

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

**CARACTERIZAÇÃO E SELEÇÃO DE LINHAGENS ELITES DE
MAMONEIRA (*Ricinus communis* L.) POR MEIO DO DESEMPENHO
MORFOAGRÔNOMICO E MOLECULAR NO ESTADO DA BAHIA**

LAURENICE ARAUJO DOS SANTOS

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
NOVEMBRO DE 2013**

CARACTERIZAÇÃO E SELEÇÃO DE LINHAGENS ELITES DE
MAMONEIRA (*Ricinus communis* L.) POR MEIO DO DESEMPENHO
MORFOAGRÔNOMICO E MOLECULAR NO ESTADO DA BAHIA

LAURENICE ARAUJO DOS SANTOS

Engenheira Agrônoma

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2007

Tese submetida ao Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do Grau de Doutora em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Fitotecnia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Simone Alves Silva

Co-orientação: Prof^a. Dr^a. Ana Cristina Velo Loyola Dantas

Dr^a Cláudia Fortes Ferreira

FICHA CATALOGRÁFICA

S237c Santos, Laurenice Araujo dos.
Caracterização e seleção de linhagens elites de mamoneira (*Ricinus communis* L.) por meio do desempenho morfoagronômico e molecular no Estado da Bahia / Laurenice Araujo dos Santos._ Cruz das Almas, BA, 2013.

85f.; il.

Orientadora: Simone Alves Silva.

Coorientadora: Ana Cristina Velo Loyola Dantas.

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

1.Mamona – Cultivo. 2.Mamona - Melhoramento genético.

I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Ferreira, Cláudia Fortes.


III.Título.


CDD: 633.85




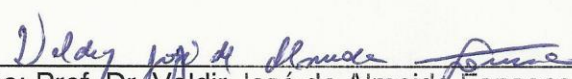
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias


COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE TESE DE
LAURENICE ARAUJO DOS SANTOS


Membro Presidente: Profa. Dra. Simone Alves Silva
Instituição: UFRB


Membro Externo ao Programa: Profa. Dra. Edna Lobo Machado
Instituição: UFRB


Membro Externo ao Programa: Prof. Dr. Ricardo Franco Cunha Moreira
Instituição: UFRB


Membro Externo à Instituição: Prof. Dr. Valdir José de Almeida Fonseca
Instituição: IFBAIANO


Membro Externo à Instituição: Prof. Dr. Cláudio Lúcio Fernandes Amaral
Instituição: UESB

Homologada em / / .

A Deus,
Aos meus pais Antonio e Maria Zélia,

DEDICO

Ao meu filho Miguel
Ao meu esposo
Aos meus irmãos

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser a minha rocha em quem coloco a minha confiança, por sua luz em minha vida.

À minha família, por suas orações e apoio, em especial aos meus sobrinhos.

Ao meu esposo Perivaldo pelo seu amor, amizade e paciência e a sua família que sempre me acolheu com muito carinho.

A Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em especial aqueles que fazem parte do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, pela oportunidade de realização do curso.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

A Petrobrás Biocombustível e a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP), pelo financiamento do projeto.

À minha orientadora, pesquisadora Dr^a. Simone Alves Silva, pela preciosa orientação, paciência, amizade e confiança.

As co-orientadoras: professora Dr^a. Ana Cristina Vello Loyola Dantas e a pesquisadora Dr^a. Claudia Fortes, pela confiança e direcionamento na pesquisa.

Ao amigo Helison Brasileiro, pela sua paciência e dedicação ao meu trabalho no laboratório.

Ao pesquisador Dr. Edson Perito Amorim.

Aos amigos do grupo de Pesquisa NBIO, pelo companheirismo e colaboração na realização do trabalho; em especial a Gilmara, Mauricio, Ismael, Cristiano, Josué e Tamires pelo apoio no campo.

Aos técnicos do laboratório do NBIO.

À minha irmã de coração Vanessa, por sua presença em todos os momentos de minha vida.

As amigas Aguida, Andreia, Cláudia, Patrícia e Vânia, que mesmo estando longe sempre mim incentivaram na concretização desta etapa.

À minha cunhada Jose, por suas palavras de incentivo e oração nos momentos de dificuldade.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento desta tese.

SUMÁRIO

Página

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO.....1

Capítulo 1

**DESEMPENHO MORFOAGRÔNOMICO DE GENÓTIPOS DE MAMONEIRA EM
POPULAÇÕES AVANÇADAS (F₄: F₅ E F₅: F₆) SOB DOIS ANOS DE CULTIVO
.....16**

Capítulo 2

**PARÂMETROS GENÉTICOS EM LINHAGENS ELITES DE MAMONEIRA NO
ESTADO DA BAHIA45**

Capítulo 3

**CARACTERIZAÇÃO DE LINHAGENS ELITES POR MEIO DE MARCADORES
MOLECULARES ISSR EM POPULAÇÃO HOMOZIGOTA DE MAMONEIRA
..... 58**

CONSIDERAÇÕES FINAIS77

CARACTERIZAÇÃO E SELEÇÃO DE LINHAGENS ELITES DE MAMONEIRA (*Ricinus Communis* L.) POR MEIO DO DESEMPENHO MORFOAGRÔNOMICO E MOLECULAR NO ESTADO DA BAHIA

Autor: Laurenice Araujo dos Santos

Orientadora: Dr^a Simone Alves Silva

Co-orientadora: Dr^a Ana Cristina V. Loyola Dantas e Dr^a Cláudia Fortes Ferreira

Resumo: Objetivou-se avaliar as populações avançadas (F₄:F₅ e F₅:F₆) de mamoneira, envolvendo 219 linhagens por meio da caracterização morfoagronômica, estimativa dos parâmetros genéticos e caracterização molecular, visando à seleção de linhagens elites. A caracterização morfoagronômica foi realizada nos anos agrícolas de 2010 e 2011. Os dados foram submetidos à análise de variância, análise de correlação linear de Pearson e os valores médios foram agrupados segundo o teste de Scott e Knott ($p < 0,05$). Foi aplicado 21,46% de pressão de seleção sob o desempenho dos caracteres morfoagronômicos de maior interesse para a seleção. As 47 linhagens elites selecionadas foram submetidas a estimativa dos parâmetros baseada em modelos mistos do tipo REML/BLUP e analisadas por meio de marcadores ISSR. A análise univariada revelou diferença significativa entre as 219 linhagens em todos os caracteres avaliados, formando entre dois a onze grupos divergentes, sendo que o caráter teor de óleo na semente formou o maior número de grupos. Dos 190 pares de correlações genotípicas, 81,05% foram significativas pelo teste t. A estimativa do coeficiente de variação genético variou de 2,90% para o teor de óleo na semente a 14,66% para o peso de semente por racemo. As estimativas dos coeficientes de variação experimental variaram de 1,22% para o caráter teor de óleo na semente a 40,75% para o número de semente por racemo. A herdabilidade de parcelas individuais no sentido amplo apresentou variação, alcançando maior valor (75%) para o teor de óleo da semente e menor valor para o número de semente por racemo (8,00%). Um total de nove primers geraram 69% dos fragmentos polimórficos, amplificados entre 200 a 2000 pb, com formação de seis grupos principais evidenciando a existência de variabilidade genética entre as linhagens selecionadas.

Palavras-chave: Melhoramento genético, parâmetros genéticos, caracterização molecular.

CHARACTERIZATION AND SELECTION OF CASTOR BEAN (*RICINUS COMMUNIS* L.) ELITE INBRED LINES THROUGH MORPHOAGRONOMIC AND MOLECULAR MARKERS IN THE STATE OF BAHIA

Author: Laurenice Araujo dos Santos

Advisor: Dr^a Simone Alves Silva

Co-Advisor: Dr^a Ana Cristina V. Loyola Dantas and Dr^a Claudia Fortes Ferreira

Abstract: This study evaluated the advanced population of castor bean (F4:F5 and F5:F6), involving 219 inbred lines by morphoagronomic characterization aiming the selection of elite lines. The morphoagronomic characterization was carried out in the years 2010 and 2011. Data were subjected to analysis of variance, analysis of Pearson linear correlation and mean values grouped according to the Scott and Knott test ($p < 0,05$). A 21,46% selection pressure on the performance of the morphoagronomic characteristics of most interest for selection, was applied. The 47 elite lines selected were subjected to estimation of genetic parameters based on mixed models of REML / BLUP type and analyzed by ISSR markers. Univariate analysis revealed significant differences between the 219 inbred lines for all the characteristics evaluated, forming between two to eleven different groups, and the seed oil content in the seed, formed the largest number of groups. Of the 190 pairs of genotypic correlations, 81.05% were significant by the t test. The estimate of the coefficient of variation ranged from 2.90% for the genetic content of the seed oil to 14.66% for the weight of seed per raceme. The estimates of the coefficients of variation ranged from 1.22% for seed oil content to 40.75% for number of seed per raceme. The heritability of individual plots in the broad sense showed variation, reaching the highest value (75%) for the oil content in the seed and lowest value for the number of seed per cluster (8.00%). A total of nine primers generated 69% of polymorphic fragments amplified between 200-2000 bp, with six main groups, indicating existence of genetic variability between the inbred lines selected.

Keywords: Plant breeding, genetic parameters, molecular characterization

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) pertencente a família Euforbiaceae, têm despertado grande interesse, devido ao incentivo à produção de biodiesel. A partir da industrialização de suas sementes, obtém-se como produto principal, o óleo, que conta atualmente com mais de 700 utilidades industriais, a exemplo da fabricação de tintas, vernizes, sabões, fibras sintéticas, plástico, corantes, anilina, lubrificantes, secativo, solventes, nylon, fluidos hidráulicos, graxas especiais, espumas, cosméticos, ceras, emulsificantes, próteses entre outros (SANTOS et al., 2001; FREIRE et al., 2006; FALASCA et al., 2012).

Outra grande vertente proveniente do óleo de mamona é a fabricação de lubrificantes indispensáveis para o funcionamento de aeronaves e foguetes, por resistir ao congelamento em temperaturas extremamente baixas, ampliando a demanda internacional por este produto (FALASCA et al., 2012).

O teor de óleo nas sementes, nas cultivares comerciais, varia entre 40% e 55%, contendo uma elevada proporção do ácido ricinoleico (84 - 90%). É um óleo que apresenta alta viscosidade, a sua coloração varia desde amarelo pálido para incolor, com cheiro suave e sabor altamente desagradável (FALASCA et al., 2012; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ e VELASCO, 2012).

O óleo da mamona, ao contrário de algumas oleaginosas, a exemplo da soja, girassol e amendoim, apresenta a vantagem do ponto de vista social de não ser destinado a alimentação humana, por não ser comestível, evitando a competição com tal mercado (PIRES et al., 2004).

Como subproduto do beneficiamento da extração do óleo de mamona, obtém-se a torta, que pode ser utilizada na alimentação animal ou na adubação. Entretanto, para seu uso na alimentação animal é realizado um processo de desintoxicação, sendo bastante complexo e, relativamente caro, levando as usinas a preferirem vender a torta apenas como adubo (BELTRÃO e SILVA, 1999).

Com o surgimento de um novo mercado no campo energético, a produção de biocombustíveis, em especial a fabricação do diesel vegetal ou biodiesel, ampliou as possibilidades para o uso do óleo da mamona como matéria-prima, e desta forma, demandando materiais melhorados associados às altas tecnologias de produção, de modo a possibilitar a utilização de todo o seu potencial, principalmente na região Nordeste, que é responsável por cerca de 90% da produção nacional (IBGE, 2013).

No Brasil o rendimento de sementes de mamona pode ser aumentado com a utilização de cultivares adequadas, associadas ao uso de sementes de boa qualidade, período de plantio adequado, irrigação, adubação do solo, manejo de plantas daninhas, pragas e doenças, densidade de população e colheita mecânica (SEVERINO et. al., 2012; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ e VELASCO, 2012).

Uma das demandas do melhoramento genético da mamoneira inclui a adaptação de genótipos a regiões de baixas altitudes, isso permite a inclusão sustentável de muitos municípios onde o cultivo não é recomendado pelo risco de baixas produtividades (SEVERINO et al., 2006; FALASCA et al., 2012). Severino et al. (2006), Bahia et al. (2008) e Passos et al. (2010) desenvolveram alguns trabalhos com mamoneira em regiões de baixa altitude e obtiveram bom desempenho produtivo.

Origem e distribuição geográfica

A origem desta planta é muito discutida, alguns pesquisadores acreditam que o continente asiático é o provável centro de origem, outros afirmam ser originária da África intertropical. Entretanto, devido à presença de grande diversidade, o mais aceito é de que esta cultura seja originária do Nordeste da África, mais precisamente da Etiópia (HEMERLY, 1981; VEIGA, SAVY FILHO e BANZATTO, 1989; LORENZI, 2000; BELTRÃO et al., 2001; OLSNES, 2004; ANJANI, 2012)

A mamoneira apresenta facilidade de propagação e adaptação em diferentes condições climáticas proporcionando sua distribuição nas mais variadas regiões do mundo, especialmente em países de clima tropical e subtropical. No Brasil a mamona foi introduzida pelos portugueses na época do Brasil colônia com o objetivo de se utilizar o óleo para iluminação e lubrificação dos eixos das carroças e das

engrenagens dos engenhos de cana de açúcar (CHIERICE e CLARO NETO, 2001; SAVY FILHO, 2005).

Cultivada em diversos países do mundo, destacam-se como os maiores produtores de mamona a Índia, a China e o Brasil (NOBRE et al. 2013). No Brasil a exploração comercial desta cultura ocorre em quase todos os estados nordestinos, com exceção de Sergipe e Maranhão, onde não há registros de área cultivada com mamona (AMORIM NETO et al., 2001). Sendo que a Bahia se destaca como maior produtora na região nordeste, respondendo por 80% da produção (IBGE, 2013).

Zoneamento da mamoneira

A mamoneira é relatada como sendo uma planta rústica, podendo ser encontrada em diversas regiões do Brasil (BARROS JUNIOR et al., 2008). Entretanto, Amorim Neto et al. (2001) menciona que, para alcançar produção satisfatória, deve ser cultivada em condições edafoclimáticas adequadas à exigência da cultura, ou seja em regiões zoneadas. Segundo Zuchi et al. (2010), as condições ambientais da área de produção da mamona são importantes para a obtenção de altas produtividades com sementes de qualidade.

O zoneamento dessa oleaginosa tem por objetivo definir e identificar áreas potenciais à sua utilização econômica e racional, devendo ter como complemento o estabelecimento da época de semeadura para cada região, visando à realização de cultivo no período mais favorável a disponibilidade hídrica, de calor e luminosidade, favorecendo o crescimento e desenvolvimento das plantas (AMORIM NETO et al. 2001). Sendo extremamente importante para reduzir os riscos de impacto negativo do ambiente sobre a cultura.

Segundo Beltrão et al. (2003) existem mais de 400 municípios na Região Nordeste favoráveis ao cultivo da mamoneira em condições de sequeiro, sendo que, para o autor, o melhor desempenho da cultura, é ideal que estas sejam cultivadas em regiões com temperatura do ar média anual entre 20 e 30°C, precipitação pluvial média anual superior a 500 mm, e altitude de pelo menos 300 m, sendo seu ótimo de 650 m de altitude. Embora seja considerada resistente à seca e não tolerante a salinidade, para atingir produtividade acima de 2.000 kg ha⁻¹, necessita de, aproximadamente, 900 mm de chuva por ciclo (BELTRÃO e CARDOSO, 2006).

A altitude é considerada um dos fatores limitantes para o cultivo da mamoneira, sendo um dos critérios utilizados para a realização do seu zoneamento (FALASCA et al., 2012). Diversos são os fatores que podem ser influenciados pela altitude, como nebulosidade, umidade, pressão de oxigênio e a temperatura. Destes, destaca-se a temperatura, que tende a decrescer à medida que a altitude aumenta (SEVERINO et al., 2006). De acordo com Taiz e Zeiger (1998), a temperatura pode afetar a fotossíntese e a respiração das plantas devido a sua influencia nas reações bioquímicas ligadas a esses dois processos fisiológicos.

A mamoneira é considerada uma planta de fotoperíodo longo (WEISS, 1983). Seu melhor desenvolvimento ocorre em áreas com pelo menos 12 horas de sol por dia, embora também apresentem desenvolvimento satisfatório em regiões com fotoperíodos curtos, desde que sejam superiores a nove horas (BELTRÃO e SILVA, 1999). A duração do fotoperíodo favorece a formação das flores, em dias longos favorecem a formação das femininas, enquanto que os dias curtos favorecem a ocorrência de flores masculinas.

No período que vai desde a floração até a maturação dos frutos, a ocorrência de umidade relativa elevada, associada a temperaturas mais amenas, podem favorecer o desenvolvimento de doenças, principalmente do mofo cinzento (AZEVEDO et al., 2006). Esta doença é causada pelo fungo *Amphobotrys ricini*, de grande importância para a mamoneira, com perdas na produtividade, cuja a principal forma de disseminação é por esporos levados pelo vento, sementes e por alguns insetos, atraídos pela exsudação de néctar nas flores (NEERGAARD, 1979; KIMATI, 1980; MASSOLA Jr. e BEDENDO, 2005).

Em relação a pluviosidade, a maior exigência desta cultura ocorre no início da fase vegetativa. A ocorrência de chuvas fortes no período da floração e frutificação podem provocar a queda das flores e frutos, ocasionando perdas na produtividade (AZEVEDO et al., 2006). Desta forma, em regiões com alta pluviosidade a semeadura deve ser ajustada de forma que não ocorram grandes volumes de precipitação nestas fases.

Quanto às condições edáficas, deve-se evitar o plantio em solos com textura argilosa e drenagem deficiente, preferindo-se os solos profundos, sem compactação, com textura média, bem estruturados, boa drenagem e fertilidade média (AZEVEDO et al., 1997). Dentre os fatores mais críticos para a produção da cultura da mamona, destacam-se a compactação do solo, o pH baixo, os níveis elevados de alumínio e os solos com baixa fertilidade (BRAGA JÚNIOR et al., 2011).

Aspectos botânicos da mamona

A mamoneira é uma planta C3, com elevadas taxas de fotorrespiração. Apresenta crescimento indeterminado, podendo variar de 0,8m a mais de 7m de altura, desenvolvendo-se verticalmente até o surgimento da primeira inflorescência. Em seguida surgem os ramos laterais, os quais dão origem a um novo cacho, denominado de racemos secundários, terciários, quaternários ou de ordem mais elevada (TÁVORA, 1982; BELTRÃO et al., 2001).

Planta de hábito arbustivo, com grandes variações na cor do caule, folhas e racemos, podendo apresentar cera no caule e no pecíolo. As sementes apresentam-se com diferentes tamanhos, formatos e grande variabilidade de coloração e seus frutos frequentemente possuem espinhos (RODRIGUES FILHO, 2000). Estes podem ser deiscentes, abrindo-se quando maduros ou indeiscentes, permanecendo aderido a baga mesmo após a total senescência, além de, geralmente apresentarem três divisões contendo uma semente em cada uma (TÁVORA, 1982). Os frutos indeiscentes são mais desejados, pois, além de reduzir a utilização de mão de obra, possibilita a colheita mecânica (AMARAL, 2003).

Segundo Savy Filho (1999), o sistema radicular da mamoneira é do tipo pivotante, profundo, vigoroso e com poucas raízes laterais, emitindo radículas ao longo das raízes com grande área de absorção de umidade e nutrientes do solo.

A inflorescência é do tipo monóica, sendo que as flores masculinas localizam-se na parte inferior e as femininas na parte superior do cacho floral. É uma planta autógama, porém podem apresentar até 30% de alogamia (AZEVEDO et al., 1997; BELTRÃO e SILVA, 1999).

Melhoramento genético da mamoneira

A cultura da mamoneira ainda apresenta problemas devido à falta de cultivares melhoradas. Por isso, pesquisas com o melhoramento genético da cultura devem atender a diversos objetivos, principalmente ao aumento da produtividade e o teor de óleo da semente. O melhoramento genético vegetal visa a obtenção de

materiais que apresentem características agronômicas superiores as de seus genitores, a exemplo do aumento de produtividade, precocidade de desenvolvimento e resistência ao ataque de doenças (CHAGAS, 2009). Também, são desejáveis outras características como indeiscência, porte ideal para adaptação da colheita mecanizada e aumento na porcentagem de flores femininas (BERTOZZO, 2009).

Os primeiros trabalhos visando o melhoramento genético da mamoneira no Brasil foram realizados pelo Instituto Agronômico de Campinas – IAC, no ano de 1936 em São Paulo, visando a seleção de cultivares mais produtivas e resistentes a pragas e doenças (KRUG et al., 1943).

Na década de 60, a Bahia iniciou os trabalhos com o melhoramento da espécie em Cruz das Almas no Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Leste (IPEAL), órgão que foi alocado posteriormente para a fundação do Centro de Mandioca e Fruticultura Tropical da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Em 1974, os trabalhos passaram a ser conduzidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia (EPABA), que depois foi transformada na Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA), com sede em Itaberaba, a qual passou a conduzir os experimentos a partir da década de 80.

Visando obter materiais superiores de mamoneira para regiões de baixa altitude, no ano de 2005, o Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO), pertencente à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), localizada em Cruz das Almas, Bahia, iniciou seus trabalhos com a introdução das cultivares Sipeal 28, BRS Nordestina, BRS Paraguaçu, Mirante 10 e EBDA MPA 17. Estudos sobre a divergência genética entre essas cinco cultivares em Cruz das Almas, foram abordados por Bahia et al. (2008) observando que combinações promissoras são esperadas entre os híbridos “Sipeal 28 x BRS 188 Paraguaçu” e “Sipeal 28 X EBDA MPA-17”, em virtude da maior dissimilaridade apresentada e do melhor desempenho médio desses híbridos na região do Recôncavo Baiano. Outros estudos desenvolvidos por Cerqueira (2008) e Sampaio Filho (2009) confirmaram a variabilidade genética constatada entre estas cultivares.

Ao avaliar o crescimento e a produtividade de cinco cultivares de mamona no município de Cruz das Almas, Silva (2008) constatou que o desempenho das mesmas, indica serem adaptados a região do Recôncavo Baiano. Passos et al. (2010) estudando as populações fixas e segregantes em dialélico parcial entre essas

cultivares, verificaram forte efeito do ambiente e reduzida herdabilidade, indicando métodos de melhoramento como genealógico e SSD (*Single Seed Descent*) na condução de populações segregantes. Oliveira (2011) conduzindo a população segregante $F_2:F_3$ por método SSD identificou comportamentos dissimilares e promissores de mamoneira em condições de baixa altitude. O estudo mostrou que houve variabilidade genética na população segregante F_3 e fortes correlações genéticas alguns caracteres.

Método de condução SSD

Programas de melhoramento são a base do processo para implantação e desenvolvimento da cultura da mamona, evitando cultivos realizados com materiais nativos ou não melhorados, os quais comprometem a produtividade. Tais pesquisas devem ser regionalizadas de modo a permitir maior segurança à atividade agrícola, uma vez que resultados da interação genótipos x ambientes significativos são obtidos em regiões distintas.

O método SSD foi elaborado a partir de um sistema proposto por Gouden em 1939, em que a seleção natural e artificial é eliminada até atingir nível elevado de homozigose e, a cada geração uma semente é obtida ao acaso de cada planta na população para formar a fonte de semente para a geração seguinte. Esta técnica foi proposta para garantir maior variabilidade na população em geração avançada, com alto grau de homozigose, visto que não ocorre seleção da F_2 a F_6 , além de otimizar a utilização de estrutura de campo e telado, para o avanço de gerações, em menor espaço de tempo (CARVALHO et al., 2008).

Neste método, a partir da geração F_2 é feita a colheita de uma única semente de cada planta da população. Esta semente será utilizada para plantar a geração seguinte, quando este procedimento será repetido, geralmente até F_5 ou F_6 . Neste método, a seleção natural não influencia as populações, a não ser que os genótipos não produzam pelo menos uma semente. Por isso, as populações segregantes podem ser plantadas fora da época normal de plantio e em qualquer ambiente, como a utilização de casa de vegetação, entre outros (OLIVEIRA, 2009).

Marcadores moleculares no melhoramento genético da mamoneira

Os marcadores moleculares permitem compreender e organizar a variabilidade genética de um programa de melhoramento de forma única, acessando a variabilidade de DNA, o qual não é influenciado pelo ambiente. Entretanto, a análise com marcadores moleculares não deve ser utilizada excluindo-se a morfoagronômica, pois o valor dos resultados obtidos está na análise combinada com estas características (FERREIRA e GRATTAPAGLIA, 1998).

Existem diversos tipos de marcadores moleculares, os quais são diferenciados pela técnica aplicada para identificar a variabilidade em nível de DNA, variando assim em relação à habilidade de detectar diferenças entre indivíduos, custo, facilidade de uso, consistência e repetibilidade (FERREIRA e GRATTAPAGLIA, 1998; MILACH, 1998).

O ISSR (Inter simple sequence repeats) é um método baseado em microssatélite, que não necessita do conhecimento prévio do genoma e desenho do primer clonado (ZIETKIEWICZ et al., 1994; REDDY et al., 2002). O marcador SSR é baseado na amplificação da região repetida usando dois primers loco-específicos, enquanto que em ISSR, um único primer composto por uma seqüência do microssatélite usualmente de 16-25 pb de comprimento é utilizado para amplificar principalmente as seqüências Inter-SSR de diferentes tamanhos. Apesar de serem dominantes, os marcadores ISSR têm a vantagem de analisar loci múltiplos em uma única reação (GOULÃO e OLIVEIRA, 2001).

Segundo Liu e Wendel (2001) este marcador fornece resultados altamente reprodutíveis e gera abundante polimorfismo em muitos sistemas, revelado por eletroforese no gel de agarose com detecção por brometo de etídio ou eletroforese no gel de poliacrilamida. Vem sendo utilizado nos programas de melhoramento de algumas culturas por permitirem diversas finalidades dentre elas a identificação da variabilidade genética, a avaliação do grau de associação genética entre parentes e o desempenho dos híbridos para a construção de mapas genéticos (QUEIROZ et al., 2010).

Apesar das vantagens, ainda são poucos os relatos sobre a utilização de marcadores moleculares visando estimar a variabilidade genética disponível para o melhoramento na cultura da mamona. São encontrados na literatura alguns trabalhos utilizando RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*) como abordado por Vidal et al. (2005), Cunha et al. (2006), Anthonisen (2007), Cerqueira (2008), Gajera et al. (2010), Machado et al. (2013). Entre os que utilizaram marcadores do

tipo SSR encontram-se Bajay et al. (2009), Bajay et al. (2011), Seo et al., 2011 e Machado (2011), Diamantino (2013). E marcadores ISSR que foi realizado por Gajera et al. (2010).

A partir das informações apresentadas, objetivou-se avaliar as populações avançadas (F4:F5 e F5:F6) de mamoneira, envolvendo 219 linhagens por meio da caracterização morfoagronômica, estimativa dos parâmetros genéticos e caracterização molecular, visando à seleção de linhagens elites.

Referências Bibliográficas

AMARAL, J. G. C. **Variabilidade genética para características agronômicas entre progênies autofecundadas de mamona (*Ricinus communis* L.) cv. AL Guarany 2002**. 2003. 59 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

AMORIM NETO, M. da S. ARAÚJO, A. E.de. BELTRÃO, N. E. de M. Zoneamento agroecológico e época de semeadura para a mamoneira na Região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v.9, n.3, p.551-556, 2001.

AMORIM NETO, M. S.; ARAÚJO, A. E.; BELTRÃO, N. E. M. Clima e solo. In:____. **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 1 ed., 2001. Cap.3, p. 63-67.

ANTHONISEN, D. G., **Caracterização de genótipos de mamona: marcadores RAPD, teor de óleo nas sementes por SOXHLET e RMN e rendimento da extração do óleo usando etanol**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.

Azevedo, D.M.P.; Beltrão, N.E.M. e Leão, A.B. (2006) Arranjo de plantas no rendimento de mamoneira. In: Trabalhos do II Congresso Brasileiro de Mamona [em linha]. Aracajú, Brasil, Embrapa Algodão. 2006.

AZEVEDO, D. M. P. de; et al. **Recomendações técnicas para o cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.) no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1997. 52 p. (Circular técnica, 25).

BAHIA, H. F.; SILVA, S. A., FERNANDEZ, L. G., L. C. A. DA S.; M. R. F. C. Divergência genética entre cinco cultivares de mamoneira. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.43, n.3, p.357-362, 2008.

BARROS JUNIOR, G. et al. Consumo de água e eficiência do uso para duas cultivares de mamona submetidas a estresse hídrico. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v.12,n. 04, p. 350-355, 2008.

BELTRÃO, N. E. ET AL. **Observações sobre a Mamona (*Ricinus communis* L.) Asselvajada e Cultivada, em Areia e em Solo Próximo do Mar**. Campina Grande: Embrapa Comunicado Técnico, 2003.

BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C.; VASCONCELOS, O. L.; AZEVEDO, D. M. P.; VIEIRA, D. J. Fitologia. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2001. cap. 2, p. 37-62.

BELTRÃO, N. E. M., SILVA, L. C. Os múltiplos usos do óleo da mamona (*Ricinus communis* L.) e a sua importância do seu cultivo no Brasil. **Fibras e óleos**. Campina Grande, n.31, 1999.

BELTRÃO, N. E. M.; CARDOSO, G. D. **Informações sobre os sistemas de produção utilizados na ricinocultura na região nordeste, em especial o semi-árido e outros aspectos ligados a sua cadeia**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 6 p. (Comunicado Técnico, 213).

BERTOZZO, F. **Avaliação da seleção para aumento da porcentagem de flores pistiladas em mamona (*Ricinus communis* L.)**. 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

BRAGA JUNIOR, J. M.; ROCHA, M. S.; BRUNO, R. L. A.; VIANA, J. S.; BELTRÃO, N. E. M. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de mamona cultivar BRS – Energia. **Revista Eletrônica de Biologia**, v. 4, n. 1, p. 88-101, 2011.

CARVALHO, F. I. F.; LORENCETTI, C.; MARCHIORO, V. S.; SILVA, S. A. **Condução de populações no melhoramento genético de plantas**. Pelotas: Editora Universitária da UFpel. 2008. 288p.

CERQUEIRA, L. S.; SILVA, S. A.; VILARINHOS, A. D.; AMORIM, E.; PALMEIRI, D. A.; MOREIRA, R. F. C.; PESTANA, K. N.; SILVA, A. N.; JÚNIOR, J. F. P. **Seleção de primers RAPD capaz de detectar polimorfismo em mamoneira**, III Congresso Brasileiro de Mamona Energia e Ricinoquímica, 2006.

CHAGAS, H. A. **Controle de mofo-cinzento (*Amphobotys ricini*) da mamoneira (*Ricinus communis* L.) por métodos químicos, biológico e com óleos essenciais**. 2009. 67 f. Dissertação (Mestre em Agronomia). Universidade estadual paulista, faculdade de ciências agrônômicas, Botucatu. 2009.

CHIERICE, G. O.; CLARO NETO, S. Aplicação industrial do óleo. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 89 a 118, 2001.

DIAMANTINO, M. S. A. S. Variabilidade genética, viabilidade de pólen e estresse salino em genótipos de mamoneira. 2013. 146 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, 2013.

FALASCA, S. L.; ULBERICH, A. C.; ULBERICH, E. Developing an agro-climatic zoning model to determine potential production areas for castor bean (*Ricinus communis* L.). **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 40, n. 1, p. 185–191, 2012.

Fernández-Martínez, J.M.; Leonardo Velasco, L. Castor. **Technological Innovations in Major World Oil Crops**, v. 1, p. 237-265, 2012.

FERREIRA, M.; GATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. Brasília: Embrapa-CENARGEN. 3 ed. P 220. 1998.

FREIRE, M. M.; SOUSA, R. L.; SALDANHA, L. Avaliação da Qualidade do Óleo de Mamona de Diferentes Genótipos. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA. **Anais...**Campina Grande, 2006.

GAJERA, B. B.; KUMAR, N.; SINGH, A. S.; PUNVAR, B. S.; RAVIKIRAN, R.; SUBHASH, N.; JADEJA, G. C. Assessment of genetic diversity in castor (*Ricinus communis* L.) using RAPD and ISSR markers. **Industrial Crops and Products**, v.32, p. 491-498, 2010.

GOULÃO, L.; OLIVEIRA, C. M. Molecular characterisation of cultivars of apple (*Malus x domestica* Borkh.) using microsatellite (SSR and ISSR) markers. **Euphytica**, v. 122, 81-89, 2001.

HEMERLY, F. X. **Mamona: Comportamento e tendências no Brasil**. Brasília: Embrapa - Departamento de Informação e Documentação. 1981. 63p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro v.26 n.9 p.1-84, set. 2013. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201309.pdf. Acesso em 25/10/2013.

KIMATI, H. Doenças da mamoneira – *Ricinus communis* L. In: GALLI, F. (coord.) **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. v. 2, p. 347-351.

KRUG, C. A.; MENDES, P. T.; SOUZA, G. F. de. Melhoramento de mamoneira (*Ricinus communis* L.) III. Primeira série de ensaios de variedades (1937/38-1938/39). **Bragantia**, v. 3, n. 5, p. 85-122, 1943.

LIU, B.; WENDEL, J. F. 2001. Intersimple sequence repeat (ISSR) polymorphisms as a genetic marker system in cotton. **Molecular Ecology Notes**, p.205-208.

MASSOLA JUNIOR, N. S. e BEDENDO, I. P. **Doenças da mamoneira**. In: KIMATI, H. ...[et al.]. **Manual de Fitopatologia**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2: it. p. 445- 447.

MILACH, S.C.K. **Marcadores moleculares em plantas**. Porto Alegre: UFRGS, 1998.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. Londres: McMillan, 1979. 839 p.

NOBRE, R. G. et al.. Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 76-85, jan-mar, 2013.

OLIVEIRA, R. S. de. **Avaliação de população segregante (F3) de mamoneira em condições do recôncavo baiano**. 2011. 39 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, 2011.

PASSOS, A. R.; SILVA, S. A.; SOUZA, C. DA S.; SOUZA, C. M. M.; FERNANDES, L. DOS S. Parâmetros genéticos de caracteres agronômicos em genótipos de mamoneira. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.45, n.7, p.709-714, 2010.

PIRES, M. M.; ALVES, J. M.; ALMEIDA NETO J. A. de A.; ALMEIDA, C.M.; SOUSA, G. S. de; CRUZ, R. S. da; MONTEIRO, R.; LOPES, B. S.; ROBRA, S. Biodiesel de mamona: uma avaliação econômica. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA**, 2004, Campina Grande. **Anais**. Campina Grande: Embrapa Algodão, CD-ROM. 2004.

QUEIROZ, C. M. et al. ANÁLISE GENÉTICA DE GENÓTIPOS INTERESPECÍFICOS DE AMENDOIM DIVERGENTES PARA PRODUÇÃO DE ÓLEO. In: IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, João Pessoa, PB – 2010. **Anais...** João Pessoa, Paraíba.

REDDY, M. P.; SARLA, N.; SIDDIQ, E. A. Inter simple sequence repeat (ISSR) polymorphism and its application in plant breeding. **Euphytica**, Kluwer Academic Publishers Printed in the Netherlands. v.128, p. 9-17, 2002.

RODRIGUES FILHO, A. **A cultura da mamona**. Belo Horizonte: Emater-MG, 2000. 20 p. (Boletim técnico).

SAMPAIO FILHO, O. M. **Análise descritiva, agrupamento e análise de trilha de cultivares de mamoneira em dois anos de cultivo em Cruz das Almas – BA**. Cruz das Almas, 2009. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

SANTOS, R. F. dos; BARROS, M. A. L.; MARQUES, F. M.; FIRMINO, P. de T.; REQUIÃO, L. E. G. Análise Econômica. In: Azevêdo, D. M. P. de; Lima, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Algodão. p. 17-35, 2001.

SAVY FILHO, A. **Mamona: tecnologia agrícola**. Campinas: Emopi. 105p., 2005.

SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N.V.; CAMPANA, M.P.; CARVALHO, L.O. de. **Estudo de cultivares de mamoneira de porte alto no Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agronômico, 1999.

SEVERINO, L. S. et al. A Review on the Challenges for Increased Production of Castor. **Agronomy Journal**, v. 104, n. 4, 2012.

SEVERINO, L. S. et al. Avaliação da produtividade e teor de óleo de dez genótipos de mamoneira cultivados em altitude inferior a 300 metros. **Revista Ciência Agronomica**, v.37, n.2, p.188-194, 2006.

SILVA, V. **Características fisiológicas de cultivares de mamoneira (*Ricinus communis* L.) no Recôncavo Baiano**. Cruz das Almas, 2008. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 2.ed. Sunderland: Sinauer Associates, 1998. 792p.

TÁVORA, F. J. A. F. **A cultura da mamona**. Fortaleza: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE), 1982. 111p.

VEIGA, R. F. A.; SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N. V. **Descritores mínimos para caracterização e avaliação de mamoneira (*Ricinus communis* L.) aplicados no Instituto Agrônomo**. Campinas: Instituto Agrônomo, IAC, 1989, 16p. (Boletim técnico, 125).

VIDAL, M. S.; MILANI, M.; MENEZES, C. H. S. G.; BEZERRA, C. S.; **Seleção de marcadores do tipo RAPD para caracterização genética de *Ricinus communis* L.**, Campina Grande: Embrapa – CNPA, 5p., (Circular Técnica, 90), 2005.

WEISS. E. A. **Oilseed crops**. London: Longman, 1983. 660p.

ZIETKIEWICZ, E.; RAFALKI, A.; LABUDA, D. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification. **Genomics**, v. 20, p. 176-183, 1994.

ZUCHI, J; BEVILAQUA, G. A. P.; ZANUNCIO, J. C.; PESKE, S. T.; SILVA, S. D. A.; SEDIYAMA, C. S. Características agronômicas de cultivares de mamona em função do local de cultivo e da época de semeadura no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.40, n.3, p.501-506, Santa Maria, 2010.

CAPÍTULO I

DESEMPENHO MORFOAGRÔNOMICO DE GENÓTIPOS DE MAMONEIRA EM POPULAÇÕES AVANÇADAS (F₄: F₅ e F₅: F₆) SOB DOIS ANOS DE CULTIVO¹

¹Artigo a ser ajustado e submetido ao Comitê Editorial do Periódico científico Pesquisa Agropecuária Brasileira

DESEMPENHO MORFOAGRÔNOMICO DE LINHAGENS DE MAMONEIRA EM POPULAÇÕES AVANÇADAS (F₄: F₅ e F₅: F₆) SOB DOIS ANOS DE CULTIVO

Autor: Laurenice Araujo dos Santos

Orientadora: Dr^a Simone Alves Silva

Co-orientadora: Dr^a Ana Cristina V. Loyola Dantas e Dr^a Cláudia Fortes Ferreira

Resumo: Objetivou-se avaliar as populações (F₄:F₅ e F₅:F₆) em caracteres morfoagronômico de mamoneira composta de 219 linhagens visando à seleção dos mais promissores. O experimento foi desenvolvido em 2010 e 2011 na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas. Foram avaliados os caracteres: estatura de planta; ciclo vegetativo e reprodutivo; número de racemos emitidos, colhidos e abortados por planta; altura de caule; comprimento médio e número de internódios do caule; comprimento efetivo, comprimento total e peso de racemo por planta; peso de frutos e de sementes por planta; número de frutos e de sementes por planta; teor de óleo na semente e potencial produtivo da planta. Os dados foram submetidos à análise de variância, análise de correlação linear de Pearson e os valores médios foram agrupados segundo o teste de Scott e Knott, em nível de 5% de probabilidade. Foi aplicado aproximadamente 21% de pressão de seleção sob o desempenho morfoagronômico em uma população de 219 linhagens para os caracteres ciclo vegetativo, estatura de planta, teor de óleo, número e peso de sementes, identificando as 47 linhagens mais promissoras por meio do índice de soma de classificação de Mulamba e Mock. A análise univariada revelou diferença significativa entre as 219 linhagens para todos os caracteres avaliados, formando entre dois a onze grupos divergentes, sendo que o caráter teor de óleo na semente formou o maior número de grupos, demonstrando variabilidade e possibilidade de seleção com ganhos genéticos efetivos. As correlações positivas observadas entre o ciclo vegetativo, altura do primeiro cacho e estatura de planta, associada às correlações negativas para o número de sementes, peso de sementes e teor de óleo, possibilitam ganhos expressivos para o aumento da produtividade da cultura.

Palavras-chave: Teor de óleo, seleção, ganho genético.

Morphoagronomic performance of castor bean inbred lines in advanced population (F4: F5 and F5: F6) with two years of cultivation

Author: Laurenice Araujo dos Santos

Advisor: Dr^a Simone Alves Silva

Co-Advisor: Dr^a Ana Cristina V. Loyola Dantas and Dr^a Claudia Fortes Ferreira

Abstract: This study aimed to assess populations (F4:F5 and F5:F6) of morphoagronomic characters in castor consists of 219 lines for selection of the most promising. The experiment was conducted in 2010 and 2011 at the Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-BA. The following characteristics were evaluated: plant height, vegetative and reproductive cycle, number of racemes issued and aborted harvested per plant, height of stem, medium length and number of internodes of the stem; effective length, total length and weight of racemes per plant; fruit weight and seed yield per plant, number of fruits and seeds per plant, seed oil content and yield potential plant. Data were subjected to analysis of variance, analysis of linear correlation and mean values were clustered according to the Scott and Knott test, at 5% probability. Approximately 21% of selection pressure on the performance of the morphoagronomic characteristics in a population of 219 lines for the characters vegetative cycle , plant height , oil content , number and weight of seeds was applied, identifying the most promising lines 47 through index sum classification Mulamba and Mock Univariate analysis revealed significant differences between the 219 inbred lines for all characteristics, forming between two to eleven different groups, and the seed oil content in the seed formed the largest number of groups, demonstrating variability and possibility of effective selection with genetic gain. The positive correlations observed between the vegetative cycle, when the first cluster and plant height, associated with negative correlations for the number of seeds, seed weight and oil content, enable significant gains for the increased yield.

Keywords: Oil content, selection, genetic gain.

Introdução

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa pertencente à família Euphorbiaceae. Essa cultura é exigente em solos férteis, cujos produtos e subprodutos são utilizados na indústria ricinoquímica e na agricultura, além do óleo extraído de suas sementes poder ser usado como biocombustível (MESQUITA et al., 2012). É cultivada em quase todo o Estado, em sistema de consórcio com milho ou feijão, principalmente por pequenos agricultores.

O óleo é o produto mais importante e o principal objetivo dos agricultores que exploram a cultura da mamona. Seu teor na semente varia de 35% a 55%, sendo o padrão comercial de 44% (FREIRE et al., 2006). Nos anos 70 e 80, a mamona ganhou destaque pela possibilidade de utilização como substituto dos derivados do petróleo. A partir desse período foram descobertas novas aplicações industriais para o óleo de mamona, tais como revestimentos protetores (tintas e vernizes) impermeabilizantes de superfície, fluidos hidráulicos, cosméticos, lubrificantes para aviões e naves espaciais, vidros à prova de bala, cabos de fibra óptica, lentes de contato, plastificantes e plásticos (FREITAS e FREDO, 2005; FALASCA et al., 2012; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ e VELASCO, 2012).

Pires et al. (2004) afirmaram que a mamona se apresenta como grande alternativa para a produção do biodiesel, em substituição ao diesel de petróleo, por não ser destinada à alimentação humana; diferentemente das culturas da soja, girassol, amendoim e outras oleaginosas. Portanto, a princípio, sob o ponto de vista social, não existe concorrência com tal mercado.

A mamoneira é classificada como uma planta de clima tropical, necessitando de pelo menos 500 mm de precipitação por ciclo, temperatura média do ar em torno de 25°C, variando entre 20°C e 30°C e altitude de pelo menos 300 m e altitude em torno de 650 m (BELTRÃO e CARDOSO, 2006). Entretanto, diversos trabalhos têm mostrado comportamento produtivo da mamoneira em altitude abaixo de 300 m (BAHIA, 2007; CERQUEIRA, 2008; RAMOS, 2008; PASSOS, 2009; OLIVEIRA, 2011).

A mamoneira apresenta comportamento diferenciado em relação ao ciclo, podendo ser anual, semiperene ou perene. Segundo Mazzani (1983) quando as condições ambientais são favoráveis, principalmente umidade e temperatura, a mamoneira é uma planta perene. Para Savy Filho (1999) pode-se encontrar variedades anuais ou semiperenes, a depender principalmente do porte da planta. Outros caracteres apresentam grande variabilidade, como hábito de crescimento, cor das folhas e do caule, tamanho, cor e teor de óleo das sementes. Pode-se, portanto, encontrar tipos botânicos com folhas e caule verde, vermelho ou rosa, com presença ou não de cera no caule, com frutos inermes ou com espinhos, deiscentes ou indeiscentes, com sementes de diversos tamanhos, colorações e diferentes teores de óleo (MAZZANI, 1983; SAVY FILHO, 1999; WEISS, 1983; BELTRÃO et al., 2001).

Embora essa cultura seja de grande importância econômica para o país, o rendimento médio da mamona em bagas no Brasil é considerado baixo. O principal fator que influencia a produtividade é o baixo nível tecnológico empregado pelos produtores e a pouca oferta de constituições genéticas superiores (cultivares e híbridos) que apresentem resistência a doenças e adaptação aos diferentes ambientes de cultivo (LARA, 2010).

O melhoramento genético da mamoneira no Brasil já permitiu grande melhoria na constituição genética dessa oleaginosa, destacando-se o desenvolvimento de cultivares mais produtivas, adaptadas às diversas regiões do país, apropriadas para diferentes tecnologias de colheita, resistentes a algumas doenças e com alto teor de óleo na semente (FREIRE et al., 2001, BIZINOTO et al., 2010). Uma demanda do melhoramento genético da mamoneira inclui a adaptação de genótipos a regiões de baixas altitudes, permitindo a inclusão sustentável de muitos municípios onde o cultivo dessa espécie não é recomendado pelo risco de baixas produtividades (SEVERINO et al., 2006c; SILVA et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2013).

A variabilidade observada entre as características botânicas e agronômicas da mamoneira representa uma importante fonte de alelos competitivos para o desenvolvimento de novas cultivares, sendo a caracterização e avaliação de cultivares essenciais para se estabelecer diferenças ou semelhanças entre elas. A observação e o registro dos caracteres fenotípicos e fisiológicos fornecem os elementos para avaliação e uso dos genótipos nos cruzamentos e autofecundações (FIGUEIREDO NETO et al., 2004). O conhecimento da natureza e da expressão dos caracteres agronômicos da mamoneira são de grande importância para o sucesso

do melhoramento da espécie. As informações sobre a amplitude dos coeficientes de variabilidade e de herdabilidade permitem prognosticar o efeito da seleção e planejar as estratégias que deverão ser implementadas no melhoramento (MOSHKIN, 1986; PASSOS et al., 2010).

A mamoneira é considerada uma espécie autógama (TÁVORA, 1982). Entretanto, devido ao seu sistema reprodutivo, a mesma apresenta uma taxa de alogamia, em torno de 38% (OLIVEIRA et al., 2007), o que possibilita a obtenção de cruzamentos e autofecundações controladas. Em 2005, o Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia – NBIO, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, iniciou um programa de melhoramento da mamoneira envolvendo hibridação e seleção de materiais de elevado potencial produtivo, adaptados às regiões de baixas altitudes e do semiárido do estado da Bahia. Sendo assim, torna-se relevante a realização deste trabalho, cujo propósito é a avaliação de populações avançadas ($F_4:F_5$ e $F_5:F_6$) de mamoneira envolvendo 219 linhagens, quanto às características morfoagrômicas visando à seleção de linhagens promissoras.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em dois anos agrícolas de 2010 e 2011 em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, sendo a parcela representado por uma planta, instalado em área experimental do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CCAAB/UFRB), localizada no município de Cruz das Almas – Bahia.

Os 219 genótipos das populações avançadas $F_4:F_5$ e $F_5:F_6$ foram desenvolvidos pelo Programa de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO). A primeira população segregante (F_2), foi obtida da autofecundação da população fixa F_1 oriundas de hibridizações controladas entre os genitores: BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, EBDA MPA 17, Mirante 10 e Sipeal 28, realizadas entre os anos de 2005 a 2007, obtendo diferentes combinações genéticas. Para a obtenção das populações segregantes e avançadas, foram realizadas autofecundações em plantas das populações (F_1 , F_2 , F_3 , F_4 , F_5) em 2006 a 2010, pelo método SSD (Single Seed Descent), modificado para adição de três sementes por cova, com posterior desbaste.

A área para a instalação do experimento foi devidamente preparada, com realização de aração e gradagem. A partir da análise de solo, foi realizada a correção de acidez e, posteriormente a adubação na cova de plantio, com a dosagem de 20 kg.ha⁻¹ de N, 80 kg.ha⁻¹ de P e 40 kg.ha⁻¹ de K. O plantio foi feito por meio de semeadura direta no campo, utilizando três sementes por cova, com posterior desbaste. O espaçamento utilizado foi de 3 m entre fileiras e 1 m entre plantas. Aproximadamente, 30 dias após o plantio, foi realizado o desbaste manual, deixando-se uma planta, a mais vigorosa, por cova.

A população foi conduzida pelo método SSD (Single Seed Descent), Esta técnica foi elaborada a partir de um sistema proposto por Gouden em 1939, onde a partir da geração F₂ é feita a colheita de uma única semente de cada planta da população. Esta semente é utilizada para a semeadura da geração seguinte, quando este procedimento é repetido, geralmente até F₅ ou F₆, como o ocorrido neste trabalho. Neste método, a seleção natural não influencia as populações, a não ser que os genótipos não produzam pelo menos uma semente. Por isso, as populações segregantes podem ser plantadas fora da época normal de plantio e em qualquer ambiente, como a utilização de casa de vegetação, entre outros (Carvalho et al., 2008).

Os principais caracteres morfoagronômicos avaliados foram: estatura de planta (EST); ciclo vegetativo (CVEG); ciclo reprodutivo (CREP); número de racemos emitidos por planta (NRE); número de racemos colhidos por planta (NRC); número de racemos abortados por planta (NRA); altura do primeiro cacho (APC); comprimento médio de internódios do caule (CMIC); número de internódios do caule (NIC); comprimento efetivo (útil) de racemo por planta (CER); comprimento de racemo total (CRT); peso de racemo por planta (PRP); peso de frutos por planta (PFP); peso de sementes por planta (PSP); número de frutos por planta (NFP); número de sementes por planta (NSP); teor de óleo na semente (TOS) e potencial produtivo de sementes (PP).

O caráter teor de óleo na semente em porcentagem (TOS) foi analisado no Laboratório Avançado de Tecnologia Química da Embrapa Algodão, localizado em Campina Grande - PB. Foi utilizada a técnica de Ressonância Magnética Nuclear – RMN sendo um método não destrutivo em instrumento MQA Oxford 7005 com um eletroímã de 0,47 T. Para otimizar o método da Ressonância Magnética Nuclear – RMN, as amostras permaneceram por 24 horas em um ambiente controlado com

temperatura a 20° C e umidade inicial de 60%. O resultado dos espectros foi obtido por meio de uma sonda com um tubo de acrílico em formato cilíndrico, onde as sementes foram alocadas e após 18 segundos os teores de óleo foram lidos no computador acoplado ao aparelho.

Para avaliar NRC, NRE e o NRA foram realizadas contagens periódicas durante todo o ciclo da cultura. Para estas aferições, foram considerados racemos abortados aqueles que não apresentaram frutos ou estiveram deformados ou mal formados com número de frutos inferior a três. Visando estudar o potencial de enchimento do racemo, foram aferidos CTR e CER. Esses caracteres, incluindo PRP, PFP, PSP e NFP, foram realizados no primeiro, terceiro e quarto racemo de cada planta, utilizando-se régua e balança digital de precisão.

O segundo cacho foi utilizado para a auto-fecundação, visando a obtenção de sementes para a próxima geração, sendo coberto com sacos de TNT (tecido não tecido) e identificados com etiquetas específicas. Para cada linhagem, o PP foi mensurado em função do número de plantas sobreviventes na área experimental e do tamanho da área experimental, utilizando-se todos os frutos produzidos por planta e em seguida estimado para 1 kg ha⁻¹.

Para evitar a perda de sementes com a deiscência de alguns frutos, os racemos foram cobertos utilizando-se sacos TNT, sendo colhidos quando 70% das bagas apresentavam-se secas. Para completar a secagem dos frutos, os racemos foram colocados em área coberta e ventilada. As sementes que não foram removidas dos frutos por deiscência, foram retiradas manualmente com uso de uma tesoura de poda.

A população foi submetida a 21% de pressão de seleção sob o desempenho dos caracteres morfoagronômico. Os genótipos foram selecionados utilizando-se a técnica de índice de soma de classificação de Mulamba e Mock (1978), considerando os caracteres de maior interesse para a seleção (teor de óleo na semente, ciclo vegetativo, estatura de planta, número de sementes e peso de sementes), identificando 47 linhagens mais promissoras.

Os dados foram submetidos à análise de variância, análise de correlação linear de Pearson e os valores médios foram agrupados segundo o teste de Scott e Knott, em nível de 5% de probabilidade. As análises foram conduzidas com auxílio dos programas R e SAS System (2003).

Resultados e Discussão

A análise univariada revelou diferença significativa entre os 219 genótipos para todos os caracteres avaliados, formando entre dois a onze grupos divergentes de acordo com o caráter analisado pelo teste de Scott-Knott (Tabela 1).

O ciclo vegetativo variou de 57 a 96 dias, com média de 78 dias e o reprodutivo de 134 a 170 dias, com média de 151 dias. Estes caracteres são de grande importância, pois podem favorecer a capacidade da planta de se adaptar a curto período de chuva, sendo fundamentais tanto para a Região Nordeste do país, quanto para o Cerrado. Segundo Nóbrega et al. (2001), a mamoneira apresenta ciclo reprodutivo, classificado em: muito precoce quando menos de 140 dias, precoce quando varia entre 141 a 180 dias, médio para 181 a 210 dias, tardio para 211 a 250 dias e muito tardio quando acima de 250 dias. Desta forma, os valores encontrados nestas populações permitem obter ganhos, com relação ao ciclo reprodutivo, visto que um dos desafios atuais é desenvolver variedades que tenha seu ciclo reduzido para 140 dias (SAVY FILHO, 2007).

A altura do primeiro cacho variou de 0,59 m a 1,49 m, com média de 0,98 m. De acordo com Severino et al. (2006a) a altura de inserção do primeiro cacho da mamoneira é uma característica ligada à precocidade da planta, sendo considerada mais precoce a planta que lança o cacho principal em menor altura. Este caráter também é influenciado pelo espaçamento entre plantas, pois espaçamentos menores podem provocar competição por luz, levando ao estiolamento do caule, conforme o observado pelo autor ao avaliar crescimento e produtividade da mamoneira influenciada por plantio em diferentes espaçamentos, atingindo menor altura de inserção do primeiro cacho quando utilizado o espaçamento 3,0 m x 1,0 m obtendo média de 0,94 m de altura (SEVERINO et al., 2006b); assemelhando-se ao obtido neste experimento.

A utilização do caráter número de racemo emitidos (NRE) por planta é recomendada quando se deseja selecionar genótipos mais produtivos (FREIRE et al., 2001), sendo considerado baixo quando inferior a 3; médio, de 3 a 7, e alto quando superior a 7 (NÓBREGA et al., 2001). Desta forma, os dados obtidos nesse trabalho demonstram valores de médio a alto, variando de 5 a 20 racemos emitidos, com média de 10 (Tabela 1). Entretanto, o número de racemos colhidos variou de 4 a 17, com média de 8, discrepância provavelmente relacionada com o surgimento do fungo (*Amphobotrys ricini*) na área experimental, causando a doença do mofo-

cinzento, onde algumas plantas foram mais suscetíveis reduzindo o número de racemos colhidos, enquanto outras foram tolerantes permanecendo com média alta de número de racemos colhidos. Segundo Lima et al. (2001) essa doença causa grandes prejuízos à produção, destruindo inflorescências e racemos, e assim reduzindo a produção de óleo pela diminuição dos frutos colhidos. Também, essa doença pode ocorrer em outras partes da planta, como caule e folhas, cujas lesões originam-se pela queda do material infectado da inflorescência (BATISTA et al., 1996).

A estatura da planta (EST) variou de 1,31 m a 2,71 m, com média de 2,09 m, revelando a existência de plantas de porte baixo (até 1,60 m), médio (1,60 a 2,00 m) e alto (acima de 2,00 m). A estatura da planta é controlada por fatores genéticos e ambientais (MILANI, 2006). O ideal é que as plantas apresentem estatura abaixo de 2,00 m, pois o crescimento vegetativo excessivo, além de dificultar a colheita, diminui a produtividade, devido ao gasto de energia para formação de folhas e caules, competindo com a produção das sementes. Essa realidade é comum para a maioria das plantas de mamoneira de portes médio e alto (AZEVEDO et al., 2001) e impõe um desafio adicional ao melhoramento de plantas: sintetizar variedades com maior índice de colheita, que ao mesmo tempo tenha como características distintas menor crescimento arbustivo, maior produtividade de baga e de óleo e uso eficiente de adubos e corretivos. Isso porque, em geral, plantas de porte médio ou alto, têm maior rusticidade, adequando-se melhor ao baixo nível de tecnologia (SAVY FILHO, 1999; FREIRE et al., 2001).

Nesse trabalho, o caráter número de internódios do caule (NIC) apresentou valores variando de 9 a 20,57 internódios, com valor médio de 15,30. Além dos fatores genéticos, é possível que as condições ambientais, notadamente no que se refere à precipitação pluvial, contribuam com NIC, uma vez que a disponibilidade de água pode favorecer a um maior crescimento vegetativo, com maior número de internódios. O comprimento médio do internódio do caule variou de 4,93 cm a 8,90 cm com média de 6,40 cm, sendo considerado de médio a alto segundo os descritores estabelecidos pelo ministério da agricultura (MAPA) para a cultura da mamona.

Os valores obtidos para os caracteres número e peso de sementes por planta variaram de 33 a 153 e de 24,20 g a 90,47 g, respectivamente, ficando entre os valores obtidos por Passos (2009), encontrando 35 a 163 para número de sementes e 22,6 g a 256 g para o peso de sementes, ao trabalhar com estes genótipos na

população segregante (F_2), e por Oliveira (2011) em população avançada ($F_3:F_4$), que observou 73 a 157 sementes que pesaram 48,92 g a 117,01g. Esta variação observada está de acordo com o esperado, com maior amplitude de variação em população segregante ($F_2:F_3$) e, com as sucessivas auto-fecundações, atingiu-se em $F_5:F_6$, uma amplitude mais estreita, reduzida devido a diminuição dos efeitos do ambiente, visto que o avanço das gerações leva ao aumento da homozigose, possibilitando seleção mais precisa sobre o caráter fenotípico observado.

A produtividade obteve uma amplitude de variação entre 311,67 kg ha⁻¹ a 1.593,70 kg ha⁻¹ considerada apropriada, visto que não houve uma perda expressiva na variabilidade presente na população. Esta amplitude de variação era esperada e foi superior à obtida por Bahia (2007), Silva (2008) e Cerqueira (2008) que estudaram cinco cultivares de mamoneira nestas mesmas condições, e obtiveram produtividades variando entre 900 kg ha⁻¹ a 1.400 kg ha⁻¹ para as cultivares avaliadas. Desta forma, aumenta a probabilidade de ganhos genéticos, com o surgimento de indivíduos inferiores e superiores aos obtidos dos seus parentais. Os maiores valores de produtividade também foram superiores aos obtidos por Brito et al. (2004), que ao avaliarem genótipos de mamoneira plantados em baixa altitude, obtiveram produtividades variando de 654 kg ha⁻¹ a 1.210 kg ha⁻¹.

O teor de óleo foi o caráter com maior variabilidade, observando-se a formação de 11 grupos, com variação de 39,10% a 57,48% e média de 52,14%, onde a maioria dos genótipos obteve média acima de 50%. Estas variações foram próximas às observadas por Oliveira (2011), ao avaliar a população segregante F_3 , obtendo variação de 47,58% a 50,30% e superior às médias encontradas por Cerqueira (2008), que obteve valor médio de 50,33% de teor de óleo em cultivares de mamoneira, nessas mesmas condições edafoclimáticas e por Severino et al. (2006c) que ao avaliar a produtividade e teor de óleo de dez genótipos, incluindo cultivares e linhagens avançadas de mamona plantadas em altitude inferior a 300 m, obtiveram valores médios de 46,2%. Esse fato demonstra a possibilidade de progresso genético para o caráter, com obtenção de ganhos efetivos para a cultura da mamona.

A partir dos resultados obtidos, com base nos caracteres eleitos como índice de seleção: estatura de planta (EST); ciclo vegetativo (CVEG); peso de sementes por planta (PSP); número de frutos por planta (NFP) e teor de óleo na semente (TOS), utilizou-se o índice de classificação de Mulamba e Mock (1978), para a identificação das linhagens mais promissoras, resultando em 47 linhagens

superiores, sendo elas: 57, 32, 11, 241, 88, 93, 255, 219, 59, 214, 248, 182, 217, 262, 14, 258, 263, 242, 226, 254, 222, 50, 86, 46, 31, 233, 261, 213, 54, 221, 23, 151, 89, 238, 208, 220, 227, 232, 85, 15, 13, 19, 145, 160, 22, 25, 264.

Tabela 1. Análise de variância dos caracteres morfoagronômico: Ciclo vegetativo (CVEG); ciclo reprodutivo (CREP); altura do primeiro cacho (APC); estatura de planta (EST); número de racemos emitidos por planta (NRE); número de racemos colhidos por planta (NRC); número de racemos abortados por planta (NRA); comprimento médio de internódios do caule (CMIC); número de internódios do caule (NIC); comprimento de racemo total (CRT); comprimento efetivo (útil) de racemo por planta (CER); peso de racemo por planta (PRP); número de frutos por planta (NFR); peso de frutos por planta (PFP); número de sementes por planta (NSP); peso de sementes por planta (PSP); potencial produtivo de sementes (PP) e teor de óleo na semente (TOS) em populações avançadas (F₄:F₅ e F₅:F₆) de mamoneira em dois anos de cultivo. Cruz das Almas-BA, 2012.

Genótipo	CVEG (dias)	CREP (dias)	APC (m)	EST (m)	NRE	NRC	NRA	CMIC (cm)	NIC	CRT (cm)	CER (cm)	PRP (g)	NFR	PFP (g)	NSP	PSP (g)	PP (Kg ha ⁻¹)	TOS (%)
1	75 C	151 C	0,98 C	2,13 A	11 A	8 B	3 B	6,47 B	15,14 D	24,56 B	12,32 C	93,43 B	25 E	82,68 C	74 E	49,74 C	872,24 B	50,80 G
2	86 B	148 C	1,05 B	2,18 A	11 A	10 A	2 C	6,69 B	15,57 C	19,26 C	11,43 C	88,69 C	22 E	80,74 C	67 E	49,87 C	1006,65 A	52,18 F
3	84 B	154 B	1,10 B	2,10 A	8 B	7 B	1 C	6,65 B	17,75 B	28,56 A	17,79 A	118,90 A	30 D	108,03 B	89 D	67,01 A	1069,58 A	51,70 F
4	86 B	153 B	1,33 A	2,24 A	8 B	7 B	1 C	8,19 A	16,29 C	25,18 A	20,57 A	117,53 A	32 D	105,62 B	96 D	62,13 B	1035,01 A	53,88 D
5	82 B	151 C	1,22 A	2,30 A	10 B	8 B	2 C	7,54 A	16,00 C	26,57 A	14,43 B	115,92 A	29 D	105,41 B	88 D	63,02 A	991,03 A	54,44 C
6	73 C	147 C	0,87 C	2,22 A	13 A	11 A	2 B	5,33 C	16,14 C	27,89 A	16,32 B	109,06 B	34 C	95,06 B	101 C	55,32 B	1270,79 A	51,73 F
7	80 B	152 C	1,27 A	2,63 A	13 A	10 A	2 B	7,86 A	16,29 C	21,13 C	12,06 C	82,58 C	21 E	72,75 C	62 E	43,34 C	989,22 A	51,36 G
8	76 C	149 C	0,95 C	1,76 B	7 B	7 B	1 C	6,80 B	14,00 D	22,98 B	13,88 B	111,75 A	28 D	103,82 B	83 D	66,25 A	934,05 B	49,57 H
9	81 B	157 B	1,27 A	2,07 B	10 B	9 B	1 C	7,58 A	16,63 C	23,33 B	13,06 C	99,23 B	27 D	90,64 B	80 D	53,32 B	954,88 B	51,98 F
10	86 B	158 A	1,26 A	2,25 A	9 B	8 B	1 C	7,50 A	16,86 C	22,62 B	13,44 B	85,16 C	20 E	75,05 C	61 E	45,00 C	852,19 B	52,45 E
11	73 C	153 B	0,90 C	1,92 B	9 B	7 B	2 B	6,07 C	14,50 D	26,93 A	16,77 A	152,22 A	30 D	143,20 A	91 D	78,59 A	1130,51 A	54,44 C
13	74 C	149 C	0,86 C	1,89 B	11 A	8 B	3 B	5,61 C	15,25 D	25,00 B	12,72 C	96,79 B	28 D	85,62 C	83 D	50,44 C	873,91 B	53,19 E
14	72 C	146 C	1,17 B	2,26 A	8 B	8 B	0 C	7,37 A	15,75 C	24,11 B	14,20 B	121,56 A	34 C	108,77 B	102 C	69,21 A	1205,03 A	54,63 C
15	70 D	143 C	1,21 A	2,39 A	13 A	12 A	1 C	8,01 A	15,00 D	25,69 A	15,50 B	133,64 A	29 D	122,23 B	87 D	66,27 A	1573,80 A	52,97 E
16	78 C	153 B	1,24 A	2,23 A	11 B	9 B	2 B	7,57 A	16,50 C	27,28 A	18,36 A	107,29 B	26 D	98,37 B	77 D	58,58 B	1029,63 A	52,57 E
17	73 C	154 B	0,97 C	2,10 A	9 B	8 B	2 C	6,61 B	14,75 D	19,59 C	9,92 D	75,37 C	21 E	68,03 C	62 E	40,51 C	832,57 B	52,41 E
19	72 C	146 C	1,08 B	2,21 A	13 A	10 A	2 B	7,66 A	14,00 D	24,50 B	14,14 B	97,91 B	29 D	89,06 B	86 D	54,24 B	1132,76 A	53,78 D
20	83 B	157 B	1,27 A	2,21 A	8 B	8 B	1 C	7,57 A	16,67 C	26,59 A	16,11 B	122,93 A	29 D	111,40 B	87 D	69,31 A	1066,22 A	54,32 C
22	81 B	152 C	0,93 C	1,70 B	7 B	6 B	2 C	5,65 C	16,57 C	22,40 B	12,58 C	100,73 B	27 D	90,96 B	80 D	54,63 B	788,08 B	53,31 E
23	71 C	145 C	0,95 C	1,98 B	10 B	9 A	0 C	6,70 B	14,13 D	24,81 B	16,40 B	114,24 A	32 D	105,65 B	95 D	65,11 A	1253,48 A	51,40 F
24	75 C	152 C	1,30 A	2,14 A	8 B	7 B	1 C	8,89 A	14,75 D	22,75 B	15,08 B	110,17 A	28 D	100,92 B	84 D	60,75 B	825,00 B	55,43 B
25	72 C	150 C	0,68 D	1,60 B	6 B	4 B	1 C	5,10 C	13,25 E	22,94 B	13,42 B	75,60 C	25 E	70,23 C	74 E	45,44 C	506,91 B	53,15 E

Continua...

Genótipo	CVEG (dias)	CREP (dias)	APC (m)	EST (m)	NRE	NRC	NRA	CMIC (cm)	NIC	CRT (cm)	CER (cm)	PRP (g)	NFR	PFP (g)	NSP (g)	PSP (g)	PP (Kg ha ⁻¹)	TOS (%)
26	82 B	157 B	1,29 A	2,29 A	8 B	7 B	1 C	8,24 A	15,86 C	27,02 A	15,60 B	124,67 A	31 D	111,77 B	92 D	63,72 A	1030,63 A	50,18 G
29	72 C	146 C	0,82 D	1,93 B	11 B	9 B	2 C	6,05 C	13,67 D	23,83 B	14,80 B	96,43 B	28 D	87,55 B	84 D	53,67 B	1012,26 A	52,00 F
31	78 C	153 B	1,22 A	2,13 A	8 B	7 B	1 C	7,06 B	17,00 C	27,03 A	17,62 A	131,66 A	36 C	120,61 B	109 C	72,99 A	1131,09 A	54,01 D
32	67 D	145 C	0,68 D	1,67 B	14 A	11 A	3 B	4,99 C	13,63 D	26,70 A	17,91 A	104,54 B	26 D	95,22 B	77 D	60,05 B	1221,41 A	56,70 A
33	69 D	146 C	0,80 D	2,27 A	11 A	9 A	2 B	5,68 C	14,00 D	21,07 C	11,86 C	83,80 C	20 E	75,51 C	60 E	45,78 C	1014,95 A	56,44 A
34	69 D	150 C	0,89 C	2,15 A	14 A	11 A	3 B	6,36 C	14,00 D	22,09 B	12,70 C	104,91 B	25 E	90,46 B	74 E	54,43 B	1155,65 A	51,56 F
35	80 B	154 B	0,91 C	2,15 A	12 A	10 A	2 B	5,66 C	16,00 C	19,96 C	11,06 C	90,23 C	21 E	82,47 C	62 E	51,60 B	1063,39 A	50,90 G
36	84 B	160 A	1,23 A	2,16 A	6 B	5 B	1 C	7,54 A	16,33 C	31,17 A	21,56 A	99,70 B	40 B	81,93 C	121 C	51,61 B	634,63 B	39,10 L
38	79 B	149 C	1,05 B	1,98 B	8 B	7 B	1 C	6,71 B	15,63 C	22,16 B	13,55 B	111,56 A	26 D	104,07 B	77 D	63,40 A	1061,91 A	52,41 E
39	78 C	155 B	1,05 B	2,27 A	10 B	7 B	3 B	6,56 B	16,00 C	21,16 C	12,89 C	81,78 C	24 E	75,21 C	72 E	45,86 C	805,30 B	50,59 G
40	68 D	150 C	0,93 C	2,25 A	13 A	10 A	3 B	6,67 B	13,75 D	22,26 B	11,86 C	86,28 C	25 E	77,57 C	74 E	44,89 C	1156,77 A	51,68 F
41	85 B	156 B	1,00 C	1,83 B	9 B	7 B	2 C	6,69 B	14,83 D	21,98 B	11,25 C	76,27 C	23 E	68,64 C	69 E	42,49 C	733,99 B	52,69 E
42	88 A	161 A	1,11 B	2,03 B	10 B	7 B	3 B	6,08 C	18,00 B	25,23 A	14,21 B	98,61 B	23 E	87,12 B	68 E	49,76 C	972,38 B	49,84 H
43	82 B	151 C	1,33 A	2,33 A	7 B	7 B	0 C	8,50 A	15,71 C	23,44 B	13,71 B	89,40 C	25 D	76,41 C	75 D	46,66 C	797,28 B	52,01 F
44	76 C	150 C	1,04 B	2,21 A	10 B	9 A	1 C	6,78 B	15,29 D	23,92 B	13,12 C	97,08 B	24 E	88,34 B	71 E	54,21 B	1119,19 A	52,21 F
45	95 A	158 A	1,29 A	2,02 B	5 B	4 B	1 C	7,29 A	17,86 B	19,97 C	11,26 C	93,62 B	26 D	85,79 C	77 D	50,85 C	653,54 B	52,44 E
46	79 B	148 C	0,98 C	2,01 B	12 A	10 A	2 B	6,04 C	16,25 C	27,34 A	18,48 A	119,48 A	31 D	108,22 B	93 D	68,77 A	1015,87 A	54,03 D
47	83 B	155 B	1,15 B	2,06 B	7 B	7 B	0 C	7,15 B	16,13 C	21,99 B	13,72 B	103,57 B	30 D	90,56 B	90 D	58,05 B	1062,43 A	54,39 C
48	78 C	151 C	0,88 C	1,94 B	9 B	7 B	1 C	5,66 C	15,50 C	22,23 B	13,84 B	85,83 C	29 D	86,20 C	86 D	47,62 C	876,30 B	54,65 C
50	85 B	154 B	1,09 B	1,81 B	8 B	6 B	2 C	6,74 B	16,63 C	27,82 A	17,13 A	136,92 A	32 D	125,35 B	96 D	76,41 A	941,78 B	53,68 D
51	78 C	150 C	1,10 B	2,06 B	8 B	7 B	2 C	7,18 B	15,57 C	23,16 B	13,89 B	93,75 B	24 E	84,68 C	72 E	49,41 C	863,87 B	51,33 G
52	86 B	157 B	1,14 B	2,07 B	6 B	6 B	1 C	7,10 B	16,29 C	22,61 B	14,62 B	108,97 B	28 D	96,06 B	83 D	57,39 B	1032,31 A	49,74 H
53	83 B	149 C	0,95 C	2,04 B	8 B	6 B	2 B	5,75 C	16,50 C	24,25 B	15,10 B	97,38 B	25 D	85,09 C	75 D	53,17 B	936,12 B	51,67 F
54	73 C	144 C	0,98 C	2,20 A	12 A	10 A	2 B	6,60 B	14,88 D	28,59 A	19,07 A	109,03 B	29 D	96,17 B	88 D	57,25 B	1298,22 A	55,63 B
55	84 B	157 B	0,96 C	1,98 B	9 B	6 B	2 B	5,90 C	16,40 C	17,91 C	8,65 D	66,57 C	17 E	58,32 C	52 E	32,60 C	504,25 B	53,77 D
56	84 B	154 B	1,14 B	2,10 A	7 B	7 B	1 C	7,01 B	16,25 C	27,93 A	18,33 A	119,17 A	34 C	109,55 B	101 C	62,11 B	989,68 A	52,78 E
57	76 C	147 C	1,01 C	1,63 B	5 B	5 B	1 C	6,98 B	14,33 D	23,38 B	15,01 B	107,61 B	32 D	100,16 B	96 D	64,48 A	738,94 B	55,17 C
59	59 D	147 C	0,62 D	1,88 B	12 A	9 B	3 B	5,99 C	10,71 F	21,51 C	16,84 A	62,99 C	35 C	58,19 C	106 C	43,09 C	750,61 B	55,89 B

Continua...																																				
Genótipo	CVEG (días)		CREP (días)		APC (m)		EST (m)		NRE		NRC		NRA		CMIC (cm)		NIC		CRT (cm)		CER (cm)		PRP (g)		NFR		PFP (g)		NSP (g)		PSP (g)		PP (Kg ha ⁻¹)		TOS (%)	
60	86	B	161	A	1,19	B	1,97	B	8	B	8	B	1	C	7,07	B	16,86	C	22,16	B	13,19	C	104,23	B	25	D	95,17	B	76	D	58,47	B	935,06	B	50,38	G
61	76	C	151	C	1,07	B	2,39	A	11	A	10	A	1	C	6,99	B	15,29	D	21,59	C	11,11	C	88,24	C	25	E	83,25	C	74	E	49,77	C	1072,21	A	54,23	D
62	76	C	145	C	0,87	C	1,73	B	14	A	12	A	2	B	5,57	C	15,50	C	25,89	A	16,26	B	99,65	B	42	B	91,01	B	75	D	54,00	B	1227,92	A	51,54	F
63	81	B	150	C	1,17	B	2,41	A	11	B	10	A	1	C	6,94	B	16,86	C	26,64	A	15,00	B	113,86	A	30	D	109,47	B	91	D	53,19	B	1062,89	A	54,69	C
65	68	D	134	C	0,74	D	1,31	B	5	B	4	B	1	C	8,00	A	9,00	G	28,32	A	21,68	A	78,22	C	51	A	72,00	C	153	A	42,11	C	442,22	B	51,10	G
66	86	B	160	A	0,99	C	2,36	A	9	B	8	B	1	C	5,80	C	16,50	C	17,92	C	10,33	D	65,19	C	21	E	58,97	C	62	E	34,87	C	697,46	B	52,62	E
67	76	C	150	C	1,00	C	2,05	B	13	A	12	A	1	C	6,34	C	15,75	C	25,65	A	14,66	B	110,76	A	31	D	100,66	B	93	D	61,04	B	1444,72	A	51,68	F
68	76	C	151	C	0,74	D	1,98	B	11	A	7	B	4	B	5,23	C	14,43	D	18,91	C	8,20	D	49,22	C	17	E	43,96	C	50	E	27,20	C	534,24	B	54,93	C
69	81	B	155	B	0,89	C	1,91	B	10	B	8	B	1	C	6,04	C	14,71	D	18,74	C	11,62	C	88,45	C	27	D	79,25	C	82	D	49,57	C	922,95	B	52,75	E
70	87	B	159	A	1,14	B	1,91	B	6	B	5	B	0	C	6,63	B	17,00	C	26,52	A	17,15	A	118,81	A	31	D	111,01	B	93	D	69,59	A	806,69	B	51,59	F
71	83	B	148	C	0,80	D	1,92	B	9	B	7	B	2	C	5,55	C	14,50	D	21,73	C	12,63	C	90,72	C	26	D	85,26	C	77	D	52,32	B	815,17	B	49,00	I
72	71	C	150	C	0,80	D	2,01	B	12	A	9	A	2	B	5,54	C	14,29	D	16,81	D	8,60	D	78,61	C	18	E	73,61	C	55	E	42,00	C	817,06	B	53,02	E
73	80	B	153	B	1,03	B	2,00	B	8	B	7	B	1	C	6,21	C	16,50	C	23,63	B	13,55	B	94,85	B	21	E	86,23	C	62	E	51,92	B	978,81	B	52,64	E
74	75	C	150	C	0,87	C	2,11	A	11	A	8	B	3	B	6,49	B	13,25	E	19,38	C	10,27	D	79,85	C	18	E	75,18	C	54	E	45,96	C	837,29	B	51,50	F
75	63	D	145	C	0,87	C	2,08	B	12	A	9	A	2	B	6,74	B	12,57	E	19,57	C	9,02	D	88,66	C	20	E	82,17	C	61	E	52,12	B	1107,78	A	56,81	A
76	72	C	148	C	0,88	C	2,19	A	13	A	10	A	2	B	6,10	C	14,43	D	28,21	A	20,29	A	99,92	B	24	E	92,06	B	72	E	56,46	B	1286,36	A	53,01	E
77	81	B	151	C	1,08	B	2,34	A	8	B	7	B	1	C	6,73	B	16,00	C	26,52	A	16,33	B	124,26	A	30	D	114,72	B	89	D	69,94	A	1135,73	A	51,60	F
78	68	D	144	C	0,66	D	1,65	B	12	A	10	A	2	B	5,60	C	11,88	F	19,33	C	8,58	D	72,60	C	17	E	66,59	C	52	E	42,06	C	897,54	B	55,02	C
79	81	B	157	B	1,01	C	2,26	A	9	B	8	B	1	C	6,23	C	16,14	C	26,39	A	17,00	A	119,10	A	30	D	156,45	A	91	D	67,42	A	1233,43	A	47,63	J
80	85	B	159	A	1,31	A	2,29	A	7	B	6	B	1	C	7,31	A	17,88	B	24,40	B	13,40	B	98,05	B	20	E	98,14	B	59	E	53,60	B	824,28	B	49,92	H
81	95	A	161	A	1,30	A	2,22	A	6	B	5	B	1	C	7,60	A	17,00	C	28,21	A	18,11	A	110,68	A	23	E	100,74	B	68	E	60,64	B	754,22	B	46,90	J
82	61	D	148	C	0,73	D	2,13	A	10	B	8	B	2	C	6,64	B	11,00	F	24,95	B	13,06	C	76,78	C	17	E	71,12	C	52	E	43,27	C	739,55	B	55,82	B
83	78	C	158	A	1,02	B	2,34	A	10	B	8	B	2	B	6,76	B	15,25	D	20,88	C	9,67	D	73,34	C	16	E	70,01	C	47	E	41,12	C	850,96	B	46,31	K
84	82	B	156	B	0,97	C	2,29	A	10	B	9	B	1	C	6,34	C	15,17	D	20,21	C	10,21	D	70,46	C	16	E	64,51	C	48	E	36,20	C	976,32	B	49,85	H
85	63	D	144	C	0,75	D	2,11	A	10	B	9	B	1	C	6,19	C	12,00	F	18,98	C	11,41	C	93,74	B	23	E	88,80	B	69	E	56,13	B	1057,26	A	54,88	C
86	70	D	145	C	0,73	D	1,98	B	11	A	10	A	1	C	6,01	C	12,38	E	23,81	B	14,03	B	105,94	B	30	D	99,49	B	90	D	64,62	A	1270,73	A	51,91	F
87	79	B	155	B	0,84	C	2,14	A	11	A	7	B	4	B	6,01	C	14,40	D	20,95	C	11,78	C	74,15	C	17	E	66,90	C	52	E	38,74	C	759,13	B	48,72	I
88	61	D	144	C	0,68	D	1,81	B	13	A	11	A	2	C	5,77	C	12,00	F	20,56	C	12,33	C	96,90	B	28	D	91,59	B	85	D	57,85	B	1205,06	A	53,83	D

Continua...

Genótipo	CVEG (días)	CREP (días)	APC (m)	EST (m)	NRE	NRC	NRA	CMIC (cm)	NIC	CRT (cm)	CER (cm)	PRP (g)	NFR	PFP (g)	NSP	PSP (g)	PP (Kg ha ⁻¹)	TOS (%)
89	57 D	143 C	0,62 D	1,91 B	12 A	10 A	2 C	5,53 C	11,25 F	22,90 B	10,25 D	98,96 B	22 E	92,23 B	66 E	52,99 B	1158,23 A	54,57 C
90	82 B	149 C	1,07 B	1,97 B	7 B	7 B	0 C	7,31 A	14,50 D	24,34 B	15,19 B	105,18 B	27 D	96,41 B	81 D	59,18 B	932,69 B	53,41 E
91	91 A	159 A	1,49 A	2,44 A	6 B	5 B	1 C	8,90 A	16,67 C	23,53 B	12,80 C	106,89 B	24 E	94,52 B	72 E	55,31 B	771,91 B	52,60 E
92	70 D	150 C	0,94 C	2,15 A	10 B	10 A	1 C	7,87 A	12,29 E	23,00 B	14,62 B	96,61 B	22 E	88,29 B	66 E	53,23 B	1239,46 A	52,80 E
93	74 C	144 C	0,93 C	2,00 B	9 B	8 B	1 C	6,58 B	14,14 D	27,28 A	20,78 A	130,91 A	32 D	121,85 B	97 D	74,91 A	1159,42 A	55,03 C
94	73 C	147 C	0,70 D	1,77 B	9 B	7 B	2 C	5,53 C	12,67 E	20,14 C	11,33 C	81,90 C	20 E	76,82 C	59 E	47,68 C	857,12 B	49,61 H
95	80 B	156 B	0,86 C	2,05 B	10 B	9 A	1 C	5,88 C	14,57 D	24,26 B	15,51 B	101,91 B	24 E	95,02 B	72 E	57,23 B	1076,99 A	50,99 G
96	68 D	145 C	0,78 D	1,94 B	10 B	8 B	2 B	5,94 C	13,13 E	22,93 B	15,58 B	80,39 C	21 E	75,16 C	62 E	46,25 C	898,47 B	49,64 H
97	60 D	142 C	0,83 D	2,17 A	19 A	17 A	2 B	6,56 B	12,60 E	23,95 B	10,48 D	81,94 C	19 E	74,77 C	56 E	44,71 C	1296,86 A	54,41 C
98	73 C	149 C	1,04 B	2,30 A	11 B	10 A	1 C	6,96 B	14,63 D	25,85 A	13,09 C	123,31 A	29 D	112,07 B	86 D	70,69 A	1081,65 A	52,01 F
101	72 C	150 C	0,94 C	2,34 A	13 A	10 A	4 B	7,54 A	12,38 E	19,43 C	9,65 D	52,82 C	11 E	48,61 C	33 E	27,41 C	737,25 B	52,13 F
102	73 C	148 C	0,77 D	2,10 A	10 B	8 B	2 C	5,65 C	13,57 D	22,33 B	12,20 C	85,70 C	21 E	79,18 C	63 E	49,20 C	986,34 A	52,35 E
108	70 D	148 C	0,81 D	1,95 B	9 B	8 B	1 C	5,85 C	13,71 D	23,50 B	14,70 B	99,48 B	24 E	91,47 B	73 E	56,39 B	989,44 A	51,00 G
109	84 B	157 B	0,94 C	2,05 B	9 B	6 B	3 B	5,74 C	16,43 C	13,79 D	8,01 D	50,27 C	13 E	46,07 C	39 E	25,06 C	517,84 B	49,78 H
111	83 B	153 B	1,08 B	2,15 A	10 B	8 B	2 C	7,30 A	14,75 D	23,10 B	13,63 B	119,56 A	28 D	102,55 B	84 D	55,38 B	925,02 B	50,86 G
113	86 B	161 A	1,10 B	2,28 A	6 B	6 B	1 C	6,53 B	17,00 C	19,97 C	11,99 C	93,90 B	26 D	84,87 C	79 D	53,72 B	851,91 B	51,20 G
114	77 C	151 C	0,97 C	2,09 A	13 A	8 B	5 B	6,63 B	14,75 D	19,85 C	15,21 B	92,73 B	26 D	83,50 C	77 D	51,30 C	818,76 B	51,22 G
115	93 A	160 A	1,37 A	2,50 A	6 B	6 B	0 C	6,91 B	19,83 A	20,01 C	11,18 C	102,63 B	23 E	87,53 B	70 E	48,70 C	893,84 B	50,41 G
116	81 B	156 B	1,14 B	2,50 A	8 B	7 B	0 C	7,05 B	16,29 C	25,44 A	16,31 B	112,67 A	27 D	99,84 B	81 D	60,41 B	1088,59 A	51,83 F
117	76 C	150 C	0,88 C	2,09 A	10 B	9 B	2 C	5,99 C	14,63 D	12,88 D	6,77 D	77,75 C	20 E	71,39 C	59 E	41,88 C	880,21 B	50,78 G
118	72 C	143 C	0,90 C	2,38 A	17 A	13 A	4 B	6,46 B	14,00 D	18,53 C	9,70 D	69,81 C	19 E	61,62 C	57 E	36,89 C	839,25 B	52,41 E
119	75 C	154 B	0,85 C	2,01 B	16 A	11 A	5 B	5,82 C	14,75 D	18,13 C	11,17 C	84,44 C	24 E	76,41 C	73 E	54,30 B	1139,19 A	52,34 E
121	78 C	152 C	1,00 C	2,35 A	9 B	8 B	1 C	6,41 C	15,50 C	19,22 C	11,28 C	107,07 B	27 D	94,44 B	80 D	60,43 B	1001,66 A	52,85 E
122	78 C	147 C	1,19 B	2,65 A	11 A	10 A	1 C	7,31 A	15,86 C	26,24 A	14,11 B	84,75 C	32 D	106,72 B	95 D	54,76 B	1036,02 A	56,60 A
123	77 C	153 B	0,91 C	2,07 B	8 B	6 B	2 C	6,40 C	14,17 D	16,07 D	8,79 D	66,50 C	15 E	58,35 C	45 E	34,95 C	747,13 B	50,75 G
124	79 B	156 B	1,17 B	2,29 A	11 B	9 A	1 C	6,89 B	16,71 C	16,34 D	9,93 D	73,80 C	17 E	65,55 C	52 E	39,11 C	782,92 B	53,93 D
125	77 C	156 B	0,75 D	1,93 B	13 A	11 A	3 B	5,26 C	14,38 D	13,57 D	7,32 D	65,46 C	17 E	59,01 C	50 E	33,98 C	846,25 B	46,75 J
126	80 B	150 C	1,01 C	2,05 B	9 B	8 B	2 C	7,07 B	14,25 D	22,16 B	11,12 C	87,79 C	23 E	77,76 C	70 E	46,63 C	876,98 B	50,34 G

Continua...																																				
Genótipo	CVEG (días)		CREP (días)		APC (m)		EST (m)		NRE		NRC		NRA		CMIC (cm)		NIC		CRT (cm)		CER (cm)		PRP (g)		NFP		PFP (g)		NSP (g)		PSP (g)		PP (Kg ha ⁻¹)		TOS (%)	
128	90	A	160	A	1,10	B	2,29	A	8	B	7	B	1	C	6,23	C	17,71	B	13,22	D	8,24	D	47,53	C	16	E	43,26	C	48	E	24,20	C	788,72	B	53,48	E
129	82	B	157	B	1,12	B	2,22	A	11	A	9	A	2	C	6,92	B	16,29	C	19,48	C	12,07	C	98,51	B	24	E	88,73	B	71	E	54,05	B	941,76	B	52,23	F
130	80	B	154	B	0,97	C	2,46	A	7	B	6	B	1	C	6,33	C	15,29	D	12,57	D	6,66	D	87,99	C	20	E	81,21	C	59	E	42,90	C	731,51	B	52,99	E
131	88	A	164	A	1,31	A	2,62	A	7	B	7	B	0	C	7,96	A	16,88	C	18,67	C	13,50	B	94,84	B	22	E	122,91	B	65	E	50,55	C	825,41	B	52,97	E
133	81	B	148	C	1,18	B	2,31	A	9	B	8	B	1	C	6,93	B	17,13	C	24,41	B	11,95	C	90,40	C	26	D	80,65	C	77	D	45,22	C	850,93	B	52,41	E
134	88	A	161	A	1,18	B	2,28	A	12	A	11	A	1	C	6,66	B	17,67	B	26,13	A	15,29	B	110,87	A	30	D	99,44	B	91	D	59,67	B	1096,74	A	52,79	E
135	76	C	149	C	0,85	C	1,74	B	10	B	8	B	2	C	5,42	C	15,57	C	21,21	C	12,40	C	80,28	C	19	E	78,89	C	56	E	44,02	C	739,53	B	49,79	H
136	96	A	170	A	1,33	A	2,08	B	6	B	5	B	1	C	6,54	B	20,14	A	19,39	C	11,01	C	94,67	B	28	D	97,95	B	84	D	60,02	B	817,04	B	51,94	F
137	76	C	147	C	0,96	C	2,31	A	14	A	13	A	1	C	6,50	B	14,71	D	21,22	C	11,91	C	87,49	C	26	D	78,60	C	77	D	44,37	C	844,57	B	51,48	F
138	85	B	152	C	1,14	B	2,20	A	9	B	8	B	1	C	7,12	B	16,29	C	20,13	C	9,07	D	71,54	C	21	E	63,62	C	62	E	37,53	C	796,37	B	50,85	G
139	74	C	147	C	1,03	B	2,33	A	14	A	13	A	2	C	6,75	B	15,25	D	23,30	B	15,03	B	96,32	B	27	D	87,04	B	83	D	51,18	C	1171,64	A	50,90	G
140	80	B	149	C	1,09	B	2,15	A	9	B	8	B	1	C	6,72	B	16,25	C	22,15	B	12,11	C	101,66	B	25	E	92,36	B	74	E	54,41	B	850,79	B	50,77	G
141	85	B	150	C	1,14	B	2,47	A	8	B	7	B	1	C	6,31	C	18,00	B	21,05	C	10,53	D	76,05	C	21	E	67,45	C	65	E	38,82	C	786,42	B	51,19	G
143	83	B	156	B	1,21	A	2,40	A	6	B	4	B	3	B	7,63	A	16,00	C	18,52	C	6,54	D	47,43	C	12	E	33,79	C	35	E	26,21	C	311,67	B	55,38	B
145	77	C	148	C	1,02	B	2,02	B	10	B	8	B	2	C	6,26	C	16,57	C	26,25	A	16,83	A	99,52	B	31	D	89,90	B	92	D	53,70	B	955,92	B	53,44	E
146	85	B	149	C	1,20	A	2,35	A	9	B	9	B	0	C	6,69	B	18,00	B	24,41	B	11,53	C	90,85	C	26	D	80,93	C	77	D	47,84	C	1014,52	A	52,19	F
147	77	C	153	B	1,05	B	2,00	B	10	B	8	B	2	B	6,31	C	16,63	C	23,87	B	14,76	B	111,41	A	27	D	100,72	B	81	D	57,34	B	1169,06	A	53,01	E
148	78	C	148	C	1,06	B	1,96	B	9	B	7	B	2	C	6,99	B	15,67	C	27,42	A	15,10	B	97,79	B	25	D	87,36	B	76	D	51,91	B	948,84	B	53,48	E
149	73	C	151	C	0,77	D	1,62	B	13	A	11	A	2	B	5,38	C	14,33	D	22,89	B	13,85	B	91,92	C	23	E	84,53	C	68	E	52,46	B	1069,93	A	52,41	E
151	80	B	151	C	1,00	C	1,92	B	11	B	9	B	2	C	6,27	C	16,00	C	24,27	B	15,26	B	110,87	A	29	D	100,37	B	87	D	61,38	B	947,76	B	53,98	D
152	82	B	150	C	1,13	B	2,34	A	11	A	10	A	1	C	6,85	B	16,50	C	23,42	B	11,60	C	80,91	C	23	E	71,13	C	68	E	39,07	C	859,48	B	52,00	F
153	84	B	160	A	1,08	B	2,12	A	9	B	9	A	0	C	5,83	C	18,29	B	18,27	C	9,69	D	82,17	C	21	E	72,41	C	62	E	39,69	C	809,14	B	52,40	E
154	75	C	144	C	1,02	C	2,42	A	9	B	6	B	3	B	6,46	B	15,83	C	27,70	A	15,32	B	74,12	C	28	D	67,47	C	85	D	41,64	C	600,62	B	52,64	E
159	74	C	151	C	0,76	D	1,83	B	13	A	8	B	5	B	5,43	C	14,29	D	20,34	C	11,55	C	77,93	C	19	E	70,80	C	58	E	42,28	C	823,19	B	54,29	D
160	74	C	145	C	0,92	C	2,09	A	12	A	9	A	3	B	6,10	C	15,00	D	25,27	A	16,33	B	76,71	C	36	C	70,70	C	107	C	45,10	C	740,56	B	55,22	C
169	80	B	154	B	0,98	C	2,34	A	12	A	10	A	2	B	6,15	C	16,14	C	19,18	C	9,33	D	82,11	C	20	E	74,77	C	60	E	46,04	C	1033,10	A	50,10	H
170	75	C	150	C	0,87	C	2,08	A	16	A	14	A	2	C	5,71	C	15,25	D	19,47	C	9,89	D	70,65	C	18	E	64,26	C	55	E	39,56	C	926,04	B	52,05	F
173	78	C	159	A	0,94	C	2,16	A	10	B	8	B	2	C	6,00	C	15,75	C	18,59	C	10,88	C	92,59	B	22	E	85,44	C	65	E	52,75	B	979,17	B	49,34	H

Continua...

Genótipo	CVEG (días)	CREP (días)	APC (m)	EST (m)	NRE	NRC	NRA	CMIC (cm)	NIC	CRT (cm)	CER (cm)	PRP (g)	NFR	PFP (g)	NSP (g)	PSP (g)	PP (Kg ha ⁻¹)	TOS (%)
174	79 B	155 B	1,00 C	1,98 B	8 B	7 B	0 C	6,15 C	15,71 C	15,71 D	8,60 D	62,78 C	16 E	57,05 C	49 E	33,19 C	628,26 B	51,53 F
175	87 B	156 B	1,29 A	2,32 A	7 B	6 B	1 C	7,76 A	16,75 C	19,86 C	11,49 C	77,61 C	22 E	76,38 C	65 E	45,04 C	774,22 B	49,17 I
176	82 B	160 A	0,95 C	2,35 A	12 A	10 A	2 B	6,11 C	15,57 C	17,01 D	8,45 D	66,28 C	15 E	60,14 C	45 E	36,30 C	870,90 B	54,17 D
177	77 C	157 B	0,89 C	2,01 B	15 A	13 A	2 C	6,36 C	14,20 D	17,07 D	8,80 D	62,90 C	18 E	57,70 C	46 E	35,57 C	701,05 B	52,57 E
178	82 B	155 B	0,97 C	2,30 A	10 B	9 B	1 C	6,07 C	16,00 C	18,09 C	10,00 D	82,14 C	21 E	75,45 C	62 E	46,47 C	1053,27 A	51,90 F
179	77 C	155 B	1,00 C	2,38 A	12 A	9 A	2 B	5,99 C	16,50 C	18,18 C	8,43 D	79,33 C	20 E	70,24 C	60 E	44,70 C	948,71 B	48,29 I
180	77 C	153 B	0,95 C	2,36 A	13 A	10 A	3 B	5,90 C	16,00 C	18,11 C	8,94 D	70,05 C	21 E	73,45 C	62 E	48,02 C	1137,25 A	46,06 K
181	82 B	156 B	0,86 C	2,05 B	9 B	7 B	2 C	5,33 C	16,00 C	15,94 D	8,13 D	67,03 C	16 E	59,35 C	49 E	36,62 C	778,88 B	51,10 G
182	69 D	149 C	0,74 D	1,57 B	8 B	7 B	1 C	5,18 C	14,00 D	23,21 B	17,50 A	108,49 B	29 D	100,20 B	88 D	63,63 A	982,61 A	51,55 F
183	86 B	162 A	0,82 D	1,99 B	9 B	7 B	2 C	5,87 C	14,14 D	18,88 C	10,02 D	72,35 C	20 E	66,55 C	59 E	41,70 C	771,64 B	52,23 F
184	86 B	162 A	1,12 B	2,35 A	7 B	6 B	1 C	6,66 B	16,71 C	17,29 D	8,22 D	64,30 C	16 E	58,40 C	49 E	34,75 C	782,42 B	51,91 F
185	81 B	156 B	0,99 C	2,31 A	12 A	9 B	3 B	5,88 C	16,83 C	18,64 C	9,28 D	86,47 C	21 E	77,88 C	64 E	50,11 C	952,39 B	51,53 F
186	90 A	158 A	1,08 B	2,29 A	9 B	9 A	0 C	6,13 C	17,57 B	19,75 C	10,24 D	78,14 C	21 E	68,74 C	63 E	39,57 C	953,12 B	51,77 F
187	87 B	161 A	1,37 A	2,71 A	9 B	8 B	1 C	6,74 B	20,43 A	25,24 A	13,30 B	113,41 A	28 D	98,69 B	85 D	52,70 B	1076,76 A	51,88 F
188	90 A	159 A	1,31 A	2,34 A	8 B	8 B	1 C	6,52 B	20,38 A	22,82 B	11,53 C	96,49 B	24 E	84,13 C	72 E	44,58 C	940,25 B	52,10 F
190	88 A	162 A	1,26 A	2,42 A	8 B	7 B	2 C	7,29 A	17,14 C	26,12 A	15,30 B	107,84 B	26 D	95,92 B	77 D	90,47 A	811,80 B	50,57 G
191	76 C	151 C	1,11 B	2,25 A	9 B	8 B	1 C	7,92 A	13,86 D	20,45 C	11,84 C	86,50 C	22 E	79,63 C	66 E	50,18 C	1238,45 A	51,55 F
192	88 A	153 B	1,16 B	2,17 A	7 B	6 B	1 C	6,05 C	20,00 A	21,86 B	10,40 D	81,90 C	22 E	72,28 C	65 E	39,98 C	658,24 B	52,28 F
193	82 B	154 B	1,12 B	2,63 A	8 B	8 B	0 C	6,66 B	17,00 C	22,55 B	10,74 C	96,43 B	21 E	84,14 C	64 E	49,17 C	1088,99 A	47,35 J
195	95 A	161 A	1,28 A	2,48 A	10 B	7 B	2 B	6,31 C	20,20 A	19,47 C	8,47 D	70,81 C	18 E	66,82 C	53 E	31,96 C	870,20 B	52,77 E
197	84 B	154 B	1,15 B	2,31 A	8 B	7 B	1 C	6,40 C	18,00 B	23,62 B	10,25 D	91,34 C	23 E	80,55 C	68 E	43,28 C	852,49 B	52,45 E
198	93 A	158 A	1,41 A	2,42 A	7 B	6 B	1 C	6,90 B	20,57 A	23,30 B	11,33 C	98,45 B	25 E	85,27 C	75 D	45,12 C	707,43 B	52,88 E
199	95 A	159 A	1,43 A	2,68 A	6 B	6 B	0 C	7,17 B	19,88 A	23,33 B	11,88 C	93,99 B	25 D	83,39 C	75 D	44,20 C	733,54 B	52,84 E
201	84 B	157 B	1,28 A	2,40 A	8 B	7 B	0 C	7,91 A	17,75 B	23,92 B	11,47 C	95,72 B	25 E	84,06 C	74 E	45,23 C	797,94 B	52,36 E
202	85 B	153 B	1,10 B	2,24 A	14 A	9 B	5 B	6,02 C	18,25 B	21,89 B	11,41 C	85,33 C	24 E	75,75 C	72 E	42,49 C	819,28 B	52,42 E
203	86 B	159 A	1,06 B	2,39 A	8 B	8 B	0 C	5,84 C	17,86 B	21,36 C	9,83 D	71,63 C	19 E	62,61 C	56 E	34,65 C	966,86 B	51,75 F
204	93 A	159 A	1,40 A	2,38 A	6 B	6 B	0 C	7,03 B	19,86 A	24,14 B	13,36 B	108,40 B	28 D	95,21 B	83 D	50,63 C	750,33 B	51,70 F
205	89 A	163 A	1,36 A	2,55 A	7 B	7 B	0 C	6,82 B	19,71 A	20,07 C	10,17 D	82,66 C	20 E	73,58 C	60 E	39,75 C	909,93 B	51,28 G

Continua...																																				
Genótipo	CVEG (días)		CREP (días)		APC (m)		EST (m)		NRE		NRC		NRA		CMIC (cm)		NIC		CRT (cm)		CER (cm)		PRP (g)		NFR		PFP (g)		NSP (g)		PSP (g)		PP (Kg ha ⁻¹)		TOS (%)	
206	73	C	149	C	0,83	D	2,01	B	14	A	11	A	3	B	5,74	C	14,38	D	22,37	B	13,34	B	83,55	C	23	E	79,90	C	70	E	49,39	C	1063,10	A	52,49	E
207	71	C	146	C	0,92	C	1,98	B	14	A	12	A	2	B	6,54	B	14,13	D	22,76	B	12,66	C	99,19	B	26	D	91,64	B	77	D	58,12	B	1319,11	A	50,79	G
208	69	D	148	C	0,75	D	1,64	B	7	B	5	B	1	C	6,21	C	12,00	F	16,69	D	11,80	C	95,75	B	27	D	89,85	B	80	D	54,52	B	808,36	B	51,56	F
209	75	C	150	C	0,86	C	1,95	B	13	A	11	A	2	B	5,93	C	14,67	D	21,89	B	13,08	C	92,86	B	23	E	84,23	C	68	E	50,66	C	1223,05	A	55,39	B
210	65	D	145	C	0,73	D	1,97	B	14	A	12	A	2	B	7,35	A	13,00	E	24,79	B	12,31	C	102,00	B	29	D	93,17	B	86	D	58,54	B	1254,80	A	49,58	H
211	70	D	144	C	0,83	D	1,94	B	10	B	8	B	3	B	6,33	C	13,25	E	21,06	C	10,21	D	69,97	C	21	E	64,22	C	62	E	39,63	C	686,05	B	52,37	E
212	65	D	144	C	0,63	D	1,77	B	11	A	10	A	1	C	5,24	C	12,00	F	16,89	D	9,81	D	66,06	C	24	E	63,48	C	73	E	38,79	C	859,71	B	49,18	I
213	75	C	151	C	0,95	C	1,87	B	9	B	8	B	2	C	6,78	B	14,00	D	25,51	A	16,63	A	103,07	B	28	D	96,14	B	83	D	59,15	B	1037,32	A	52,91	E
214	68	D	144	C	0,70	D	1,93	B	15	A	11	A	3	B	5,15	C	13,71	D	23,62	B	14,48	B	99,35	B	26	D	99,41	B	77	D	58,73	B	1286,09	A	54,92	C
216	75	C	147	C	0,96	C	1,75	B	8	B	7	B	1	C	6,94	B	13,75	D	21,10	C	12,84	C	92,27	B	27	D	83,52	C	82	D	52,86	B	871,61	B	50,26	G
217	71	C	147	C	0,81	D	1,76	B	11	A	8	B	3	B	5,43	C	14,88	D	24,25	B	14,68	B	103,79	B	27	D	96,91	B	81	D	60,63	B	902,57	B	52,88	E
219	74	C	146	C	0,93	C	1,80	B	9	B	7	B	2	C	6,09	C	15,13	D	27,13	A	19,15	A	126,86	A	37	C	116,41	B	112	C	75,99	A	1063,00	A	52,59	E
220	76	C	152	C	0,98	C	2,03	B	13	A	10	A	3	B	6,00	C	16,29	C	28,95	A	20,03	A	119,01	A	28	D	107,83	B	84	D	65,57	A	1270,41	A	52,97	E
221	67	D	145	C	0,75	D	1,98	B	14	A	13	A	1	C	5,66	C	13,14	E	23,93	B	15,04	B	115,85	A	27	D	106,06	B	82	D	69,73	A	1593,72	A	51,73	F
222	72	C	147	C	0,82	D	1,93	B	13	A	11	A	2	C	5,77	C	14,13	D	25,43	A	16,05	B	111,88	A	26	D	102,75	B	77	D	60,65	B	1310,42	A	53,86	D
223	79	B	155	B	0,99	C	2,00	B	9	B	8	B	2	C	6,48	B	15,29	D	21,35	C	12,18	C	95,43	B	23	E	89,11	B	69	E	53,57	B	992,65	A	52,26	F
224	84	B	153	B	0,84	C	1,71	B	11	A	8	B	2	B	5,35	C	15,71	C	22,72	B	13,75	B	98,96	B	24	E	89,64	B	72	E	54,75	B	1127,02	A	51,72	F
225	67	D	147	C	0,77	D	2,13	A	8	B	7	B	1	C	5,65	C	13,63	D	22,03	B	13,52	B	112,25	A	27	D	103,93	B	82	D	68,66	A	1215,86	A	48,58	I
226	72	C	148	C	0,89	C	1,99	B	11	A	9	B	2	B	5,67	C	15,63	C	27,76	A	18,03	A	152,08	A	32	D	140,27	A	96	D	76,28	A	1180,49	A	52,04	F
227	77	C	149	C	0,88	C	1,92	B	13	A	11	A	2	B	5,47	C	16,00	C	24,11	B	16,33	B	113,17	A	27	D	103,79	B	82	D	62,31	B	1411,83	A	52,75	E
228	69	D	145	C	0,86	C	2,27	A	12	A	10	A	2	B	6,74	B	13,00	E	23,21	B	13,06	C	103,27	B	25	E	94,59	B	74	E	61,50	B	1186,67	A	49,44	H
229	94	A	158	A	1,17	B	2,42	A	7	B	7	B	0	C	5,91	C	19,33	A	21,65	C	10,11	D	85,69	C	23	E	73,92	C	68	E	40,36	C	722,97	B	52,33	E
230	78	C	150	C	0,85	C	2,09	A	10	B	10	A	1	C	6,15	C	14,33	D	19,17	C	11,31	C	93,21	B	26	D	84,27	C	79	D	51,46	B	942,50	B	51,61	F
231	63	D	143	C	0,59	D	1,72	B	7	B	6	B	1	C	5,23	C	11,57	F	23,22	B	14,65	B	80,16	C	19	E	75,37	C	57	E	48,27	C	759,72	B	51,23	G
232	73	C	154	B	0,86	C	1,67	B	11	A	8	B	3	B	5,79	C	14,86	D	23,81	B	14,80	B	96,83	B	23	E	88,56	B	70	E	52,90	B	892,29	B	53,93	D
233	73	C	150	C	0,86	C	1,83	B	14	A	11	A	3	B	5,92	C	14,50	D	25,78	A	15,73	B	103,69	B	25	D	94,35	B	75	D	57,16	B	1292,04	A	53,84	
235	73	C	147	C	0,70	D	1,76	B	11	A	9	B	2	B	5,80	C	12,14	E	17,18	D	8,78	D	52,14	C	16	E	47,14	C	49	E	31,13	C	661,39	B	50,91	
236	75	C	148	C	0,95	C	2,11	A	9	B	9	B	0	C	6,28	C	15,25	D	19,99	C	11,06	C	77,13	C	22	E	72,72	C	66	E	44,47	C	889,28	B	52,56	

Continua...

Genótipo	CVEG (días)	CREP (días)	APC (m)	EST (m)	NRE	NRC	NRA	CMIC (cm)	NIC	CRT (cm)	CER (cm)	PRP (g)	NFR	PFP (g)	NSP (g)	PSP (g)	PP (Kg ha ⁻¹)	TOS (%)
237	64 D	143 C	0,63 D	2,08 B	12 A	11 A	1 C	5,49 C	11,75 F	19,09 C	11,01 C	76,72 C	20 E	71,04 C	59 E	45,00 C	1303,58 A	50,91 G
238	73 C	148 C	0,86 C	1,85 B	13 A	10 A	3 B	5,84 C	14,75 D	24,26 B	14,35 B	107,77 B	25 D	98,57 B	76 D	59,10 B	1206,77 A	52,78 E
239	80 B	154 B	0,77 D	1,71 B	11 A	7 B	4 B	5,05 C	15,17 D	20,39 C	12,21 C	87,27 C	22 E	81,41 C	66 E	48,75 C	746,31 B	52,64 E
240	67 D	144 C	0,69 D	1,73 B	10 B	9 A	1 C	5,50 C	12,50 E	15,70 D	7,25 D	79,08 C	22 E	73,12 C	67 E	45,98 C	947,73 B	51,54 F
241	65 D	145 C	0,62 D	1,75 B	9 B	9 B	1 C	5,60 C	11,38 F	22,76 B	17,89 A	96,81 B	33 C	88,15 B	99 C	53,22 B	879,17 B	53,96 D
242	71 C	147 C	0,77 D	1,88 B	16 A	15 A	2 C	5,28 C	14,57 D	28,14 A	16,88 A	110,47 A	26 D	97,85 B	79 D	59,70 B	1486,04 A	53,40 E
243	72 C	149 C	0,81 D	1,66 B	14 A	13 A	1 C	5,20 C	15,57 C	26,30 A	18,23 A	106,52 B	28 D	97,59 B	83 D	61,42 B	1306,23 A	46,23 K
244	74 C	152 C	0,78 D	1,82 B	11 A	9 A	2 B	5,21 C	14,75 D	23,52 B	14,83 B	100,52 B	24 E	91,87 B	72 E	56,76 B	1098,85 A	52,39 E
245	67 D	142 C	0,73 D	2,12 A	9 B	8 B	1 C	6,30 C	11,75 F	23,22 B	14,78 B	80,16 C	21 E	78,36 C	63 E	50,97 C	1035,63 A	50,11 H
246	73 C	150 C	0,75 D	1,54 B	11 B	8 B	3 B	5,10 C	14,67 D	22,82 B	14,84 B	86,53 C	22 E	79,66 C	66 E	48,14 C	821,74 B	51,28 G
247	73 C	151 C	1,06 B	2,27 A	15 A	11 A	4 B	6,53 B	16,13 C	23,95 B	14,58 B	87,59 C	21 E	79,19 C	63 E	47,83 C	1058,12 A	53,24 E
248	70 D	146 C	0,71 D	1,87 B	8 B	7 B	1 C	5,66 C	12,67 E	18,71 C	12,47 C	89,92 C	27 D	82,22 C	82 D	53,27 B	864,66 B	57,48 A
249	90 A	156 B	1,01 C	1,80 B	8 B	7 B	1 C	6,60 B	15,38 C	22,68 B	13,70 B	93,16 B	23 E	84,31 C	69 E	50,59 C	803,23 B	52,82 E
250	79 B	153 B	1,01 C	1,83 B	6 B	5 B	1 C	6,48 B	15,88 C	28,06 A	20,49 A	139,76 A	43 B	124,83 B	128 B	75,34 A	912,99 B	49,22 I
251	71 C	145 C	0,82 D	2,16 A	17 A	14 A	3 B	5,58 C	14,86 D	23,99 B	13,64 B	81,76 C	23 E	74,11 C	68 E	45,27 C	799,52 B	53,64 D
252	71 C	150 C	0,88 C	2,09 A	9 B	8 B	1 C	7,21 B	12,33 E	20,08 C	12,32 C	75,07 C	23 E	68,25 C	69 E	40,98 C	863,24 B	48,50 I
253	89 A	155 B	1,25 A	2,24 A	8 B	7 B	1 C	6,61 B	18,75 B	25,97 A	11,81 C	98,93 B	26 D	103,95 B	78 D	48,00 C	827,96 B	52,69 E
254	71 C	148 C	0,82 D	1,90 B	8 B	8 B	1 C	6,26 C	13,25 E	24,89 B	14,79 B	97,81 B	27 D	88,89 B	80 D	56,61 B	978,08 B	53,72 D
255	73 C	147 C	0,85 C	1,63 B	7 B	6 B	1 C	6,34 C	13,29 E	20,66 C	13,30 B	93,82 B	30 D	88,09 B	90 D	55,71 B	734,55 B	54,40 C
256	74 C	151 C	0,81 D	2,12 A	14 A	12 A	2 B	5,79 C	14,14 D	24,20 B	14,63 B	97,06 B	23 E	89,39 B	69 E	52,81 B	1085,72 A	54,09 D
257	75 C	149 C	0,78 D	1,79 B	16 A	13 A	4 B	5,48 C	14,57 D	23,29 B	15,85 B	92,29 B	23 E	84,39 C	68 E	52,17 B	1108,81 A	53,14 E
258	77 C	152 C	0,82 D	1,88 B	13 A	11 A	2 C	6,02 C	14,38 D	25,18 A	16,89 A	122,31 A	28 D	112,54 B	85 D	67,84 A	964,36 B	53,58 D
259	73 C	147 C	0,80 D	1,88 B	8 B	7 B	1 C	5,64 C	14,14 D	22,64 B	14,85 B	106,11 B	24 E	98,17 B	71 E	61,85 B	922,99 B	49,78 H
260	74 C	148 C	0,83 D	1,72 B	9 B	7 B	3 B	5,86 C	14,13 D	19,81 C	12,32 C	92,13 B	27 D	83,05 C	82 D	53,40 B	798,64 B	49,76 H
261	68 D	144 C	0,74 D	1,86 B	10 B	9 B	1 C	5,52 C	13,75 D	21,24 C	11,40 C	91,53 C	23 E	82,91 C	69 E	55,10 B	1003,59 A	53,99 D
262	72 C	154 B	0,94 C	2,04 B	20 A	11 A	9 A	6,92 B	13,86 D	26,29 A	17,64 A	112,20 A	35 C	102,46 B	105 C	62,33 B	1201,74 A	52,94 E
263	72 C	145 C	0,71 D	1,63 B	7 B	6 B	1 C	5,41 C	13,43 D	24,10 B	17,55 A	103,49 B	28 D	94,98 B	84 D	63,38 A	972,03 B	51,87 F
264	75 C	148 C	0,70 D	1,84 B	14 A	10 A	4 B	4,93 C	14,14 D	22,44 B	13,61 B	82,03 C	20 E	76,66 C	60 E	45,26 C	1075,42 A	56,99 A

Continua..

Genótipo	CVEG (dias)		CREP (dias)		APC (m)		EST (m)		NRE		NRC		NRA		CMIC (cm)		NIC		CRT (cm)		CER (cm)		PRP (g)		NFR		PFP (g)		NSP (g)		PSP (g)		PP (Kg ha ⁻¹)		TOS (%)	
265	90	A	163	A	1,31	A	2,17	A	6	B	5	B	1	C	7,62	A	17,25	C	21,96	B	9,84	D	84,68	C	23	E	75,48	C	67	E	39,54	C	661,48	B	53,06	E
Média	78		151		0,98		2,09		10		8		2		6,40		15,30		22,44		13,15		93,68		25		85,92		74		51,56		955,13		52,14	
Mínimo	57		134		0,59		1,31		5		4		0		4,93		9,00		12,57		6,54		47,43		11		33,79		33		24,20		311,67		39,10	
Máximo	96		170		1,49		2,71		20		17		9		8,90		20,57		31,17		21,68		152,22		51		156,45		153		90,47		1593,7		57,48	
DP	7,64		5,50		0,19		0,25		2,72		2,13		1,12		0,78		1,97		3,41		3,11		18,42		5,49		17,87		16,1		10,87		203,85		2,18	

* Médias com letras iguais pertencem ao mesmo agrupamento, pelo teste de Scott e Knott, a 5% de probabilidade.

A Tabela 2 apresenta a correlação entre os caracteres avaliados em genótipos de mamoneira em dois anos de cultivo. Observa-se que no primeiro ano, dos 171 pares de correlações genotípicas, 78,94% foram significativas pelo teste t, e em 22,22% dos casos as correlações foram negativas, 56,72% positivas e 15,20% foram superiores a 0,60 com valores variando de 0,61 a 0,91. Já Para o segundo ano, dos 171 pares de correlações genotípicas, 76,02% foram significativas pelo teste t. sendo que 15,20% foram negativas, 60,81% positivas e em 15,74% dos casos as correlações foram superiores a 0,60 com valores entre 0,60 a 1,00, indicando alto grau de associação.

O conhecimento prévio das relações existentes entre os caracteres morfoagronômico, como os estimados pelas correlações, tem sido de grande importância para os trabalhos de melhoramento genético. A existência de correlação entre os caracteres permite uma orientação na seleção, pois quando dois caracteres se correlacionam favoravelmente, é possível obter ganhos para um, por meio da seleção indireta do outro caráter associado (CRUZ e REGAZZI, 1997). Isso é vantajoso, principalmente, quando um caráter de elevado valor econômico possui baixa herdabilidade e, ou, difícil avaliação, quando comparado a outro caráter que está associado a ele (RODRIGUES et al., 2010). Por outro lado, quando um caráter se correlacionar negativamente com alguns e positivamente com outros, deve-se ter o cuidado de, ao se selecionar o caráter em questão, não se provoque mudanças indesejáveis em outros.

No primeiro ano, o ciclo vegetativo apresentou correlações significativas para todos os caracteres, sendo positiva com o CREP, APC, EST, CMIC e NIC e negativa com os demais caracteres. Entretanto, no segundo ano não houve correlação significativa com a EST, CT, CE, PR, NFR, PFR, NSR, PSR e TOS.

Tabela 2. Correlações genéticas entre caracteres avaliados em genótipos pertencentes à população avançada (F₄:F₅ e F₅:F₆) de mamoneira. Ano I parte superior da matriz e Ano II parte inferior da matriz. Cruz das Almas – BA, 2012.

	CVEG	CREP	APC	EST	NRE	NRC	NRA	CMIC	DC	NIC	CRT	CER	PRP	NFP	PFP	NSP	PSP	PP	TOS
CVEG		0,61*	0,53*	0,08*	-0,32*	-0,30*	-0,17*	0,22*	-0,04 ^{ns}	0,59*	-0,16*	-0,18*	-0,12*	-0,14*	-0,11*	-0,16*	-0,15*	-0,32*	-0,17*
CREP	0,65*		0,48*	0,12*	-0,27*	-0,23*	-0,19*	0,24*	-0,05 ^{ns}	0,47*	-0,25*	-0,22*	-0,12*	-0,16*	-0,11*	-0,18*	-0,12*	-0,23*	-0,17*
APC	0,63*	0,51*		0,45*	-0,27*	-0,22*	-0,20*	0,75*	0,14*	0,64*	0,05 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,12*	0,07 ^{ns}	0,12*	0,06 ^{ns}	0,09*	-0,12*	-0,01 ^{ns}
EST	0,02 ^{ns}	0,09*	0,56*		0,17*	0,22*	-0,05 ^{ns}	0,36*	0,54*	0,26*	0,13*	0,02 ^{ns}	0,09*	0,01 ^{ns}	0,12*	0,02 ^{ns}	0,08*	0,17*	-0,02 ^{ns}
NRE	-0,56*	-0,33*	-0,23*	0,30*		0,91*	0,58*	-0,22*	0,52*	-0,15*	0,24*	0,16*	0,14*	0,14*	0,14*	0,14*	0,13*	0,48*	0,03 ^{ns}
NRC	-0,54*	-0,35*	-0,18*	0,33*	0,83*		0,20*	-0,19*	0,57*	-0,11*	0,26*	0,18*	0,21*	0,16*	0,22*	0,15*	0,19*	0,58*	0,01 ^{ns}
NRA	-0,27*	-0,10*	-0,16*	0,09*	0,66*	0,14*		-0,16*	0,12*	-0,13*	0,06*	0,01 ^{ns}	-0,10*	0,02 ^{ns}	-0,10*	0,03 ^{ns}	-0,08*	0,00 ^{ns}	0,06 ^{ns}
CMIC	0,33*	0,32*	0,79*	0,52*	-0,03 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,04 ^{ns}		0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,08*	-0,12*	0,03 ^{ns}
DC	-0,11*	-0,05 ^{ns}	0,33*	0,67*	0,46*	0,51*	0,14*	0,26*		0,21*	0,38*	0,23*	0,34*	0,23*	0,33*	0,25*	0,30*	0,46*	-0,01 ^{ns}
NIC	0,69*	0,50*	0,75*	0,31*	-0,32*	-0,27*	-0,21*	0,28*	0,26*		0,02 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,11*	0,02 ^{ns}	0,09*	0,02 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,07 ^{ns}
CRT	-0,07 ^{ns}	-0,11*	0,24*	0,26*	0,16*	0,25*	-0,06 ^{ns}	0,18*	0,38*	0,18*		0,86*	0,75*	0,66*	0,67*	0,72*	0,65*	0,55*	0,25*
CER	-0,07 ^{ns}	-0,13*	0,13*	0,09*	0,07*	0,16*	-0,09*	0,08*	0,21*	0,10*	0,82*		0,78*	0,71*	0,72*	0,78*	0,71*	0,53*	0,25*
PRP	0,02 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,28*	0,21*	0,00 ^{ns}	0,15*	-0,20*	0,20*	0,30*	0,21*	0,71*	0,66*		0,76*	0,90*	0,84*	0,87*	0,67*	0,19*
NFP	0,02 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,21*	0,08*	-0,07*	0,07*	-0,21*	0,14*	0,18*	0,17*	0,69*	0,70*	0,81*		0,70*	0,90*	0,69*	0,52*	0,22*
PFP	0,03 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	0,23*	0,16*	-0,01 ^{ns}	0,13*	-0,19*	0,16*	0,26*	0,18*	0,62*	0,60*	0,89*	0,73*		0,77*	0,83*	0,67*	0,20*
NSP	0,02 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,21*	0,08*	-0,07*	0,07*	-0,21*	0,14*	0,18*	0,17*	0,69*	0,70*	0,81*	1,00*	0,73*		0,76*	0,56*	0,22*
PSP	-0,06 ^{ns}	-0,11*	0,17*	0,13*	0,01 ^{ns}	0,16*	-0,20*	0,14*	0,22*	0,11*	0,71*	0,70*	0,91*	0,85*	0,83*	0,85*		0,53*	0,15*
PP	-0,34*	-0,23*	0,06 ^{ns}	0,45*	0,58*	0,74*	0,03 ^{ns}	0,12*	0,62*	-0,05 ^{ns}	0,48*	0,37*	0,48*	0,34*	0,43*	0,34*	0,51*		0,11*
TOS	0,00 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,02 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}	

Significativo ao nível de 5% de probabilidade () e não significativo ao nível de 5% de probabilidade (NS), pelo teste t. ciclo vegetativo em dias (CVEG); ciclo reprodutivo em dias (CREP); altura de caule em m (APC); Estatura de planta em m (EST); número de racemos emitidos por planta (NRE); número de racemos colhidos por planta (NRC); número de racemos abortados por planta (NRA); comprimento médio de internódios do caule em cm (CMIC); número de internódios do caule (NIC); comprimento de racemo total em cm (CRT); comprimento efetivo (útil) de racemo por planta em cm (CER); peso de racemo por planta em g (PRP); número de frutos por planta (NFP); peso de frutos por planta em g (PFP); número de sementes por planta (NSP); peso de sementes por planta em g (PSP); potencial produtivo de sementes em Kg ha⁻¹ (PP) e teor de óleo na semente em % (TOS).

A correlação positiva entre a altura do primeiro cacho com o ciclo vegetativo e reprodutivo é de grande importância, pois está ligada à precocidade da planta, sendo considerada mais precoce a planta que lança o primeiro cacho em menor número de dias do plantio ao florescimento e consequentemente em menor estatura de planta. Observa-se também que no primeiro ano o ciclo vegetativo está associado negativamente com o NSR, PSR e TOS; indicando a possibilidade de ciclos vegetativos menores, com maiores produção de sementes e teor de óleo.

A estatura de planta apresentou correlação positiva, em ambos os anos, com os caracteres APC, CMIC, DC e NIC; reforçando a indicação de que quanto maior o valor para estes caracteres, maior a estatura da planta. Essa correlação positiva com estes caracteres são importantes para os programas de melhoramento genético já que o ideal é obter plantas que apresentem baixa estatura. Segundo Amaral (2003), para garantir retornos econômicos competitivos em relação a outras culturas, é necessário o uso de tecnologias e o desenvolvimento de cultivares com características como baixa estatura de planta para facilitar a colheita.

Observa-se que para o caráter TOS, embora no primeiro ano tenha ocorrido algumas fracas correlações, porém significativas com alguns caracteres, no segundo ano, as correlações com esse caráter não foram significativas. Vale ressaltar que a não significância da correlação entre dois caracteres indica que os mesmos podem ser manipulados independentemente durante o processo de seleção, ou seja, ao se selecionar para um dos caracteres o outro manterá sua média inalterada (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

Também é possível verificar que algumas correlações foram altas e se mantiveram bem próximas no primeiro e no segundo ano, cujos valores são respectivamente listados a seguir: NRE x NRC (0,91 e 0,83); APC x NIC (0,64 e 0,75); APC X CMIC (0,75 e 0,79); CE x CT (0,86 e 0,82); CE x NFR (0,71 e 0,70); CE x PR (0,78 e 0,66); CE x NSR (0,78 e 0,70); CE x PSR (0,71 e 0,70); CT x PR (0,75 e 0,71); CT x NSR (0,72 e 0,69); CT x PSR (0,65 e 0,73); PR x NFR (0,76 e 0,81); PR x PSR (0,87 e 0,91); NSR x PR (0,84 e 0,81); NSR x NFR (0,90 e 1,00); PSR x PFR (0,83 e 0,83). Esse comportamento demonstra que alguns caracteres estão altamente correlacionados, situação favorável ao melhoramento de alguns caracteres, a exemplo do NSR e PSR com o CE.

Desta forma, as avaliações desses caracteres são importantes ferramentas para verificar o comportamento dessa cultura nas diversas regiões de cultivo, visto que a seleção indireta dessas variáveis poderá proporcionar ganhos em produção para a cultura.

Conclusões

Para o caráter teor de óleo na semente obteve-se o maior número de grupos, demonstrando variabilidade e possibilidade de seleção com ganhos genéticos efetivos.

As correlações positivas entre o ciclo vegetativo, altura do primeiro cacho e estatura de planta, associada às correlações negativas para o número de sementes, peso de sementes e teor de óleo, possibilitam ganhos expressivos para a produtividade da cultura.

O método SSD foi eficiente na condução da população avaliada possibilitando manutenção da variabilidade genética na população avançada e a seleção de linhagens elites.

Referências Bibliográficas

AMARAL, J. G. C. **Variabilidade genética para características agronômicas entre progênies autofecundadas de mamona (*Ricinus communis* L.) cv. AL Guarany 2002**. 2003. 59 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

AZEVEDO, D. M. P. DE ; LIMA, E. F. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Embrapa Algodão, Campina Grande- PB, 2001. 305p.

BAHIA, H. F. **Avaliação e seleção de genótipos de mamoneira (*Ricinus communis* L.)**. 2007. 66f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Cruz das Almas, 2007.

BATISTA, F.A.S.; LIMA, E.F.; SOARES, J.J.; AZEVEDO, D.M.P. **Doenças e pragas da mamoneira (*Ricinus communis* L.) e seu controle**. Campina

Grande: Embrapa Algodão, 1996. 53p (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 21).

BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, C. L.; VASCONCELOS, O. L.; AZEVEDO, D. M. P. de.; VIEIRA, D. J. Fitologia. In: AZEVÉDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa-Algodão, 2001. cap. 2, p. 37-61.

BELTRÃO, N. E. M.; CARDOSO, G. D. **Informações sobre os sistemas de produção utilizados na ricinocultura na região nordeste, em especial o semi-árido e outros aspectos ligados a sua cadeia**. n. 213, 6 p., 2006. (Comunicado Técnico).

BIZINOTO, T. K. M. C.; OLIVEIRA, E. G. de; MARTINS, S. B.; SOUZA, S. A. de; GOTARDO, M. Cultivo da mamoneira influenciada por diferentes populações de plantas. **Bragantia**. Campinas, v.69, n. 2, p.367 - 370, 2010.

BRITO, F. B.; BELTRÃO, N. E. M.; RIBEIRO, V. Q.; LUCAS, E. P. Competição de genótipos de mamoneira em baixas altitudes: resultados preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

CARVALHO, F. I. F.; LORENCETTI, C.; MARCHIORO, V. S.; SILVA, S. A. **Condução de populações no melhoramento genético de plantas**. Pelotas: Editora Universitária da UFpel. 2008. 288p.

CERQUEIRA, L. S. **Variabilidade genética e teor de óleo em mamoneira visando ao melhoramento para região de baixa altitude**. 2008. 57f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2008.

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

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1997. 390p.

FALASCA, S. L.; ULBERICH, A. C.; ULBERICH, E. Developing an agro-climatic zoning model to determine potential production areas for castor bean (*Ricinus communis* L.). **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 40, n. 1, p. 185– 191, 2012.

Fernández-Martínez, J.M.; Leonardo Velasco, L. Castor. **Technological Innovations in Major World Oil Crops**, v. 1, p. 237-265, 2012.

FIGUEIREDO NETO, A. et al. Divergência genética em acessos de mamona (*Ricinus communis* L.) baseada nas características das sementes. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v.4, n.2, 2004.

FREIRE, E. C.; LIMA, E. F.; ANDRADE, F. P. de. Melhoramento genético. In: AZEVÊDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Algodão. p. 229-256, 2001.

FREIRE, R. M. M.; SEVERINO, L. S.; MACHADO, O. L. T. **Ricinoquímica e coprodutos**. In: AZEVEDO, D. M. P.; BELTRAO, N. E. M. O Agronegócio da mamona no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. Cap. 13.

FREITAS, S. M. de; FREDO, C. E. Biodiesel à base de óleo de mamona: algumas considerações. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 35, n. 1, 2005.

LARA, A. C. DA C. **Expressão sexual em linhagens de mamona (*Ricinus communis* L.)**. 2010. 62f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da, Unesp, Botucatu, São Paulo, 2010.

LIMA, E. F. (Org.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001.350p

MAZZANI, B. **Euforbiáceas oleaginosas**. In: MAZZANI, B. **Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas**. Caracas, Venezuela: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuárias, p.277-360. 1983.

MESQUITA, E. F.; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C.; LACERDA, R. D. de. Crescimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob fertilização NPK. **Revista caatinga**, v. 25, n. 2, p. 35-43, 2012.

MILANI, M.; NÓBREGA, M. B. M.; SUASSUNA N. D.; COUTINHO, W. M. **Resistência da Mamoneira (*Ricinus communis* L.) ao Mofo Cinzento Causado por *Amphobotrys ricini***. Campina Grande: Embrapa - CNPA. 22 p., 2006 (Embrapa – CNPA. Documentos, 137).

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

NÓBREGA, M. B. de M.; ANDRADE, F. P.; SANTOS, J. W.; LEITE, E. J. Germoplasma In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2001. cap.11, p.257-280.

OLIVEIRA, I. J.; ZANOTTO, M. D.; MYCZKOWSKI, M. L.; AMARAL, J. G. C. Taxas de cruzamentos naturais na cultivar Al Guarani de mamona (*Ricinus communis* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 4., 2007, São Lourenço. **Anais...** Lavras: UFLA, 2007. CD-ROM.

OLIVEIRA, R. S. de **Avaliação de população segregante (F3) de mamoneira em condições do Recôncavo Baiano**. 2011. 40f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Cruz das Almas, 2011.

OLIVEIRA, R. S.; SILVA, S. A.; BRASILEIRO, B. P.; MEDEIROS, E. P.; ANJOS, E. V. A. Genetic divergence on castor bean using the Ward-MLM strategy. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 3, p. 564-570, 2013.

PASSOS, A. R.; SILVA, S. A.; SOUZA, C. DA S.; SOUZA, C. M. M.; FERNANDES, L. DOS S. Parâmetros genéticos de caracteres agronômicos em genótipos de mamoneira. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.45, n.7, p.709-714, 2010.

PASSOS, A. R. **Estudo genético e agronômico da mamoneira em baixas altitudes do Recôncavo Baiano**. 2009. 109f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Cruz das Almas, 2009.

PIRES, M. de M.; ALVES, J. M.; ALMEIDA NETO, J. A. de; ALMEIDA, C. M.; SOUSA, G. S. de; CRUZ, R. S. da; MONTEIRO, R.; LOPES, B. S.; ROBRA S. Biodiesel de mamona: Uma avaliação econômica. In: CONGRESSO

NACIONAL DA MAMONA, 1., Campina Grande. **Anais...**, Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

RAMOS, A. M. **Comportamento morfológico e genético de cultivares de mamoneira em condições de baixas altitudes nos tabuleiros costeiros de Sergipe**. 2008. 68f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Se, 2008.

RODRIGUES, H. C. de A.; CARVALHO, S. P. de.; CARVALHO, A. A. de.; SANTOS, C. E. M. dos.; CARVALHO FILHO, J. L. S. de. Correlações genotípicas, fenotípicas e ambientais entre caracteres de mamoneira. **Ciência agrotecologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1390-1395, 2010.

SAS INSTITUTE (2003). SAS language and procedures: Usage. **Version SAS 9.1.3**. SAS Institute, CD-ROM, Cary, North Carolina.

SAVY FILHO, A. Melhoramento da Mamona. In: Borém, Aluizio. (Org.). **Melhoramento de Espécies Cultivadas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 385-407, 1999.

SAVY FILHO, A.; AMORIM, E.P.; RAMOS, N.P.; MARTINS, A.L.M.; CAVICHIOLI, J.C. IAC 2028: nova cultivar de mamona. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.3, p.449-452, 2007.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. de A.; GONDIM, T. M. de S.; FREIRE, W. S. de A.; CASTRO, D. A. de.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. de M. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n.4, p. 563-568, 2006a.

SEVERINO, L.S.; MORAES, C.R. de A.; GONDIM, T.M. de S.; CARDOSO, G.D.; BELTRÃO, N.E. de M. Crescimento e produtividade da mamoneira influenciada por plantio em diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.37, n.1, p.50-54, 2006b

SEVERINO, L. S.; MILANI, M.; MORAES, C. R. de A.; GONDIM, T. M. de S.; CARDOSO, G. D. Avaliação da produtividade e teor de óleo de dez genótipos

de mamoneira cultivados em altitude inferior a 300 metros. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 188-194, 2006c.

SILVA, V. **Características fisiológicas de cultivares de mamoneira** (*Ricinus communis* L.) **no Recôncavo Baiano**. Cruz das Almas, 2008. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

SILVA, S. A.; CERQUEIRA, L. S.; VILARINHOS, A. D.; AMORIM, E. P.; MOREIRA, R. F. C.; COSTA, M. A. P. C. Variabilidade genética em cultivares de mamona por meio de marcadores RAPD. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 24, n. 4, p. 341-347, out./dez. 2012.

TÁVORA, F.J.A. **A cultura da mamona**. Fortaleza: EPACE, 1982.111p.

WEISS, E.A. Castor. In: WEISS, E.A. **Oilseed crops**. London: Longman, 1983, p.31-99.

CAPÍTULO II

PARÂMETROS GENÉTICOS EM LINHAGENS ELITES DE MAMONEIRA NO ESTADO DA BAHIA ¹

¹Artigo a ser submetido ao Comitê Editorial do Periódico Científico Ciência Agronômica

PARÂMETROS GENÉTICOS EM LINHAGENS ELITES DE MAMONEIRA NO ESTADO DA BAHIA

Autor: Laurenice Araujo dos Santos

Orientadora: Dr^a Simone Alves Silva

Co-orientadora: Dr^a Ana Cristina V. Loyola Dantas e Dr^a Cláudia F. Ferreira

Resumo: O objetivo foi avaliar os parâmetros genéticos de caracteres morfoagronômicos, em populações avançadas de mamoneira. O experimento foi desenvolvido nos anos agrícolas de 2010 e 2011 na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas – Bahia. As 47 linhagens promissoras avaliadas foram obtidas de populações avançadas $F_4:F_5$ e $F_5:F_6$ composta por 219 genótipos cada, submetidas a aproximadamente 21% de pressão de seleção sob o desempenho dos caracteres teor de óleo na semente (TOS), ciclo vegetativo (CVEG), estatura de planta (EST), número de sementes (NSP) e peso de sementes (PSP). As análises estatísticas e a estimativa dos parâmetros genéticos foram baseadas em modelos mistos do tipo REML/BLUP individual utilizando o software R. A estimativa do coeficiente de variação genético (CVg) variou de 2,90 para o TOS a 14,66% para o PSR. As estimativas dos coeficientes de variação experimental (CVe) variaram de 1,22 para o caráter TOS a 40,75 para o NSP, podendo-se admitir a existência de boa precisão na obtenção e análise dos resultados, dado o número de repetições empregado. Para a relação CVg/CVe, com exceção do TOS (2,37), todos os caracteres apresentaram valores abaixo de 1. A herdabilidade de parcelas individuais no sentido amplo apresentou ampla variação, alcançando maior valor (75%) para o TOS e menor valor para o NSR (8,00%). Os valores obtidos para a acurácia da seleção genotípica foram moderadas para EST ($\check{r}gg=0,56$), NSP ($\check{r}gg=0,52$) e PSP ($\check{r}gg=0,67$), alta para o CREP ($\check{r}gg=0,74$) e muito alta para o TOS ($\check{r}gg=0,97$). As estimativas dos parâmetros genéticos obtidas nas 47 linhagens elites de mamoneira permitiram inferir sobre os efeitos genéticos destas linhagens para um ranqueamento mais adequado dos indivíduos superiores, estreitando a seleção para um menor número de linhagens que atendam os ensaios de avaliação do programa de melhoramento da cultura no estado da Bahia e do Brasil.

Palavras-chave: Herdabilidade; ganho genético; melhoramento genético

Genetic parameters in elite inbred lines of castor bean in the State of Bahia

Author: Laurenice Araujo dos Santos

Advisor: Simone Alves Silva

Co-Advisor: Ana Cristina Vello Loyola Dantas and Claudia Fortes Ferreira

Abstract: The objective of the present work was to evaluate the genetic parameters of morfagronomic characteristics in advanced populations castor-bean. The experiment was carried out in the years 2010 and 2011 at the Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas - Bahia. Evaluated 47 promising lines were obtained from advanced populations F4: F5 and F5: F6, comprised of 219 inbred lines each subjected to approximately 21% of selection pressure on the performance of the characteristics in the seed oil content (TOS), vegetative cycle (CVEG), plant height (EST), number of seeds (NSR) and seed weight (PSP). Statistical analyzes and genetic parameters were based on mixed models of individual REML / BLUP types using the software R. The estimation of genetic variation (CVg) ranged from 2.90 for TOS to 14.66% for the PSP. The coefficient estimates of experimental variation (CVe) ranged from 1.22 for the TOS characteristic to 40.75 for NSP, demonstrating good accuracy in the obtainment and analysis of the results, given the number of repetitions. For the CVg / CVe ratio, except for TOS (2.37), all characteristics presented values below 1. The heritability of individual plots in the broad sense showed wide variation, reaching the highest value (75%) for TOS and the lowest for NSP (8.00%). The values obtained for the accuracy of the genotypic selection were moderate for EST (RGG = 0.56) NSP (RGG = 0.52) and PSP (RGG = 0.67), high for the CREP (RGG = 0.74) and very high for TOS (RGG = 0.97). The estimates of the genetic parameters obtained in 47 elite castor allowed inferences about the genetic effects of these lines to a more appropriate ranking of superior individuals, narrowing the selection to a smaller number of lines that meet the tests to assess the crop improvement program in the state of Bahia and Brazil.

Keywords: Heritability, genetic parameters, plant breeding

Introdução

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma espécie de elevado potencial econômico, e seu cultivo constitui fonte de divisas para o país, seja por processo de produção simples em pequenas e médias propriedades rurais ou por meio de técnicas mais modernas em grandes plantios. Contudo, sua exploração racional exige que sejam disponibilizados materiais de ampla capacidade adaptativa com reduzido ciclo vegetativo e baixa estatura, elevada produtividade e alto teor de óleo (COSTA, et al., 2005).

A cultura da mamona vem ganhando destaque no cenário agrícola brasileiro, proporcionando estímulos ao seu plantio e ao desenvolvimento tecnológico. As sementes dessa espécie possui alta capacidade de produção de óleo, com excelentes propriedades para o uso industrial; sendo de grande importância por ser o único óleo vegetal solúvel em álcool (BAJAY, 2009).

Para atender à necessidade crescente de matéria-prima e suprir as dificuldades de produção em escala industrial, é imprescindível o desenvolvimento de genótipos de porte adequado para facilitar a colheita, com maturação precoce e uniforme, visando a utilização de alta tecnologia que possibilitem a produção dessa oleaginosa em maior escala (OLIVEIRA JUNIOR e ZANOTTO, 2008).

A maioria dos programas de melhoramento dispõe de um conjunto de genótipos para o desenvolvimento de combinações genéticas favoráveis. O grande desafio dos melhoristas é reunir em um só genótipo, a maior frequência possível de alelos favoráveis (PASSOS et al., 2010). Desta forma, para a obtenção de híbridos são selecionadas linhagens com características desejáveis e distintas, que ao se combinarem, geram alto grau de heterose para o caráter desejado.

O melhoramento genético de qualquer espécie para determinado caráter fenotípico requer o conhecimento prévio de sua herdabilidade, sendo um parâmetro designado como a proporção herdável da variabilidade total. Essa variabilidade pode ser expressa por todos os componentes da variância, sendo que a alteração de qualquer um deles afetará o valor da herdabilidade (CRUZ, 2005). A eficiência dos métodos de melhoramento de plantas depende de informações que podem ser preditas por meio dos componentes de variância, como magnitude da variabilidade genética e ambiental, tipo de ação gênica predominante no controle do caráter sob seleção e magnitude do coeficiente de herdabilidade (PASSOS et al., 2010).

A avaliação dos parâmetros genéticos, a exemplo do coeficiente de variação genético e da herdabilidade, são importantes ferramentas para o melhoramento genético, uma vez que por meio deles, pode-se conhecer a variabilidade genética, o grau de expressão de um caráter de uma geração para outra e a possibilidade de ganhos por meio da seleção direta ou indireta (ROCHA et al., 2003).

Com a maior precisão das estimativas e disponibilidade do REML (*Restricted Maximum Likelihood*), surgiu o procedimento de melhor predição linear não viesada BLUP (*Best Linear Unbiased Prediction*), que permite inferir sobre os efeitos genéticos de tratamentos (RESENDE e DUARTE, 2007). Neste caso, um valor genotípico é determinado para cada indivíduo, permitindo uma estimativa mais precisa do valor genético e um ranqueamento mais adequado dos indivíduos superiores, o que resulta em uma melhor seleção (MARTINEZ, 2010).

O objetivo do trabalho foi avaliar os parâmetros genéticos de caracteres morfoagronômicos em populações avançadas de mamoneira.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em dois anos agrícolas de 2010 e 2011 em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, sendo a parcela representado por uma planta, instalado em área experimental do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do

Recôncavo da Bahia (CCAAB/UFRB), localizada no município de Cruz das Almas – Bahia.

As 47 linhagens promissoras avaliadas foram obtidas de populações avançadas $F_4:F_5$ e $F_5:F_6$ composta por 219 genótipos cada, descendentes de cruzamentos entre BRS 149 Nordestina x EBDA MPA 17; BRS 149 Nordestina x Sipeal 28; BRS 188 Paraguaçu x EBDA MPA 17; BRS 188 Paraguaçu x Mirante 10; BRS 188 Paraguaçu x Sipeal 28; EBDA MPA 17 x Mirante 10; EBDA MPA 17 x Sipeal 28; Mirante 10 x Sipeal 28; Nordestina x Paraguaçu e Nordestina x Mirante 10, foram submetidas a aproximadamente 21% de pressão de seleção sob o desempenho dos caracteres morfoagronômico. Os genótipos foram selecionados utilizando-se a técnica de índice de soma de classificação de Mulamba e Mock (1978), considerando os caracteres de maior interesse para a seleção (teor de óleo na semente, ciclo vegetativo, estatura de planta, número de sementes e peso de sementes).

A área para a instalação do experimento foi devidamente preparada com realização de aração e gradagem. A partir da análise de solo, foi realizada a correção de acidez e, posteriormente a adubação na cova de plantio, com a dosagem de $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N, $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de P e $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de K.

O espaçamento utilizado foi de 3 m entre fileiras e 1 m entre plantas. O plantio foi feito por meio de semeadura direta no campo, utilizando três sementes por cova. Aproximadamente 30 dias após o plantio, foi realizado o desbaste manual, deixando-se uma planta, a mais vigorosa, por cova.

Para avaliar os caracteres PSP e NFP, foram utilizados o primeiro, terceiro e quarto racemo de cada planta, que foram pesados em balança digital de precisão. O segundo cacho foi utilizado para a auto-fecundação, visando a obtenção de sementes para a próxima geração, sendo coberto com sacos de TNT (tecido não tecido) e identificados com etiquetas específicas.

Para evitar a perda de sementes com a deiscência de alguns frutos, os racemos foram cobertos utilizando sacos TNT, sendo colhidos quando 70% das bagas apresentavam-se secas. Para completar a secagem dos frutos, os racemos foram colocados em área coberta e ventilada. As sementes que não foram removidas dos frutos por deiscência, foram retiradas manualmente com uma tesoura de poda.

O caráter teor de óleo na semente em porcentagem (TOS) foi analisado no Laboratório Avançado de Tecnologia Química da Embrapa Algodão, em Campina Grande - PB. Foi utilizada a técnica de Ressonância Magnética Nuclear – RMN sendo um método não destrutivo em instrumento MQA Oxford 7005 com um eletroímã de 0,47 T. Para otimizar o método da Ressonância Magnética Nuclear – RMN, as amostras permaneceram por 24 horas em um ambiente controlado com temperatura a 20° C e umidade inicial de 60%. O resultado dos espectros foi obtido por meio de uma sonda com um tubo de acrílico em formato cilíndrico, onde as sementes foram alocadas e ao mesmo tempo os teores de óleo lidos no computador acoplado ao aparelho.

As análises estatísticas e a estimativa dos parâmetros genéticos foram baseadas em modelos mistos do tipo REML/BLUP individual utilizando o software R seguindo o modelo: $y = Xr + Zg + Wb + e$, em que y é o vetor dos dados, r é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral, g é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios), b é o vetor dos efeitos de blocos (assumidos como aleatórios), e e o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

O pacote utilizado do R foi o *lme4* e a rotina para análise de modelos mistos *lmer* (R Development Core Team, 2011).

Resultados e Discussão

Os componentes de variância (Tabela 1), foram estimadas por meio das fórmulas disponibilizadas por Rezende e Duarte (2007), sendo elas:

\hat{r}_{gg} = estimador da acurácia da avaliação genotípica.

$$\hat{r}_{gg} = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{\sigma_e^2}{\sigma_g^2} \frac{b}{\sigma_g^2}}}$$

h^2 = estimador da herdabilidade

$$\hat{h}^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_f^2} = \frac{\sigma_g^2}{(\sigma_g^2 + \sigma_e^2 + \sigma_b^2)}$$

CVe = estimador do coeficiente de variação experimental

$$CVe = \frac{\sigma_e}{\mu} \cdot 100 :$$

CPe = estimador do coeficiente de precisão experimental

$$CPe = \frac{\sigma_e}{\sqrt{b} \cdot \mu} \cdot 100$$

CVg = estimador do coeficiente de variação genotípica

$$CVg = \frac{\sigma_g}{\mu} \cdot 100 :$$

CVr = estimador do coeficiente de variação relativa.

$$CVr = \frac{CVg}{CVe} :$$

PEV = estimador da variância do erro de predição dos valores genotípicos, assumindo sobrevivência completa.

$$PEV = \left[\frac{\sigma_e^2/b}{1 + (\sigma_e^2/b)/\sigma_g^2} \right]$$

SEP = estimador do desvio padrão do valor genotípico predito, assumindo sobrevivência completa.

$$SEP = \sqrt{PEV}$$

Estes resultados permitem simular situações experimentais e, com isso, avaliar a qualidade dos respectivos experimentos, com base na abordagem proposta.

Tabela 1. Estimativa dos parâmetros genéticos obtida via máxima verossimilhança restrita e melhor preditor linear não viesado (REML/BLUP) em população avançada de mamoneira. UFRB, Cruz das Almas – BA, 2012.

Parâmetros Genéticos	Caracteres Avaliados				
	CVEG	EST	NSP	PSP	TOS
Vg	24,34	0,01	67,48	43,11	2,42
Vbloc	0,34	0,01	52,52	37,63	0,33
Ve	78,05	0,13	703,55	204,60	0,43
Vf	102,73	0,17	823,56	285,34	3,19
h^2_g	0,23	0,09	0,08	0,15	0,75
Acclon	0,74	0,56	0,52	0,67	0,97
CVg%	6,45	6,53	12,33	14,66	2,90
CVe%	11,55	19,15	40,75	31,94	1,22
CPe%	5,77	9,57	20,37	15,97	0,61
CVr	0,55	0,34	0,30	0,45	2,37
PEV	10,83	0,01	48,77	23,39	0,01
SEP	3,29	0,10	6,98	4,83	0,10
Mínimo	63	1,25	33	24,00	50,33
Máximo	98	2,96	105	69,00	57,66
Média	76	1,90	65	44,77	53,63

Florescimento do racemo primário (CVEG); estatura de planta (EST); número de sementes por planta (NSP); peso de sementes por planta (PSP) e teor de óleo na semente (TOS). Vg: variância genotípica, Vbloc: variância ambiental entre blocos, Ve: variância residual, Vf: variância fenotípica individual, $h^2_g = h^2$: herdabilidade de parcelas individuais no sentido amplo, ou seja, dos efeitos genotípicos totais, Acclon: acurácia da seleção de genótipos, assumindo sobrevivência completa, CVg%: coeficiente de variação genotípica, CVe%: coeficiente de variação residual, CVr: coeficiente de variação relativa, PEV: variância do erro de predição dos valores genotípicos, assumindo sobrevivência completa, SEP: desvio padrão do valor genotípico predito, assumindo sobrevivência completa.

Por meio do uso do coeficiente de variação genético (CVg) é possível comparar a variabilidade genética das diferentes características analisadas (RIBEIRO et al., 2009). Observa-se que os valores obtidos para o coeficiente de variação genotípica variaram de 2,90 a 14,66. Esse intervalo de variação está abaixo dos valores obtidos por Oliveira (2011) em população segregante

F₃ de mamoneira nesta mesma localidade e próximos aos valores obtidos em população de pinhão-manso (JUHÁSZ et al., 2010) e superiores ao obtido em acessos de pinhão-manso na fase juvenil (ABREU et al., 2009). No entanto, essas variações podem ser consequência de diversos fatores, como os métodos utilizados na estimação dos parâmetros das espécies estudadas e das condições ambientais, dentre outros fatores.

As maiores estimativas do coeficiente de variação genético (CVg) foram apresentadas pelos caracteres PSP (14,66%) e NSP (12,33%), valores esses que podem ser considerados de magnitude moderada e indicam que entre todos os caracteres estudados, esses mostraram maior variabilidade, possibilitando a realização de ganho por seleção.

A variabilidade genética relativa ao teor de óleo na semente (2,90), considerada baixa, explica-se pela forte pressão de seleção quanto aos caracteres morfoagronômicos, de 21% sob a população total, permanecendo aqueles indivíduos com teores de óleo superiores a 50%. Os valores muito próximos, com menor variabilidade genética, obtidos para o ciclo vegetativo e a estatura de planta (6,45 e 6,53), pode ser um indicativo de que esses caracteres estão altamente correlacionados e desta forma, selecionando-se para um caráter se estará selecionando indiretamente para o outro.

As estimativas dos coeficientes de variação experimental (CVe) variaram de 1,22, para o caráter teor de óleo na semente, a 40,75, para número de sementes, podendo-se admitir a existência de boa precisão na obtenção e análise dos dados, dado o número de repetições empregado.

A relação CVg/CVe, determina o coeficiente de variação relativa (CVr). Este parâmetro permite que se faça inferências sobre as possibilidades de sucesso do melhoramento na população avaliada. Com exceção do TOS (2,37), todos os caracteres apresentaram valores abaixo de 1, CVEG (0,55), PSR (0,45), EST (0,34) e NSP (0,30). Vencovsky (1987), sugere que quanto mais próxima de 1 for a relação CVg/CVe, melhor para o melhoramento do caráter. Ribeiro et al. (2009) afirmam que quanto maior o CVr, maiores as chances de seleção de genótipos com desempenho superior.

O coeficiente de herdabilidade expressa a quantidade de variação genética em relação à variação fenotípica total (FALCONER, 1987; VENCOSKY, 1987). A herdabilidade de parcelas individuais no sentido amplo

apresentou ampla variação, alcançando maior valor (75%) para o caráter teor de óleo na semente e menor valor para o número de sementes (8,00%).

Os valores obtidos para a acurácia foram moderadas para EST ($\check{r}gg=0,56$), NSP ($\check{r}gg=0,52$) e PSP ($\check{r}gg=0,67$), alta para o CVEG ($\check{r}gg=0,74$) e muito alta para o teor de óleo ($\check{r}gg=0,97$). Segundo Resende (2002), valores de acurácia maiores que 0,70 são suficientes para propiciar uma inferência precisa sobre o valor genético das progênes. Para se obter experimentos com acurácia acima de 0,90, requer-se a implantação de no mínimo sete repetições e este parâmetro pode ser classificado como muito alta ($\check{r}gg \geq 0,90$), alta ($0,70 \leq \check{r}gg < 0,90$), moderada ($0,50 \leq \check{r}gg < 0,70$) e baixa ($\check{r}gg < 0,50$), conforme Resende e Duarte (2007).

Por ser uma medida associada à precisão na seleção, a acurácia é o principal elemento do progresso genético que pode ser alterado pelo homem, visando maximizar o ganho genético. É determinada por meio da correlação entre o valor genotípico do tratamento genético e aquele estimado ou predito a partir das informações dos experimentos (COSTA et al., 2005).

As estimativas de parâmetros genéticos obtidas para a população avançada, neste trabalho, servirão de base para a seleção de linhagens elites de mamoneira, visando a obtenção de ganhos genéticos no melhoramento da cultura.

Conclusões

Progressos genéticos podem ser obtidos com a seleção para o caráter teor de óleo na semente, devido a sua considerável herdabilidade e alta acurácia na população em estudo.

Os caracteres PSP e NSP apresentaram maior variabilidade, o que permite antever ganhos genéticos consideráveis com a seleção, mantendo a distinguibilidade entre as linhagens elites.

O procedimento REML/BLUP foi adequado para a estimativa de parâmetros genéticos visando o melhoramento da mamoneira.

Referências Bibliográficas

ABREU, F. B.; RESENDE, M. D. V.; ANSELMO, J. L.; SATURNINO, H. M.; BRENHA, J. A. M.; FREITAS, F. B. Variabilidade genética entre acessos de pinhão-manso na fase juvenil. **Magistra**, Cruz das Almas, v.21, p.36-40, 2009.

BAJAY, M. M. **Desenvolvimento de marcadores microssatélite e caracterização do banco de germoplasma de mamona (*Ricinus communis* L.)**. 2009. 96f. Dissertação (Mestrado). ESALQ-USP, São Paulo, 2009.

COSTA, M. da N.; PEREIRA, E. W.; BRUNO, R. de L. A.; FREIRA, C. E.; NÓBREGA M. B. de M.; MILANI, M.; OLIVEIRA, A. P. Divergência genética entre acessos e cultivares de mamoneira por meio de estatística multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n.11, p. 1617-1622, 2006.

COSTA, R. B.; GONÇALVES, P. S.; OLIVEIRA, L. C. S.; ARRUDA, E. J.; ROA, R. A. R.; MARTINS, W. J. Variabilidade genética e estimativas de herdabilidade para o caráter germinação em matrizes de *Hevea brasiliensis*. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.12, n.1, p.74-75, 2005.

CRUZ, C. D. **Princípios da genética quantitativa**. 1ª. Edição. Viçosa: UFV. 2005. 394p.

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

JUHÁSZ, A. C. P.; MORAIS, D. L. B.; SOARES, B. O.; PIMENTA, S.; RABELLO, H. O.; RESENDE, M. D. V. Parâmetros genéticos e ganho de seleção para populações de pinhão manso (*Jatropha curcas*). **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.30, p.25-35, 2010.

MARTINEZ, D. T. **Avaliação genética sob heterogeneidade de variância residual dentro de tratamentos**. 2010. 73p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)- Centro de Ciências Florestais e da Madeira. Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, Giza, v. 7, p. 40-57, 1978.

OLIVEIRA JUNIOR, I. de; ZANOTTO, M.D. Eficiência da seleção recorrente para redução de estatura de plantas em mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Ciência Agrotecnologia**. Lavras, v.32, p.1107-1112, 2008.

OLIVEIRA, R. S. de **Avaliação de população segregante (F3) de mamoneira em condições do Recôncavo Baiano**. 2011. 40f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Cruz das Almas, 2011.

PASSOS, A. R., SILVA, S. A.; SOUZA, C. S.; SOUZA, C. M. M.; FERNANDES, L. S. Parâmetros genéticos de caracteres agronômicos em genótipos de mamoneira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.7, p.709-714, 2010.

R Development Core Team (2011). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

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

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.37, n.3, p.182-194, 2007.

RIBEIRO, E. H.; PEREIRA, M. G.; COELHO, K. de S.; FREITAS JÚNIOR, S. de P. Estimativas de parâmetros genéticos e seleção de linhagens endogâmicas recombinantes de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**. Viçosa, v. 56, n.5, p. 580-590, 2009.

ROCHA, M. M.; CAMPELO, J. E. G.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; LOPES, A. C. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão caupi de tegumento branco. **Revista Científica Rural**, v. 8, n. 1, p. 135-141, 2003.

VENCOVSKY, R. Herança Quantitativa. In: **Melhoramento e produção de milho**. Campinas: Fundação Cargill, 2 ed., 1987. p.137-21.

CAPÍTULO III

CARACTERIZAÇÃO DE LINHAGENS ELITES POR MEIO DE MARCADORES MOLECULARES ISSR EM MAMONEIRA

¹Artigo a ser ajustado e submetido ao Comitê Editorial do Periódico Científico Bioscience Journal

CARACTERIZAÇÃO DE LINHAGENS ELITES POR MEIO DE MARCADORES MOLECULARES ISSR EM MAMONEIRA

Autor: Laurenice Araujo dos Santos

Orientadora: Dr^a Simone Alves Silva

Co-orientadora: Dr^a Ana Cristina V. Loyola Dantas e Dr^a Cláudia Fortes Ferreira

Resumo: O objetivo do trabalho foi avaliar a divergência genética em nível molecular, utilizando 43 linhagens desenvolvidas pelo programa de melhoramento do NBIO/UFRB para sua indicação em ensaios de linhagens. O DNA foi extraído de acordo com o protocolo descrito por Doyle e Doyle modificado. As similaridades genéticas foram utilizadas para a análise de agrupamento dos acessos, pelo método UPGMA (Unweighted Pair-Group Method Average), por meio do software NTSYS-pc, e calculado o coeficiente de correlação cofenética (CCC) para os caracteres analisados. A definição dos grupos foi obtida pela média das distâncias da matriz de similaridade de Jaccard. Dos 32 primers utilizados no estudo, nove foram utilizados na análise da diversidade genética da população dos quais 69% dos fragmentos foram polimórficos. O número médio de bandas polimórficas por primers foi 6,1. Os fragmentos amplificados variaram de 200 a 2000 pb, com a formação de seis grupos principais. A análise de correlação cofenética demonstrou uma associação de 99%. A análise de divergência genética gerou uma matriz de similaridade genética, mostrando as relações entre os 43 genótipos de mamoneira. Nessa matriz, verificou-se que os coeficientes de similaridades variaram de 0,0 envolvendo a linhagem 248 com as linhagens 14, 54, 57, 221 e 233 a uma distância de 0,97 para as linhagens 160 e 89, evidenciando a existência de variabilidade genética entre as linhagens selecionadas.

Palavras-chave: Diversidade genética; melhoramento genético; polimorfismo.

Characterization of elite inbred lines using ISSR molecular marker in a homozygous population of castor bean

Author: Laurenice Araujo dos Santos

Advisor: Dr^a Simone Alves Silva

Co-Advisor: Dr^a Ana Cristina V. Loyola Dantas and Dr^a Claudia Fortes Ferreira

Abstract: The objective of this study was to evaluate the genetic diversity at the molecular level, using 43 strains developed by breeding program NBIO / UFRB for tests indicated lines. DNA was extracted according to the protocol described by Doyle and Doyle, with modifications. The genetic similarity was used for cluster analysis of the genotypes by the UPGMA method (*Unweighted Pair-Group Method With Arithmetic Mean*), using the software NTSYS-pc and the cophenetic correlation coefficient (CCC), was also calculated. The definition of the groups was obtained by averaging the distances of the similarity matrix. Of the 32 primers used in the study, nine were used in the analysis of the genetic diversity of the population of which 69% of the fragments were polymorphic. The average number of polymorphic bands per primer was 6.1. The amplified fragments ranged from 200 to 2000 bp, forming six main groups. The cophenetic correlation analysis showed an association of 99%. The genetic diversity generated a genetic similarity matrix showing the relationship among the 43 genotypes of castor-beans. In this matrix, the ratios ranged from 0.0 similarity, between line 248 and inbred lines 14, 54, 57, 221 and 233 to a distance of 0.97 for the inbred lines 160 and 89, showing presence of genetic variability between the inbred lines selected.

Keywords: Genetic diversity, plant breeding; polymorphism.

Introdução

Nativa da África tropical e atualmente cultivada em diversas regiões tropicais e subtropicais (ALLAN et al., 2008), a mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa de elevado valor socioeconômico e fonte de divisas para o país. Seus produtos e subprodutos são utilizados na indústria ou na agricultura, além de apresentar perspectivas de uso como fonte energética sob a forma de biodiesel (COSTA et al., 2006).

Para atender à necessidade crescente de matéria-prima e dificuldade de produção em escala industrial é imprescindível o desenvolvimento de materiais genéticos de porte adequado para facilitar a colheita, com maturação precoce e uniforme, visando a utilização de alta tecnologia que possibilitem a produção da oleaginosa em maior escala (OLIVEIRA JUNIOR e ZANOTTO, 2008).

Um dos grandes desafios atuais da pesquisa agrícola é a produção de cultivares melhoradas de mamoneira, com estabilidade genética, alta qualidade e potencial produtivo. A divergência genética é um dos mais importantes parâmetros avaliados em um programa de melhoramento genético. A avaliação de caracteres agronômicos é de grande importância para se conhecer o comportamento das plantas até a fase de colheita (RODRIGUES et al., 2010).

A certificação de variabilidade e a distinguibilidade entre genótipos em etapa de seleção com base na divergência genética são estratégias para programas de melhoramento genético. A avaliação da dissimilaridade ou similaridade é realizada por análises biométricas, com base na quantificação da heterose, ou por processos baseados nas diferenças morfológicas, fisiológicas e agronômicas dos genitores (BAHIA et al., 2008).

A avaliação por meio de polimorfismo de DNA, representa ferramentas importantes para estudo de divergência genética, uma vez que permitem avaliar, em curto prazo, um número elevado de genótipos e apresentam um

alto grau de polimorfismo, auxiliando na seleção com os marcadores morfoagronômico (MACHADO et al., 2013).

Marcadores moleculares são características no DNA capazes de diferenciar dois ou mais indivíduos e são herdadas geneticamente. Tanto a tecnologia empregada na detecção da variabilidade genética com base no DNA, quanto a habilidade de detectar diferenças entre indivíduos, o custo, a facilidade de uso, a consistência e repetibilidade, variam de acordo com o tipo de marcador utilizado (MILACH, 1998).

Os microssatélites ou sequências simples repetidas em tandem (SSRs) são marcadores co-dominantes, abundantes nos genomas dos eucariotos, multi-alélicos e com alta reprodutibilidade (POWELL et al., 1996). Baseados em microssatélites, o marcador ISSR (inter simple sequence repeat) é uma técnica alternativa para estudar polimorfismos, por meio dos genomas, o qual tem se mostrado como uma forte ferramenta para o estudo da divergência genética (SILVA et al., 2011).

O marcador ISSR possui baixo custo, uso fácil e alta reprodutibilidade, quando comparado com outros marcadores, além de utilizar uma sequência simples repetida para amplificar um fragmento de DNA delimitado por dois microssatélites invertidos, o que gera um alto nível de polimorfismo (MATTHEWS et al., 1999; GOULÃO e OLIVEIRA, 2001).

Considerando a importância da mamoneira para a produção de biodiesel como fonte de energia renovável e limpa, sua potencialidade para ser cultivada em diversas regiões da Bahia e os resultados preliminares encontrados em trabalhos desenvolvidos no Recôncavo Baiano, torna-se relevante as pesquisas que gerem informações para recomendações de cultivares e desenvolvam trabalhos que propiciem a criação de materiais adaptados a diferentes regiões, permitindo o avanço de áreas plantadas bem como a inserção de novos produtores para o cultivo desta espécie (PASSOS, 2009).

Também informações sobre a divergência genética possibilita o monitoramento da distinguibilidade entre materiais genéticos a serem desenvolvidos a fim de evitar duplicatas em lançamento de cultivares similares ou com pouca diferenciação com as existentes no mercado. Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a divergência genética em nível molecular, sob

as 43 linhagens desenvolvidas pelo programa de melhoramento do NBIO/UFRB para sua indicação em ensaios de linhagens.

Material e métodos

Seleção e coleta de material vegetal

Das 47 linhagens elites pertencentes ao Programa de melhoramento genético do NBIO/UFRB, 43 foram utilizadas para análise ISSR, sendo elas: 11, 13, 14, 19, 22, 23, 25, 32, 46, 50, 54, 57, 59, 85, 86, 88,89, 93, 145,151, 160, 182, 208, 213, 214, 217, 220, 221, 222, 226, 227, 232, 233, 238, 241, 242, 248, 254, 255, 258,261, 263, 264.

O material genético foi coletado de uma população proveniente de um experimento desenvolvido no ano agrícola de 2011, na área experimental do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CCAAB/UFRB) localizado no município de Cruz das Almas – Bahia.

Para cada linhagem, foi coletado tecido foliar jovem. O material vegetal foi armazenado em papel alumínio, previamente identificado, acondicionado em caixa térmica contendo gelo em seguida, essas amostras foram transferidas para o laboratório do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) onde foram lavadas em água destilada e seca em papel toalha para extração.

Extração do DNA genômico

O DNA total foi extraído de acordo com o protocolo CTAB (brometo de cetiltrimetilamonio) descrito por Doyle e Doyle (1990) modificado. Para cada linhagem, macerou-se aproximadamente 300 mg de tecido vegetal em almofariz na presença de nitrogênio líquido. O macerado foi transferido para microtubos de 2 mL, ao qual foram adicionados 800 µL do tampão de extração pré-aquecido a 65 °C (CTAB 2,0%, NaCl 1,4 M, Tris HCl 0,1 M pH 8,0, EDTA

20 mM, 2-mercaptoetanol 0,8%, PVP (Polivinilpirrolidona) 2,0% e água ultrapura q.s.p).

As misturas foram homogeneizadas mecanicamente por 30 segundos e incubadas em banho-maria a 65°C por 45 minutos e invertidas gentilmente a cada 15 minutos. Após a retirada do banho-maria, adicionaram-se 700 µL da mistura clorofórmio álcool isoamílico (24:1) para desproteíntização, logo após homogenizaram-se as amostras levando-as em seguida para centrifugação há 10.000 rpm por 10 minutos. Estas duas últimas etapas foram repetidas mais uma vez com a finalidade de melhorar a qualidade do material isolado.

O sobrenadante de cada amostra foi transferido para microtubos de 1,5 mL aos quais adicionaram-se 450 µL de álcool Isopropílico gelado homogeneizando suavemente e incubando-os a -20 °C por três minutos.

Decorrido o tempo de incubação, as amostras foram centrifugadas por 10 minutos a 12.000 rpm. Em seguida, descartou-se o sobrenadante e adicionou-se 600 µL de tampão TE (Tris-HCl 10 mM, pH 8,0 + EDTA 1 mM), deixando repousar por 1:30 horas na geladeira para o DNA ressuspender em seguida, adicionaram-se 200 µL de acetato de amônio a 7,5 M. As amostras foram invertidas suavemente para homogeneizar a solução, sendo posteriormente incubadas no gelo por 15 minutos. Após esta etapa, as amostras foram centrifugadas por 15 minutos a 8000 rpm.

Transferiu-se o sobrenadante para um novo tubo de 1,5 mL e a este se adicionou 800 µL de etanol absoluto para, em seguida, incubá-lo por uma hora a -20°C. Decorrido esse tempo, o material foi centrifugado por 10 minutos a 12.000 rpm.

Posteriormente, o precipitado foi lavado duas vezes seguidas com 500 µL de etanol 70% (v/v), seguidas de centrifugação por cinco minutos a 12000 rpm. Após a centrifugação, o álcool foi descartado e o precipitado (pelet) colocado para secar.

Após seco, o precipitado foi ressuspensionado em 100 µL de TE com 2 µL de RNase (10 mg/ml) e incubado em banho-maria a 37°C por uma hora. Por fim, as amostras foram armazenadas em freezer a -20°C.

Quantificação do DNA e preparação das amostras

Foi utilizado gel de agarose à 0,8% corado com brometo de etídio para avaliação da quantidade e qualidade do DNA, onde aplicou-se 5 µL do concentrado. Em seguida as amostras foram submetidas a eletroforese por 50 minutos a 60 V. Posteriormente foi feita a quantificação, comparando a intensidade luminosa das amostras de DNA com um padrão conhecido (DNA do fago lambda de 50, 100 e 200 ng) em transluminador UV e fotodocumentados por sistema digital Vilber Lourmat.

Após quantificação, as amostras foram diluídas em tampão TE para ajustar as suas concentrações para condição de trabalho (5ng/µL).

Seleção dos primers ISSR

Foram testados 48 primers ISSR, em DNA genômico, de quatro das 43 linhagens. O critério de seleção dos primers foi a avaliação da nitidez dos fragmentos amplificados. Apenas os oligonucleotídeos mais reprodutíveis foram selecionados para a etapa de amplificação na população.

Amplificação do DNA

As reações de amplificação foram preparadas em um volume final de 25 µL, contendo cada uma: 2,5 µL de tampão 10 X (50 mM Tris-HCl, 20 mM KCl), 2 µL de dNTPs mix (dATP, dTTP, dGTP, dCTP, 2,5 mM de cada), 1,2 µL de MgCl₂ (50 mM), 3,0 µL de primers ISSR (2,5 mM), 0,6 µL de Taq DNA polimerase (5U/µL-Invitrogen), 3,0 µL de DNA genômico (5 ng/µL) e água ultra pura q.s.p.

A PCR foi conduzida em termociclador Biocycler MJ96+/MJ96G (Biosystems), conforme protocolo estabelecido por Zietkiewicz et al. (1994). O programa de amplificação constou de uma etapa inicial de desnaturação a 94°C durante 5 minutos, seguida de 35 ciclos de 94°C por 40 segundos, anelamento a 48°C por 30 segundos e extensão a 72°C por 1 minuto, seguido de extensão final a 72°C por 7 minutos.

Eletroforese

Os produtos da amplificação foram separados por eletroforese horizontal, em gel de agarose 1,5% (p/v) corado com brometo de etídeo (0,5 µL/mL) em tampão TBE 1 X (89 mM Tris-Borato, 2 mM EDTA) sob tensão constante de 110 V por 2 horas. As amostras foram preparadas, adicionando-se 5 µL de solução corante de azul de bromofenol ao mix. O peso molecular dos fragmentos gerados foram comparados ao padrão ladder de 1 Kb (invitrogen).

Após eletroforese, o gel foi exposto à luz Ultravioleta para visualização dos fragmentos, sendo fotografado em equipamento de fotodocumentação transluminador molecular imaging – Loccus Biotecnologia / L-PIX

Análise estatística

Os dados foram computados como presença (1) e ausência (0) de bandas polimórficas. A divergência genética entre as linhagens foi calculada a partir do complemento do coeficiente de Jaccard. As similaridades genéticas foram utilizadas para a análise de agrupamento dos acessos, pelo método UPGMA (Unweighted Pair-Group Method Average), por meio do software NTSYS-pc (ROHLF, 2000). Foi calculado o coeficiente de correlação cofenética (CCC) entre a matriz de similaridades genéticas e a matriz dos valores cofenéticos, a fim de verificar a consistência do agrupamento. A definição dos grupos foi obtida pela média das distâncias da matriz de similaridade de Jaccard.

Resultados e discussão

Dentre os 48 primers testados para avaliar o padrão de amplificação, 32 apresentaram bons resultados e foram utilizados para genotipagem da população. Destes 32 primers, nove foram utilizados no estudo de divergência genética por produzirem fragmentos polimórficos. Estes nove primers permitiram a obtenção de 69 fragmentos amplificados, dos quais 90,78% foram polimórficos (Tabela 1). O número de bandas polimórficas por primers variou de 3 a 12, com média de 6,1 bandas/primer.

Tabela 1. Caracterização dos primers ISSR (*Inter Simple Sequence Repeat*) utilizados na genotipagem das 43 linhagens de mamoneira. Cruz das Almas, Bahia, 2013.

Nº Primer	Nome do Primer	Sequência (5' - 3')	NTB	BP	P (%)
841	DIGA3'T	GAGAGAGAGAGAGAGAT	8	7	87,5
863	TriCAG3'YC	CAGCAGCAGCAGCAGYC	13	12	92,3
866	TriGTG	GTGGTGGTGGTGGTG	10	9	90
869	TriGTG5'CR	CRGTGGTGGTGGTGGTG	8	8	100
887	TriAGA3'RC	AGAAGAAGAAGAAGARC	10	8	80
907	TriCAC3'RC	CACCACCACCACCACRC	4	3	75
925	TriGCA3'RC	GCAGCAGCAGCAGCARC	8	7	87,5
844	DiGA5'CR	CRGAGAGAGAGAGAGAGA	7	7	100
845	DiGA5'CY	CYGAGAGAGAGAGAGAGA	8	8	100

NTB: número total de bandas, BP: bandas polimórficas, P(%): porcentagem de bandas polimórficas, pares de bases; R = A ou G; Y = T ou C.

O número de bandas obtido por primer bem como a porcentagem de polimorfismo são semelhantes aos obtidos por Gajera et al. (2010) em trabalho desenvolvido para avaliar a divergência genética em 22 genótipos de mamoneira utilizando o marcador ISSR. Os autores relatam que cinco primers geraram de 8 a 13 bandas por primers, resultando em 60% de polimorfismo.

Para espécies correlatas, Silva et al. (2011) ao estimar a divergência genética intra e interespecífica de acessos de *Manihot* ssp com vinte primers, ISSR obteve 89,7% de polimorfismo. Grativol et al. (2011) avaliando a diversidade genética entre 332 acessos de pinhão-manso utilizou sete primers ISSR obtendo 91% de bandas polimórficas.

Machado et al. (2013) ao estudar a divergência genética entre cultivares de mamoneira utilizando o marcador do tipo RAPD obteve 552 fragmentos sendo que 311 foram polimórficos (56,3%), onde cada primers produziu em média 6,3 fragmentos polimórficos. Silva et al. (2012) também utilizando o marcado RAPD no estudo da divergência genética entre cinco cultivares de mamona obteve um total de 147 bandas, sendo 33 polimórficas e 114 monomórficas, evidenciando 22,45% de polimorfismo. Gajera et al. (2010), em estudo com 22 genótipos de mamoneira e 30 primers RAPD polimórficos obteve 205 fragmentos polimórficos com média de 6,83 por primers. A presença de polimorfismo é um indicativo de divergência genética, o qual pode

estar associado à utilização de parentais com maior divergência genética, resultando em ampla base genética dos híbridos (GAJERA et al., 2010). Desta forma, a detecção da variabilidade genética é uma importante ferramenta para a tomada de decisão tanto na escolha dos genitores a ser utilizado em cruzamentos, quanto para a seleção de linhagens ou cultivares distintas nos programas de melhoramento, evitando o lançamento de materiais duplicados.

O primer TriCAG3'YC produziu o maior número de bandas polimórficas, 12 (Figura 1), enquanto que o primer TriCAC3'RC amplificou apenas três fragmentos polimórficos.

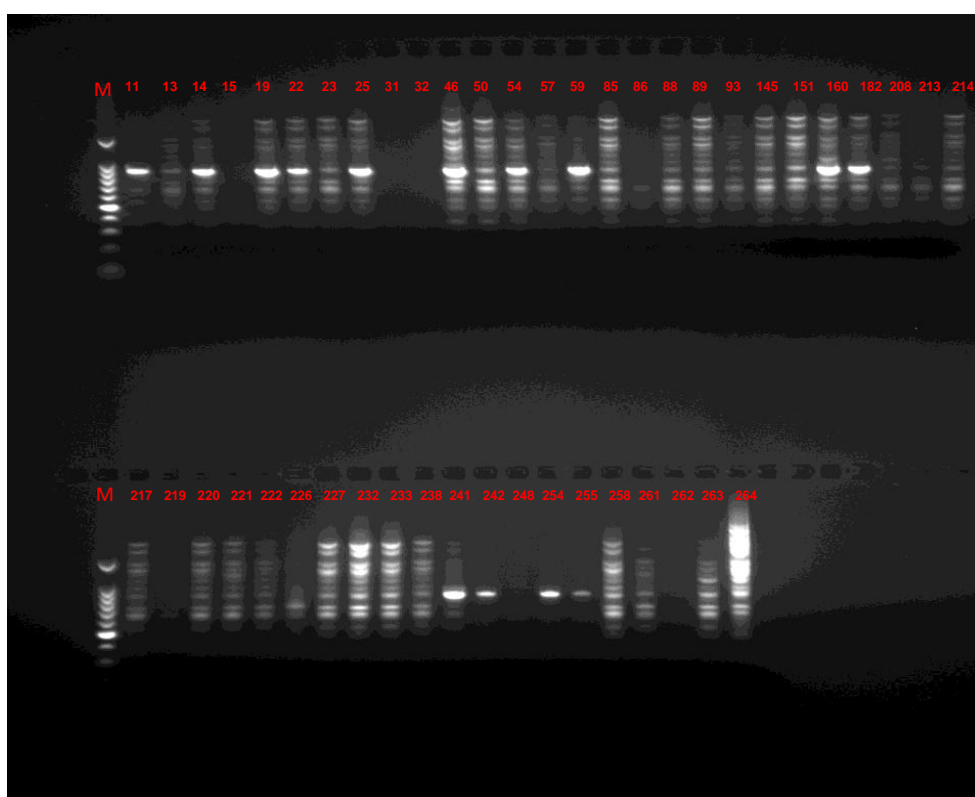


Figura 1. Padrão de amplificação do DNA genômico utilizando o primer TriCAG3'YC, em gel de agarose 1,5%, em 43 linhagens de mamoneira. M: padrão de peso molecular 1 Kb.

Os fragmentos amplificados variaram de 200 a 2000 pb. Este padrão de amplificação está dentro dos limites previstos para esse tipo de marcador em espécies eucarióticas (ZIETKIEWICZ et al., 1994). Os resultados obtidos no presente estudo são próximos aos encontrados por Gajera et al. (2010) utilizando o marcador ISSR em mamoneira, que obteve fragmento amplificado

entre 240-2700 pb e por Silva et al. (2011) que alcançou padrão de amplificação entre 200 e 2.000 pb, ao estimar a diversidade genética intra e interespecífica de acessos de *Manihot* ssp por marcadores ISSR. Gupta et al. (2008) em estudo com 13 genótipos de pinhão-manso utilizou 25 primers ISSR com padrão de amplificação entre 200 a 2500 pb.

O dendrograma obtido com base em marcadores ISSR (Figura 2), possibilitando a formação de seis grupos principais, tomando-se como ponto de corte a média das distâncias da matriz de similaridade 0,58. No grupo 1 ficou apenas o genótipo 248, sendo importante ressaltar que este genótipo foi o que apresentou maior teor de óleo na semente em trabalhos anteriores, com valor médio de 57,48, que por vez se repetiu nos dois anos de avaliação em campo.

O grupo II participou a linhagem 226; o grupo III com as linhagens 208 e 57; o grupo IV com as linhagens 255, 254, 242 e 241; o grupo V com as linhagens 261 e 238 e o grupo VI com o maior número de linhagens 222, 258, 233, 227, 220, 263, 22, 19, 214, 93, 46, 32, 217, 50, 264, 232, 221, 151, 85, 54, 160, 145, 89, 25, 23, 182, 88, 14, 13, 59, 213, 86 e 11.

Por meio dos resultados obtidos, observa-se a existência de variabilidade genética entre as linhagens de mamoneira avaliadas. Este fato é importante para o melhoramento, pois permite selecionar genótipos superiores.

Silva et al. (2012) usando a técnica de marcadores moleculares RAPD com o objetivo de estimar a variabilidade genética entre cinco cultivares de mamoneira parentais das linhagens utilizadas no presente estudo, obteve a formação de dois grupos, os quais serviram como genitores para a realização de hibridações controlada na formação da população segregante. Machado et al. (2013) ao estudar a divergência genética entre 15 cultivares de mamoneira utilizando o marcador do tipo RAPD obteve a formação de cinco grupos, identificando os indivíduos mais divergentes, estabelecendo os possíveis cruzamentos mais promissores para a realização de hibridação em futuros programas de melhoramento com a cultura da mamona

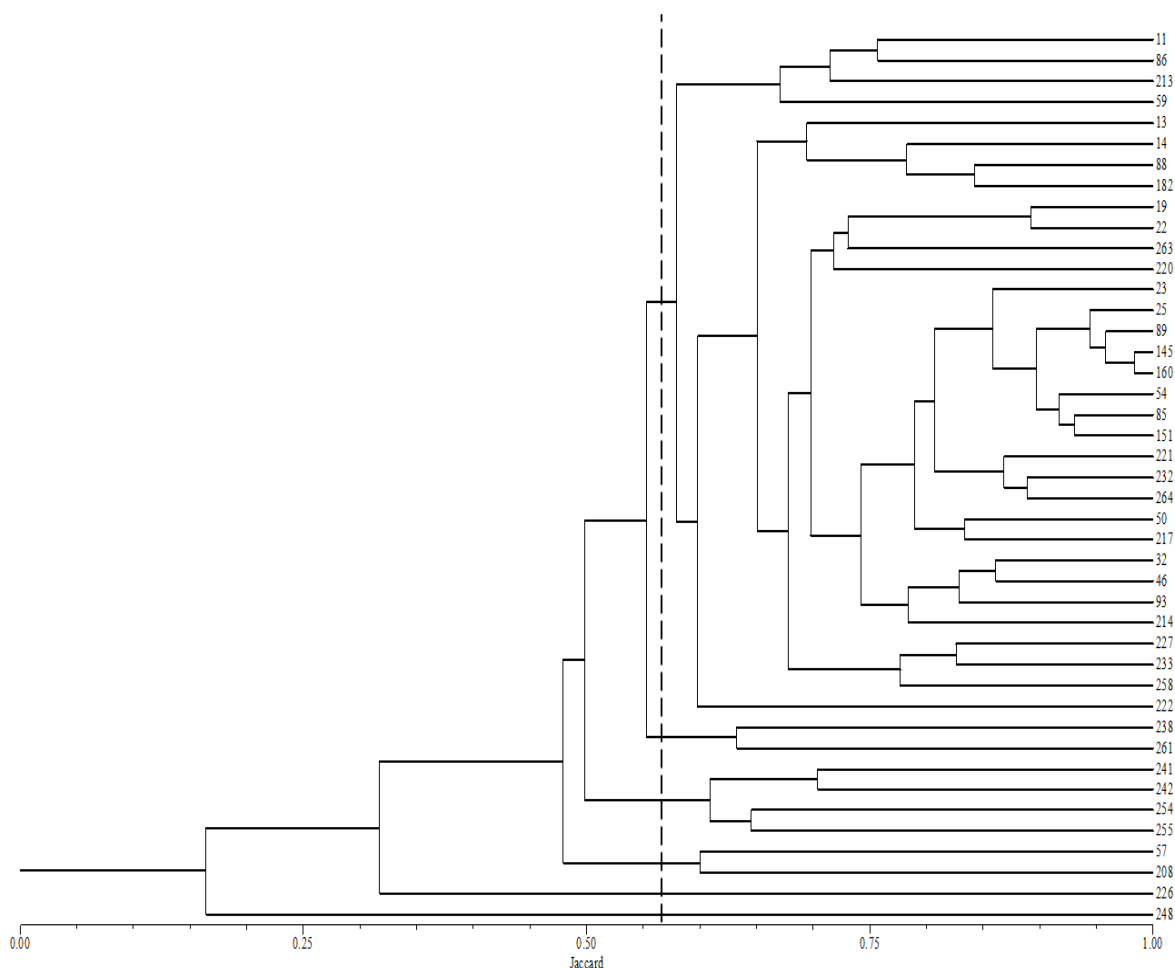


Figura 2 – Dendrograma gerado a partir de 43 linhagens de mamoneira obtido da análise de agrupamento, utilizando nove marcadores ISSR utilizando o método da média aritmética ponderada (UPGMA). Cruz das Almas, Bahia, 2013.

A análise de correlação cofenética demonstrou uma associação de 99% entre as distâncias obtidas pelo coeficiente de Jaccard (matriz de similaridade) e os agrupamentos do dendrograma. O valor cofenético obtido foi alto e adequado ($r = 0,99$, $P < 0,0001$, 10.000 permutações), sendo que valores de $r \geq 0,56$ são considerados ideais, refletindo boa concordância com os valores de similaridade genética (VAZ PATTO et al., 2004). Assim, o valor cofenético obtido neste trabalho, demonstra a eficiência da técnica de marcadores

moleculares ISSR para a detecção da divergência genética nos genótipos de mamoneira.

A análise de divergência genética gerou uma matriz de similaridade genética (Tabela 2), mostrando as relações entre as 43 linhagens de mamoneira.

Nessa matriz, verificou-se que a menor distância foi de 0,97 entre as linhagens 160 e 89 enquanto a maior distância foi de 0,0 entre a linhagem 248 com as linhagens 14, 54, 57, 221 e 233 evidenciando a existência de variabilidade genética entre as linhagens selecionadas, podendo ser materiais úteis a programa de melhoramento genético da mamoneira.

Segundo Goulão e Oliveira (2001), os marcadores ISSR são bastante úteis na identificação de cultivares tendo vantagens em relação a outros métodos também baseados em PCR, tais como RAPD, devido à alta reprodutibilidade. Apesar de pouco utilizado na mamona e com poucos trabalhos publicados para essa cultura, esse marcador vem sendo utilizado na diferenciação rápida entre indivíduos aparentados de diversas espécies, devido ao elevado grau de polimorfismo, reprodutibilidade e baixo custo (BORBA et al., 2005), a exemplo da cultura da maçã (GOULÃO e OLIVEIRA, 2001), amendoim (SANTOS et al., 2013), pinhão-manso (SOARES, 2010; MAGHULY et al., 2011); umbu-cajazeira (SANTANA et al., 2011), jenipapo (SANTOS, 2012).

Conclusões

O uso dos marcadores ISSR são eficientes na detecção da variabilidade genética entre as linhagens elites de mamoneira.

Houve formação de seis grupos distintos de linhagens que servirão de base para testes em ensaios de cultivares.

Referências Bibliográficas

ALLAN, G. et al. Worldwide genotyping of castor bean germplasm (*Ricinus communis* L.) using AFLPs and SSRs. **Genetics Resources and Crop Evolution**, v. 55, n. 03, p. 365-378, 2008.

BAHIA, H. F.; SILVA, S. A.; FERNANDEZ, L. G.; LEDO, C. A. S.; MOREIRA, R. F. C. Divergência genética entre cinco cultivares de mamoneira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.3, p.357-362, 2008.

BAJAY, M. M.; ZUCCHI, M. I.; Kiihl, T. A. M.; BATISTA, C. E. A.; MONTEIRO, M. PINHEIRO, J. B. Development of a novel set of microsatellite markers for castor

bean, *Ricinus communis* (euphorbiaceae). **American Journal of Botany**: e1–e3. 2011.

BORBA, R. DA S.; GARCIA, M. S.; KOVALLESKI, A.; OLIVEIRA, A. C.; ZIMMER, P. D.; BRANCO, J. S. C.; MALONE, G. 2005. Dissimilaridade genética de linhagens de *Trichogramma Westwood* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) através de marcadores moleculares ISSR. **Neotropical Entomology**, v.34, p. 565-569.

COSTA, M. da N.; PEREIRA, E. W.; BRUNO, R. de L. A.; FREIRA, C. E.; NÓBREGA M. B. de M.; MILANI, M.; OLIVEIRA, A. P. Divergência genética entre acessos e cultivares de mamoneira por meio de estatística multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 41, n.11, p. 1617-1622, 2006.

GAJERA, B.B.; KUMAR, N.; SINGH, A.S.; PUNVAR, B.S.; RAVIKIRAN, R.; SUBHASH, N.; JADEJA, G.C. Assessment of genetic diversity in castor (*Ricinus communis* L.) using RAPD and ISSR markers. **Industrial Crops and Products**, v.32, n.3., 2010.

GOULÃO, L.; OLIVEIRA, C. M. Molecular characterisation of cultivars of apple (*Malus x domestica* Borkh.) using microsatellite (SSR and ISSR) markers. **Euphytica**, v. 122, p. 81-89, 2001.

GRATIVOL, C.; LIRA-MEDEIROS, C. DA F.; HEMERLY, A.S.; FERREIRA, P.C.G. High efficiency and reliability of inter-simple sequence repeats (ISSR) markers for evaluation of genetic diversity in Brazilian cultivated *Jatropha curcas* L. accessions. **Molecular Biology Reports**, v. 38, n. 7, p. 42-45, 2011.

MACHADO, E. L.; SILVA, S. A.; SANTOS A. de S.; BASTOS, L. A.; PESTANA, C. N.; SANTOS, K. S.; FERREIRA, C. F.; DIAMANTINO, M. S. A. S. Dissimilaridade genética entre cultivares de mamoneira por meio de marcadores RAPD. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.48, n.3, p.342-345, 2013.

MATTHEWS, D.; MCNICOLL, J.; HARDING, K.; MILLAM, S. 5'-anchored simple-sequence repeat primers are useful for analysing potato somatic hybrids. **Plant Cell Reports**, v.19, p.210-212, 1999.

MILACH, S.C.K. **Marcadores moleculares em plantas**. Porto Alegre: UFRGS, 1998.

OLIVEIRA JUNIOR, I. de; ZANOTTO, M.D. Eficiência da seleção recorrente para redução de estatura de plantas em mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.1107 - 1112, 2008.

PASSOS, A. R. **Estudo genético e agrônômico da mamoneira em baixas altitudes do Recôncavo Baiano**. 2009. 109f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Cruz das Almas, 2009.

POWELL, W.; MACHRAY, G.; PROVAN, J. Polymorphism revealed by simple sequence repeats. **Trends Plant Science**, v.1, p.215–222, 1996.

RODRIGUES, H. C. de A.; CARVALHO, S. P. de.; CARVALHO, A. A. de.; SANTOS, C. E. M. dos.; CARVALHO FILHO, J. L. S. de. Correlações genotípicas, fenotípicas e ambientais entre caracteres de mamoneira. **Ciência agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1390-1395, 2010.

ROHLF, F. J. **NTSYS-pc: numerical taxonomy and multivariate analysis system, version 2.1**. Exeter Software, New York, 2000. 98p.

SANTANA, I. B. B.; OLIVEIRA, E. J.; SOARES FILHO, W. S.; RITZINGER, R.; AMORIM, E. P.; COSTA, M. A. P. C.; MOREIRA, R. F. C. Variabilidade genética entre acessos de umbu-cajazeira mediante análise de marcadores ISSR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 868-876, 2011.

SANTOS, P. A. **manejo do jenipapeiro (*Genipa americana* L.) para produção de madeira e avaliação da diversidade genética por meio de marcadores moleculares**, 2012. 40f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Cruz das Almas, 2012.

SANTOS, R. C.I; QUEIROZ, C. M.; BATISTA V. G. L.; SILVA, C. R. C.; PINHEIRO, M. P. N.; GALVÃO FILHO, A. L. A. MELO FILHO, P. A.; LIMA, L. M. Variabilidade de progênies F2 de amendoim geradas por meio de seleção de genitores ISSR-divergentes. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 44, n. 3, p. 578-586, 2013.

SILVA, S. A.; CERQUEIRA, L. S.; VILARINHOS, A. D.; AMORIM, E. P.; MOREIRA, R. F. C.; COSTA, M. A. P. de C. Variabilidade genética em cultivares de mamona por meio de marcadores RAPD. **Magistra**. v. 24, n. 4, p. 341-347.

SILVA, K. V. P.; ALVES, A. A. C.; MARTINS, M. I. G.; MELO, C. A. F.; CARVALHO, R. Variabilidade genética entre acessos do gênero *Manihot* por meio de marcadores moleculares ISSR. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.9, p.1082-1088, 2011.

SOARES, B. O. **Diversidade genética de genótipos de pinhão-manso por meio de RAPD e ISSR**. 2010. 54p. Dissertação (Mestrado em produção vegetal no semiárido) - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLARO, UNIMONTES, Janaúba, 2010.

VAZ PATTO, M.C.; SATOVIC, Z.; PÊGO, S.; FEVEREIRO, P. Assessing the genetic diversity of Portuguese maize germoplasm using microsatellite markers. **Euphytica**, Wageningen, v.137, n.1, p.63-72, 2004.

ZIETKIEWICZ, E.; RAFALKI, A.; LABUDA, D. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)- anchored polimerase chain reaction amplification. **Genomics**, 20 p. 176-183,1994.

Considerações Finais

Neste trabalho, a avaliação do desempenho morfoagronômico permitiu a detecção de variabilidade entre as linhagens para todos os caracteres avaliados possibilitando a identificação das 47 linhagens superiores. Dentre estes caracteres é importante destacar que algumas linhagens apresentaram ciclo reprodutivo abaixo de 140 dias, representando um avanço para a cultura, podendo possibilitar a capacidade da planta de se desenvolver em curto período de tempo. Outra conquista observada foi a obtenção de teor de óleo acima de 50% para a maioria das novas linhagens do programa, com destaque para a linhagem 248 que apresentou valor médio de 57%, se repetindo nos dois anos de avaliação, evidenciando ganho genético superiores aos seu parentais.

As análises de correlação baseada nas características morfoagronômica permitiram observar que os caracteres utilizados como critério de seleção apresentaram correlações favoráveis entre si a exemplo da correlação positiva entre o ciclo vegetativo, altura do primeiro cacho e estatura de planta, associada às correlações negativas para o número de sementes, peso de sementes e teor de óleo, sendo de grande importância para o melhoramento dessa cultura.

Na obtenção dos parâmetros genéticos foi possível observar que o teor de óleo na semente foi o caráter que apresentou maior valor de acurácia e herdabilidade, permitindo a obtenção de ganho genético na seleção.

Com a utilização dos marcadores ISSR foi possível verificar a formação de seis grupos, demonstrado a existência de viabilidade genética entre as linhagens de mamoneira avaliadas. Este fato é importante, pois além de selecionar as linhagens superiores, estas apresentam características genéticas diferentes entre si, dando maior confiabilidade ao programa de melhoramento.