesel devido as suas características agronômicas, é uma planta perene, rústica e com alta produtividade, com óleo de boa qualidade. Muitos estudos sobre essa cultura vêm sendo conduzidos, porém ainda são muito recentes com poucos trabalhos publicados em âmbito nacional. A maior concentração do óleo de *J. curcas* se encontra nas sementes, em seu endosperma. Neste capítulo foi realizada a extração do óleo das sementes de 19 acessos de pinhão manso pertencentes à coleção da UFRRJ, que se encontra no campo experimental do Departamento de Fitotecnia, no Instituto de Agronomia da UFRRJ. Esses 19 acessos foram produtivos no 2º ano de avaliação (2010/2011) e a extração e as análises de rendimento e qualidade do óleo foram realizadas na Embrapa Agroindústria de Alimentos, em Guaratiba. A partir dos resultados obtidos da extração do óleo das sementes foi realizada a análise descritiva, a correlação entre as características avaliadas e a análise de componentes principais. A matriz da distância Euclidiana foi estimada entre os acessos e a partir dela foi realizado o agrupamento de Tocher e a representação gráfica do agrupamento desses acessos (UPGMA). Os resultados dessas análises demonstrou que existe variabilidade entre esses acessos em relação à produção de sementes e óleo, com características que indicam a boa qualidade do óleo para esses acessos. Foi observado que algumas características apresentaram correlações interessantes umas com as outras, explicando melhor a fisiologia desta planta em relação, principalmente, à produção, rendimento e qualidade do óleo extraído das sementes desses acessos.

Palavras-chave: ácidos graxos, teor de óleo, correlação de Pearson.

ABSTRACT

Physic nut (*Jatropha curcas* L.) is a promising option for the production of biodiesel due to its agronomic, is a perennial, rough and high productivity with good quality oil. Many studies have been conducted that culture, but are still very recent with few published nationally. The highest oil concentration *J. curcas* is found in the seed in its endosperm. This chapter was conducted oil extraction from the seeds of 19 accessions of *Jatropha* belonging to the collection of UFRRJ, which lies in the experimental field of the Department of Plant Science, Institute of Agronomy UFRRJ. These 19 accessions were productive in the 2nd year of assessment (2010/2011) and the extraction and analysis of yield and oil quality were held at Embrapa Food in Guaratiba. From the results obtained from the extraction of oil from the seeds was conducted a descriptive analysis, the correlation between the evaluated characteristics and principal components analysis. The matrix of Euclidean distance was estimated between accessions and from it was performed Tocher grouping and graphing the grouping approaches (UPGMA). The results of these analyzes demonstrated that there is variability among accesses in relation to seed production and oil with characteristics that indicate good quality oil for these accesses. It was observed that some interesting characteristics showed correlations with each other, better explaining the physiology of the plant in relation mainly to the production yield and quality of the oil extracted from the seeds of these accesses.

Key words: fatty acids, oil content, Pearson correlation.

1. INTRODUÇÃO

Jatropha é um gênero que compreende aproximadamente 175 - 200 espécies, as quais se enquadram dentro da família Euphorbiaceae. Produz sementes contendo até 40% de óleo em sua massa que após processamento, o óleo resultante pode ser usado em um motor diesel padrão (AZAM et al., 2005; SAHOO & DAS, 2009).

Quimicamente o biodiesel pode ser definido como uma mistura de monoalquil ésteres de ácidos graxos derivados de fontes renováveis (óleos vegetais e/ou gorduras animais). Tem uma elevada eficiência de combustão e é um combustível biodegradável (mais de 90% pode ser biodegradado em 21 dias), apresentando menos teor de enxofre e compostos aromáticos emite menos gases tóxicos (KNOTHE et al., 2006). Combustíveis como o biodiesel são classificados geralmente como ácidos graxos metil éster (ou *Fatty Acids Methyl Esters* – FAME), que são derivados a partir da transesterificação de óleos e gorduras, catalisado por metanol, embora outros alcoóis possam ser usados (LAPUERTA et al., 2008).

A composição do óleo é importante para se conhecer seu potencial para a fabricação do biodiesel. Sabendo-se a concentração de seus componentes há como se determinar sua qualidade e seu rendimento.

De acordo com Berchmans & Hirata (2008) o óleo produzido por *J. curcas* é de fácil conversão a biodiesel por reações de transesterificação química ou biológica (MODI et al., 2007). De acordo com Agarwal & Agarwal (2007) o óleo extraído de *Jatropha* foi usado como substituto ao diesel mineral durante a 2ª Guerra Mundial. Além do óleo das sementes, a planta de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma fonte de muitos fitoquímicos, sendo alguns deles tóxicos. A planta contém alcaloides, ligninas, aminoácidos essenciais, peptídeos cíclicos e terpenos. A sua toxicidade pode ser atribuída à presença de curcina, proteínas de inativação de ribossomos (RIP), ésteres de forbol, saponinas e inibidores de tripsina nas sementes (JOHNSON et al. 2011). Conforme revisão realizada por Johnson e colaboradores (2011) os procedimentos de detoxificação química disponíveis reduzem ou eliminam a maioria desses compostos, exceto os ésteres de forbol.

Antes de começar um programa de seleção dessa espécie é necessário um estudo da diversidade genética entre populações, principalmente do rendimento e qualidade do óleo de *J. curcas*.

Este capítulo teve por objetivo caracterizar o óleo de 19 acessos produtivos de *J. curcas* no 2º ano de produção (2010/2011), para identificar quais características se correlacionam com o teor e a qualidade do óleo da espécie estudada.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

É importante caracterizar morfológicamente acessos de pinhão- manso, a fim de otimizar e facilitar o uso e a conservação dessas características. O uso dessas características morfológicas em programas de melhoramento pode ajudar a identificar os genótipos superiores de *J. curcas* que apresentem melhor rendimento e conteúdo de óleo (KAUSHIK et al., 2007).

O peso da semente de pinhão manso está na faixa de 0,53 – 0,86 g e o seu endosperma contém de 26,94 – 29,40 % de proteína e uma quantidade de óleo entre 46,24 – 47,13 % (OLADELE & OSHODI, 2008). O endosperma da semente é conhecido por conter grande quantidade de óleo, que pode ser usado diretamente como combustível ou como um substituto ao diesel na sua forma transesterificada. O óleo é usado também para fabricar velas, sabão, lubrificantes e vernizes, sendo essas características de grande importância em países em desenvolvimento (KUMAR & SHARMA, 2008).

Recentemente, foi constatado que as sementes do pinhão manso produzem um óleo de excelente qualidade, e semelhante ao diesel extraído do petróleo, podendo assim ser usado como combustível (SIRISOMBOONA et al., 2007; BANAPURMATH et al., 2008) em motores movidos a diesel, em proporções que variam de 20 até 30%, ou usado puro após transesterificação.

Já Ram e colaboradores (2008) afirmam que a espécie *J. curcas* tem potencial para produção de biodiesel desde que o óleo possa ser extraído por prensagem (30 – 40% de todo o peso) a partir das sementes.

De acordo com Johnson e colaboradores (2011) o óleo das sementes de *J. curcas* é similar ao diesel derivado de combustível fóssil e tem maior conteúdo de ácidos graxos C18 (os conteúdos dos ácidos oleico, linoleico e esteárico são 34.3 – 45.8%, 29 – 44.2% e 3.7 – 9.8%, respectivamente) e um conteúdo menor para ácidos graxos C16.

O óleo de *Jatropha* é composto por ácidos graxos, e a qualidade e quantidade desses ácidos que determinam a qualidade do óleo. O óleo é composto pelos ácidos mirístico (14:0), palmítico (16:0), esteárico (18:0), oleico (18:1) e linoleico (18:2) (AZAM et al., 2005). As concentrações dos ácidos oleico e linoleico encontrados no óleo de *Jatropha* podem variar entre 50 e 30%, respectivamente, dependendo da origem da cultura. Outro fator importante é a estabilidade oxidativa de um combustível, especialmente para um período longo de armazenamento (AZAM et al., 2005; KNOTHE, 2007). A degradação oxidativa afeta algumas propriedades do biodiesel, como o índice de cetano, que é o fator mais utilizado como indicador da qualidade do biocombustível (PILOTO et al., 2011).

Makkar e colaboradores (2008) afirmam a toxicidade das sementes de *Jatropha curcas* L. para consumo humano e animal, devido à presença de alguns tipos de componentes antinutricionais, tais como éster de forbol, curcina, ácido fítico, inibidor de tripsina e saponinas em grandes quantidades. Conforme Martinez-Herrera e colaboradores (2006) o óleo que *Jatropha* produz não é comestível, devido à presença de um componente tóxico, o éster de forbol, mesmo em pequenas concentrações.

A baixa variação genética adequada e de variedades melhoradas tem limitado as perspectivas desta espécie se tornar efetivamente uma cultura bem sucedida para a produção de agroenergia. Características como a produção de sementes, o teor de óleo, a toxicidade da semente, a proporção de flores masculinas, o aumento da ramificação, floração precoce, sincronia na maturação dos frutos e adaptação aos estresses bióticos e

abióticos são consideradas relevantes para a exploração comercial da cultura (JOHNSON et al., 2011).

De acordo com Azam e colaboradores (2005) quando se faz uma comparação entre eficiências de culturas para produção de biodiesel, apenas as algas e o óleo de palma têm melhores resultados do que o óleo de *Jatropha*. Já Augustus e colaboradores (2002) afirmaram que o óleo extraído a partir das sementes tem propriedades desejáveis como uma baixa acidez e boa estabilidade oxidativa. Em adição, viscosidade, ácidos graxos e densidade do óleo e biodiesel são estáveis dentro do período de estocagem.

Rodríguez e colaboradores (2011) afirmam que os ácidos graxos são uma importante propriedade para a constituição do biodiesel, pois preveem a viscosidade que está ligada ao desempenho do motor. Porque o processo de atomização, que é o estágio inicial do processo de combustão no motor diesel, é significativamente afetado pela viscosidade do combustível (ALLEN et al., 1999).

De acordo com Bertan e colaboradores (2006) a utilização da distância genética por meio de caracteres fenotípicos representa uma técnica auxiliar de grande importância nos programas de melhoramento genético de plantas, fornecendo informações úteis na caracterização, conservação e utilização dos recursos genéticos disponíveis.

Essa distância pode ser obtida por meio de observações individuais dos progenitores, sem a necessidade de experimentos que envolvam delineamentos experimentais, não considerando as correlações residuais entre os caracteres disponíveis (CRUZ & REGAZZI, 2001).

Os métodos de agrupamento têm por objetivo separar um grupo original de observações em subgrupos, com o objetivo de obter homogeneidade dentro e heterogeneidade entre os subgrupos (BERTAN et al., 2006). O processo de agrupamento envolve duas etapas, sendo a primeira a estimação de uma medida de similaridade (ou dissimilaridade) entre os genótipos e a segunda, a adoção de uma técnica de agrupamento para a formação de grupos. O método proposto por Ward (1963) está entre os métodos hierárquicos aglomerativos (CRUZ & REGAZZI, 1997).

Segundo Baker et al. (1988), a análise dos componentes principais pode revelar relações não identificadas previamente, contribuindo para melhor interpretação dos dados. O seu uso é viável quando houver a possibilidade de resumir o conjunto de variáveis originais em poucos componentes, o que significará uma boa aproximação do comportamento dos indivíduos (progenitores). Avalia a dissimilaridade entre acessos de uma população em gráficos de dispersão, onde os primeiros componentes compõem os eixos de referência (CRUZ & REGAZZI, 1997).

A vantagem da técnica de componentes principais é avaliar a importância de cada característica estudada que atua na variação total disponível entre os acessos avaliados, possibilitando o descarte dos caracteres menos discriminantes, por já estarem correlacionados com outras variáveis ou pela sua invariância (DAHER et al., 1997). Conforme Bertini et al. (2010) a utilização dos componentes principais permite identificar características de menor importância que explicam a variabilidade genética dos genótipos estudados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados 19 acessos pertencentes à coleção de *Jatropha curcas* L. da UFRRJ, instalado no campo experimental do Departamento de Fitotecnia, no Instituto de Agronomia da UFRRJ. A coleção atualmente é composta por 286 acessos provenientes de 13 diferentes locais no Brasil.

Os acessos foram selecionados aleatoriamente entre os mais produtivos, de acordo com a caracterização feita no primeiro capítulo, sendo eles: 002 e 376 (Petrolina/PE); 003 (Barra dos Bugres/MT); 004 e 384 (Saída Jaíba/MG); 341 e 370 (Guapimirim/ES); 342 e 356 (Maranhão/MA); 345 (Lavras/MG); 346, 385, 860, 875 e 876 (Janaúba/MG); 348 (Bom Jardim/RJ) e 907, 908 e 909 (Dourados/MS) (Tabela 18).

3.1. Caracterizações Morfoagronômicas

As sementes e os dados morfoagronômicos utilizados foram obtidos no 2º ano de produção (2010/2011). A extração e análise do óleo foram realizadas na Embrapa Agroindústria de Alimentos, localizada em Guaratiba, Rio de Janeiro. A seguir estão as variáveis analisadas:

- 1) Número de Frutos totais por Planta (NFP)

Somatório dos frutos de todas as coletas de uma planta.

- 2) Número de Sementes por Planta (NSP)

Somatório das sementes de todas as coletas de uma planta.

- 3) Peso de Sementes por Planta (PSP)

Peso de todas as sementes produzidas, de todas as coletas por planta (g).

- 4) Peso Médio de Sementes (PMS)

É a razão entre *peso de sementes por planta* e *número de sementes por planta*

(g).

$$PMS = \frac{PSP}{NSP}$$

- 5) Teor de óleo (%) em base seca (TES)

- 6) Umidade em % (UMI)

- 7) Produção de óleo (g) por planta em base seca (POPtes)

$$POPtes = PSP \times \frac{TES}{100}$$

- 8) Ácidos graxos saturados (% - AGS)

- 9) Ácidos graxos monoinsaturados (% - AGM)

- 10) Ácidos graxos poliinsaturados (% - AGP)

3.2. Extração e análise do óleo

Os frutos foram coletados da coleção de trabalho de acessos de *J. curcas* instalado na UFRRJ. Os frutos de 19 acessos foram coletados quando apresentavam a coloração amarelada, sendo despulpados e suas sementes foram secas em estufa de circulação de ar a 60° C até atingir peso constante. Após a secagem, a semente foi triturada e o óleo foi extraído em extrator Soxhlet por 16 horas utilizando éter de petróleo a 30 - 60° C como solvente. O solvente foi removido em rotavapor e a sob corrente de nitrogênio.

Para análise da composição em ácidos graxos do óleo, os ésteres metílicos foram preparados de acordo com o método Hartman e Lago (1973) e analisados por cromatografia em fase gasosa em equipamento Agilent 6890, equipado com detector de ionização por chama operado a 280° C. Utilizou-se coluna capilar de sílica fundida de filme de cianopropilsiloxano (60m x 0,32mm x 0,25µm) e programação de temperatura conforme descrito: temperatura inicial de 100° C por 3 min; de 100 a 150° C com rampa de 50° C/min; de 150 a 180° C com rampa de 1° C/min; de 180 a 200° C com rampa de 25° C/min e na temperatura final de 200° C por 10 min. Foi injetado 1 µL de solução a 2 % em diclorometano em injetor aquecido a 250° C operado no modo de divisão de fluxo de 1:50. Realizou-se a identificação por comparação dos tempos de retenção com os padrões números 62, 79 e 87 da NU-CHEK Prep, Inc. (Elysian, MN) e a quantificação realizada por normalização interna.

Com base nos caracteres avaliados, encontrados na Tabela 18, foi realizada a análise descritiva e de componentes principais (ACP), estimada a distância Euclidiana, por não existirem repetições, não tendo como quantificar a influência do ambiente que atua sobre as constituições genéticas (CRUZ & REGAZZI, 1997), e foi realizado o agrupamento de otimização proposto por Tocher e a representação gráfica realizada pelo método UPGMA. O método de agrupamento proposto por Ward (1963) foi utilizado na análise de componentes principais.

3.3. Análises Estatísticas

Foi realizada análise descritiva, análise de agrupamento por meio da matriz de distância e análise de componentes principais, entre os 19 acessos pertencentes à coleção da UFRRJ, para verificar a divergência genética entre eles. As análises foram realizadas com auxílio do programa SAS 9.0, programa R e programa GENES (CRUZ, 2001), onde foram avaliados os caracteres, principalmente associados à produção e qualidade do óleo, no 2º ano de produção de frutos e sementes da coleção de acessos de *J. curcas* da UFRRJ.

3.2.1 Distância euclidiana e métodos de agrupamento

Cruz & Regazzi (1997) afirmam que um dos inconvenientes do uso da distância Euclidiana é o fato dela ser alterada com a mudança da escala de medições, com o número de caracteres estudados e por ela não considerar o grau de correlação entre os mesmos.

A expressão para calcular a distância Euclidiana entre dois progenitores i e i' , sendo X_{ij} a observação do i -ésimo progenitor referente ao j -ésimo caracter estudado:

$$d_{ii'} = \sqrt{\sum_j (x_{ij} - x_{i'j})^2}$$

Onde n é o número de caracteres analisados.

Os métodos de agrupamento têm por objetivo separar um grupo original de observações em subgrupos, com o objetivo de obter homogeneidade dentro e heterogeneidade entre os subgrupos (BERTAN et al., 2006). Os métodos mais utilizados no melhoramento de plantas são os hierárquicos, como o método de distância média (UPGMA) e os de otimização, como o proposto por Tocher.

O método proposto por Ward (1963) é também conhecido como método da “Mínima Variância” (MINGOTI, 2005) e foi utilizado na análise de componentes principais (ACP). Nesse método a formação dos grupos ocorre pela maximização da homogeneidade dentro dos grupos, por meio da soma de quadrados, que é usada como medida de homogeneidade. Isto é, o método de Ward tenta minimizar a soma de quadrados dentro do grupo.

3.2.2 Análise de componentes principais (ACP)

Uma análise de componentes principais foi realizada com todos os acessos da espécie *J. curcas* presentes na coleção da UFRRJ e outra análise foi realizada com os acessos mais produtivos de cada ano avaliado. Determinou-se que os componentes que apresentassem um autovalor maior ou igual a 1,0 seriam os que reteriam o máximo de informação sobre a estimativa da variabilidade existente entre os acessos avaliados. Em seguida procedeu-se uma análise de agrupamento proposto por Ward no SAS (PROC CLUSTER) utilizando-se como entrada os dados dos componentes principais que apresentaram autovalores acima de 1,0. Todos os dados foram padronizados.

Tabela 18. Resultado da análise do óleo extraído das sementes de 19 acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) produtivos no ano de 2010/2011 (2ª produção).

Acessos	Procedência	NFP	NSP	PSP	PMS	TES	AGS	AGM	AGP	POPtes	UMI
002	Petrolina	192	421	270,09	0,64	38,84	20,26	45,99	33,69	104,90	5,14
003	Barra dos Bugres	113	283	186,03	0,66	35,74	20,81	48,08	30,97	66,49	7,62
004	Saída Jaíba	12	31	12,75	0,41	41,40	20,67	38,34	40,95	5,28	6,08
341	Guapimirim	69	148	101,93	0,69	39,59	20,61	46,67	32,55	40,35	5,98
342	MA-01-CNPS	47	101	75,07	0,74	41,49	20,12	45,88	33,87	31,15	6,35
345	Lavras L.210	117	260	169,84	0,65	44,08	20,72	47,29	31,93	74,87	4,83
346	Janaúba	178	346	217,40	0,63	40,01	19,34	44,33	36,27	86,98	5,94
348	Bom Jardim	66	105	70,24	0,67	40,46	20,20	44,78	34,91	28,42	6,78
356	MA-01-CNPS	103	235	163,67	0,70	41,28	20,29	47,37	32,13	67,56	6,87
370	Guapimirim	60	147	98,24	0,67	44,89	20,83	45,43	33,57	44,10	6,69
376	Petrolina	117	244	123,69	0,51	39,06	20,50	47,52	31,87	48,31	5,82
384	Saída Jaíba	14	40	26,87	0,67	43,03	20,76	37,98	41,19	11,56	5,97
385	Janaúba	88	138	81,00	0,59	34,70	22,91	46,86	30,07	28,11	6,90
860	Janaúba	464	896	506,14	0,56	37,57	20,01	46,05	33,88	190,16	4,97
875	Janaúba	190	310	164,25	0,53	34,01	20,38	46,81	32,59	55,86	7,83
876	Janaúba	101	148	87,95	0,59	40,21	20,62	44,95	34,33	35,36	5,27
907	Dourados	10	20	10,45	0,52	36,18	20,24	47,68	31,92	3,78	6,02
908	Dourados	87	96	62,54	0,65	41,49	21,00	43,79	35,06	25,95	5,91
909	Dourados	37	53	29,80	0,56	36,68	20,43	44,64	34,81	10,93	6,87

NFP – Número de frutos por planta; NSP – Número de sementes por planta; PSP – Peso de sementes por planta (g); PMS – Peso médio de sementes (g); TES – Teor de óleo base seca (%); AGS – Ácidos graxos saturados (%); AGM – Ácidos graxos monoinsaturados (%); AGP – Ácidos graxos poliinsaturados (%); POPtes – Produção de óleo em base seca (g); UMI – Umidade (%).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise Descritiva

Foi realizada a análise descritiva dos resultados obtidos a partir da extração do óleo das sementes de 19 acessos produtivos no 2º ano de produção (2010/2011) da coleção de acessos de *J. curcas* da UFRRJ (Tabela 19).

Tabela 19. Média, Desvio-Padrão (DP), Amplitude e Coeficiente de Variação (CV%) da análise de óleo das sementes dos 19 acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) pertencentes à coleção da UFRRJ.

Características	Média	DP	Amplitude	CV (%)
NFP	108,68	102,33	10-464	94,16
NSP	211,68	201,05	20-896	94,97
PSP	129,36	115,86	10,45-506,14	89,56
PMS	0,61	0,08	0,41-0,74	13,29
TES	39,51	3,06	34,01-44,89	7,77
AGS	20,56	0,68	19,34-22,91	3,31
AGM	45,28	2,79	37,98-48,08	6,17
AGP	34,03	2,92	30,07-41,19	8,58
POPtes	50,53	43,85	3,78-190,16	86,78
UMI	6,20	0,83	4,83-7,83	13,43

NFP – Número de frutos por planta; NSP – Número de sementes por planta; PSP – Peso de sementes por planta (g); PMS – Peso médio de sementes (g); TES – Teor de óleo base seca (%); AGS – Ácidos graxos saturados (%); AGM – Ácidos graxos monoinsaturados (%); AGP – Ácidos graxos poliinsaturados (%); POPtes – Produção de óleo em base seca (g); UMI – Umidade (%).

A análise descritiva dos dados demonstra uma alta variação nos caracteres número de frutos por planta (NFP), número de sementes por planta (NSP), peso de sementes por planta (PSP), produção de óleo em base seca (POPtes). As variáveis NFP, NSP e PSP apresentaram desvio padrão (DP) acima de 100%, demonstrando a variabilidade na produção entre os acessos avaliados, já o peso médio de sementes (PMS) foi a característica que menos variou (Tabela 19).

O coeficiente de variação (CV%) das características NFP, NSP, PSP e POPtes ficou acima de 80%, representando a variabilidade entre os acessos estudados quando se avaliou essas características. Em trabalho realizado por Shabanimofrad e colaboradores (2013) um dos objetivos foi avaliar as variações morfológicas entre 48 acessos de *J. curcas*. Os autores obtiveram como resultado um coeficiente de variação (CV%) de 26,05 % para a característica rendimento de sementes por planta e 24,99 % para número de sementes por planta. Nossos resultados para as mesmas características foram de 89,56 % e 94,97 % de variação entre os acessos (PSP e NSP, respectivamente) (Tabela 19). Shabanimofrad e colaboradores (2013) afirmaram que altos valores de CV% para essas características poderiam ser evidentes avaliando-se as grandes variações nos valores destes caracteres entre os acessos.

Em estudo realizado por Wani e colaboradores (2012) com sete populações de *J. curcas* os autores verificaram um rendimento de sementes por planta entre 222 – 635g com uma média de 432,44g. Confrontando com os resultados obtidos entre os 19

acessos avaliados nesse estudo o rendimento foi menor, entretanto dentro da faixa encontrada pelos autores entre 15,09 – 512,47g, com média de 129,36g (Tabela 19).

Quando se comparou o resultado obtido de teor de óleo em base seca (TES) (Tabela 19) verificou-se que a média foi acima da encontrada no estudo realizado por Wani e colaboradores (2012), onde a média de teor de óleo das populações estudadas ficou em 32,37 %, assim como no estudo realizado por Rocha e colaboradores (2012), onde os autores obtiveram uma média de 32 % no teor de óleo de plantas de *J. curcas* pertencentes a um plantio comercial em Ariquemes/RO, demonstrando o potencial de produção de óleo pelos acessos que compõe a coleção da UFRRJ.

Em trabalhos realizados por Laviola e colaboradores (2010), Srivastava e colaboradores (2011) e Rocha e colaboradores (2012) os autores avaliaram acessos de *J. curcas* fenotipicamente distintos de uma plantação de grande escala na Índia e no Brasil (respectivamente), onde a performance de crescimento e a variação nas características da semente e no conteúdo de óleo (%) foram verificados. Os autores encontraram uma variabilidade no teor de óleo de 33 – 38 %; 17,11 – 34,49 % e 23,30 – 40,20 % (respectivamente), enquanto que em nosso estudo foi verificado uma grande variabilidade nos teores de óleo extraído das sementes, em uma faixa de 34,01 – 44,89 % (Tabela 19). De acordo com os mesmos autores a variação encontrada indica claramente a ausência de boas práticas agrônômicas para estabilizar o rendimento de óleo dos acessos selecionados, entretanto a variação genética na morfologia de sementes e no teor de óleo de *J. curcas* pode ser um grande potencial em programas de melhoramento da cultura, especialmente na seleção de fenótipos elite com mais rendimento e conteúdo de óleo.

Wani e colaboradores (2012) encontraram uma variação no teor de óleo na faixa de 24,5 a 37,9 % em estudo realizado para verificar a magnitude da variabilidade da composição e rendimento de óleo em acessos de *J. curcas* encontrados na Índia.

Avaliando os 19 acessos, verificou-se que 11 deles apresentaram teor de óleo (TES) acima da média da população (Tabelas 16 e 17), sendo eles: 004, 341, 342, 345, 346, 348, 356, 370, 384, 876, 908.

O acesso 370, oriundo de Guapimirim/ES, apresentou os maiores teores de óleo entre todos os acessos avaliados (Tabela 21), esse acesso também apresentou um alto teor de ácidos graxos monoinsaturados (AGM) com porcentagem superior à média da população (Tabelas 18 e 19). Enquanto o acesso 003, de Barra dos Bugres/MT, foi o que apresentou a maior porcentagem de AGM (48,08 %), sendo um dos 20 acessos mais produtivos neste ano de avaliação. Os AGM's são os que atribuem a qualidade do óleo para produção de biodiesel.

Os acessos 002 e 860 (Petrolina/PE e Janaúba/MG, respectivamente) foram os mais produtivos em óleo (Tabela 18), visto que a maior parte desse óleo produzido é composta por ácidos graxos monoinsaturados (AGM), apresentando porcentagens acima da média da população. Ambos os acessos foram os que produziram mais sementes neste ano (2010/2011).

Observando-se todos os caracteres avaliados dos acessos 345 e 356 (Lavras/MG e MA-CNPS-01/MA) foi verificado que ambos apresentaram a maioria das características de interesse acima da média da população, como número de sementes por planta (NSP), peso de sementes por planta (PSP), peso médio de sementes (PMS), teor de óleo em base seca (TES), ácidos graxos monoinsaturados (AGM) e produção de óleo em base seca (POPtes), os quais são aspectos interessantes aos programas de melhoramento da espécie estudada (Tabela 18).

O acesso 345 se apresentou como o provável acesso elite entre os 19 acessos avaliados, por apresentar valores de características importantes acima da média da

população, como o número de frutos por planta (NFP), número de sementes por planta (NSP), peso de sementes por planta (PSP), teores de óleo (TES) e produção de óleo (POPTes) (Tabela 18).

4.2. Correlação de Pearson

Na Tabela 20 estão representadas as correlações entre as 10 características avaliadas de 19 acessos de *J. curcas* pertencentes a coleção da UFRRJ.

As características número de frutos por planta (NFP), número de sementes por planta (NSP), peso de sementes por planta (PSP) e produção de óleo em base seca (POPTes), foram as que demonstraram correlações positivas significativas ($P < 0.01$) entre si, acima de 0,90 (Tabela 20). Já as características ácidos graxos monoinsaturados (AGM) e ácidos graxos poliinsaturados (AGP) apresentaram uma correlação negativa significativa a 1 %, podendo ser verificadas na Tabela 20.

Foram observadas correlações positivas significativas a 1 % entre a característica número de sementes por planta (NSP) e o peso de sementes por planta (PSP) e produção de óleo em base seca (POPTes) (Tabela 20). Resultado semelhante foi obtido por Shabanimofrad e colaboradores (2013) que estudaram a variabilidade entre acessos de *J. curcas*, a fim de identificar acessos potenciais para uso em programas de melhoramento, onde os autores acharam correlação positiva ($P < 0.05$) entre o rendimento de sementes em relação número de sementes por planta.

Quando os ácidos graxos monoinsaturados (AGM) foram correlacionados com os ácidos graxos poliinsaturados (AGP) ocorreu uma correlação negativa significativa a 1 %. Entretanto vale ressaltar que o teor de AGM confere ao óleo uma melhor qualidade, quanto maior sua concentração melhor será a qualidade do óleo extraído.

Em estudo desenvolvido por Srivastava e colaboradores (2011) na Índia foram avaliadas a performance de crescimento, a variação das características das sementes e do conteúdo de óleo de 10 acessos de *J. curcas*. Foi feita a correlação entre os resultados obtidos, nos quais os autores verificaram uma correlação positiva ($P < 0.01$) entre peso de sementes por planta (g) e o teor de óleo por planta (%), a mesma correlação foi achada em estudo anterior realizado por Kaushik e colaboradores (2007) com 24 acessos de *J. curcas* na Índia. Entretanto em nossos acessos não foi verificada nenhuma correlação tanto do peso médio da semente (PMS) quanto do peso de sementes por planta (PSP) com o teor de óleo por planta (TES) (Tabela 20).

Wani e colaboradores (2012) determinaram a variabilidade no rendimento e na composição do óleo entre sete acessos de *J. curcas* em populações naturais da Índia. Os autores verificaram que houve correlação negativa significativa entre rendimento de sementes por planta (g) e conteúdo de óleo (%), ou seja, quando aumenta o peso das sementes ocorre a diminuição do teor de óleo nas mesmas. Em nosso estudo não foi verificada a correlação entre essas características (PSP e TES).

Houve uma correlação positiva significativa ($P < 0.01$) entre peso de sementes por planta (PSP) e produção de óleo (POPTes) entre os 19 acessos avaliados na coleção da UFRRJ (Tabela 20), corroborando com resultados obtidos por Wani e colaboradores (2012) para as mesmas variáveis.

De acordo com Shabanimofrad e colaboradores (2013) o conhecimento das correlações entre os caracteres é útil no desenho de um programa de melhoramento genético efetivo para qualquer cultura e que características complexas como rendimento são quantitativamente herdáveis e influenciadas por efeitos genéticos, bem como por interações entre genótipo e ambiente. Devido a isso a seleção de materiais com melhores rendimentos se torna mais demorada e difícil, especialmente para espécies perenes como *Jatropha curcas*. Portanto, a identificação e o uso de caracteres altamente correlacionados são apropriados.

Em trabalho realizado por Shabanimofrad e colaboradores (2013), os autores avaliaram a extensão da variação genética e a relação entre 48 acessos de *J. curcas* na Malásia usando 14 características morfoagronômicas. Os autores encontraram uma correlação significativa entre peso de 100 sementes (g) e conteúdo de óleo (%), afirmando que o peso de sementes pode ser considerado uma importante característica para seleção de fontes de sementes. Esse resultado contraria o encontrado em nossos estudos, onde não houve correlação entre peso de sementes e teor de óleo (Tabela 20). Os autores afirmam que a seleção de qualquer característica que seja altamente transmissível e de fácil medição, pode melhorar essa população de *J. curcas*.

Spinelli e colaboradores (2010) e Rocha e colaboradores (2012) disseram que entre todas as características a mais importante para a produção de óleo e biodiesel é o rendimento de grãos (ou produção de grãos), sendo importante estabelecer a correlação desta com as demais características avaliadas.

Bhering e colaboradores (2012) afirmam que o conhecimento das correlações entre características fenotípicas são essenciais para programas de melhoramento da espécie *J. curcas*, pois permite aos melhoristas prever ganhos genéticos indiretos em uma característica baseada na seleção de outra característica, contribuindo na determinação de estratégias eficientes para manter a variabilidade genética nas características não selecionadas.

O conhecimento da correlação entre as características pode permitir a construção de índices de seleção para multi características para estas serem empregadas em diferentes estágios de um programa de melhoramento de *J. curcas* (LAVIOLA et al., 2010).

Tabela 20. Resultado da Correlação de Pearson entre 10 características avaliadas entre 19 acessos de *J. curcas* presentes na coleção da UFRRJ, avaliados no 2º ano de produção (2010/2011).

	NFP	NSP	PSP	PMS	TES	AGS	AGM	AGP	POPtes	UMI
NFP	1,0000	0,9837**	0,9651**	-0,0802	-0,2673	-0,2676	0,2956	-0,2166	0,9500**	-0,3065
NSP		1,0000	0,9931**	-0,0318	-0,2174	-0,2987	0,3194	-0,2314	0,9838**	-0,3204
PSP			1,0000	0,0575	-0,1715	-0,3122	0,3406	-0,2487	0,9962**	-0,3246
PMS				1,0000	0,4012	-0,0550	0,2136	-0,1957	0,0949	0,0496
TES					1,0000	-0,1810	-0,4125	0,4428	-0,0980	-0,4286
AGS						1,0000	0,0211	-0,2584	-0,3306	0,2168
AGM							1,0000	-0,9712**	0,3381	0,1403
AGP								1,0000	-0,2415	-0,1974
POPtes									1,0000	-0,3703
UMI										1,0000

NFP – Número de frutos por planta; NSP – Número de sementes por planta; PSP – Peso de sementes por planta (g); PMS – Peso médio de sementes (g); TES – Teor de óleo base seca (%); AGS – Ácidos graxos saturados (%); AGM – Ácidos graxos monoinsaturados (%); AGP – Ácidos graxos polinsaturados (%); POPtes – Produção de óleo em base seca (g); UMI – Umidade (%). ** significância a 1% pelo teste t.

4.3. Análise Multivariada

Com base nos dados da Tabela 18 foi estimada a distância Euclidiana entre os 19 acessos do 2º ano. Com base na matriz da distância genética foi empregado o método de agrupamento de Tocher e construído um dendrograma utilizando o método de agrupamento da distância média (UPGMA) para a avaliação da divergência genética entre esses acessos, com o auxílio do programa R e programa GENES (CRUZ, 2001).

Por meio da matriz das distâncias foi realizado o agrupamento de Tocher no qual foram formados 11 grupos, onde os dois primeiros agruparam três acessos cada, esses acessos apresentaram valores de AGM maiores que a média, tendo essa característica influenciado nesse agrupamento. O agrupamento de Tocher não foi influenciado pela produção de óleo (POPtes), pois os acessos 002 (grupo XI) e 860 (grupo II) foram os que apresentaram os maiores valores de POPtes e se apresentaram em grupos distantes entre si (Tabela 21).

De acordo com Bertan e colaboradores (2006) a formação desses grupos proporciona uma informação importante para a escolha de acessos dentro de programas de melhoramento genético.

Tabela 21. Agrupamento dos 19 acessos de *J. curcas* avaliados no 2º ano de produção de frutos e sementes (2010/2011), pelo método de Tocher utilizando a distância Euclidiana como medida de distância genética.

Grupos	Acessos
I	346/376/385
II	348/384/860
III	356/370
IV	876/908
V	004/342
VI	345/909
VII	875
VIII	907
IX	341
X	003
XI	002

Verificou-se na Tabela 21, que os acessos 346, 376 e 385 se reuniram no grupo I, mostrando que esta metodologia de agrupamento não considerou a produção de sementes, mas o alto teor de ácidos graxos monoinsaturados (AGM), pois é a característica que esses acessos têm em comum. Entretanto, o agrupamento de Tocher foi aleatório, apresentando acessos que não apresentaram características em comum reunidos nos mesmos grupos.

O teste de Mantel, usado para avaliar a correlação entre duas matrizes de dissimilaridade, ficou em 0,94 o que significa uma alta confiabilidade no resultado. Os grupos formados foram baseados na média das distâncias da matriz cofenética, conforme metodologia proposta por Kelley e colaboradores (1996), a qual determinou o ponto de corte para a formação dos grupos (300 %), sendo observada a formação de dois grupos, onde o 1º grupo apresentou a formação de dois grandes grupos,

subdivididos em subgrupos (Figura 24). O primeiro grupo apresentou somente o acesso 860 (Janaúba/MG) que foi o mais produtivo deste ano, em produção de sementes e em produção de óleo (Tabela 18). O segundo grupo reuniu os demais acessos, no qual foi subdividido em dois outros grupos, onde o subgrupo I reuniu 11 acessos (907, 004, 384, 342, 909, 348, 341, 370, 908, 385, 876). O subgrupo II, do mesmo grande grupo, apresentou os acessos 002, 376, 356, 003, 345, 346 e 875, os quais demonstraram características similares de produção, teor e qualidade do óleo (Tabela 18).

O padrão de agrupamento não demonstrou relação com a localidade dos acessos, assim como verificado em estudo realizado por Kaushik e colaboradores (2007) com 24 acessos de *J. curcas* avaliados na Índia.

Os métodos de agrupamento utilizado, Tocher e a representação gráfica UPGMA, não demonstraram concordância, com formação de grupos distintos, sem agrupamento de acessos com características em comum, o que se torna interessante para programas de melhoramento da espécie em estudo, para futuros cruzamentos entre acessos divergentes que apresentem características de interesse, como alta produção de óleo que apresentem maiores teores de ácidos graxos monoinsaturados.

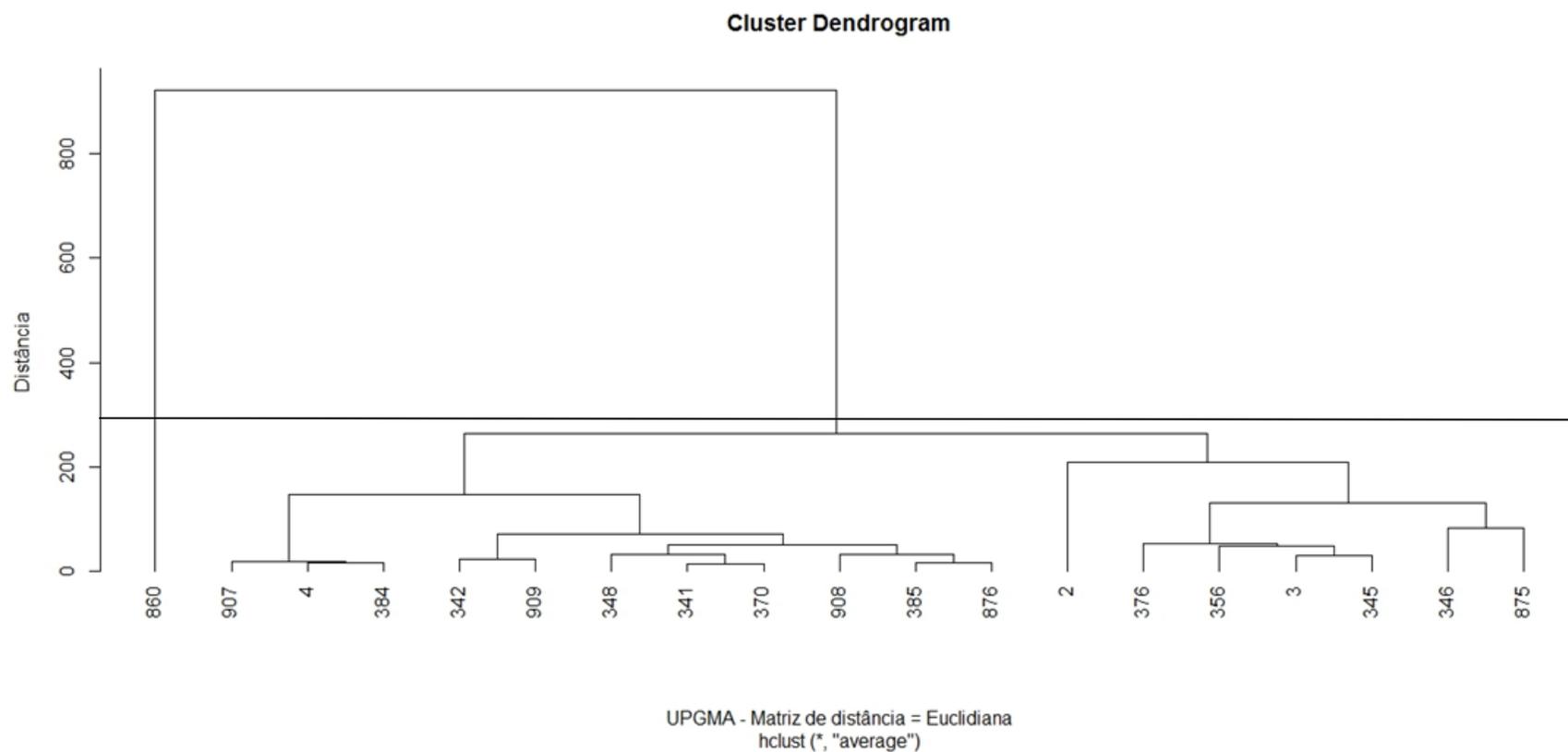


Figura 24. Dendrograma resultante da análise de 19 acessos de *J. curcas* no 2º ano de avaliação (2010/2011), com base em 10 características associadas à produção, rendimento e qualidade do óleo extraído das sementes, por meio do método de agrupamento UPGMA, utilizando a distância Euclidiana como medida de distância genética.

4.4. Análise de Componentes Principais (ACP)

Uma análise de componentes principais foi realizada com as características associadas ao óleo extraído de 19 acessos da espécie *J. curcas* presentes na coleção da UFRRJ, no 2º ano de produção (2010/2011). Foi determinado que os componentes que apresentassem um autovalor maior ou igual a 1,0 seriam os que reteriam o máximo de informação sobre a estimativa da variabilidade existente entre os acessos avaliados. A partir dos dados obtidos na análise de componentes principais, dos dados de autovalores, foi realizado o agrupamento proposto por Ward (1963).

Os componentes principais dos 19 acessos produtivos no 2º ano (2010/2011) estão apresentados na Tabela 22, onde os três primeiros componentes explicaram 76,73 % da variabilidade total encontrada entre os acessos, sendo que das 10 variáveis avaliadas, quatro delas foram descartadas por apresentarem uma alta correlação entre si.

O primeiro componente (CP₁) foi representado pelo teor de óleo em base seca (TES) explicando 28,00% da variabilidade entre os acessos. A característica peso médio de sementes (PMS), ligada ao CP₂ explicou 51,72% juntamente com o CP₁. A variável POPteu foi associada ao terceiro componente (CP₃), explicando 70,30% da variabilidade total apresentada pelos três primeiros componentes principais.

Tabela 22. Componentes Principais (CP's) obtidos a partir da análise de seis caracteres mensurados de 19 acessos pertencentes à coleção de *Jatropha curcas* L. da UFRRJ, no 2º ano de produção de frutos e sementes (2010/2011).

CP's	λ_j	$\lambda_j\%$	PMS	TES	AGS	AGM	POPtes	UMI
CP ₁	1,8237	30,40	-0,3414	-0,7729	0,5562	0,2789	-0,3945	0,7528
CP ₂	1,5827	56,77	0,1262	-0,4610	-0,3110	0,7988	0,7839	-0,0715
CP ₃	1,1971	76,73	0,8992	0,2993	0,2001	0,3160	-0,1789	0,3563

PMS – Peso médio de sementes (g); TES – Teor de óleo base seca (%); AGS – Ácidos graxos saturados (%); AGM – Ácidos graxos monoinsaturados (%); POPtes – Produção de óleo em base seca (g); UMI – Umidade (%). λ_j – Autovalores, $\lambda_j\%$ - Autovalores, em porcentagem.

Na Figura 25 estão representados graficamente os três primeiros componentes principais das seis características avaliadas e a distribuição dos acessos associadas aos componentes. As Figuras 25A e B representam a distribuição das características e as Figuras 25C e D a distribuição dos acessos associados aos componentes principais.

Comparando-se os gráficos (Figura 25) observou-se um grupo de acessos associados ao CP₁ que está associado teor de óleo em base seca (TES) e à umidade da semente (UMI), como os acessos 342, 370 e 908; 376 e 907, respectivamente (Figura 25A e C).

Os acessos 002, 345, 346 e 860 foram alguns dos associados à característica de produção de óleo em base seca (POPtes), estando esta ligada ao CP₂ (Figura 27A e C). O terceiro componente (CP₃), associado ao peso médio de sementes (PMS) reuniu os acessos 341, 342, 348, 356 e 370. Outro acesso que se verificou estar associado aos três componentes é o 346 (Janaúba/MG), que entre os 19 acessos avaliados foi o que apresentou o maior teor de óleo (Figura 25).

O agrupamento proposto por Ward formou quatro grupos, onde o grupo I foi o que reuniu o maior número de acessos, seguido do grupo II, com dez e quatro acessos, respectivamente. Os grupos III e IV apresentaram três e dois acessos cada. Os acessos 004 e 384 (Saída Jaíba/MG) foram reunidos no grupo IV, os dois acessos apresentam

um baixo teor de AGM, menor que a média. Ambos os acessos apresentaram altos teores de óleo (TES) quando comparado com a média (Tabela 16 e 17).

No grupo II foram reunidos os acessos 002 (Petrolina/PE), 345 (Lavras lote 210/MG), 346 e 860 (Janaúba/MG), os quais apresentaram as maiores produções de óleo (POPTes), tendo em sua composição mais de 40 % de ácidos graxos monoinsaturados (AGM) (Tabela 18). A característica em questão é de grande importância para a qualidade do óleo para a produção de biodiesel, sendo interessante a escolha de acessos divergentes em outros caracteres de interesse agrônomo, que contenham maiores teores desses ácidos graxos na composição do óleo extraído de suas sementes.

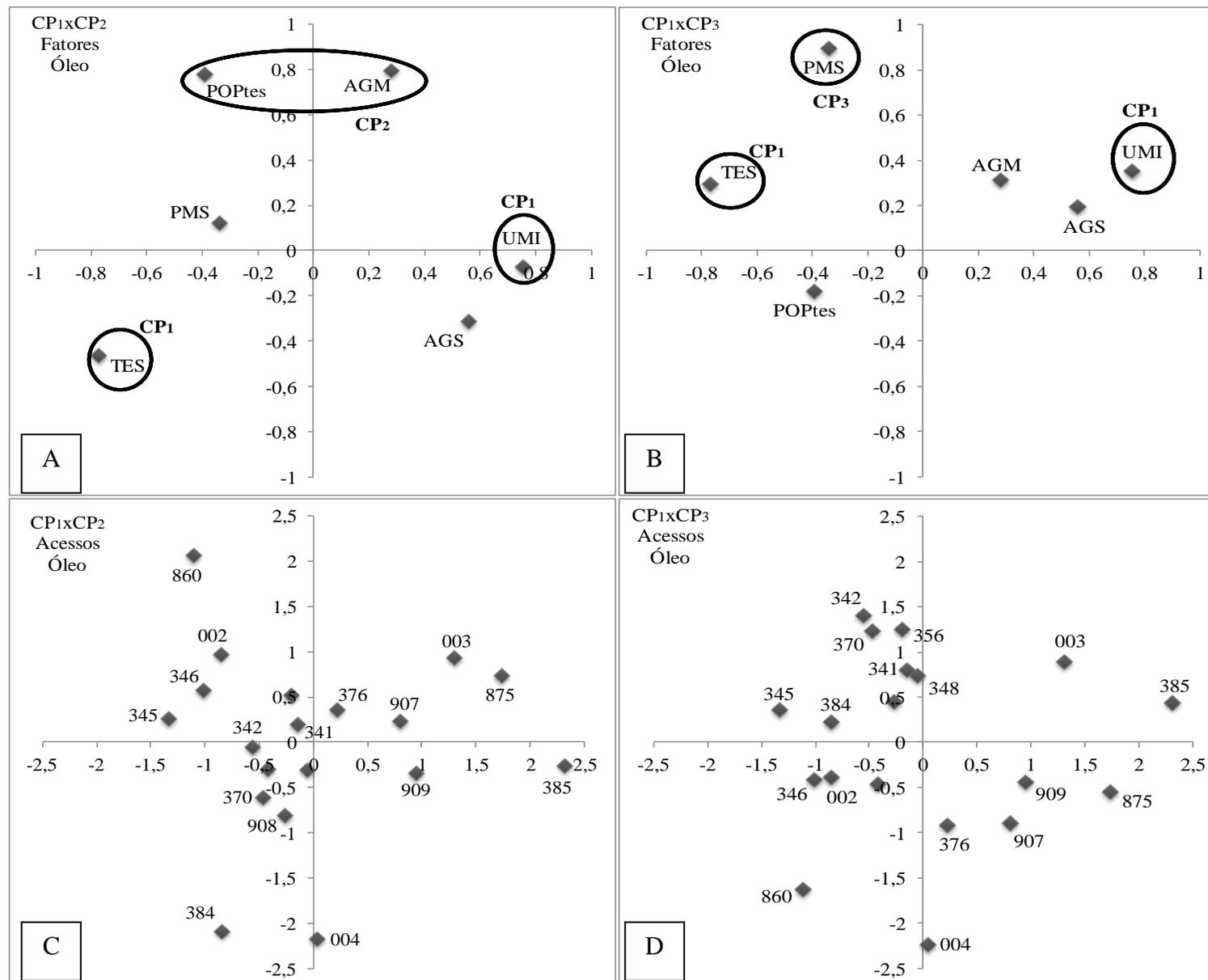


Figura 25. Representação gráfica dos resultados da análise dos componentes principais (ACP) de 19 acessos da coleção de *J. curcas* da UFRRJ, no 2º ano de produção de (2011/2012). Baseados nos autovetores de seis características. A e B – Distribuição das sete características e suas associações aos componentes principais, C e D – Distribuição dos acessos associados aos componentes principais. Os acessos marcados em vermelho foram os mais produtivos nos três anos de produção

5. CONCLUSÃO

Foi possível detectar variabilidade entre os 19 acessos de *J. curcas* avaliados quanto às características avaliadas neste capítulo. Características de importância agronômica para a cultura, como número de frutos por planta, número de sementes por planta, peso de sementes por planta, produção de óleo em base seca foram os caracteres que podem ser apontados como responsáveis pela maior variabilidade entre os acessos avaliados. O estudo das correlações das características associadas à produção e rendimento de óleo, e também de sua qualidade mostrou importantes resultados para melhor entendimento da fisiologia dessa cultura, principalmente no que diz respeito a características ligadas ao óleo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O melhoramento da espécie (*Jatropha curcas* L.) pode ter como alvo o alto rendimento de óleo, conteúdo de óleo, diminuição da toxicidade da semente, resistência a doenças e pragas entre outras características importantes para a obtenção de uma cultivar comercial produtiva. E isso pode ser obtido através de uma combinação de técnicas de melhoramento convencional bem como molecular. Além disso, existe uma necessidade de estudar variações moleculares nos acessos selecionados em programas de melhoramento desta espécie e aperfeiçoar práticas agronômicas para aumentar o rendimento desta em larga escala.

Muitos autores concordam que a análise da diversidade usando características morfoagronômicas ainda é relevante para a avaliação de recursos genéticos nos programas de melhoramento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOU-ARAB, A. A. & ABU-SALEM, F. M. 2010. Nutritional quality of *Jatropha curcas* seeds and effect of some physical and chemical treatments on their anti-nutritional factors. **African Journal of Food Science**, 4(3):93-103.
- ACHTEN, W. M. J.; NIELSEN, L. R.; AERTS, R.; LENGKEEK, A. G.; KJAER, E. D.; TRABUCCO, A.; HANSEN, J. K.; MAES, W. H.; GRAUDAL, L.; AKINNIFESI, F. K.; MUYS, B. 2010. Towards domestication of *Jatropha curcas*. **Biofuels**, 1(1):91-107.
- AGARWAL, D. & AGARWAL, A. K. 2007. Performance and emissions characteristics of *Jatropha* oil (Preheated and blends) in a direct injection compression ignition engine. **Applied Thermal Engineering**, 27:2314–2323.
- ALLEN, C. A. W.; WATTS, K. C.; ACKMAN, R. G.; PEGG, M. G. 1999. Predicting the viscosity of biodiesel fuels from their fatty acid ester composition. **Fuel**, 78:1319-26.
- AMARAL JÚNIOR, A. T. 1994. Análise multivariada e isoenzimática da divergência genética entre acessos de moranga (*Cucurbita maxima* Duchesne). **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Viçosa. 95p.
- ANDRADE, G. A.; CARAMORI, P. H.; CAVIGLIONE, J. H.; OLIVEIRA, D.; RIBEIRO, A. M. A. 2007. Zoneamento agroclimático para a cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, 15(2):178-183.
- ANJANI, K. 2011. Castor genetic resources: A primary gene pool for exploitation. **Industrial Crops and Products**, 35(1):1-14.
- ARRUDA, F. P.; BELTRÃO, N. E. M.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. 2004. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras**, 1(8):789-799.
- AUGUSTUS, G. D. P. S.; JAYABALAN M.; SEILER G.J. 2002. Evaluation and bioinduction of energy components of *Jatropha curcas*. **Biomass and Bioenergy**, 23:161-164.
- AZAM, M. M; WARIS, A.; NAHAR, N. M. 2005. Prospects and potential of FAME of some non-traditional seed oils for use as biodiesel in India. **Biomass and Bioenergy**, 29:293-302.
- BARCELOS, E. 2008. Biodiesel de dendê, uma alternativa ecológica. <http://www.biodieselbr.com/noticias/biodiesel/biodiesel-dende-alternativa-ecologica-07-07-08.htm> acesso em 20/03/2013 às 14:34h.
- BAKER, J. F., STEWART, T. S.; LONG, C. R.; CARTWRIGHT, T. C. 1988. Multiple regression and principal components analysis of puberty and growth in cattle. **Journal of Animal Science**, 66(9):2147-2158.
- BANAPURMATH, N. R.; TEWARI, P. G.; HOSMATH, R. S. 2008. Performance and emission characteristics of a DI compression ignition engine operated on

- CANDEIA, R. A.; SILVA, M. C. D.; CARVALHO FILHO, J. R.; BRASILINO, M. G. A.; BICUDO, T. C.; SANTOS, I. M. G.; SOUZA, A. G. 2009. Influence of soybean biodiesel content on basic properties of biodiesel diesel blends. **Fuel (Guildford)**, 88:738-743.
- CARVALHO, C. R.; CLARINDO, W. R.; PRACXA, M. M.; ARAÚJO, F. S.; CARELS, N. 2008. Genome size, base composition and karyotype of *Jatropha curcas* L., an important biofuel plant. **Plant Science**, 174:613–617.
- COELHO, C. M. M.; COIMBRA, J. L. M.; SOUZA, C. A.; BOGO, A.; GUIDOLIN, A. F. 2007. Diversidade genética em acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Rural**, 37(5):1241-1247.
- COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S.; ZAGONEL, G. F.; RAMOS, L. P. 2000. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de Soja usado em frituras. **Química Nova**, 23(4):531-537.
- CRUZ, C. D. 1990. Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas. **Tese (Doutorado)**. Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz-ESALQ, Piracicaba.
- CRUZ, C. D. & REGAZZI, A. J. 1997. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. UFV, 2º edição, 390 p.
- CRUZ, C. D. 2001. **Programa Genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 648p.
- CRUZ, C. D. & REGAZZI, A. J. 2002. **Modelos Biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2ª Ed. Viçosa, UFV, 390p.
- CRUZ, C. D. & CARNEIRO, P. C. S. 2003. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. UFV, Viçosa, 389p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. 2004. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. UFV, 3ª Ed. 480p.
- DAHER, R. F.; MORAES, C. F.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, A. V.; XAVIER, D. F. 1997. Seleção de caracteres morfológicos em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, 26(2):247-259.
- DEHGAN, B. 1984. Phylogenetic significance of interspecific hybridization in *Jatropha* (Euphorbiaceae). **Systematic Botany**, 9:467–478.
- DEVAPPA, R. K.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. 2010. Biodegradation of *Jatropha curcas* phorbol esters in soil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 90(12):2090-2097.
- DIAS, L. A. 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.; SOUZA, L. C. A.; OLIVEIRA, T. S.; PRETTI, L. A. 2007. **Cultivo de Pinhão-Manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível**. Editora UFV, Viçosa, MG. 40p.
- DRUMOND, M. A.; ANJOS, J. B.; PAIVA, L. E.; MORGADO, L. B.; REIS, E. M. 2007. Produção de pinhão manso no semiárido brasileiro, In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROENERGIA E BIOCMBUSTÍVEIS**, Teresina. Anais... Teresina: Embrapa Meio Norte. 1 CD-ROM.

- DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R.; MARTINS, J. C.; ANJOS, J. B.; EVANGELISTA, M. R. V. 2009. Desempenho agrônômico de genótipos de pinhão manso no semiárido pernambucano. **Ciência Rural**, 40(1):44-47.
- DURÃES, F. O. M.; LAVIOLA, B. G.; SUNDFELD, E.; MENDONÇA, S.; BHERING, L. L. 2009. Pesquisa, desenvolvimento e inovação em pinhão manso para produção de biocombustíveis. **Embrapa Agroenergia**, Brasília/DF (Série Documentos, 01).
- ELSTON, R. C. 1963. A weight free index for the purpose of ranking of selection with respect to several traits at a time. **Biometrics**, 19:85-97.
- FANGRUI, M. & HANNA, M. A. 1999. Biodiesel Production: a review. **Bioresource Technology**, 70(1):1-15.
- FARIAS, F. J. C. 2005. Índice de seleção em cultivares de algodoeiro herbáceo. **Tese de Doutorado**, Piracicaba. São Paulo.
- FRANCO, J.; CROSSA, J.; RIBAUT, J.; BERTRAN, J.; WARBURTON, M.; KHAIRALLAH, M. 2001. A method for combining molecular markers and phenotypic attributes for classifying plant genotypes. **Theoretical and Applied Genetics**, 103:944-952.
- GARCIA, A. A. F.; SOUZA JÚNIOR, C. L. 1999. Comparação de índices não paramétricos para seleção de cultivares. **Bragantia**, 58(2):253-267.
- GINWAL, H.; PHARTYAL, S.; RAWAT, P.; SRIVASTAVA, R. 2005. Seed source variation in morphology, germination and seedling growth of *Jatropha curcas* Linn. in central India. **Silvae Genetica**, 54:76-79.
- HAZEL, L. N. 1943. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, 28:476-490.
- HEIFFIG, L. S. & CÂMARA, G. M. S. 2006. Potencial da cultura do pinhão-manso como fonte de matéria-prima para o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel. In.: **Agronegócio de plantas oleaginosas: matérias-primas para biodiesel**, Câmara, G. M. S & Heiffig, L. S. (Eds.), 105-121p.
- HELLER, J. 1996. Physic nut. *Jatropha curcas* L. promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Gatersleben, Germany: **Institute of Plant Genetics and Crop Research and Rome: International Plant Genetic Resource Institute**, 66p.
- JOHNSON, T. S.; ESWARAN, N.; SUJATHA, M. 2011. Molecular approaches to improvement to *Jatropha curcas* Linn. as a sustainable energy crop. **Plant Cell Reports**, 30:1573-1591.
- JONGSCHAAP, R. E. E.; CORRÉ, W. J.; BINDRABAN, P. S.; BRANDENBURG, W. A. 2007. Claims and facts on *Jatropha curcas* L. **Plant Research International B.V.**, Wageningen, 42p. (Report 158).
- JUHÁSZ, A. C. P.; MORAIS, D. L. B.; SOARES, B. O.; PIMENTA, S.; RABELLO, H. O.; RESENDE, M. D. V. 2010. Parâmetros genéticos e ganho com seleção para populações de pinhão manso (*Jatropha curcas*). **Pesquisa Florestal Brasileira**, 30(61):25-35.
- KARASAWA, M.; RODRIGUES, R.; SUDRÉ, C. P.; SILVA, M. P.; RIVA, E. M.; AMARAL JÚNIOR, A. T. 2005. Aplicação de métodos de agrupamento na

- quantificação da divergência genética entre acessos de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, 23(4):1000-1005.
- KAUSHIK, N.; KUMAR, K.; KUMAR, S.; ROY, S. 2007. Genetic variability and divergence studies in seed traits and oil content of *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) accessions. **Biomass and Bioenergy**, 31:497–502.
- KELLEY, L. A.; GARDNER, S. P.; SUTCLIFFE, M. J. 1996. An automated approach for clustering an ensemble of NMR – derived protein structure into conformationally related subfamilies. **Protein Engineering**, 9(11):1063-1065.
- KING, A. J.; HE, W.; CUEVAS, J. A.; FREUDENBERGER, M.; RAMIARAMANANA, D.; GRAHAM, I. A. 2009. Potential of *Jatropha curcas* as a source of renewable oil and animal feed. **Journal of Experimental Botany**, 60(10):2897–2905.
- KNOTHE, G.; GERPEN, J. V.; KRAHL., J.; RAMOS,. L. P. 2006. **Manual do Biodiesel**. 1a Ed. São Paulo, 340p.
- KNOTHE, G. 2007. Some aspects of biodiesel oxidative stability. **Fuel Process Technology**, 88:669-677.
- KUMAR, M. S.; RAMESH, A.; NAGALINGAM, B. 2003. An experiment comparison of methanol and *Jatropha* oil in a CI engine. **Biomass and Bioenergy**, 25:309-318.
- KUMAR, A. & SHARMA, S. 2008. An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (*Jatropha curcas* L.): a review. **Industrial and Crops Products**, 28:1–10.
- KUMAR, R. V.; TRIPATHI, Y. K.; SHUKLA, P.; AHLAWAT, S. P.; GUPTA, V. K. 2009. Genetic diversity and relationships among germoplasm of *Jatropha curcas* L. revealed by RAPDs. **Trees – Structure and Function**, 23(5):1075-1079.
- KUMAR, S.; KUMARIA, S.; SHARMA, S. K.; RAO, S. R.; TANDON, P. 2011. Genetic diversity assessment of *Jatropha curcas* L. germplasm from Northeast India. **Biomass and Bioenergy**, 35:3063-3070.
- LAPUERTA, M.; ARMAS, O.; RODRIGUEZ-FERNANDEZ, J. 2008. Effect of biodiesel fuels emissions in diesel engines. **Progress in Energy and Combustion Science**, 34:198-223.
- LAVIOLA, B. G. & DIAS, L. A. S. 2008. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão manso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32:1969-1975.
- LAVIOLA, B. G.; ROSADO, T. B.; BHERING, L. L.; KOBAYASHI, A. K.; RESENDE, M. D. V. 2010. Genetic parameters and variability in physic nut accessions during early developmental stages. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 45(10):1117-1123.
- LAVIOLA, B. G.; BHERING, L. L.; MENDONÇA, S.; ROSADO, T. B.; ALBRECHT, J. C. 2011. Caracterização morfoagronômica do banco de germoplasma de pinhão manso na fase jovem. **Bioscience Journal**, 27(3):371-379.
- LAVIOLA, B. G.; ALVES, A. A.; GURGEL, F. L.; ROSADO, T. B.; ROCHA, R. B.; ALBRECHT, J. C. 2012A. Estimatives of genetic parameters for physic nut

- traits based in the germoplasm two years evaluation. **Ciência Rural**, 42(3):429-435.
- LAVIOLA, B. G.; ALVES, A. A.; GURGEL, F. L.; ROSADO, T. B.; COSTA, R. D.; ROCHA, R. B. 2012B. Estimate of genetic parameters and predicted gains with early selection of physic nut families. **Ciência e Agrotecnologia**, 36(2):163-170.
- MAKKAR, H. P. S.; FRANCIS, G.; BECKER, K. 2008A. Protein concentrate from *Jatropha curcas* screw-pressed seed cake and toxic and antinutritional factors in protein concentrate. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 88:1542-1548.
- MAKKAR, H. P. S.; HERRERA, M.; BECKER, K. 2008B. Variations in seed number per fruit, seed physical parameters and contents of oil, protein and phorbol ester in toxic and non-toxic genotypes of *Jatropha curcas*. **Journal of Plant Sciences**, 3:260-265.
- MARQUES, D. A. & FERRARI, R. A. 2008. O papel das novas biotecnologias no melhoramento genético do pinhão manso. **Biológico**, 70(2):65-67.
- MARTINEZ-HERRERA, J.; SIDDHURAJU, P.; FRANCIS, G.; DAVILA-ORTIZ, G.; BECKER, K. 2006. Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents, and effects of different treatments on their levels, in four provenances of *Jatropha curcas* L. from Mexico. **Food Chemistry**, 96:80-89.
- MARTORANO, L. G.; MATOS, R. M. B.; SILVA, E. M. R.; ANGELOCCI, I. R.; PEREIRA, F. A.; VILLA NOVA, N. A. 1997. Disponibilidade climática para cultivo da bananeira na região de Seropédica, Itaguaí-RJ. **In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, X**. Piracicaba: SBA, *Anais...*p.301-303.
- MELO, W. M. C.; VON PINHO, R. G.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, D. F. 2001. Utilização de caracteres morfoagronômicos e marcadores moleculares para avaliação da divergência genética entre híbridos de milho. **Revista Ceres**, 48(276):195-207.
- MINGOTI, S. A. 2005. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**, Editora UFMG, 1ª Ed. 295p.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA), Secretaria de Produção e Agroenergia. **Anuário Estatístico da Agroenergia 2010**.
- MISHRA, D. K. 2009. Selection of candidate plus phenotypes of *Jatropha curcas* L. using method of paired comparisons. **Biomass and Bioenergy**, 33:542-545.
- MODI, M. K.; REDDY, J. R.; RAO, B. V.; PRASAD, R. B. 2007. Lipase-mediated conversion of vegetable oils into biodiesel using ethyl acetate as acyl acceptor. **Bioresource Technology**, 98:1260-1264.
- MULAMBA, N. N. & MOCK, J. J. 1978. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, 7:40-51.
- NUNES, C. F. 2007. **Caracterização de frutos, sementes e plântulas e cultivo de embriões de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.)**. Dissertação de Mestrado – UFLA, 78p.

- NUNES, C. F.; SANTOS, D. N.; PASQUAL, M.; VALENTE, T. C. T. 2009. Morfologia externa de frutos, sementes e plântulas de pinhão manso. Notas Científicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 44(2):207-210.
- OLADELE, E. O. P. & OSHODI, A. A. 2008. Effect of fermentation on some chemical and nutritive properties of Berlandier Nettle spurge (*Jatropha cathartica*) and physic nut (*Jatropha curcas*) seeds. **Pakistan Journal of Nutrition**, 7: 292-296.
- OLIVEIRA, S. J. C.; FREIRE, M. A. O.; NASCIMENTO, J. J. V. R.; OLIVEIRA, M. I. P.; BELTRÃO, N. E. M. 2008. Injúrias provocadas pelo uso de urina de vaca em folhas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). In.: **III Congresso Brasileiro de Mamona, Energia e Ricinoquímica**, Salvador – BA.
- PAIVA NETO, V. B.; BRENHA, J. A. M.; FREITAS, F. B.; ZUFFO, M. C. R.; ALVAREZ, R. C. F. 2010. Aspectos da biologia reprodutiva de *Jatropha curcas* L. **Ciência e Agrotecnologia**, 34(3):558-563.
- PAIVA, A. L. C.; TEIXEIRA, R. F.; YAMAKI, M.; MENEZES, G. R. O.; LEITE, C. D. S. TORRES, R. A. 2010. Análise de componentes principais em características de produção de aves de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39(2):285-288.
- PANDEY, V. C.; SINGH, K.; SINGH, J. S.; KUMAR, A.; SINGH, B.; SINGH, R. P. 2012. *Jatropha curcas*: A potential biofuel plant for sustainable environmental development. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 16:2870-2883.
- PESEK, J. & BAKER, R. J. 1969. Desired improvement in relation to selected indices. **Canadian Journal of Plant Sciences**, 49:803-804.
- PILOTO, R.; SIERENS, R.; VERHELST, S. 2011. Ignition delay in a palm oil and rapeseed oil biodiesel fuelled engine and predictive correlations for the ignition delay period. **Fuel**, 90:766-772.
- PURCINO, A. A. & DRUMOND, O. A. 1986. **Pinhão manso**. Belo Horizonte, EPAMIG, 7p.
- QIBAO, S.; LINFENG, L.; YONG, L.; GUOJIANG, W.; XUEJUN, G. 2008. SSR and AFLP markers reveal low genetic diversity in the biofuel plant *Jatropha curcas* in China. **Crop Science**, 48:1865–1871.
- RAM, S. G.; PARTHIBAN, K. T.; KUMAR, R. S.; THIRUVENGADAM, V.; PARAMATHMA, M. 2008. Genetic diversity among *Jatropha* species as revealed by RAPD markers. **Genetic Resources and Crop Evolution**, 55:803-809.
- RAMOS, D. P.; CASTRO, A. F.; CAMARGO, M. N. 1973. Levantamento detalhado de solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Série Agronomia, 8:1-27.
- RANADE, S. A.; SRIVASTAVA, A. P.; RATA, T. S.; SRIVASTAVA, J.; TULI, R. 2008. Easy assessment of *Jatropha curcas* L. plants using two single-primer amplification reaction (SPAR) methods, **Biomass and Bioenergy**, 32(6):533-540.
- RAO, G. R.; KORWAR, G. R.; SHANKER, A. K.; RAMAKRISHNA, Y. S. 2008. Genetic associations, variability and diversity in seed characters, growth,

- reproductive phenology and yield in *Jatropha curcas* (L.) accessions. **Trees Structure and Function**, 22(5):697–709.
- RESENDE, M. D. V. 2002. Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes. **Embrapa Informação Tecnológica**, Brasília.
- RICCI, A.; CHEKHOVSKIY, K.; AZHAGUVEL, P.; ALBERTINI, E.; FALCINELLI, M.; SAHA, M. 2012. Molecular characterization of *Jatropha curcas* resources and identification of population-specific markers. **Bioenergy Research**, 5:215-224.
- ROCHA, R. B.; RAMALHO, A. R.; TEIXEIRA, A. L.; LAVIOLA, B. G.; SILVA, F. C. G.; MILITÃO, J. S. L. T. 2012. Eficiência da seleção para incremento do teor de óleo do pinhão manso. **Pesquisa Brasileira Agropecuária**, 47(1):44-50.
- RODRIGUES, L. S.; ANTUNES, I. F.; TEIXEIRA, M. G.; SILVA, J. B. 2002. Divergência genética entre cultivares locais e cultivares melhoradas de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37(9):1275-1284.
- RODRÍGUEZ, R. P.; PEREZ, L. G.; ALFONSO, M.; DUARTE, M.; CARO, R.; GALLE, J.; SIERENS, R.; VERHELST, S. 2011. Characterization of *Jatropha curcas* oils and their derived fatty acid ethyl esters obtained from two different plantations in Cuba. **Biomass and Bioenergy**, 35:4092-4098.
- ROSADO, T. B.; LAVIOLA, B. G.; FARIA, D. A.; PAPPAS, M. R.; BHERING, L. L.; QUIRINO, B.; GRATTAPAGLIA, D. 2010. Molecular markers reveal limited genetic diversity in a large germoplasm collection of the biofuel crop *Jatropha curcas* L. in Brazil. **Crop Science**, 50:2372-2382.
- SAETAE, D. & SUNTORNSUK, W. 2011. Toxic compound, anti-nutritional factors and functional properties of protein isolated from detoxified *Jatropha curcas* seed cake. **International Journal of Molecular Science**, 12:66-77.
- SANTOS, C. A. F. & ARAÚJO, F. P. 2001. Aplicação de índices para seleção de caracteres agronômicos de feijão-de-corda, **Ciência Agronômica**, 32(1-2):78-84.
- SANTOS, F. S.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; FREITAS JÚNIOR, S. P.; RANGEL, R. M.; PEREIRA, M. G. 2007. Predição de ganhos genéticos por índices de seleção na população de milho-pipoca UNB-2U sob seleção recorrente. **Bragantia**, 66(3):389-396.
- SATO, S.; HIRAKAWA, H.; ISOBE, S.; FUKAI, E.; WATANABE, A.; KATO, M.; KAWASHIMA, K.; MINAMI, H.; MURAKI, A.; NAKAZAKI, N.; TAKAHASHI, C.; NAKAYAMA, S.; KISHIDA, S.; KOHARA, M.; YAMADA, M.; TSURUOKA, H.; SASAMOTO, S.; TABATA, S.; AIZU, T.; TOYODA, A.; SHIN-I, S.; MINAKUCHI, S.; KOHARA, S.; FUJIYAMA, A.; TSUCHIMOTO, S.; KAJIYAMA, S.; MAKIGANO, S.; OHMIDO, N.; SHIBAGAKI, N.; CARTAGENA, J. .; WADA, N.; KOHINATA, T.; ATEFEH, A.; YUASA, S.; MATSUNAGA, S.; FUKUI, K. 2011. Sequence analysis of the genome of an oil-bearing tree, *Jatropha curcas* L. **DNA Research**, 18:65–76.

- SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. 2005A. Produção de oleaginosas para o biodiesel. **Informe Agropecuário**, 229(26):44-74.
- SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. 2005B. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). In: EPAMIG (Ed.) **Produção de Oleaginosas para Biodiesel**, 25(229):44-78.
- SAHOO, P. K. & DAS, L. M. 2009. Combustion analysis of *Jatropha*, *Karanja* and *Polanga* based biodiesel as fuel in a diesel engine. **Fuel**, 88:994-9.
- SHABANIMOFRAD, M.; RAFII, M. Y; MEGAT WAHAB, P. E.; BIABANI, A. R.; LATIF, M. A. 2013. Phenotypic, genotypic and genetic divergence found in 48 newly collected in Malaysian accessions of *Jatropha curcas* L. **Industrial Crops and Products**, 42:543-551.
- SHEN, J-L.; JIA, X-N.; NI, H-Q.; SUN, P-G.; NIU, S-H.; CHEN, X-Y. 2010. AFLP analysis of genetic diversity of *Jatropha curcas* grown in Hainan, China. **Trees – Structure and Function**, 24(3):455-462.
- SIRISOMBOON, P.; KITCHAIYA, P.; PHOLPHO, T.; MAHUTTANYAVANITCH, W. 2007. Physical and mechanical properties of *Jatropha curcas* L. fruits, nuts and kernels. **Biosystems Engineering**, 97:201–207.
- SMITH, H. F. 1936. A discriminant function for plant selection. **Annals of Eugenics**, 7:240-250.
- SOLOMON, A. J.; EZRADANAM, V. 2002. Pollination ecology and fruiting behavior in a monoecious species, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). **Current Science**, 83:1395-1398.
- SPINELLI, V. M.; ROCHA, R. B.; RAMALHO, MARCOLAN, A. R.; A. L.; VIEIRA, J. R.; FERNANDES, C. F.; MILITÃO, J. S. L. T.; DIAS, L. A. S. 2010. Componentes primários e secundários do rendimento de óleo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), **Ciência Rural**, 40:1752-1758.
- SRIVASTAVA, P.; BEHERA, S. K.; GUPTA, J.; JAMIL, S.; SINGH, N.; SHARMA, Y. K. 2011. Growth performance, variability in yield traits and oil content of selected accessions of *Jatropha curcas* L. growing in a large scale plantation site. **Biomass and Bioenergy**, 35:3936-3842.
- STRAPASSON, E.; VENCOSKY, R.; BATISTA, R. A. L. 2000. Seleção de descritores na caracterização de germoplasma de *Paspalum sp.* Por meio de componentes principais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29(2):373-381.
- SUBRAMANYAM, K.; RAO, D. M.; DEVANNA, N.; AVARINDA, A.; PANDURANGADU, V. 2010. Evaluation of genetic diversity among *Jatropha curcas* (L.) by RAPD analysis. **Indian Journal of Biotechnology**, 9:283-288.
- SUJATHA, M.; REDDY, T. P.; MAHASI, M. 2008. Role of biotechnological interventions in the improvement of castor (*Ricinus communis* L.) and *Jatropha curcas* L. **Biotechnology Advances**, 26(5):424–435.
- SUN, Q-B.; LI, L-F.; LI, Y.; WU, G-J.; GE, X-J. 2008. SSR and AFLP Markers Reveal Low Genetic Diversity in the Biofuel Plant *Jatropha curcas* in China. **Crop Science**, 48:1865–1871.

- SUNIL, N.; VARAPRASAD, K. S.; SIVARAJ, N.; KUMAR, T. S.; ABRAHAM, B.; ABRAHAM, R. B. N. 2008. Assessing *Jatropha curcas* L. germplasm in-situ - A case study. **Biomass and Bioenergy**, 32:198–202.
- TAPANES, N. O.; ARANDA, D. A. G.; CARNEIRO, J. W. M. 2006. Transesterificação dos glicerídeos do óleo de *Jatropha curcas* L. Estudo teórico. **I Congresso da Rede Brasileira de tecnologia do Biodiesel**, 241-246p.
- TATIKONDA, L.; WANI, S. P.; KANNAN, S.; BEERELLI, N.; SREEDEVI, T. K.; HOISINGTON, D. A.; DEVI, P.; VARSHNEY, R. K. 2009. AFLP-based molecular characterization of an elite germplasm collection of *Jatropha curcas* L., a biofuel plant. **Plant Science**, 176:505-513.
- TEIXEIRA, L. C. 2005. Potencialidades de oleaginosas para a produção de biodiesel. **Informe Agropecuário**, 229(26):18-27.
- VALGAS, R. A.; CHAVES NETO, A.; LAVORANTI, O. J.; SOUSA, V. A. 2010. Técnicas de agrupamento aplicadas no mapeamento da divergência genética de subpopulações de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze em Irati, Pr e Caçador, SC por marcadores isoenzimáticos. **Ciência e Natura**, 32(2):35-50.
- VIEIRA, S. 2006. **Análise de Variância (Anova)**. Editora Atlas, São Paulo, 203p.
- WANI, T. A.; KITCHLU, S.; RAM, G. 2012. 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**, 79:102–105.
- WILLIAMS, J. S. 1962. The evaluation of a selection index. **Biometrics**, 18:375-393.

APÊNDICES

CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL DA FITOTECNIA (UFRRJ): Coleção de Acessos de *Jatropha curcas* L.

16											X	900	991	910	911	912	930	931	932								16		
15	312	311	310	973	972	X	956	955	954		897	898	899	907	908	909	927	928	929		002	003	004	005	006	007	008		15
14	309	X	X	970	969	968	953	952	951		894	895	896	904	905	906	924	925	926		345	346	347	348	349	350	001		14
13	306	305	304	967	966	X	950	949	948		891	892	893	901	902	903	921	922	923		339	340	341	342	343	344	X		13
12	303	302	301	X	X	963	X	946	945		888	889	890	998	999	000	918	919	920		332	333	334	335	336	337	338		12
11	990	989	988	X	X	960	944	943	942		885	886	X	995	X	997	X	916	917		325	326	327	328	329	330	331		11
10	987	986	985	959	958	957	941	940	939		882	883	884	992	993	994	913	X	914		397	398	399	400	322	323	324		10
09	X	983	982	978	X	976	938	937	936		825	826	827	852	853	854	X	880	881		390	391	392	393	394	395	X		09
08	981	980	979	975	X	974	935	934	933		822	823	824	849	850	851	876	877	878									08	
07											819	820	821	X	847	848	873	874	875		383	384	385	386	387	388	389		07
06											816	817	818	X	844	845	870	871	872		376	377	378	379	380	381	382		06
05											813	814	815	840	X	842	867	868	869		369	370	371	372	373	374	375		05
04			EXPERIMENTO SOLOS								810	811	812	837	838	839	864	865	866		362	363	364	X	X	X	368		04
03											807	808	809	834	X	836	861	862	863		355	356	357	358	359	360	361		03
02											804	805	806	831	832	833	858	859	860		320	321	351	352	353	354	X		02
01											801	802	803	828	829	830	855	856	857		313	314	315	316	317	318	319		01
	ES	01	02	03	04	05	06	07	08	09	D1	01	02	03	04	05	06	07	08	09	D2	01	02	03	04	05	06	07	D3

Legenda da coloração:

Petrolina – rosa claro
 Janaúba – verde claro
 Dourados – azul claro
 Rio das Flores - vermelho
 MA – CNPS – 01 - vermelho claro
 Guapimirim – cinza claro
 Ribeirão Preto – preto

Rio Verde – verde escuro
 Saída Jaíba – laranja
 Lavras L0 – amarelo
 Lavras L 210 – marine
 Bom Jardim – cinza escuro
 Barra do Bugres - lilás

Apêndice I. Resultado do índice ‘Livre de Pesos’ e ‘Livre de Parâmetros’ proposto por Elston (1968) aplicado com todos os acessos do 1º ano de produção (2010). Sendo selecionados somente 20 acessos.

Acessos	AP	ω_1	MCER	ω_2	TEC	ω_3	PMS	ω_4	IND	ω_5	I = $\omega_1\omega_2\omega_3\omega_4\omega_5$
875	208,00	91,39	1,85	0,32	36	28,96	0,74	0,25	1192,48	1168,43	246532,44
874	183,00	66,39	2,42	0,89	36	28,96	0,68	0,19	368,55	344,50	110193,54
346	245,00	128,39	1,85	0,32	45	37,96	0,66	0,17	442,54	418,49	109490,72
872	186,00	69,39	1,71	0,18	45	37,96	0,75	0,26	311,66	287,61	35076,36
832	161,00	44,39	2,00	0,47	21	13,96	0,81	0,32	247,47	223,42	20952,69
863	194,00	77,39	2,00	0,47	35	27,96	0,77	0,28	76,78	52,73	15125,66
348	190,00	73,39	2,28	0,75	24	16,96	0,74	0,25	74,34	50,29	11879,72
932	200,00	83,39	1,85	0,32	15	7,96	0,85	0,36	164,92	140,87	10721,87
002	192,00	75,39	1,71	0,18	17	9,96	0,68	0,19	280,71	256,66	6463,03
362	169,00	52,39	1,71	0,18	15	7,96	0,85	0,36	146,57	122,52	3267,71
370	154,00	37,39	1,85	0,32	19	11,96	0,80	0,31	92,54	68,49	2998,67
005	180,00	63,39	2,00	0,47	23	15,96	0,69	0,20	50,50	26,45	2527,80
398	158,00	41,39	1,00	-0,53	0	-7,04	0,00	-0,49	0,00	-24,05	1819,93
821	52,00	-64,61	1,85	0,32	0	-7,04	0,00	-0,49	0,00	-24,05	1715,27
992	64,00	-52,61	1,85	0,32	0	-7,04	0,00	-0,49	0,00	-24,05	1396,70
306	98,00	-18,61	2,42	0,89	0	-7,04	0,00	-0,49	0,00	-24,05	1374,11
970	90,00	-26,61	2,14	0,61	0	-7,04	0,00	-0,49	0,00	-24,05	1346,66
330	140,00	23,39	0,85	-0,68	0	-7,04	0,00	-0,49	0,00	-24,05	1319,54
919	68,00	-48,61	1,85	0,32	0	-7,04	0,00	-0,49	0,00	-24,05	1290,50
328	178,00	61,39	1,28	-0,25	0	-7,04	0,00	-0,49	0,00	-24,05	1273,27

AP – Altura de Plantas (cm); MCER – Média do Comprimento do Entrenó do Ramo (cm); TEC – Tempo de Colheita (dias); PMS – Peso Médio de Sementes (g); IND – Maior Produção em Menor Tempo de Colheita (g); ω – Estimativas dos valores para cada característica; I – Índice “Livre de Pesos” e “Livre de Parâmetros” proposto por Elston (1968).

Apêndice II. Resultado do índice ‘Livre de Pesos’ e ‘Livre de Parâmetros’ proposto por Elston (1968) aplicado com todos os acessos do 2º ano de produção (2010/2011). Sendo selecionados 20 acessos.

Acessos	AP	ω_1	DCA	ω_2	MCER	ω_3	TEC	ω_4	PMS	ω_5	PSP	ω_6	IND	ω_7	$I = \omega_1\omega_2\omega_3..$
986	83,00	-67,30	4,70	-2,54	1,85	0,72	0	-77,36	0,00	-0,58	0,00	-50,12	0,00	-230,12	63692920,00
989	89,00	-61,30	4,30	-2,94	1,71	0,58	0	-77,36	0,00	-0,58	0,00	-50,12	0,00	-230,12	54093574,53
002	247,00	96,70	11,00	3,76	1,28	0,15	159	81,64	0,64	0,06	270,09	219,97	715,14	485,02	29236174,22
850	103,00	-47,30	5,00	-2,24	1,00	-0,13	1	-76,36	0,74	0,16	70,86	20,74	6802,56	6572,44	22670147,81
985	87,00	-63,30	5,40	-1,84	1,42	0,29	0	-77,36	0,00	-0,58	0,00	-50,12	0,00	-230,12	17479516,41
959	75,00	-75,30	4,50	-2,74	1,28	0,15	0	-77,36	0,00	-0,58	0,00	-50,12	0,00	-230,12	16015727,85
970	119,00	-31,30	5,62	-1,62	1,71	0,58	0	-77,36	0,00	-0,58	0,00	-50,12	0,00	-230,12	15219389,37
957	109,00	-41,30	6,20	-1,04	1,71	0,58	0	-77,36	0,00	-0,58	0,00	-50,12	0,00	-230,12	12892028,79
958	102,00	-48,30	5,60	-1,64	1,42	0,29	0	-77,36	0,00	-0,58	0,00	-50,12	0,00	-230,12	11887727,99
983	86,00	-64,30	5,00	-2,24	1,28	0,15	0	-77,36	0,00	-0,58	0,00	-50,12	0,00	-230,12	11180471,85
854	80,00	-70,30	6,40	-0,84	1,44	0,31	1	-76,36	0,00	-0,58	0,00	-50,12	0,00	-230,12	9350948,09
966	133,00	-17,30	5,80	-1,44	1,57	0,44	0	-77,36	0,00	-0,58	0,00	-50,12	0,00	-230,12	5672456,24
003	277,00	126,70	10,50	3,26	1,28	0,15	160	82,64	0,66	0,08	186,03	135,91	329,04	98,92	5324429,71
872	210,00	59,70	9,10	1,86	1,57	0,44	150	72,64	0,60	0,02	205,95	155,83	468,19	238,07	3154602,77
874	210,00	59,70	10,50	3,26	1,00	-0,13	150	72,64	0,48	-0,10	155,46	105,34	334,76	104,64	1999430,59
869	180,00	29,70	8,00	0,76	1,28	0,15	156	78,64	0,65	0,07	263,07	212,95	681,28	451,16	1820426,82
929	135,00	-15,30	4,70	-2,54	1,42	0,29	144	66,64	0,82	0,24	6,52	-43,60	0,36	-229,76	1768001,82
946	97,00	-53,30	5,10	-2,14	1,00	-0,13	1	-76,36	0,70	0,12	2,79	-47,33	11,16	-218,96	1378762,33
875	215,00	64,70	10,40	3,16	1,00	-0,13	148	70,64	0,53	-0,05	164,25	114,13	344,04	113,92	1224455,71
975	128,00	-22,30	6,00	-1,24	1,42	0,29	1	-76,36	0,70	0,12	23,06	-27,06	760,98	530,86	1044889,56

AP- Altura de Planta (cm); DCA – Diâmetro do Caule (cm); MCER – Média do Comprimento do Entrenó do Ramo (cm); TEC – Tempo de Colheita (dias); PMS – Peso Médio de Sementes (g); PSP – Peso de Sementes por Planta (g); IND – Maior Produção em Menor Tempo de Colheita(g); ω – Estimativas dos valores para cada característica; I – Índice “Livre de Pesos” e “Livre de Parâmetros” proposto por Elston (1968).

Apêndice III. Resultado do índice ‘Livres de Pesos’ e ‘Livres de Parâmetros’ proposto por Elston (1968) aplicado com todos os acessos do 3º ano de produção (2011/2012). Sendo selecionados 20 acessos.

Acessos	AP	ω_1	MCER	ω_2	TEC	ω_3	PSP	ω_4	PMS	ω_5	IND	ω_6	I = $\omega_1\omega_2\omega_3..$
916	103	-85,05	1,86	0,34	0	-72,32	824,26	633,65	0,00	-1,35	0,00	-2511,49	4455140034,06
346	296	107,95	1,14	-0,38	137	64,68	424,98	234,37	0,69	-0,66	13284,43	10772,94	4382019750,81
959	77	-111,05	0,86	-0,66	0	-72,32	0,00	-190,61	0,00	-1,35	0,00	-2511,49	3440391167,32
963	77	-111,05	0,86	-0,66	0	-72,32	2,45	-188,16	0,00	-1,35	0,00	-2511,49	3396170201,16
997	95	-93,05	1,00	-0,52	0	-72,32	0,00	-190,61	0,00	-1,35	0,00	-2511,49	2261460683,20
943	85	-103,05	0,86	-0,66	0	-72,32	61,82	-128,79	0,00	-1,35	0,00	-2511,49	2157117087,52
945	89	-99,05	0,86	-0,66	1	-71,32	4,21	-186,40	0,46	-0,89	0,46	-2511,03	1950624034,14
989	86	-102,05	1,14	-0,38	0	-72,32	0,00	-190,61	0,00	-1,35	0,00	-2511,49	1798822107,88
305	60	-128,05	1,00	-0,52	1	-71,32	0,00	-190,61	0,57	-0,79	2,26	-2509,23	1782994774,21
990	61	-127,05	1,14	-0,38	0	-72,32	62,16	-128,45	0,00	-1,35	0,00	-2511,49	1509170488,49
860	260	71,95	1,71	0,19	158	85,68	41,09	-149,52	0,76	-0,59	16425,16	13913,67	1476444901,04
957	112	-76,05	1,14	-0,38	0	-72,32	2,59	-188,02	0,00	-1,35	0,00	-2511,49	1322308509,64
304	87	-101,05	1,29	-0,23	0	-72,32	3,63	-186,98	0,00	-1,35	0,00	-2511,49	1085427750,05
985	89	-99,05	1,29	-0,23	0	-72,32	0,00	-190,61	0,00	-1,35	0,00	-2511,49	1084600020,96
986	78	-110,05	1,14	-0,38	1	-71,32	0,00	-190,61	0,60	-0,75	29,47	-2482,02	1048314211,29
301	105	-83,05	1,00	-0,52	1	-71,32	4,73	-185,88	0,61	-0,74	30,03	-2481,46	1047239270,06
302	101	-87,05	1,29	-0,23	0	-72,32	7,63	-182,98	0,00	-1,35	0,00	-2511,49	915043722,53
312	78	-110,05	1,00	-0,52	0	-72,32	128,70	-61,91	0,00	-1,35	0,00	-2511,49	868716026,71
960	61	-127,05	1,00	-0,52	0	-72,32	139,99	-50,62	0,00	-1,35	0,00	-2511,49	820018769,43
944	76	-112,05	1,29	-0,23	1	-71,32	4,13	-186,48	0,54	-0,82	2,14	-2509,35	714036007,32

AP- Altura de Planta (cm); DCA – Diâmetro do Caule (cm); MCER – Média do Comprimento do Entrenó do Ramo (cm); TEC – Tempo de Colheita (dias); SED – Sementes por Dia; PMS – Peso Médio de Sementes (g); IND – Maior Produção em Menor Tempo de Colheita (g); ω – Estimativas dos valores para cada característica; I – Índice “Livres de Pesos” e “Livres de Parâmetros” proposto por Elston (1968).

Apêndice IV. Resultado da aplicação do índice de seleção proposto por Mulamba & Mock (1973) para todos os acessos no 1º ano de produção (2010). Foram selecionados os 20 primeiros acessos.

Acessos	AP	R1	MCER	R2	TEC	R3	PMS	R4	IND	R5	Soma R
356	196,00	9	2,00	31	7	10	0,80	15	19,31	39	104
007	189,00	15	2,14	14	9	13	0,62	48	79,86	18	108
348	190,00	14	2,28	8	24	39	0,74	26	74,34	21	108
874	183,00	18	2,42	4	36	45	0,68	38	368,55	5	110
932	200,00	7	1,85	72	15	24	0,85	3	164,92	11	117
860	187,00	16	2,28	11	10	15	0,70	33	10,04	46	121
832	161,00	43	2,00	35	21	33	0,81	11	247,47	8	130
863	194,00	10	2,00	37	35	44	0,77	21	76,78	20	132
005	180,00	22	2,00	26	23	37	0,69	35	50,50	27	147
875	208,00	5	1,85	67	36	46	0,74	29	1192,48	1	148
346	245,00	2	1,85	52	45	50	0,66	42	442,54	4	150
337	167,00	36	1,85	49	1	1	0,74	28	18,50	40	154
357	153,00	59	2,00	32	1	2	0,81	12	7,29	50	155
362	169,00	32	1,71	89	15	23	0,85	4	146,57	12	160
885	144,00	69	2,00	39	10	16	0,77	20	84,15	17	161
002	192,00	11	1,71	81	17	27	0,68	39	280,71	7	165
342	178,00	24	1,85	51	16	25	0,71	32	34,55	33	165
370	154,00	54	1,85	53	19	31	0,80	17	92,54	15	170
923	148,00	63	2,14	22	13	19	0,68	36	17,06	41	181
828	154,00	56	1,85	65	14	21	0,80	16	44,64	30	188

AP- Altura de Planta (cm); MCER – Média do Comprimento do Entrenó do Ramo (cm); TEC – Tempo de Colheita (dias); FRD – Frutos por Dia; PMS – Peso Médio de Sementes (g); IND – Maior Produção em Menor Tempo de Colheita (g); R – classificação dos postos ou ‘ranks’.

Apêndice V. Resultado da aplicação do índice de seleção proposto por Mulamba & Mock (1973) para todos os acessos no 2º ano de produção (2010/2011). Foram selecionados os 20 primeiros acessos.

Acessos	AP	R1	DCA	R2	MCER	R3	TEC	R4	PMS	R5	PSP	R6	IND	R7	Soma R
002	247,00	2	11,00	2	1,28	46	159	193	0,64	122	270,09	2	715,14	14	381,00
806	175,00	68	9,60	16	2,00	1	148	120	0,76	22	80,10	54	57,37	105	386,00
003	277,00	1	10,50	5	1,28	47	160	197	0,66	105	186,03	7	329,04	29	391,00
364	225,00	6	13,21	1	1,85	3	155	179	0,62	141	143,76	20	214,25	46	396,00
858	200,00	31	9,70	12	1,00	139	150	164	0,96	1	179,09	8	222,07	43	398,00
872	210,00	22	9,10	25	1,57	21	150	167	0,60	153	205,95	5	468,19	21	414,00
860	215,00	11	9,70	13	1,57	20	156	186	0,56	182	506,14	1	2907,06	5	418,00
386	177,00	66	9,80	11	1,57	16	149	142	0,68	84	109,09	33	117,14	69	421,00
345	243,00	3	9,40	20	1,14	83	151	170	0,65	111	169,84	10	292,44	33	430,00
344	204,00	26	10,70	4	1,28	53	149	138	0,63	136	130,95	24	183,68	52	433,00
338	167,00	84	8,40	54	1,00	117	35	68	0,75	25	80,45	52	245,95	40	440,00
932	220,00	8	8,50	48	1,28	69	144	117	0,66	101	110,47	32	128,11	66	441,00
356	190,00	41	8,50	44	0,85	172	109	81	0,70	65	163,67	14	352,87	25	442,00
831	200,00	30	8,60	41	1,43	27	148	126	0,67	91	84,80	49	72,19	92	456,00
346	210,00	17	9,10	24	1,14	84	155	176	0,63	133	217,40	4	485,29	20	458,00
355	230,00	5	8,90	29	1,14	87	159	195	0,65	116	190,98	6	354,33	24	462,00
337	187,00	53	7,40	113	1,28	52	141	97	0,69	75	130,51	25	175,86	54	469,00
376	190,00	44	9,60	15	1,28	55	140	91	0,51	193	123,69	27	215,57	45	470,00
320	160,00	95	6,90	143	1,14	80	141	93	0,81	10	167,74	11	247,45	39	471,00
828	178,00	64	8,50	45	1,28	60	102	79	0,67	94	80,44	53	94,64	79	474,00

AP- Altura de Planta (cm); DCA – Diâmetro do Caule (cm); MCER – Média do Comprimento do Entrenó do Ramo (cm); TEC – Tempo de Colheita (dias); PMS – Peso Médio de Sementes (g); PSP –Peso de Sementes por Planta (g); IND – Maior Produção em Menor Tempo de Colheita (g); R – classificação dos postos ou ‘ranks’.

Apêndice VI. Resultado da aplicação do índice de seleção proposto por Mulamba & Mock (1973) para todos os acessos no 3º ano de produção (2011/2012). Foram selecionados os 20 primeiros acessos.

Acessos	AP	R1	MCER	R2	TEC	R3	PMS	R4	PSP	R5	IND	R6	Soma R
328	240	35	2,00	13	35	76	1,45	140	549,45	23	12543,16	8	295
804	210	104	2,14	9	17	49	1,53	84	442,84	46	17635,45	4	296
825	232	54	1,71	75	53	85	1,49	102	642,81	16	11801,02	10	342
342	240	36	1,71	61	126	106	1,49	106	523,25	28	3230,86	28	365
004	190	153	1,71	57	16	41	1,49	108	463,61	38	19993,18	3	400
340	190	154	2,00	14	12	33	1,47	130	311,82	76	11875,15	9	416
351	300	1	1,86	27	162	252	1,53	81	479,35	35	2171,87	41	437
930	218	92	2,14	11	24	62	1,41	167	239,05	90	3356,66	26	448
912	270	7	1,86	48	131	122	1,36	215	527,54	26	2907,51	31	449
906	194	146	1,86	47	27	67	1,64	31	164,37	110	1643,70	60	461
345	248	24	1,43	150	57	86	1,37	202	1391,20	2	48155,05	2	466
353	250	22	2,00	15	157	216	1,56	67	338,90	67	1144,06	79	466
908	230	58	1,43	178	35	78	1,48	123	548,95	24	12704,27	7	468
002	260	14	1,71	56	144	137	1,30	242	824,26	7	6153,33	14	470
857	290	5	2,00	18	145	141	1,32	230	455,38	42	1909,46	49	485
905	228	65	2,00	25	35	77	1,59	51	88,62	154	354,48	123	495
888	202	135	2,00	21	1	7	1,67	23	23,42	220	913,38	90	496
849	233	52	1,71	84	137	129	1,50	95	340,84	66	1278,77	72	498
352	260	15	1,71	111	157	215	1,55	73	455,01	43	2048,99	46	503
858	253	21	2,14	10	158	242	1,36	218	903,31	5	7043,53	12	508

AP- Altura de Planta (cm); MCER – Média do Comprimento do Entenó do Ramo (cm); TEC – Tempo de Colheita (dias); PMS – Peso Médio de Sementes (g); PSP –Peso de Sementes por Planta (g); IND – Maior Produção em Menor Tempo de Colheita (g); R – classificação dos postos ou ‘ranks’.

Apêndice VII. Dados dos caracteres morfoagronômicos avaliados em todos os acessos contidos na coleção de pinhão manso da UFRRJ. A média, desvio padrão, amplitude e coeficiente de variação foram avaliados para 10 caracteres analisados na 1ª produção (ano de 2010).

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
000	Dourados	70	5,70	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
001	Barra dos Bugres	110	6,40	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
002	Petrolina	192	8,90	1,71	28	84	17	4,94	56,81	0,68	280,71
003	Barra dos Bugres	250	9,50	1,42	19	48	22	2,18	36,03	0,75	78,61
004	Saída Jaíba	140	6,30	1,82	15	34	17	2,00	24,87	0,73	49,74
005	Lavras lote-0	180	7,50	2,00	15	41	23	1,78	28,33	0,69	50,50
006	Ribeirão Preto	120	5,90	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
007	Guapimirim	189	8,30	2,14	12	34	9	3,78	21,14	0,62	79,86
008	MA-01-CNPS	107	5,90	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
301	Petrolina	47	4,40	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
302	Petrolina	77	4,30	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
303	Petrolina	59	3,70	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
304	Petrolina	66	4,60	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
306	Petrolina	98	5,20	2,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
309	Petrolina	75	5,40	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
313	MA-01-CNPS	103	5,50	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
314	Janaúba	97	6,30	2,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
315	Guapimirim	109	6,40	2,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
316	Bom Jardim	119	7,50	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
317	Dourados	63	6,80	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
318	Rio Verde	109	6,60	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
319	Barra dos Bugres	86	5,50	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
320	Saída Jaíba	119	5,70	1,42	2	4	6	0,67	2,57	0,64	1,71
321	Rio das Flores	148	5,60	1,28	9	29	14	2,07	25,50	0,88	52,82
322	Janaúba	102	6,40	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
323	Ribeirão Preto	78	5,30	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
324	Guapimirim	117	7,20	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
325	Rio das Flores	126	7,00	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
326	Rio Verde	122	6,60	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
327	Janaúba	72	4,20	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
328	Lavras 210	178	7,40	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
329	Petrolina	96	6,20	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
330	Lavras 0	140	6,80	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
331	MA-01-CNPS	128	7,40	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
332	Lavras 0	130	8,60	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
333	Dourados	135	8,40	2,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
334	Guapimirim	117	7,20	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
335	Ribeirão Preto	157	7,80	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
336	Guapimirim	98	5,60	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
337	Dourados	167	6,40	1,85	2	5	1	5,00	3,70	0,74	18,50
338	Lavras 0	130	7,50	2,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
339	Rio Verde	126	7,40	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
340	Saída Jaíba	100	5,40	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
341	Guapimirim	135	5,80	2,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
342	MA-01-CNPS	178	7,90	1,85	13	28	16	1,75	19,74	0,71	34,55
343	Rio das Flores	156	7,50	2,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
344	Barra dos Bugres	140	7,10	2,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
345	Lavras 210	161	7,60	2,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
346	Janaúba	245	9,10	1,85	65	174	45	3,87	114,45	0,66	442,54
347	Ribeirão Preto	177	7,60	2,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
348	Bom Jardim	190	9,40	2,28	21	49	24	2,04	36,41	0,74	74,34
349	Petrolina	110	7,20	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
350	Dourados	137	7,20	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
351	Ribeirão Preto	120	6,10	2,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
352	Barra dos Bugres	111	6,40	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
353	Petrolina	128	6,70	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
354	Lavras 0	166	7,50	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
355	Bom Jardim	153	7,60	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
356	MA-01-CNPS	196	8,20	2,00	5	13	7	1,86	10,40	0,80	19,31
357	Lavras lote-210	153	7,30	2,00	1	3	1	3,00	2,43	0,81	7,29
358	Janaúba	88	4,00	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
359	Barra dos Bugres	88	5,70	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
360	Dourados	50	4,30	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
361	Guapimirim	81	5,70	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
362	Rio das Flores	169	5,20	1,71	18	51	15	3,40	43,11	0,85	146,57
363	Petrolina	112	6,10	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
364	Rio Verde	147	7,30	2,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
369	Janaúba	120	6,40	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
370	Guapimirim	154	8,90	1,85	18	47	19	2,47	37,41	0,80	92,54
371	MA-01-CNPS	181	7,70	1,14	4	12	11	1,09	9,23	0,77	10,07
372	Bom Jardim	112	5,70	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
373	Saída Jaíba	88	5,60	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
374	Laras 210	82	5,40	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
376	Petrolina	158	8,90	2,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
377	Barra dos Bugres	121	6,70	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
378	Lavras 0	113	7,20	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
379	Dourados	94	7,10	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
380	Rio das Flores	106	6,60	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
383	Rio Verde	154	8,90	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
384	Saída Jaíba	123	7,50	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
385	Janaúba	136	7,00	1,28	18	37	21	1,76	18,52	0,50	32,63
386	Bom Jardim	130	8,00	2,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
387	Ribeirão Preto	119	7,00	2,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
388	Guapimirim	98	6,10	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
389	Dourados	79	4,60	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
390	Bom Jardim	128	6,30	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
391	Saída Jaíba	106	7,30	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
392	Rio das Flores	134	6,50	2,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
393	Dourados	124	6,70	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
394	MA-01-CNPS	114	6,70	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
395	Rio Verde	97	6,40	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
397	Dourados	96	5,20	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
398	Petrolina	158	7,50	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
399	Lavras 0	164	8,30	2,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
400	Bom Jardim	94	7,00	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
801	Dourados	132	6,00	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
802	Dourados	156	7,00	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
803	Dourados	147	8,10	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
804	Dourados	158	6,40	1,28	2	6	3	2,00	4,18	0,70	8,36
805	Dourados	150	7,50	1,42	4	12	7	1,71	9,92	0,83	17,01
806	Dourados	156	7,20	2,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
807	Dourados	132	7,70	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
808	Dourados	131	6,60	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
809	Dourados	126	6,90	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
810	Dourados	100	6,40	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
811	Dourados	72	5,00	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
812	Dourados	117	5,70	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
813	Dourados	107	7,80	2,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
814	Dourados	105	6,40	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
815	Dourados	58	4,40	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
816	Dourados	78	5,20	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
817	Dourados	59	4,10	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
818	Dourados	61	4,70	1,2	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
819	Dourados	132	6,50	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
820	Dourados	90	5,60	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
821	Dourados	52	4,20	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
822	Dourados	137	6,80	1,42	1	2	1	2,00	1,49	0,75	2,98
823	Dourados	169	8,50	1,71	13	20	10	2,00	12,95	0,65	25,90
824	Dourados	134	8,10	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
825	Dourados	174	8,10	1,42	18	48	22	2,18	25,14	0,52	54,85
826	Dourados	96	5,70	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
827	Dourados	100	6,70	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
828	Petrolina	154	7,10	1,85	10	28	14	2,00	22,32	0,80	44,64
829	Petrolina	100	6,30	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
830	Petrolina	118	6,70	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
831	Petrolina	173	8,40	1,42	40	94	37	2,54	77,42	0,82	196,69
832	Petrolina	161	6,50	2,00	31	80	21	3,81	64,96	0,81	247,47

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
833	Petrolina	129	5,80	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
834	Petrolina	165	6,60	2,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
835	Petrolina	168	7,50	1,42	12	42	17	2,47	35,95	0,86	88,82
836	Petrolina	182	8,30	1,28	67	191	48	3,98	155,21	0,81	617,61
837	Petrolina	62	3,30	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
838	Petrolina	64	4,60	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
839	Petrolina	33	3,80	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
840	Petrolina	53	4,10	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
842	Petrolina	131	6,60	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
844	Petrolina	44	3,50	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
845	Petrolina	43	3,30	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
847	Petrolina	66	3,70	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
848	Petrolina	114	6,70	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
849	Petrolina	137	7,00	2,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
850	Petrolina	83	5,30	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
851	Petrolina	105	6,40	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
852	Petrolina	91	6,30	1,91	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
853	Petrolina	106	6,40	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
854	Petrolina	64	6,20	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
855	Janaúba	82	4,90	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
856	Janaúba	105	5,70	2,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
857	Janaúba	217	8,00	1,14	18	50	22	2,27	31,28	0,63	71,09
858	Janaúba	177	9,60	1,14	35	91	48	1,90	54,54	0,60	103,40
859	Janaúba	210	7,80	1,42	23	62	43	1,44	49,86	0,80	71,89
860	Janaúba	187	10,40	2,28	5	12	10	1,20	8,37	0,70	10,04
861	Janaúba	192	7,60	1,00	38	111	41	2,71	62,61	0,56	169,51
862	Janaúba	110	6,80	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
863	Janaúba	194	8,90	2,00	20	59	35	1,69	45,55	0,77	76,78
864	Janaúba	125	6,80	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
865	Janaúba	98	5,60	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
867	Janaúba	89	6,40	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
868	Janaúba	76	4,90	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
869	Janaúba	146	7,90	1,57	7	21	8	2,63	17,27	0,82	45,33
870	Janaúba	127	5,60	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
871	Janaúba	119	5,30	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
872	Janaúba	186	7,10	1,71	53	137	45	3,04	102,37	0,75	311,66
873	Janaúba	154	8,00	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
874	Janaúba	183	9,20	2,42	54	140	36	3,89	94,77	0,68	368,55
875	Janaúba	208	9,30	1,85	76	241	36	6,69	178,13	0,74	1192,48
876	Janaúba	169	9,70	2,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
877	Janaúba	173	7,40	1,28	15	33	23	1,43	26,51	0,80	38,04
878	Janaúba	155	8,20	1,42	8	24	11	2,18	18,79	0,78	41,00
880	Janaúba	54	4,70	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
881	Janaúba	38	3,70	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
882	Janaúba	108	6,10	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
883	Janaúba	146	6,80	1,42	5	16	3	5,33	13,01	0,81	69,39
884	Janaúba	127	7,60	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
885	Janaúba	144	8,30	2,00	11	33	10	3,30	25,50	0,77	84,15
886	Janaúba	101	4,50	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
888	Janaúba	126	6,40	2,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
889	Janaúba	123	7,30	2,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
890	Janaúba	119	6,80	2,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
891	Janaúba	147	4,90	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
892	Janaúba	114	5,40	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
893	Janaúba	114	4,70	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
894	Janaúba	128	6,80	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
895	Janaúba	130	6,70	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
896	Janaúba	53	4,10	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
897	Janaúba	117	5,20	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
898	Janaúba	105	5,20	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
899	Janaúba	176	6,90	1,42	38	127	16	7,94	99,29	0,78	788,11
900	Janaúba	192	7,80	1,42	1	3	1	3,00	1,78	0,59	5,34
901	Dourados	110	6,00	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
902	Dourados	99	6,00	2,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
903	Dourados	112	5,5	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
904	Dourados	73	4,90	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
905	Dourados	115	6,30	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
906	Dourados	121	6,50	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
907	Dourados	178	8,60	1,71	4	15	14	1,07	9,87	0,66	10,58
908	Dourados	201	7,90	1,71	13	36	25	1,44	22,98	0,64	33,09
909	Dourados	167	7,60	1,71	16	44	45	0,98	24,06	0,55	23,53
910	Dourados	140	8,00	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
911	Dourados	158	7,40	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
912	Dourados	199	8,80	1,71	16	35	28	1,25	25,93	0,74	32,41
913	Petrolina	30	2,90	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
914	Petrolina	95	5,30	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
916	Petrolina	71	4,10	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
917	Petrolina	118	5,50	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
918	Petrolina	58	3,80	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
919	Petrolina	68	4,60	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
920	Petrolina	158	6,90	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
921	Petrolina	57	4,40	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
922	Petrolina	55	3,80	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
923	Petrolina	148	6,90	2,14	7	18	13	1,38	12,32	0,68	17,06
924	Petrolina	77	4,40	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
925	Petrolina	135	5,60	1,14	4	9	6	1,50	5,88	0,65	8,82
926	Petrolina	101	4,90	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
927	Petrolina	75	4,50	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
928	Petrolina	106	5,90	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
929	Petrolina	105	6,10	2,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
930	Petrolina	133	7,00	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
931	Petrolina	163	8,50	1,71	8	26	31	0,84	18,77	0,72	15,74
932	Petrolina	200	8,90	1,85	17	54	15	3,60	45,81	0,85	164,92
933	Dourados	133	6,80	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
934	Dourados	137	6,40	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
935	Dourados	124	6,4	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
936	Dourados	97	6,80	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
937	Dourados	92	5,90	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
938	Dourados	75	4,80	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
939	Dourados	96	6,20	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
940	Dourados	136	6,40	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
941	Dourados	57	4,90	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
942	Dourados	69	5,20	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
943	Dourados	43	4,10	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
944	Dourados	43	3,10	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
945	Dourados	64	3,40	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
946	Dourados	63	5,60	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
948	Dourados	132	6,60	2,00	19	51	18	2,83	34,56	0,68	97,92
949	Dourados	88	5,00	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
950	Dourados	111	6,00	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
951	Dourados	138	8,00	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
952	Dourados	116	7,40	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
953	Dourados	76	5,10	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
954	Dourados	151	7,50	1,28	3	7	5	1,40	5,84	0,83	8,18
955	Dourados	141	8,50	1,85	3	11	29	0,38	7,30	0,66	2,77
956	Dourados	112	5,90	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
957	Janaúba	89	5,90	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
958	Janaúba	96	5,70	2,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
959	Janaúba	53	4,00	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
963	Janaúba	62	5,40	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
966	Janaúba	99	5,60	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
967	Janaúba	69	5,60	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
968	Janaúba	130	6,60	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
969	Janaúba	94	5,70	2,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
970	Janaúba	90	5,30	2,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
972	Janaúba	110	7,00	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
973	Janaúba	66	4,70	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
974	Janaúba	90	5,20	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
975	Janaúba	110	5,90	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
976	Janaúba	74	4,70	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
978	Janaúba	69	4,40	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
979	Petrolina	93	5,90	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
980	Petrolina	114	6,50	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
981	Petrolina	118	6,50	2,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
982	Petrolina	71	4,60	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
983	Petrolina	66	4,30	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
985	Petrolina	69	4,80	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
986	Petrolina	53	4,50	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
987	Petrolina	55	5,10	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
988	Petrolina	47	4,00	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
989	Petrolina	71	5,70	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
991	Janaúba	181	7,50	2,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
992	Dourados	64	5,00	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
993	Dourados	120	6,00	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
994	Dourados	99	6,00	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
995	Dourados	87	5,20	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
997	Dourados	50	3,70	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
998	Dourados	136	6,70	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
999	Dourados	126	7,10	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Média		116,61	6,31	1,13	3,55	9,71	3,85	0,49	7,04	0,14	24,05
DP		41,78	1,43	0,39	10,59	29,75	9,84	1,19	21,79	0,29	105,46
Amplitude		30-250	1,97-10,40	0,71-2,00	0-76	0-241	0-48	0-7,94	0-178,13	0-0,88	0-1192,48
CV (%)		35,83	22,68	25,37	298,42	306,12	255,09	241,41	309,46	205,07	438,46

Apêndice VIII. Dados dos caracteres morfoagronômicos avaliados todos os acessos contidos na coleção de acessos de pinhão manso da UFRRJ. A média, desvio padrão, amplitude e coeficiente de variação foram avaliados para 10 caracteres analisados na 2^o produção (anos de 2010/2011).

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
001	Barra dos Bugres	145	7,60	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
002	Petrolina	247	11,00	1,28	203	444	213	2,08	284,78	0,64	593,63
003	Barra dos Bugres	277	10,50	1,28	113	283	160	1,77	186,03	0,66	329,04
004	Saída Jaíba	160	9,10	1,14	13	34	172	0,20	15,09	0,44	2,98
005	Lavras lote-0	208	9,00	1,28	77	151	155	0,97	74,82	0,50	72,89
006	Ribeirão Preto	148	6,90	1,00	11	28	15	1,87	19,36	0,69	36,14
007	Guapimirim	187	8,40	0,85	12	36	8	4,50	25,74	0,72	115,83
008	MA-01-CNPS	129	5,50	1,71	6	9	2	4,50	5,87	0,65	26,42
301	Petrolina	105	6,40	1,00	4	11	1	11,00	8,32	0,76	91,52
306	Petrolina	114	5,40	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
309	Petrolina	100	2,50	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
313	MA-01-CNPS	170	7,50	1,85	78	137	213	0,64	95,51	0,70	61,43
314	Janaúba	117	7,60	1,00	69	149	210	0,71	88,39	0,59	62,71
315	Guapimirim	192	8,60	1,42	23	54	213	0,25	39,30	0,73	9,96
316	Bom Jardim	160	8,40	1,42	39	81	160	0,51	43,84	0,54	22,19
317	Dourados	100	6,20	1,71	3	5	1	5,00	2,36	0,47	11,80
318	Rio Verde	127	6,40	0,85	1	2	1	2,00	1,52	0,76	3,04
320	Saída Jaíba	160	6,90	1,14	111	218	141	1,55	172,46	0,79	266,64
321	Rio das Flores	200	8,10	1,42	60	152	149	1,02	99,32	0,65	101,32
322	Janaúba	130	6,60	1,28	6	15	7	2,14	9,41	0,63	20,16
323	Ribeirão Preto	150	7,30	1,00	10	26	1	26,00	17,50	0,67	455,00
324	Guapimirim	140	6,70	1,00	43	111	242	0,46	78,18	0,70	35,86
325	Rio das Flores	170	7,20	1,14	21	52	149	0,35	39,48	0,76	13,78
326	Rio Verde	177	7,40	1,57	5	13	1	13,00	8,21	0,63	106,73
328	Lavras L210	185	8,40	0,85	123	276	209	1,32	162,08	0,59	214,04
329	Petrolina	135	7,40	0,85	35	101	21	4,81	67,43	0,67	324,31
330	Lavras L0	169	7,80	0,85	64	154	225	0,68	95,48	0,62	65,35
331	MA-01-CNPS	168	7,40	0,85	63	150	225	0,67	105,18	0,70	70,12
332	Lavras L0	181	8,40	1,00	98	172	233	0,74	116,85	0,68	86,26
333	Dourados	174	9,00	1,28	61	115	149	0,77	78,99	0,69	60,97
334	Guapimirim	184	7,40	1,14	39	94	168	0,56	68,46	0,73	38,31

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
335	Ribeirão Preto	210	8,70	1,00	70	179	213	0,84	107,91	0,60	90,68
336	Guapimirim	112	6,10	1,28	7	19	1	19,00	15,37	0,81	292,03
337	Dourados	187	7,40	1,28	79	205	195	1,05	139,59	0,68	146,75
338	Lavras L0	167	8,40	1,00	40	107	35	3,06	80,45	0,75	245,95
339	Rio Verde	162	8,60	1,71	21	24	141	0,17	14,93	0,62	2,54
340	Saída Jaíba	130	6,20	0,85	23	53	223	0,24	34,78	0,66	8,27
341	Guapimirim	206	10,00	1,14	72	152	179	0,85	105,21	0,69	89,34
342	MA-01-CNPS	197	8,00	1,00	48	102	239	0,43	75,78	0,74	32,34
343	Rio das Flores	195	8,10	1,14	61	146	256	0,57	103,98	0,71	59,30
344	Barra dos Bugres	204	10,70	1,28	89	219	168	1,30	136,69	0,62	178,19
345	Lavras L210	243	9,40	1,14	122	267	179	1,49	175,03	0,66	261,08
346	Janaúba	210	9,10	1,14	187	364	209	1,74	227,28	0,62	395,84
347	Ribeirão Preto	220	9,60	0,85	31	85	63	1,35	53,38	0,63	72,02
348	Bom Jardim	116	7,90	1,00	74	128	174	0,74	85,98	0,67	63,25
349	Petrolina	165	7,90	1,43	14	42	11	3,82	26,16	0,62	99,88
350	Dourados	190	8,30	1,00	16	38	168	0,23	23,77	0,63	5,38
351	Ribeirão Preto	180	8,00	1,28	19	37	174	0,21	26,81	0,72	5,70
352	Barra dos Bugres	170	7,20	1,57	56	98	155	0,63	54,67	0,56	34,57
353	Petrolina	212	7,60	1,14	37	94	203	0,46	57,39	0,61	26,57
354	Lavras L0	200	10,20	1,14	22	47	233	0,20	28,00	0,60	5,65
355	Bom Jardim	230	8,90	1,14	152	295	159	1,86	190,98	0,65	354,33
356	MA-01-CNPS	190	8,50	0,85	103	235	109	2,16	163,67	0,70	352,87
357	Lavras lote-210	137	5,40	1,57	140	304	203	1,50	190,02	0,63	284,56
358	Janaúba	127	5,80	1,00	26	64	27	2,37	43,55	0,68	103,23
359	Barra dos Bugres	77	4,40	0,85	23	63	30	2,10	40,30	0,64	84,63
360	Dourados	190	4,80	1,14	2	6	1	6,00	4,53	0,76	27,18
361	Guapimirim	220	8,30	1,00	5	5	35	0,14	3,27	0,65	0,47
362	Rio das Flores	160	8,20	1,00	38	90	195	0,46	51,75	0,58	23,88
363	Petrolina	183	7,60	1,14	22	58	203	0,29	38,10	0,66	10,89
364	Rio Verde	225	13,21	1,85	102	240	209	1,15	149,64	0,62	171,84
366	Ribeirão Preto	114	5,40	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
369	Janaúba	144	6,80	1,85	1	3	1	3,00	2,51	0,84	7,53

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
370	Guapimirim	190	9,50	1,14	63	149	209	0,71	99,84	0,67	71,18
371	MA-01-CNPS	218	8,30	0,85	105	253	209	1,21	159,94	0,63	193,61
372	Bom Jardim	144	6,80	1,42	22	48	197	0,24	36,74	0,77	8,95
373	Saída Jaíba	130	6,60	1,42	37	84	129	0,65	55,32	0,66	36,02
376	Petrolina	190	9,60	1,28	126	263	194	1,36	136,82	0,52	185,48
377	Barra dos Bugres	168	7,20	0,85	29	66	203	0,33	49,15	0,74	15,98
378	Lavras L0	155	7,60	1,00	14	28	225	0,12	20,14	0,72	2,51
379	Dourados	139	7,10	1,71	25	68	159	0,43	45,81	0,67	19,59
380	Rio das Flores	150	6,50	1,00	4	10	159	0,06	7,76	0,78	0,49
381	Ribeirão Preto	140	8,28	1,14	8	22	1	22,00	15,44	0,70	339,68
382	MA-01-CNPS	164	10,19	1,71	3	1	1	1,00	0,25	0,25	0,25
383	Rio Verde	210	9,40	1,28	182	289	231	1,25	175,40	0,61	219,44
384	Saída Jaíba	160	8,20	1,42	15	40	135	0,30	26,87	0,67	7,96
385	Janaúba	170	8,60	1,14	99	162	203	0,80	93,46	0,58	74,58
386	Bom Jardim	177	9,80	1,57	65	160	149	1,07	109,09	0,68	117,14
387	Ribeirão Preto	160	7,30	1,00	6	16	203	0,08	12,15	0,76	0,96
388	Guapimirim	135	5,60	0,85	17	34	199	0,17	21,83	0,64	3,73
390	Bom Jardim	170	7,60	0,85	29	60	209	0,29	40,79	0,68	11,71
391	Saída Jaíba	140	7,90	1,00	46	107	183	0,58	78,94	0,74	46,16
392	Rio das Flores	192	7,90	1,00	45	96	203	0,47	70,35	0,73	33,27
393	Dourados	166	7,40	1,00	89	193	149	1,30	127,15	0,66	164,70
394	MA-01-CNPS	140	7,60	1,14	37	89	202	0,44	59,49	0,67	26,21
395	Rio Verde	135	6,60	1,28	22	49	65	0,75	36,00	0,73	27,14
397	Dourados	158	7,20	1,00	27	79	2	39,50	61,49	0,78	2428,86
398	Petrolina	204	8,60	1,14	44	92	149	0,62	58,53	0,64	36,14
399	Lavras L0	210	8,90	1,00	135	286	209	1,37	167,19	0,58	228,79
400	Bom Jardim	137	7,00	1,00	43	116	197	0,59	92,41	0,80	54,41
801	Dourados	146	6,37	1,85	15	37	205	0,18	23,64	0,64	4,27
802	Dourados	168	7,60	1,28	37	45	198	0,23	30,88	0,69	7,02
803	Dourados	167	7,46	1,42	30	74	188	0,39	45,19	0,61	17,79
804	Dourados	169	8,41	1,00	36	66	252	0,26	40,60	0,62	10,63
805	Dourados	175	7,68	1,42	30	69	252	0,27	54,11	0,78	14,82

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
806	Dourados	175	9,60	2,00	44	115	205	0,56	85,59	0,74	48,01
807	Dourados	160	8,70	1,14	131	230	250	0,92	130,73	0,57	120,27
808	Dourados	150	8,00	1,00	23	58	150	0,39	39,12	0,67	15,13
809	Dourados	140	6,80	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
810	Dourados	120	6,30	0,85	11	32	1	32,00	23,27	0,73	744,64
811	Dourados	100	4,70	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
812	Dourados	127	5,50	1,42	20	42	210	0,20	26,60	0,63	5,32
813	Dourados	112	5,50	1,57	47	96	142	0,68	54,80	0,57	37,05
814	Dourados	123	6,20	1,28	1	3	1	3,00	2,15	0,72	6,45
816	Dourados	113	6,20	0,85	24	43	84	0,51	38,25	0,89	19,58
817	Dourados	76	6,00	0,85	15	44	3	14,67	27,26	0,62	399,81
818	Dourados	130	7,90	1,43	2	5	1	5,00	3,46	0,69	17,30
819	Dourados	153	4,50	0,85	17	47	203	0,23	37,55	0,80	8,69
820	Dourados	118	7,10	0,71	52	141	256	0,55	91,20	0,65	50,23
821	Dourados	70	6,60	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
822	Dourados	150	4,20	1,42	56	108	250	0,43	45,57	0,42	19,69
823	Dourados	190	7,10	1,28	49	124	150	0,83	85,70	0,69	70,85
824	Dourados	163	8,30	0,85	48	130	205	0,63	91,73	0,71	58,17
825	Dourados	175	8,30	0,85	109	247	203	1,22	152,55	0,62	185,62
826	Dourados	120	8,90	1,00	16	28	150	0,19	19,01	0,68	3,55
827	Dourados	125	6,20	0,71	10	15	227	0,07	9,17	0,61	0,61
828	Petrolina	178	8,50	1,28	134	200	179	1,12	126,45	0,63	141,28
829	Petrolina	138	8,50	1,14	16	18	142	0,13	17,25	0,96	2,19
830	Petrolina	145	6,60	0,85	9	12	54	0,22	6,20	0,52	1,38
831	Petrolina	200	8,60	1,43	58	133	203	0,66	89,55	0,67	58,67
832	Petrolina	190	7,50	1,00	63	136	244	0,56	87,27	0,64	48,64
833	Petrolina	155	7,20	1,00	8	1	21	0,05	0,68	0,68	0,03
834	Petrolina	190	8,10	1,00	14	32	244	0,13	23,31	0,73	3,06
835	Petrolina	190	7,10	1,57	71	75	142	0,53	54,62	0,73	28,85
836	Petrolina	180	8,30	1,57	87	135	250	0,54	72,16	0,53	38,97
838	Petrolina	161	9,10	1,71	3	7	4	1,75	3,98	0,57	6,97
842	Petrolina	150	8,20	1,00	18	47	142	0,33	34,45	0,73	11,40

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
848	Petrolina	130	7,70	1,57	5	13	1	13,00	6,95	0,53	90,35
849	Petrolina	160	7,20	1,14	64	130	209	0,62	94,27	0,73	58,64
850	Petrolina	103	5,00	1,00	31	96	1	96,00	70,86	0,74	6802,56
851	Petrolina	144	7,40	1,28	4	12	203	0,06	8,38	0,70	0,50
852	Petrolina	120	6,60	0,85	24	55	251	0,22	39,85	0,72	8,73
853	Petrolina	135	7,30	0,85	11	15	229	0,07	11,11	0,74	0,73
854	Petrolina	80	6,40	1,44	2	0	1	0,00	0,00	0,00	0,00
855	Janaúba	90	7,60	0,85	28	67	1	67,00	46,41	0,69	3109,47
856	Janaúba	115	6,80	0,85	29	48	76	0,63	32,85	0,68	20,75
857	Janaúba	240	9,50	0,85	55	140	252	0,56	82,69	0,59	45,94
858	Janaúba	200	9,70	1,00	213	315	252	1,25	194,93	0,62	243,66
859	Janaúba	210	8,20	1,14	48	88	244	0,36	55,38	0,63	19,97
860	Janaúba	215	9,70	1,57	469	907	261	3,48	512,47	0,57	1780,88
861	Janaúba	210	8,40	0,85	82	172	243	0,71	103,67	0,60	73,38
862	Janaúba	145	7,10	1,14	53	24	161	0,15	13,20	0,55	1,97
863	Janaúba	215	7,71	1,28	80	183	170	1,08	115,74	0,63	124,59
864	Janaúba	150	9,20	0,85	97	183	235	0,78	109,24	0,60	85,07
865	Janaúba	113	6,90	1,00	14	40	1	40,00	28,14	0,70	1125,60
867	Janaúba	100	6,80	0,85	21	40	47	0,85	23,82	0,60	20,27
868	Janaúba	96	5,10	0,85	39	70	158	0,44	38,67	0,55	17,13
869	Janaúba	180	8,00	1,28	181	416	256	1,63	271,73	0,65	441,56
870	Janaúba	145	6,90	1,00	18	21	190	0,11	11,42	0,54	1,26
871	Janaúba	140	6,20	1,00	21	44	184	0,24	26,56	0,60	6,35
872	Janaúba	210	9,10	1,57	184	371	206	1,80	226,58	0,61	408,06
873	Janaúba	160	8,90	1,14	20	23	107	0,21	14,63	0,64	3,14
874	Janaúba	210	10,50	1,00	199	347	235	1,48	272,89	0,79	402,95
875	Janaúba	215	10,40	1,00	207	330	233	1,42	172,65	0,52	244,53
876	Janaúba	200	9,00	1,28	106	158	252	0,63	94,93	0,60	59,52
877	Janaúba	185	7,60	0,85	40	62	256	0,24	41,33	0,67	10,01
878	Janaúba	170	9,60	1,00	150	248	174	1,43	156,96	0,63	223,71
882	Janaúba	115	6,50	1,00	3	8	1	8,00	6,52	0,82	52,16
883	Janaúba	150	8,00	1,42	13	33	158	0,21	23,23	0,70	4,85

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
884	Janaúba	140	8,00	0,85	29	80	49	1,63	58,28	0,73	95,15
885	Janaúba	155	6,40	1,14	33	71	148	0,48	42,20	0,59	20,24
886	Janaúba	125	6,00	0,85	9	26	2	13,00	16,82	0,65	218,66
888	Janaúba	145	6,40	1,14	17	47	155	0,30	31,08	0,66	9,42
889	Janaúba	140	6,90	1,14	49	132	40	3,30	76,98	0,58	254,03
890	Janaúba	135	6,80	1,28	71	192	149	1,29	115,22	0,60	148,47
891	Janaúba	162	8,50	0,85	13	30	250	0,12	17,32	0,58	2,08
892	Janaúba	126	8,60	1,00	14	38	8	4,75	28,49	0,75	135,33
893	Janaúba	135	8,20	0,85	5	15	1	15,00	11,51	0,77	172,65
894	Janaúba	147	6,00	0,85	23	59	203	0,29	44,88	0,76	13,04
895	Janaúba	160	7,50	0,85	29	78	6	13,00	52,14	0,67	677,82
896	Janaúba	74	5,60	1,00	4	2	35	0,06	0,42	0,21	0,02
897	Janaúba	150	5,30	1,28	49	134	227	0,59	81,23	0,61	47,95
898	Janaúba	135	7,40	1,28	44	110	204	0,54	73,69	0,67	39,73
899	Janaúba	180	7,60	1,00	81	114	203	0,56	64,07	0,56	35,98
900	Dourados	200	8,80	0,85	87	215	179	1,20	141,08	0,66	169,45
901	Dourados	114	7,80	1,14	28	78	1	78,00	53,33	0,68	4159,74
902	Dourados	117	7,90	0,71	44	114	175	0,65	76,18	0,67	49,63
903	Dourados	110	6,80	1,00	1	3	1	3,00	2,39	0,80	7,17
904	Dourados	112	6,20	0,71	4	11	1	11,00	8,74	0,79	96,14
905	Dourados	133	7,80	1,00	53	146	241	0,61	105,30	0,72	63,79
906	Dourados	140	6,70	0,85	34	41	203	0,20	23,07	0,56	4,66
907	Dourados	198	8,40	1,14	15	33	241	0,14	21,76	0,66	2,98
908	Dourados	219	8,90	0,85	133	156	204	0,76	88,09	0,56	67,36
909	Dourados	190	8,30	1,14	59	105	124	0,85	62,57	0,60	52,98
910	Dourados	155	11,00	1,00	51	137	152	0,90	105,11	0,77	94,74
911	Dourados	190	8,00	0,85	82	206	149	1,38	135,40	0,66	187,20
912	Petrolina	215	8,60	0,85	101	241	214	1,13	159,49	0,66	179,61
913	Petrolina	64	5,70	1,43	8	21	1	21,00	12,97	0,62	272,37
914	Petrolina	118	5,50	0,85	1	1	1	1,00	0,44	0,44	0,44
917	Petrolina	135	6,90	1,14	11	30	203	0,15	20,34	0,68	3,01
920	Petrolina	190	7,40	1,00	36	93	203	0,46	62,24	0,67	28,51

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
921	Petrolina	108	7,32	1,28	11	30	21	1,43	20,73	0,69	29,61
923	Petrolina	162	6,50	0,85	32	80	178	0,45	45,27	0,57	20,35
924	Petrolina	170	6,50	1,86	15	33	47	0,70	21,21	0,64	14,89
925	Petrolina	150	5,80	0,85	48	114	210	0,54	65,19	0,57	35,39
926	Petrolina	135	5,40	1,00	31	77	244	0,32	54,96	0,71	17,34
927	Petrolina	92	4,80	0,85	6	11	30	0,37	7,11	0,65	2,61
928	Petrolina	137	4,70	1,00	58	89	197	0,45	56,40	0,63	25,48
929	Petrolina	135	4,70	1,42	12	30	197	0,15	23,21	0,77	3,53
930	Petrolina	149	7,20	1,00	11	32	1	32,00	20,19	0,63	646,08
931	Petrolina	180	7,20	1,00	86	170	203	0,84	109,76	0,65	91,92
932	Dourados	220	8,50	1,28	69	167	143	1,17	110,47	0,66	129,01
933	Dourados	168	5,20	1,85	28	105	25	4,20	64,40	0,61	270,48
934	Dourados	152	5,10	1,00	50	145	20	7,25	73,73	0,51	534,54
935	Dourados	140	7,00	1,00	18	51	1	51,00	37,20	0,73	1897,20
936	Dourados	114	6,70	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
937	Dourados	107	6,60	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
938	Dourados	85	4,30	0,85	2	5	1	5,00	3,00	0,60	15,00
939	Dourados	110	6,00	1,14	4	12	149	0,08	8,35	0,70	0,67
940	Dourados	150	6,60	0,71	9	22	183	0,12	15,08	0,69	1,81
941	Dourados	70	4,80	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
942	Dourados	85	5,10	0,71	1	2	1	2,00	1,34	0,67	2,68
946	Dourados	97	5,10	1,00	8	20	230	0,09	13,53	0,68	1,18
947	Dourados	100	5,60	0,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
948	Dourados	141	7,00	1,14	32	89	11	8,09	53,23	0,60	430,68
949	Dourados	117	4,90	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
950	Dourados	130	6,00	1,00	5	14	6	2,33	9,67	0,69	22,56
951	Dourados	165	7,30	0,85	48	127	256	0,50	78,50	0,62	38,94
952	Dourados	138	8,20	1,00	20	55	31	1,77	39,45	0,72	69,99
953	Dourados	98	4,90	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
954	Dourados	172	7,40	1,28	41	110	125	0,88	62,45	0,57	54,96
955	Dourados	147	8,20	1,14	68	182	174	1,05	105,03	0,58	109,86
956	Janaúba	130	6,80	1,14	14	40	1	40,00	26,16	0,65	1046,40
957	Janaúba	109	6,20	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
958	Janaúba	102	5,60	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
959	Janaúba	75	4,50	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
966	Janaúba	133	5,80	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
968	Janaúba	145	6,90	0,71	21	56	159	0,35	41,57	0,74	14,64
969	Janaúba	138	6,50	0,85	36	97	211	0,46	69,35	0,71	31,88
970	Janaúba	119	5,62	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
972	Janaúba	127	7,70	1,57	18	47	159	0,30	20,45	0,44	6,04
974	Janaúba	128	5,60	0,85	14	23	23	1,00	11,49	0,50	11,49
975	Janaúba	128	6,00	1,42	12	33	1	33,00	23,06	0,70	760,98
976	Janaúba	103	4,80	1,14	5	12	1	12,00	9,53	0,79	114,36
978	Petrolina	80	4,70	0,85	13	34	1	34,00	25,87	0,76	879,58
979	Petrolina	98	6,20	0,85	12	33	10	3,30	23,82	0,72	78,61
980	Petrolina	130	9,90	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
981	Petrolina	130	7,20	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
982	Petrolina	90	5,40	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
983	Petrolina	86	5,00	1,28	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
985	Petrolina	87	5,40	1,42	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
986	Petrolina	83	4,70	1,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
987	Petrolina	80	4,70	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
989	Petrolina	89	4,30	1,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
990	Janaúba	65	3,90	0,85	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
991	Dourados	200	7,00	1,00	83	211	168	1,26	135,32	0,64	169,96
992	Dourados	75	5,20	0,71	4	4	1	4,00	2,21	0,55	8,84
993	Dourados	147	6,80	1,00	7	15	1	15,00	10,90	0,73	163,50
994	Dourados	105	7,20	1,71	7	12	35	0,34	6,32	0,53	2,17
995	Dourados	88	5,60	0,71	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
998	Dourados	160	7,50	1,14	15	39	203	0,19	25,64	0,66	4,93
999	Dourados	138	7,00	0,85	22	64	40	1,60	44,67	0,70	71,47
Média		150,31	7,24	1,53	41,50	88,12	121,18	3,92	56,63	0,58	174,71
DP		40,18	1,54	0,29	52,18	102,39	95,64	11,27	63,23	0,22	590,81
Amplitude		60-277	2,50-13,21	0,85-2,42	0-469	0-907	0-261	0-96,00	0-512,47	0-0,96	0-6802,56
CV (%)		26,73	21,32	25,71	125,73	116,19	78,92	287,51	111,66	38,97	338,16

Apêndice IX. Dados dos caracteres morfoagronômicos avaliados todos os acessos contidos na coleção de acessos de pinhão manso da UFRRJ. A média, desvio padrão, amplitude e coeficiente de variação foram avaliados para 10 caracteres analisados na 3ª produção (anos de 2011/2012).

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
000	Dourados	141	8,21	1,14	9	24	18	1,33	15,63	0,65	20,84
001	Barra dos Bugres	160	9,41	1,29	83	234	21	11,14	147,05	0,63	1638,56
002	Petrolina	260	11,54	1,71	443	1075	144	7,47	824,26	0,77	6153,33
003	Barra dos Bugres	297	12,64	1,86	205	540	130	4,15	424,98	0,79	1765,30
004	Saída Jaíba	190	11,74	1,71	249	690	16	43,13	463,61	0,67	19993,18
005	Lavras lote-0	148	10,49	1,43	182	500	142	3,52	357,48	0,71	1258,73
006	Ribeirão Preto	170	8,94	1,00	24	60	13	4,62	42,82	0,71	197,63
007	Guapimirim	191	10,51	1,14	48	124	17	7,29	87,11	0,70	635,39
008	MA-01-CNPS	140	7,08	1,57	65	185	36	5,14	115,28	0,62	592,41
301	Petrolina	105	6,43	1,00	3	7	1	7,00	4,29	0,61	30,03
302	Petrolina	101	7,31	1,29	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
303	Petrolina	80	4,34	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
304	Petrolina	87	5,12	1,29	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
305	Petrolina	60	5,56	1,00	1	2	1	2,00	1,13	0,57	2,26
306	Petrolina	132	6,51	1,00	1	1	1	1,00	0,80	0,80	0,80
309	Petrolina	126	8,59	1,43	10	27	33	0,82	15,34	0,57	12,55
310	Petrolina	94	5,71	1,14	11	32	18	1,78	17,97	0,56	31,95
311	Petrolina	98	2,62	1,29	2	7	1	7,00	2,87	0,41	20,09
312	Petrolina	78	1,97	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
313	MA-01-CNPS	233	8,95	1,29	230	584	152	3,84	424,99	0,73	1632,86
314	Janaúba	206	9,61	1,36	211	539	158	3,41	363,45	0,67	1239,87
315	Guapimirim	239	10,97	1,71	200	487	157	3,10	326,87	0,67	1013,92
316	Bom Jardim	227	10,31	1,36	186	471	157	3,00	329,61	0,70	988,83
317	Dourados	165	9,20	1,43	28	80	16	5,00	53,54	0,67	267,70
318	Rio Verde	147	8,46	1,21	51	131	136	0,96	83,07	0,63	80,02
319	Barra dos Bugres	148	9,04	1,29	22	56	118	0,47	33,48	0,60	15,89
320	Saída Jaíba	244	12,43	1,43	262	591	106	5,58	446,68	0,76	2490,45
321	Rio das Flores	236	11,74	1,28	308	823	152	5,41	606,73	0,74	3285,12
322	Janaúba	168	8,69	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
323	Ribeirão Preto	228	10,02	1,29	25	65	146	0,45	45,24	0,70	20,14
324	Guapimirim	188	10,51	1,14	85	207	157	1,32	135,44	0,65	178,57

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
325	Rio das Flores	220	10,73	1,43	221	595	162	3,67	379,08	0,64	1392,30
326	Rio Verde	209	9,02	1,86	66	168	142	1,18	104,53	0,62	123,67
327	Janaúba	120	6,45	1,43	42	121	3	40,33	74,03	0,61	2985,88
328	Lavras L210	240	13,56	2,00	303	799	35	22,83	549,45	0,69	12543,16
329	Petrolina	193	10,30	1,29	39	84	135	0,62	54,44	0,65	33,87
330	Lavras L0	195	8,50	1,57	90	242	49	4,94	164,64	0,68	813,12
331	MA-01-CNPS	223	9,27	1,57	92	206	152	1,36	149,11	0,72	202,08
332	Lavras L0	205	9,87	2,14	237	628	158	3,97	459,67	0,73	1827,04
333	Dourados	230	10,43	1,71	78	217	129	1,68	139,45	0,64	234,58
334	Guapimirim	208	11,49	1,43	123	320	154	2,08	210,28	0,66	436,95
335	Ribeirão Preto	234	10,77	1,71	139	358	157	2,28	240,2	0,67	547,72
336	Guapimirim	170	7,50	2,14	86	232	30	7,73	167,64	0,72	1296,42
337	Dourados	228	12,90	2,14	76	171	144	1,19	120,45	0,70	143,03
338	Lavras L0	210	9,67	1,14	37	93	146	0,64	62,13	0,67	39,58
339	Rio Verde	205	13,20	1,86	51	112	154	0,73	78,45	0,70	57,05
340	Sáida Jaíba	190	8,35	2,00	169	457	12	38,08	311,82	0,68	11875,15
341	Guapimirim	221	10,91	1,86	151	377	158	2,39	264,65	0,70	631,48
342	MA-01-CNPS	240	10,28	1,71	301	778	126	6,17	523,25	0,67	3230,86
343	Rio das Flores	210	12,28	1,86	121	325	146	2,23	210,49	0,65	468,56
344	Barra dos Bugres	220	11,81	1,43	162	428	152	2,82	307,74	0,72	866,53
345	Lavras L210	248	15,48	1,43	736	1973	57	34,61	1391,20	0,71	48155,05
346	Janaúba	296	11,69	1,14	587	1623	137	11,85	1121,36	0,69	13284,43
347	Ribeirão Preto	245	11,23	1,71	114	281	126	2,23	193,14	0,69	430,73
348	Bom Jardim	235	12,95	1,71	159	442	149	2,97	313,25	0,71	929,24
349	Petrolina	165	9,37	1,29	52	137	126	1,09	88,31	0,64	96,02
350	Dourados	179	8,54	1,86	83	203	13	15,62	142,72	0,70	2228,63
351	Ribeirão Preto	300	14,35	1,86	274	734	162	4,53	479,35	0,65	2171,87
352	Barra dos Bugres	260	11,99	1,71	276	707	157	4,50	455,01	0,64	2048,99
353	Petrolina	250	9,40	2,00	215	530	157	3,38	338,9	0,64	1144,06
354	Lavras L0	210	11,18	1,43	221	580	142	4,08	357,47	0,62	1460,09
355	Bom Jardim	232	13,65	2,00	405	1014	158	6,42	768,28	0,76	4930,61
356	MA-01-CNPS	267	15,33	1,86	343	868	158	5,49	639,71	0,74	3514,36

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
357	Lavras lote-210	209	12,69	1,29	342	929	131	7,09	697,07	0,75	4943,34
358	Janaúba	226	8,32	1,86	15	30	149	0,20	19,98	0,67	4,02
359	Barra dos Bugres	190	7,76	1,71	32	69	106	0,65	48,55	0,70	31,60
360	Dourados	155	8,19	1,71	14	39	82	0,48	26,4	0,68	12,56
361	Guapimirim	176	8,63	1,86	45	109	149	0,73	73,52	0,67	53,78
362	Rio das Flores	239	12,82	1,43	310	820	162	5,06	509,62	0,62	2579,56
363	Petrolina	208	9,75	1,43	110	440	162	2,72	322,07	0,73	874,76
364	Rio Verde	230	10,26	2,00	292	748	158	4,73	558,29	0,75	2643,04
368	Sáida Jafba	94	5,13	1,29	22	63	16	3,94	43,45	0,69	171,08
369	Janaúba	185	8,64	1,29	74	97	21	4,62	123,66	1,27	571,19
370	Guapimirim	238	11,46	1,57	630	1550	162	9,57	1077,49	0,70	10309,32
371	MA-01-CNPS	244	10,87	1,71	268	677	152	4,45	484,27	0,72	2156,91
372	Bom Jardim	184	12,15	1,57	32	77	146	0,53	71,1	0,92	37,50
373	Sáida Jafba	181	9,04	1,71	180	467	82	5,70	334,53	0,72	1905,19
374	Laras 210	117	7,47	1,43	6	17	1	17,00	9,09	0,53	154,53
375	Lavras L0	114	6,78	1,29	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
376	Petrolina	234	9,95	1,43	332	902	152	5,93	641,03	0,71	3804,01
377	Barra dos Bugres	219	10,53	1,29	92	228	154	1,48	157,1	0,69	232,59
378	Lavras L0	190	11,94	1,43	186	463	148	3,13	313,92	0,68	982,06
379	Dourados	183	10,57	1,43	83	202	149	1,36	149,24	0,74	202,33
380	Rio das Flores	198	8,88	1,29	7	20	112	0,18	14,53	0,73	2,59
381	Ribeirão Preto	139	7,17	1,57	8	21	11	1,91	14,12	0,67	26,96
382	MA-01-CNPS	165	8,77	1,86	49	135	29	4,66	97,47	0,72	453,74
383	Rio Verde	246	12,14	1,43	529	1020	158	6,46	775,18	0,76	5004,33
384	Sáida Jafba	198	10,53	1,43	336	908	12	75,67	675,83	0,74	51137,80
385	Janaúba	220	9,75	1,29	247	613	145	4,23	411,95	0,67	1741,55
386	Bom Jardim	233	12,26	1,29	97	201	152	1,32	142,02	0,71	187,80
387	Ribeirão Preto	203	11,35	1,71	30	81	146	0,55	54,86	0,68	30,44
388	Guapimirim	188	9,07	1,43	43	113	146	0,77	76,86	0,68	59,49
389	Dourados	161	8,16	1,71	55	143	64	2,23	93,61	0,65	209,16
390	Bom Jardim	210	13,09	1,29	339	794	126	6,30	533,18	0,67	3359,88
391	Sáida Jafba	170	9,97	1,43	113	312	12	26,00	225,66	0,72	5867,16

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
392	Rio das Flores	200	13,79	1,14	228	589	162	3,64	388,66	0,66	1413,09
393	Dourados	205	10,85	1,00	184	481	152	3,16	341,05	0,71	1079,24
394	MA-01-CNPS	183	9,45	0,86	193	500	157	3,18	333,73	0,67	1062,83
395	Rio Verde	179	9,31	1,29	72	183	128	1,43	126,16	0,69	180,37
397	Dourados	180	9,57	1,14	96	258	46	5,61	155,25	0,60	870,75
398	Petrolina	227	11,02	1,29	172	467	150	3,11	303,47	0,65	944,80
399	Lavras L0	238	9,14	1,14	267	668	152	4,39	482,48	0,72	2120,37
400	Bom Jardim	210	10,23	1,86	64	106	140	0,76	68,93	0,65	52,19
801	Dourados	205	8,84	2,14	62	150	126	1,19	101,42	0,68	120,74
802	Dourados	224	9,69	1,57	98	242	162	1,49	170,94	0,71	255,35
803	Dourados	229	11,68	1,71	225	571	157	3,64	395,81	0,69	1439,54
804	Dourados	210	11,14	2,14	251	677	17	39,82	442,84	0,65	17635,45
805	Dourados	233	10,23	1,86	90	223	150	1,49	174,16	0,78	258,92
806	Dourados	246	12,62	1,43	139	352	126	2,79	241,14	0,69	673,66
807	Dourados	203	12,92	1,57	313	799	158	5,06	525,90	0,66	2659,46
808	Dourados	220	10,05	1,43	62	158	154	1,03	112,52	0,71	115,44
809	Dourados	192	11,57	2,71	45	125	31	4,03	83,13	0,67	335,20
810	Dourados	176	8,91	1,86	80	202	126	1,60	130,21	0,64	208,75
811	Dourados	174	10,00	1,71	31	81	23	3,52	53,11	0,66	187,04
812	Dourados	188	8,66	1,29	16	46	30	1,53	33,89	0,74	51,96
813	Dourados	175	8,13	1,71	79	219	126	1,74	131,86	0,60	229,19
814	Dourados	163	9,51	1,14	35	91	3	30,33	65,34	0,72	1981,98
815	Dourados	144	7,53	1,29	3	8	105	0,08	6,19	0,77	0,47
816	Dourados	194	9,57	1,43	17	46	18	2,56	33,07	0,72	84,51
817	Dourados	124	7,29	0,86	14	32	17	1,88	23,21	0,73	43,69
818	Dourados	130	7,90	1,43	6	14	20	0,70	11,35	0,81	7,95
819	Dourados	194	12,14	1,29	63	167	118	1,42	118,93	0,71	168,32
820	Dourados	206	9,09	1,43	93	235	144	1,63	162,05	0,69	264,46
821	Dourados	139	6,86	1,86	1	3	1	3,00	1,72	0,57	5,16
822	Dourados	199	9,99	1,71	56	135	157	0,86	79,27	0,59	68,16
823	Dourados	225	11,42	1,71	83	295	149	1,98	159,46	0,54	315,71
824	Dourados	225	10,86	2,29	236	647	158	4,09	459,72	0,71	1882,52

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
825	Dourados	232	11,95	1,71	369	973	53	18,36	642,81	0,66	11801,02
826	Dourados	166	9,25	1,71	21	52	25	2,08	33,91	0,65	70,53
827	Dourados	200	8,46	1,29	84	194	157	1,24	124,76	0,64	154,16
828	Petrolina	256	11,78	1,43	555	1053	158	6,66	768,27	0,73	5120,18
829	Petrolina	209	12,96	1,29	98	189	157	1,20	140,35	0,74	168,96
830	Petrolina	248	10,47	1,71	113	275	162	1,70	198,65	0,72	337,21
831	Petrolina	270	11,58	1,57	259	721	152	4,74	559,43	0,78	2653,61
832	Petrolina	238	9,70	1,57	226	607	158	3,84	462,87	0,76	1778,24
833	Petrolina	223	8,97	1,43	128	329	157	2,10	245,3	0,75	514,04
834	Petrolina	240	10,65	1,29	128	338	150	2,25	246,33	0,73	555,06
836	Petrolina	266	10,83	1,71	256	530	162	3,27	378,06	0,71	1236,86
837	Petrolina	162	7,50	1,71	22	48	148	0,32	30,19	0,63	9,79
838	Petrolina	161	9,14	1,71	77	207	46	4,50	132,57	0,64	596,57
839	Petrolina	132	6,94	1,71	2	5	3	1,67	3,14	0,63	5,23
840	Petrolina	148	7,90	1,71	17	33	146	0,23	24,01	0,73	5,43
842	Petrolina	227	10,77	1,71	79	349	149	2,34	269,5	0,77	631,24
844	Petrolina	148	6,46	1,43	3	7	149	0,05	4,68	0,67	0,22
845	Petrolina	148	7,53	1,43	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
847	Petrolina	149	10,84	1,43	11	24	125	0,19	19,19	0,80	3,68
848	Petrolina	211	11,13	1,57	59	140	157	0,89	99,82	0,71	89,01
849	Petrolina	233	11,09	1,71	191	514	137	3,75	340,84	0,66	1278,77
850	Petrolina	192	8,68	1,29	23	52	146	0,36	32,92	0,63	11,72
851	Petrolina	207	9,96	1,29	105	281	157	1,79	189,46	0,67	339,10
852	Petrolina	201	9,64	1,43	34	85	146	0,58	56,28	0,66	32,77
853	Petrolina	215	10,35	1,71	91	240	118	2,03	163,08	0,68	331,69
854	Petrolina	203	8,66	1,57	21	58	3	19,33	33,46	0,58	646,89
855	Janaúba	204	9,98	1,86	120	309	148	2,09	219,77	0,71	458,84
856	Janaúba	215	9,45	1,71	98	255	131	1,95	182,51	0,72	355,27
857	Janaúba	290	12,56	2,00	233	608	145	4,19	455,38	0,75	1909,46
858	Janaúba	253	11,32	2,14	464	1232	158	7,80	903,31	0,73	7043,53
859	Janaúba	262	11,27	2,00	191	500	162	3,09	351,56	0,70	1085,06
860	Janaúba	260	12,45	1,71	756	1851	158	11,72	1402,04	0,76	16425,16

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
861	Janaúba	239	10,15	1,57	166	418	125	3,34	272,13	0,65	910,00
862	Janaúba	214	9,83	1,43	164	222	162	1,37	141,19	0,64	193,48
863	Janaúba	257	11,27	1,57	238	615	158	3,89	466,33	0,76	1815,15
864	Janaúba	222	13,74	1,57	145	393	152	2,59	283,94	0,72	734,13
865	Janaúba	225	10,85	1,86	36	95	121	0,79	60,96	0,64	47,86
866	Janaúba	160	7,29	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
867	Janaúba	222	11,43	1,57	40	98	146	0,67	72,25	0,74	48,50
868	Janaúba	206	8,70	1,86	46	113	149	0,76	77,41	0,69	58,71
869	Janaúba	242	12,14	1,43	329	867	158	5,49	653,93	0,75	3588,34
870	Janaúba	219	10,88	1,29	141	366	150	2,44	229,43	0,63	559,81
871	Janaúba	207	8,13	1,29	34	89	147	0,61	56,94	0,64	34,47
872	Janaúba	254	11,71	1,43	231	580	158	3,67	415,31	0,72	1524,56
873	Janaúba	231	10,66	2,00	199	520	162	3,21	365,38	0,70	1172,82
874	Janaúba	262	13,02	1,57	307	661	158	4,18	500,28	0,76	2092,94
875	Janaúba	292	12,26	1,71	265	551	158	3,49	348,25	0,63	1214,47
876	Janaúba	246	13,84	1,29	422	1099	152	7,23	736,66	0,67	5326,25
877	Janaúba	268	10,20	1,86	125	322	157	2,05	234,27	0,73	480,48
878	Janaúba	249	13,66	1,71	477	1216	158	7,70	884,83	0,73	6809,83
880	Janaúba	156	8,28	1,86	9	22	13	1,69	15,82	0,72	26,77
881	Janaúba	145	8,47	1,29	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
882	Janaúba	210	9,65	1,14	79	217	149	1,46	131,59	0,61	191,64
883	Janaúba	196	11,21	1,71	134	360	49	7,35	251,76	0,70	1849,67
884	Janaúba	213	11,45	1,71	53	119	146	0,82	80,86	0,68	65,91
885	Janaúba	203	10,43	1,57	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
886	Janaúba	184	13,50	1,57	58	160	125	1,28	96,84	0,61	123,96
888	Janaúba	202	11,76	2,00	17	39	1	39,00	23,42	0,60	913,38
889	Janaúba	185	9,19	1,71	68	174	21	8,29	112,25	0,65	930,07
890	Janaúba	185	9,72	1,29	30	82	27	3,04	55,47	0,68	168,46
891	Janaúba	219	10,24	2,00	19	48	116	0,41	30,12	0,63	12,46
892	Janaúba	160	10,14	2,00	18	50	13	3,85	35,42	0,71	136,23
893	Janaúba	150	9,98	1,57	8	17	10	1,70	12,2	0,72	20,74
894	Janaúba	191	10,16	1,43	48	127	149	0,85	79,97	0,63	68,16

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
895	Janaúba	192	11,85	2,29	29	57	139	0,41	36,34	0,64	14,90
896	Janaúba	170	9,44	1,71	4	11	129	0,09	7,53	0,68	0,64
897	Janaúba	210	8,27	1,29	113	299	24	12,46	169,41	0,57	2110,57
898	Janaúba	205	10,45	1,14	92	213	154	1,38	142,42	0,67	196,98
899	Janaúba	210	11,21	1,29	305	762	162	4,70	509,62	0,67	2397,10
900	Dourados	248	10,15	1,43	134	351	125	2,81	253,37	0,72	711,46
901	Dourados	183	14,44	1,43	47	134	16	8,38	87,88	0,66	736,00
902	Dourados	185	13,34	2,00	51	148	27	5,48	103,22	0,70	565,80
903	Dourados	156	7,78	1,71	16	41	8	5,13	27,93	0,68	143,14
904	Dourados	225	9,27	1,14	19	53	28	1,89	36,76	0,69	69,58
905	Dourados	228	10,18	2,00	51	140	35	4,00	88,62	0,63	354,48
906	Dourados	194	8,79	1,86	99	270	27	10,00	164,37	0,61	1643,70
907	Dourados	255	12,51	1,14	223	611	157	3,89	453,7	0,74	1765,67
908	Dourados	230	10,07	1,43	297	810	35	23,14	548,95	0,68	12704,27
909	Dourados	229	9,90	1,29	271	719	157	4,58	437,97	0,61	2005,74
910	Dourados	210	10,34	1,29	11	30	28	1,07	23,85	0,80	25,55
911	Dourados	230	10,98	1,71	191	509	123	4,14	381,09	0,75	1577,03
912	Petrolina	270	12,35	1,86	263	722	131	5,51	527,54	0,73	2907,51
913	Petrolina	64	5,13	1,71	5	12	1	12,00	5,59	0,47	67,08
914	Petrolina	178	9,26	1,29	24	61	16	3,81	35,68	0,58	136,03
916	Petrolina	103	6,33	1,86	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
917	Petrolina	220	10,38	1,43	59	164	146	1,12	102,7	0,63	115,36
918	Petrolina	110	7,35	1,14	3	8	1	8,00	5,7	0,71	45,60
919	Petrolina	114	7,11	1,57	4	12	1	12,00	8,58	0,72	102,96
920	Petrolina	222	10,14	1,29	196	521	157	3,32	334,93	0,64	1111,46
921	Petrolina	155	10,29	1,43	10	27	8	3,38	17,75	0,66	59,91
922	Petrolina	111	5,99	1,57	1	2	1	2,00	1,38	0,69	2,76
923	Petrolina	210	15,15	1,43	266	696	157	4,43	508,2	0,73	2252,91
924	Petrolina	170	6,61	1,86	12	23	133	0,17	14,11	0,61	2,44
925	Petrolina	190	9,94	1,43	67	148	146	1,01	92,2	0,62	93,46
926	Petrolina	225	9,03	1,71	35	99	146	0,68	68,1	0,69	46,18
927	Petrolina	220	8,65	1,43	9	19	118	0,16	13,92	0,73	2,24

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
928	Petrolina	220	9,92	1,86	70	178	146	1,22	119,92	0,67	146,20
929	Petrolina	240	10,01	1,71	109	294	157	1,87	200,46	0,68	375,38
930	Petrolina	218	10,03	2,14	113	337	24	14,04	239,05	0,71	3356,66
931	Petrolina	230	9,40	1,43	311	835	152	5,49	585,66	0,70	3217,28
932	Dourados	263	11,18	1,43	365	969	158	6,13	717,41	0,74	4399,81
933	Dourados	207	9,96	1,71	34	87	143	0,61	52,44	0,60	31,90
934	Dourados	181	9,46	1,86	39	101	146	0,69	61,78	0,61	42,74
935	Dourados	188	9,46	1,86	34	96	46	2,09	69,9	0,73	145,88
936	Dourados	177	8,52	1,71	65	175	149	1,17	117,52	0,67	138,03
937	Dourados	161	8,20	1,71	65	169	10	16,90	105,39	0,62	1781,09
938	Dourados	134	6,45	1,14	14	39	3	13,00	21,2	0,54	275,60
939	Dourados	167	8,16	1,71	133	362	136	2,66	223,32	0,62	594,43
940	Dourados	171	9,04	1,71	66	164	149	1,10	112,08	0,68	123,36
941	Dourados	126	7,05	1,57	12	32	16	2,00	24,24	0,76	48,48
942	Dourados	150	8,20	1,29	33	92	30	3,07	55,73	0,61	170,91
943	Dourados	85	6,09	0,86	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
944	Dourados	76	4,25	1,29	1	2	1	2,00	1,07	0,54	2,14
945	Dourados	89	6,92	0,86	1	1	1	1,00	0,46	0,46	0,46
946	Dourados	157	8,15	1,14	15	42	10	4,20	26,65	0,63	111,93
948	Dourados	179	9,13	1,71	106	285	150	1,90	169,71	0,60	322,45
949	Dourados	150	7,58	1,86	36	87	24	3,63	51,86	0,60	187,99
950	Dourados	141	8,90	1,57	9	20	13	1,54	15,03	0,75	23,12
951	Dourados	203	10,60	1,29	185	476	149	3,19	358,14	0,75	1144,13
952	Dourados	188	10,87	1,71	115	291	149	1,95	213,47	0,73	416,91
953	Dourados	147	7,37	1,43	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
954	Dourados	210	9,06	1,29	282	710	149	4,77	472,97	0,67	2253,75
955	Dourados	215	9,50	1,29	222	571	152	3,76	417,00	0,73	1566,49
956	Janaúba	173	7,88	1,14	38	112	146	0,77	74,45	0,66	57,11
957	Janaúba	112	7,01	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
958	Janaúba	104	6,11	1,57	4	8	4	2,00	4,73	0,59	9,46
959	Janaúba	77	5,08	0,86	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
960	Janaúba	61	4,09	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCER (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
963	Janaúba	77	5,82	0,86	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
966	Janaúba	132	9,53	1,29	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
967	Janaúba	81	5,34	1,14	3	8	3	2,67	5,07	0,63	13,52
968	Janaúba	188	8,87	1,29	37	90	149	0,60	61,34	0,68	37,05
969	Janaúba	160	7,96	1,14	23	59	149	0,40	41,68	0,71	16,50
970	Janaúba	121	6,36	1,71	10	23	16	1,44	14,1	0,61	20,27
972	Janaúba	190	11,55	1,00	99	246	154	1,60	158,36	0,64	252,96
973	Janaúba	123	7,74	1,28	5	15	118	0,13	8,22	0,55	1,04
974	Janaúba	180	7,89	1,29	18	33	146	0,23	21,54	0,65	4,87
975	Janaúba	152	7,82	2,00	27	71	146	0,49	48,44	0,68	23,56
976	Janaúba	150	7,11	1,29	4	12	1	12,00	7,63	0,64	91,56
978	Petrolina	130	6,79	1,43	23	59	149	0,40	37,55	0,64	14,87
979	Petrolina	152	8,28	1,71	21	53	149	0,36	34,68	0,65	12,34
980	Petrolina	151	8,87	1,86	27	67	149	0,45	47,67	0,71	21,44
981	Petrolina	183	8,35	1,71	36	87	149	0,58	59,9	0,69	34,98
982	Petrolina	117	6,78	1,29	2	6	1	6,00	4,13	0,69	24,78
983	Petrolina	123	7,35	1,43	1	3	1	3,00	2,59	0,86	7,77
985	Petrolina	89	5,68	1,29	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
986	Petrolina	78	6,16	1,14	3	7	1	7,00	4,21	0,60	29,47
987	Petrolina	85	6,01	1,29	2	5	1	5,00	3,63	0,73	18,15
988	Petrolina	79	5,10	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
989	Petrolina	86	6,04	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
990	Janaúba	61	4,02	1,14	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
991	Dourados	245	5,82	1,71	41	106	140	0,76	66,73	0,63	50,52
992	Dourados	174	8,96	1,43	32	87	126	0,69	61,82	0,71	42,69
993	Dourados	210	10,67	2,14	158	348	136	2,56	250	0,72	639,71
994	Dourados	190	9,86	1,57	37	99	22	4,50	62,16	0,63	279,72
995	Dourados	161	9,16	1,57	1	3	1	3,00	2,45	0,82	7,35
997	Dourados	95	6,20	1,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
998	Dourados	204	10,74	2,29	79	218	129	1,69	150,03	0,69	253,54
999	Dourados	178	9,87	1,71	67	190	18	10,56	128,7	0,68	1358,50
Média		188,05	9,54	1,53	118,75	287,42	94,78	4,53	200,58	0,62	1556,34

Acessos	Procedência	AP (cm)	DCA (cm)	MCEc (cm)	NFP	NSP	TEC (dias)	SED	PSP (g)	PMS (g)	IND
DP		50,76	2,26	0,31	172,63	333,98	65,76	7,89	239,23	0,19	4856,44
Amplitude		64-300	2,90-15,48	0,86-2,71	0-756	0-1973	0-162	0-75,67	0-1402,04	0-1,27	0-51137,80
CV (%)		26,99	23,72	20,27	117,26	116,19	69,39	174,17	119,27	31,62	312,04

AP- Altura de Planta; DCA – Diâmetro do Caule; MCEc - Média do Comprimento do Entrenó do Ramo; NFP – Número de Frutos por Planta; NSP – Número de Sementes por Planta; TEC – Tempo de Colheita; SED – Sementes por Dia; PSP – Peso de Sementes por Planta; PMS – Peso Médio de Sementes; IND – Maior Produção em Menor Tempo de Colheita.