



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

**ESTUDO GENÉTICO E AGRONÔMICO DA MAMONEIRA EM BAIXAS
ALTITUDES DO RECÔNCAVO BAIANO**

ADRIANA RODRIGUES PASSOS

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
OUTUBRO - 2009

ESTUDO GENÉTICO E AGRONÔMICO DA MAMONEIRA EM BAIXAS ALTITUDES DO RECÔNCAVO BAIANO

ADRIANA RODRIGUES PASSOS

Engenheira Agrônoma

Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, 2002

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

Orientadora: Profa. Dra. Simone Alves Silva
Co-Orientador: Prof. Dr. Deoclides Ricardo de Souza

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA - 2009

FICHA CATALOGRÁFICA

P289

Passos, Adriana Rodrigues

Estudo genético e agrônômico da mamoneira em baixas altitudes do Recôncavo Baiano/ Adriana Rodrigues Passos - Cruz das Almas, BA, 2009.

101f.: il.

Orientador: Simone Alves Silva.

Co-Orientador: Deoclides Ricardo de Souza.

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

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
ADRIANA RODRIGUES PASSOS



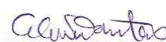
Dra. Simone Alves Silva
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB
(Orientadora)



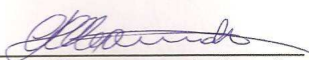
Dr. Edson Alva Souza Oliveira
Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S/A - EBDA



Dra. Cláudia Fortes Ferreira
Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical - CNPMF



Dra. Ana Cristina Vello Loyola Dantas
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB



Dr. Carlos Alfredo Lopes de Carvalho
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB

Tese homologada pelo Colegiado do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias em

.....
Conferindo o Grau de Doutor em Ciências Agrárias em.....

A José Alberto Sampaio Santos, amor da minha vida,
a minha alma-gêmea,
sem o qual a vida não teria o mesmo sentido

DEDICO

A minha filha Helena Passos Sampaio, razão da minha vida
A minha fonte de inspiração

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Deus pela presença constante em minha vida.

À toda a minha família, em especial à minha mãe Izaurina pela luta ao longo de sua vida em prol da minha formação moral e intelectual. Aos meus irmãos Andréa, Alciony, Adson, André, Anderson e Roque que sempre me acompanharam em todos os momentos e pela confiança depositada. A minha tia Emidia e avó Bráulia, que juntamente com minha mãe me proporcionaram alicerce forte para que eu pudesse alcançar meus objetivos.

Ao meu marido José Alberto, obrigada pelo seu amor, companheirismo, compreensão, pelo incentivo em todos os momentos e por acreditar que eu era capaz de superar qualquer obstáculo.

À minha orientadora, Dra. Simone Alves Silva, não só pelos conhecimentos passados, mas pela amizade, compreensão e confiança no meu potencial.

Ao meu Co-orientador, Dr. Deoclides, pelas contribuições e ensinamentos importantes para a conclusão deste trabalho.

À minha amiga e irmã Moema, parceira de todos os momentos, desde a graduação até o Doutorado. Jamais irei esquecer-me da nossa amizade!

Ao amigo e orientado Carlos Magno, presente em todas as etapas deste trabalho: lembro-me dos trabalhos de campo e telado, das avaliações em laboratório. Foram momentos de grande esforço, mas você estava sempre presente, e, disposto a ajudar.

Aos amigos do NBIO, Prof. Ricardo, Profa. Edna, Luciel, Mariana, Vitor, Agenildo, Leila, Orlando, Roberval, Diego, Sara, Pedro, Ângelo, Selma, Ronaldo, Bruno e Gláucia por terem contribuído de forma direta ou indireta para a construção deste trabalho.

À Cássia, pela amizade criada, apoio e conversas. Pessoa que passei a admirar.

Aos Engenheiros Agrônomos Adilson e Jason e a estudante Laís pelas contribuições nas diversas atividades que ajudaram a gerar este trabalho.

Aos colegas da pós-graduação pelas conversas e pelos momentos de descontração essenciais para conduzir nossas tarefas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, pela oportunidade em desenvolver este trabalho e a todos os professores e funcionários que de alguma forma foram importantes para a construção deste momento.

Ao pesquisador Ariosvaldo Novais Santiago e à Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola – EBDA pela concessão do material vegetal e apoio ao trabalho desenvolvido.

Ao Banco do Nordeste do Brasil – BNB pelo apoio financeiro ao projeto.

Ao Professor Fernando Irajá Félix de Carvalho e a Universidade Federal de Pelotas (UFPel) pelo treinamento realizado em 2007, fundamental no desenvolvimento deste trabalho. Aos Engenheiros Agrônomos Irineu e Maraísa pelo auxílio nos trabalhos desenvolvidos em Pelotas-RS.

À Juciene pelos cuidados com minha filha para que eu pudesse conduzir os meus trabalhos de forma mais tranqüila.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB pela concessão da bolsa de auxílio financeiro ao doutorado.

A todos que porventura não foram citados, mas que de alguma forma contribuíram ou torceram para que eu pudesse finalizar este trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO.....	01
Capítulo 1	
PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERES AGRONÔMICOS EM GENÓTIPOS DE MAMONEIRA.....	22
Capítulo 2	
DIVERGÊNCIA GENÉTICA E COMPORTAMENTO AGRONÔMICO ENTRE POPULAÇÕES SEGREGANTES DE MAMONEIRA.....	37
Capítulo 3	
AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE MAMONEIRA PARA TOLERÂNCIA AO ALUMÍNIO TÓXICO E INSENSIBILIDADE AO ÁCIDO GIBERÉLICO.....	68
Capítulo 4	
INFLUÊNCIA DA POLINIZAÇÃO CRUZADA E DA AUTOPOLINIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE <i>Ricinus communis</i> L.....	91
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	100

ESTUDO GENÉTICO E AGRONÔMICO DA MAMONEIRA EM BAIXAS ALTITUDES DO RECÔNCAVO BAIANO

Autor: Adriana Rodrigues Passos

Orientadora: Dr^a. Simone Alves Silva

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo realizar o estudo genético e agronômico da mamoneira através de populações fixas e segregantes. O estudo foi realizado através da instalação de populações fixas e segregantes na área experimental do NBIO do CCAAB/UFRB no município de Cruz das Almas, utilizando as cultivares BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, EBDA MPA 17, Mirante 10 e Sipeal 28. O trabalho permitiu estimar os parâmetros genéticos e divergência genética, avaliar o efeito da autopolinização e da polinização cruzada na produção de grãos de mamoneira, avaliar a tolerância ao Al^{+3} e insensibilidade ao AG_3 , sob cultivo hidropônico, dos genitores utilizados na geração das populações fixas e segregantes (UFPEL/RS e UFRB/BA). Progressos genéticos podem ser alcançados por meio de seleção para o caráter florescimento na maioria dos cruzamentos analisados. A seleção artificial deve ser aplicada em gerações avançadas, pois o ambiente exerce uma forte influência nos caracteres fenotípicos das plantas. Métodos de melhoramento mais rigorosos devem ser adotados para a condução da população segregante, para maior obtenção de ganho genético. Observa-se ampla variabilidade genética entre os genótipos em todos os cruzamentos avaliados, com formação de 03 a 05 grupos divergentes. Todos os caracteres foram considerados importantes e contribuíram para a divergência genética nos cruzamentos analisados. O comprimento da raiz principal, bem como o re-crescimento da raiz principal e secundária foi drasticamente reduzido em função do aumento das concentrações de Al^{+3} para todas as cultivares. Ocorreu efeito significativo entre as doses 0 e 100 mg L^{-1} de AG_3 , entretanto, estas doses não identificaram precocemente os genótipos utilizados de mamoneira para insensibilidade ao AG_3 , indicando ausência dos genes *Rht* nas cultivares testadas. O tratamento com flores descobertas apresentou-se mais eficiente, demonstrando que a influência dos agentes polinizadores viabiliza o aumento na produção de frutos.

Palavras-chave: *Ricinus communis*, melhoramento, populações fixas e segregantes.

GENETIC AND AGRONOMIC STUDY OF CASTOR BEAN IN LOW ALTITUDE OF RECÔNCAVO BAIANO

Author: Adriana Rodrigues Passos

Advisor: Dr^a. Simone Alves Silva

ABSTRACT: The aim of this work was a genetic and agronomic study of castor bean through fixed and segregating populations. The study was conducted through establishing fixed and segregating populations in the experimental area of NBIO of CCAAB/UFRB in the county of Cruz das Almas, using the cultivars BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, EBDA MPA 17, Mirante 10 and Sipeal 28. The work allowed estimating the genetic parameters and genetic diversity, evaluating the effect of self-pollination and cross-pollination in grains production of castor bean and evaluating the tolerance to Al^{3+} and insensitivity to AG_3 under hydroponic culture the genitors using in generations fixed and segregating populations (UFPEL/RS and UFRB/BA). Genetic progress can be achieved by selecting the trait flowering in most of the analyzed crosses. Artificial selection should be applied in advanced generations because the environment exerts a strong influence in the phenotypic traits of the plants. More rigorous breeding methods should be adopted for the conduct of the segregating population to obtain a higher genetic gain. A wide genetic variability among genotypes in all evaluated populations was observed, with the formation of 3 to 5 divergent groups. All traits were considered important and contributed to the genetic divergence in the analyzed crosses. The length of the main root as well as regrowth of main and secondary root were drastically reduced with increasing concentrations of Al^{3+} for all cultivars. The effect between doses of 0 and 100 mg L⁻¹ AG_3 was significant. However, these doses did not identify early on the genotypes used by castor bean for AG_3 insensitivity, indicating the absence of the Rht genes in the tested cultivars. Treatment with uncovered flowers showed to be more efficient, demonstrating that the influence of pollinators enables the increase in fruit production.

Key words: *Ricinus communis* L., breeding, fixed and segregating populations.

INTRODUÇÃO

A mamoneira é uma espécie pertencente à família Euphorbiaceae e gênero *Ricinus*. Em sua classificação é considerada a espécie *Ricinus*, representada por seis subespécies e 25 variedades botânicas. A ausência de barreiras reais de cruzamentos permitiu a manutenção da espécie *Ricinus communis* L., englobando todos os tipos de mamoneiras existentes (COSTA, 2006). Seu centro de diversidade está localizado na Etiópia e no leste da África, com existência de centros secundários. No Brasil, sua introdução ocorreu durante a colonização portuguesa, por ocasião da vinda dos escravos africanos (MAZZANI, 1983).

É uma oleaginosa de elevado potencial energético. Seu produto principal, o óleo, é extraído das sementes e apresenta aplicações diversas e importantes, tais como: revestimentos protetores (tintas e vernizes), plásticos, lubrificantes, fluidos hidráulicos, produtos farmacêuticos e outros; entre os quais se destaca o óleo lubrificante resistente ao atrito e de baixo ponto de congelamento, além do biodiesel, combustível não poluente (BELTRÃO et al., 2001).

Nos últimos anos a mamona ganhou destaque através da possibilidade da substituição do biodiesel pelos derivados de petróleo. Essa alternativa serviria para reduzir a importação de derivados de petróleo e redução da emissão de gases poluentes como CO₂, causadores do efeito estufa (HOLANDA, 2004).

A mamoneira é uma planta de grande importância para a economia do Nordeste por ser fixadora de mão-de-obra bem como geradora de emprego e de matéria prima. Apesar de sua importância socioeconômica, a espécie conta com poucas cultivares melhoradas para o Nordeste, embora possua ampla variabilidade genética e seu melhoramento na Região ocorra desde a década de 1960 (BAHIA, 2008).

A mamoneira, por ser uma planta com capacidade de produzir satisfatoriamente bem sob condições de baixa precipitação pluviométrica, apresenta-se como uma alternativa de grande importância para o nordeste brasileiro. Nesta

região, a cultura mesmo tendo sua produtividade afetada, tem-se mostrado resistente ao clima adverso quando se verificam perdas totais em outras culturas, e servindo, desta forma, como uma das poucas alternativas de trabalho e de renda para o agricultor da região (BELTRÃO, 2001).

Situação Econômica da Mamoneira

Durante muito tempo o Brasil manteve-se no ranking de maior produtor da mamoneira, atingindo produção de cerca de 500 mil toneladas até o final da década de 1980. Entretanto, observou-se um declínio a partir dos anos de 1990, desencadeado pela marginalização da cultura devido, principalmente, aos baixos preços alcançados e ao baixo rendimento do óleo. Atualmente, o Brasil ocupa o terceiro lugar, sendo superado pela Índia e China na produção de mamona em baga em termos de área colhida e quantidade produzida (MANDAIL et al., 2007). Segundo Kouri e Santos (2006) no ano de 2005, a Índia respondeu por 62% de toda produção mundial, seguida da China e Brasil com 20% e 13%, respectivamente. Considerando o óleo, esses três países se destacam como maiores produtores mundiais (SANTOS et al., 2007).

A produtividade média no Brasil é considerada ainda muito baixa, encontrando-se em torno de 646 kg ha^{-1} . Esse resultado encontra-se abaixo das produtividades observadas na região Sul e Sudeste que se concentram em torno de 1600 kg ha^{-1} (CONAB, 2007). O que configura um crescimento da cultura nos Estados do Sudeste, Sul e Centro-Oeste, sendo possível encontrar plantios comerciais com produtividades elevadas.

A região Nordeste é a principal produtora de mamona, sendo responsável por mais de 85% da produção Nacional. A Bahia é o estado que se destaca por apresentar maior área produzida, ressaltando a microrregião de Irecê. O estado da Bahia respondeu por 84% da área plantada com mamona na safra 2007/2008, com 141 mil hectares, 15% mais que na safra anterior, com expectativa de colheita de 90 mil toneladas, contra 76 mil toneladas da safra anterior, um incremento de 18% (BAHIA, 2008).

A maioria dos cultivos são conduzidos por pequenos agricultores que utilizam à mamoneira como alternativa de sobrevivência. Os plantios normalmente são realizados com baixos recursos e mão-de-obra familiar, o que gera de acordo com Freire et al. (2001) baixas produtividades em virtude do uso de sementes não

selecionadas, multiplicadas pelos próprios agricultores, conduzindo ao alto de grau de heterogeneidade entre as cultivares. Para Savy Filho (2008) a baixa produtividade esta atrelada aos baixos preços obtidos, não garantindo lucros necessários e servindo como entrave no crescimento da cultura. Para tentar solucionar este problema seriam necessários criar cooperativas ou associações em conjunto com investimentos do governo para proteger o produtor de oscilações de preço e utilizar políticas de incentivos para aumentar a produtividade média.

A definição de áreas que apresentem potencial para cultivo com retornos econômicos gerou discussões apontando aspectos limitantes para o pleno desenvolvimento da cultura. As variáveis edafoclimáticas como temperatura, altitude, pluviosidade e solos foram determinantes do zoneamento climático. Entretanto, algumas áreas que não apresentam na íntegra essas características tem demonstrado resultados interessantes. Bahia (2007), avaliando genótipos de mamoneira em Cruz das Almas, BA, encontrou produtividades elevadas e superiores a média nacional para a cultivar Sipeal 28.

Levando em consideração a importância da mamoneira para a produção de biodiesel como fonte de energia renovável e limpa, sua potencialidade para ser cultivada na Bahia e os resultados preliminares encontrados na região do Recôncavo Baiano, torna-se relevante iniciar pesquisas para gerar informações para recomendações de cultivares e conduzir trabalhos que propiciem a criação de materiais adaptados para esta região, permitindo o avanço de áreas plantadas e ingresso de novos produtores para cultivo desta espécie.

Aspectos Reprodutivos da Mamoneira

A mamoneira é uma espécie autógama, com freqüente alogamia, caracterizando-se por apresentar taxas de cruzamentos superiores a 40%. Suas flores são monóicas, reunindo nas inflorescências flores femininas na parte superior e masculinas na parte inferior. Entretanto, observa-se a ocorrência de flores masculinas entre as flores femininas e com baixa freqüência o surgimento de flores hermafroditas (SAVY FILHO, 1999).

A planta apresenta diversidade na expressão do sexo a depender dos efeitos do ambiente e do manejo que se é utilizado. Sob condições de manejo adequado e em regiões de distribuição regular de chuvas ocorre formação de plantas monóicas. Entretanto, observam-se modificações desse padrão a depender da idade da planta

e dos racemos, fotoperíodo curto, temperaturas elevadas e poda. A deficiência hídrica e a alta temperatura favorecem o desenvolvimento de mais flores masculinas, e solos férteis mais flores femininas. A flor masculina é constituída de um grande número de estames e a feminina possui um ovário de trilobular (SAVY FILHO, 1999). As flores masculinas levam de seis a 12 horas para abrir e liberam pólen nas 24-48 horas seguintes. O pólen é liberado nas primeiras horas da manhã, e a intensidade cresce com o aumento da temperatura. O florescimento das flores masculinas pode persistir por um período de até 35 dias.

Alguns autores sugerem a predominância de autofecundação em plantios de mamoneira. No entanto, a ocorrência de fecundação cruzada é bastante observada, devido à explosiva deiscência das anteras e liberação de quantidades expressivas de pólen no ambiente, no período de maturação. Sobretudo, facilitado pelas correntes de ar que viabilizam o transporte do pólen e juntamente com a visitação dos insetos, em especial as abelhas, na busca por este recurso, acabam promovendo cruzamentos constantes nas áreas de plantio (QUEIROGA; BELTRÃO, 2004).

A polinização, apesar de ser mais anemófila, pode, também, ser realizada por insetos, conforme trabalhos de Moshkin (1986), onde relata a presença de algumas espécies silvestres que visitam a mamoneira, acabando por produzir um mel especial.

A polinização cruzada bem conduzida favorece o aumento do vigor híbrido, pois possibilita a formação de novas combinações através de recombinantes selecionados que contenham o maior número de caracteres favoráveis. Desse modo, o conhecimento das estruturas florais e entendimento do modo de reprodução da espécie são fatores importantes para a condução dos programas de melhoramento que envolva hibridação. A identificação de parentais que promovam a elevação de combinações híbridas com elevado grau de heterose promove a obtenção de ganhos genéticos a partir da utilização de progênies resultantes de cruzamentos, permitindo a recuperação de genótipos superiores nas gerações segregantes (COSTA, 2006).

Estudo Genético da Mamoneira

A mamoneira é uma espécie que se caracteriza por apresentar cruzamentos naturais, refletindo em anos de cultivo tendo como resultado a não uniformidade das plantas. Este elevado fluxo gênico constitui fator desfavorável ao agricultor, refletindo

em prejuízos como queda da produção e diminuição no teor de óleo da semente. Entretanto, esta situação pode ser favorável ao melhorista, pois serve como fonte de variabilidade, cabendo ao mesmo isolar o material que será utilizado nas etapas do programa de melhoramento.

Os progressos obtidos no melhoramento genético estão atrelados à obtenção de variabilidade genética essencial para a eficiência do método de melhoramento a ser empregado na espécie. Essa variabilidade genética possibilita o emprego de técnicas para a identificação de genótipos superiores. A utilização de gerações segregantes com ampla base genética é imprescindível para criação de um maior número de cultivares que diferem entre si e que apresentem características favoráveis (COIMBRA et al., 2004).

O uso de hibridação artificial implica em combinar genes favoráveis provenientes dos diferentes genitores. A eficiência deste método será alcançada com o uso de genitores geneticamente divergentes para que a variabilidade obtida seja a máxima possível, pois quando os genitores utilizados para cruzamentos artificiais são geneticamente muito próximos (grau de parentesco), as progênes determinam uma reduzida variabilidade genética dentro das populações, limitando os trabalhos de melhoramento.

Para se alcançar eficiência nos programas de melhoramento genético é imprescindível à escolha de genótipos superiores através de técnicas que possibilitem selecionar indivíduos com melhores fenótipos e que estes reflitam em melhores constituições genéticas. Este é o aspecto primordial para criação de novas cultivares e para obtenção de ganho genético (CARVALHO et al., 2001).

Os estudos dos parâmetros genéticos são de fundamental importância para o melhorista, pois viabilizam a disponibilização de materiais vegetais para serem utilizados em programas de melhoramento genético. Associado a isto, tem-se a necessidade de estimar a contribuição dos componentes, uma vez que a variabilidade fenotípica é o resultado da ação conjunta dos efeitos genéticos e de ambiente. A proporção desses efeitos em relação à variância fenotípica total orienta o melhorista na escolha do método de melhoramento mais vantajoso, e ao mesmo tempo facilita as predições dos ganhos de seleção (BERTINI et al., 2001).

O melhoramento genético de qualquer característica fenotípica requer o conhecimento prévio de sua herdabilidade, sendo que poucos estudos foram realizados para a mamoneira, o que dificulta as estratégias de seleção e o progresso genético. A herdabilidade é um parâmetro designado como a proporção herdável da

variabilidade total. Esta variabilidade pode ser expressa por todos os componentes da variância, sendo que a alteração de qualquer um deles afetará no valor da herdabilidade (CRUZ, 2005).

A estimativa da herdabilidade é um parâmetro importante para a identificação de genótipos promissores através de caracteres para um determinado ambiente, sendo fundamental para se prever os ganhos genéticos e obter materiais superiores (CARVALHO et al., 2001).

Melhoramento da mamoneira no Brasil

Um dos principais objetivos do melhoramento genético da mamoneira é a obtenção de cultivares mais produtivas, com porte reduzido, precoces e com elevados teores de óleo. Para se alcançar estes caracteres são imprescindíveis identificar genótipos promissores e transferí-los através de técnicas de hibridações, a fim de obter gerações segregantes que auxiliem os programas de melhoramento. Todavia, a aplicação de técnicas eficientes para o reconhecimento e avaliação de melhores genótipos faz-se necessária, uma vez que permite a obtenção de ganhos genéticos satisfatórios (FREIRE et al., 2001).

A espécie apresenta potencial para ser explorada como alternativa de diversificação agrícola e, embora não existam grandes plantios no Recôncavo Baiano, a identificação de cultivares mais adaptadas e a criação de genótipos que possam reunir características favoráveis surgem como alternativa aos agricultores que acreditam no crescimento da ricinocultura nas regiões de baixa altitude (PEIXOTO; LIMA, 2006).

Na Bahia, durante muito tempo, o desenvolvimento da cultura se deu de forma rudimentar, sem controle do fluxo gênico, levando ao uso de sementes não selecionadas, resultando em baixos rendimentos para a cultura. Nesta região, os trabalhos de melhoramento genético foram iniciados na década de 60 pelo Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Leste – IPEAL, em Cruz das Almas-BA. Após extinção do órgão e criação da Embrapa Mandioca e Fruticultura, os trabalhos com a espécie passaram a ser realizados, a partir de 1974, pela Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia (EPABA). Na década de 80, esta empresa foi transformada em Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA). Neste período vários experimentos foram conduzidos, culminando no lançamento de

cultivares, destacando-se a Sipeal 28 com potencial para ser utilizada na Região do Recôncavo Baiano (FREIRE et al., 2001).

A Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, desde 2004, vem desenvolvendo um programa de melhoramento da mamoneira para regiões de baixa altitude. Resultados positivos foram observados nos trabalhos conduzidos por Bahia (2008), destacando a Sipeal 28, como a cultivar com maiores rendimentos quando cultivada em condições de sequeiro, o que justifica o seu bom desempenho devido o melhoramento genético da mamoneira para esta cultivar ter sido iniciado, em Cruz das Almas, desde a década de 1960 pelo antigo Instituto Agropecuário do Leste (Ipeal). Cerqueira (2008) obteve resultados satisfatórios para a cultivar Nordestina no caráter teor de óleo na semente, quando comparada com Sipeal 28, BRS 188 Paraguaçu, EBDA MPA 17 e Mirante 10. Sampaio Filho (2009) destacou os ensaios realizados pelo Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia da UFRB, em dois anos de cultivo, confirmando o potencial das cultivares Sipeal 28, BRS Nordestina, EBDA MPA 17 e BRS Paraguaçu e sinalizando para a necessidade de condução das populações segregantes para a seleção de indivíduos promissores possam ser selecionados.

Fora do estado, o trabalho de melhoramento da mamoneira foi iniciado pelo Instituto Agrônomo de Campinas – São Paulo (IAC) em 1936, tendo como principal objetivo a criação de cultivares que reunisse características como produtividade e resistências a doenças e pragas. Os ensaios de competição de cultivares utilizavam materiais de porte alto e anã que culminaram no desenvolvimento de genótipos que se destacavam em produtividade e teor de óleo (KRUG; MENDES, 1942).

A Embrapa Algodão, em 1987, começou a desenvolver pesquisas para a cultura da mamoneira, utilizando materiais exóticos e nacionais, visando à obtenção de variedades adaptadas às condições do Semi-árido Nordestino. Muitos problemas foram solucionados e atualmente, com o avanço do melhoramento genético foram criadas cultivares com grande potencial para serem utilizados no Nordeste brasileiro (SAVY FILHO, 2005).

Reunir um maior número de caracteres favoráveis em uma cultivar é um processo trabalhoso e com resultados a longo prazo. Cada caráter tem que ser estudado e melhorado individualmente, evitando assim, a introdução de genes deletérios. A produtividade e a resistência a doenças e pragas foram durante muito tempo os caracteres mais trabalhados em programas de melhoramento para a maioria das espécies. Entretanto, os pesquisadores têm buscado desenvolver

estudos para adequação das espécies em relação à arquitetura ideal e tolerância a estresse por alumínio. Levando em consideração que regiões de baixa altitude, que normalmente se encontram próximas ao nível do mar, apresentam alta umidade relativa de ar e pluviosidade elevada suficiente para promover a lixiviação de nutrientes como cálcio, magnésio, potássio e outros elementos básicos e que sua remoção conduz a diminuição do pH e, desse modo, atua sobre os minerais liberando Al^{+3} , a avaliação para a tolerância ao alumínio tóxico e seleção de materiais insensíveis ao AG_3 portadores do gene de nanismo promove a utilização do potencial destes genótipos, minimizando custos com o manejo da cultura e servindo como estratégia mais efetiva na produção de culturas economicamente importantes para estas condições edafoclimáticas (ECHART; CAVALLI-MOLINA, 2001).

Tolerância ao Al^{+3} e Insensibilidade ao AG_3 na mamoneira

A mamoneira caracteriza-se por ser uma espécie sensível à acidez do solo e exigente em nutrientes. A expansão de seu cultivo se deu principalmente devido a sua capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais e à importância do óleo extraído de suas sementes, entretanto têm-se observado produtividades bem inferiores quando cultivados em solos com ausência de calagem (SOUZA; NEPTUNE, 1976).

A acidez é um processo natural, característico de solos onde a ação do intemperismo é mais intensa, sendo comum em todas as regiões onde a precipitação é suficientemente elevada para lixiviar quantidades apreciáveis de bases trocáveis do solo (PEREIRA et al., 1998). Desse modo, baixos pHs favorecem a liberação de minerais de baixa solubilidade contendo níveis tóxicos de alumínio que são lançados para a solução do solo.

A ação do alumínio em concentrações tóxicas no solo é considerada um dos mais importantes problemas em solos ácidos, tornando-se um fator limitante para o crescimento das plantas. Seu efeito primário é observado inicialmente sobre as raízes, que se tornam curtas e grossas, com redução do alongamento do eixo radicular e ocasionando deficiência na absorção de nutrientes (MALONE, 2005). Entretanto, seu efeito secundário e resultante do efeito primário, é a redução do crescimento da parte aérea.

A correção da acidez do solo é uma opção que minimiza os efeitos desta acidez, porém não resolve todos os problemas, principalmente nas camadas mais profundas do solo. Enfim, uma alternativa para contornar este problema é a exploração do potencial genético e o desenvolvimento de genótipos tolerantes ao elemento químico no solo, aumentando a produtividade das espécies nestes ambientes e possibilitando, no futuro, a expansão da agricultura em solos com toxidez por alumínio (TANG et al., 2002).

A adaptação das plantas às condições adversas de solo tem sido de relevante importância nos últimos anos, principalmente devido aos custos cada vez maiores para a produção de alimentos e a exploração de áreas menos férteis. Desse modo, busca-se o aproveitamento do potencial genético das cultivares, pois estas diferem amplamente na tolerância ao excesso de Al^{+3} (FERREIRA et al., 1995).

A tolerância ao alumínio é uma característica que confere adaptação a certos ambientes adversos do solo, podendo representar aumentos na produtividade de grãos nos genótipos portadores do caráter, quando comparados aqueles que não apresentam essa característica. A compreensão dos mecanismos que identificam o comportamento diferencial entre os genótipos facilita a exploração da variabilidade genética existente ou produzida (ECHART; CAVALLI-MOLINA, 2001).

Aliado ao estudo da tolerância ao alumínio, a estatura de planta é um dos parâmetros de relevada importância no melhoramento de plantas. Sua manipulação permite uma melhoria nos tratos culturais facilitando, principalmente, a colheita das plantas (SOUSA, 2009).

Este caráter é controlado por genes denominados de Rht, responsáveis pelo nanismo da planta. Em trigo, Wojciechowski et al. (2009) conseguiram observar a presença de genes Rht, apresentando uma resposta negativa a ação do AG_3 . Este efeito é confirmado pela mutação presente nestes genes que condiciona uma resistência a ação das giberelinas (MUANGPROM; OSBORN, 2004). Estudos realizados com trigo (GALE et al., 1981) comprovaram haver uma forte ligação entre a estatura e a insensibilidade ao AG_3 , evidenciando uma ação pleiotrópica entre os genes Rht e a insensibilidade ao ácido giberélico. Esta característica permite selecionar genótipos portadores deste gene, precocemente, em estágio de plântula, utilizando aplicação exógena de ácido giberélico (SOUSA, 2009).

A separação das classes tolerantes ao alumínio e insensíveis ao ácido giberélico tem sido possível por meio do emprego de solução nutritiva, permitindo imediata observação dos efeitos de danos de alumínio, pela inibição do crescimento

da raiz e pela ação do ácido giberélico no crescimento da parte aérea, evitando os inconvenientes do uso de solo onde a intensidade de seleção não pode ser quantitativamente controlada. Dornelles et al. (1997), utilizando a técnica de hidroponia em solução nutritiva para tolerância ao alumínio tóxico simultaneamente com aplicação da técnica para avaliação da sensibilidade ao ácido giberélico, demonstraram ser uma estratégia viável na seleção de plantas de baixa estatura e tolerantes ao alumínio em trigo.

Desse modo, para obter altos rendimentos na produção da mamoneira é necessário ajustamento da arquitetura da planta aos ambientes diversos. Isto inclui o desenvolvimento de cultivares de porte baixo, passíveis de serem incorporados caracteres de tolerância ao alumínio em níveis tóxicos e conseqüentemente aumentar o patamar de potencial genético de produtividade da cultura. Desta forma, selecionar genótipos que apresentem maior tolerância à toxicidade ao alumínio e identificar plantas insensíveis ao ácido giberélico, portadoras dos genes de nanismo, com estatura reduzida, irá proporcionar efetivos avanços na agregação de valores para a cultura da mamoneira.

Mecanismo de ação do alumínio

O alumínio é o elemento mais abundante no planeta, correspondendo a cerca de 7% do seu peso. Suas formas são variadas e estão intimamente relacionadas com o pH do solo. Em pH inferior a 5,0 encontram-se as formas de Alumínio trivalente Al^{+3} , enquanto que em condições alcalinas predominam os hidróxidos $Al(OH)^{+2}$ e $Al(OH)_2^+$. Em soluções próximas à neutralidade podem ser encontradas formas de alumínio associadas a ligantes orgânicos e inorgânicos PO_4^{-3} , SO_4^{-2} , F^- , ácidos orgânicos, proteínas e lipídios (DELHAIZE; RYAN, 1995). Entretanto, a rizotoxicidade é comprovada pela forma de alumínio trivalente Al^{+3} .

Degenhardt et al. (1998), afirmam que a inibição do crescimento da raiz é sintoma inicial e visível da toxidez por alumínio, ocasionando danos no sistema radicular condicionados pela deficiência mineral e hídrica. Entretanto, para entender o mecanismo de tolerância e sensibilidade ao Al^{+3} é necessário conhecer o modo de ação deste elemento e seu efeito primário responsável por modificações morfológicas e fisiológicas na planta.

Estudos realizados Zhang e Taylor (1991) têm demonstrado que o alumínio trocável se liga aos componentes da parede celular, devido à afinidade deste

elemento por doadores de oxigênio e grupos carboxila e fosfato. Ocorrem evidências do alumínio dentro da célula após curto período de exposição (LAZOF et al., 1994).

Alguns autores buscam explicar a inibição do crescimento da raiz como sintoma primário devido à inibição da mitose nas células do meristema apical da raiz. Matsumoto et al. (1976) comprovaram que o alumínio trocável pode interagir com ácidos nucleicos, sendo confirmado pela detecção do elemento no núcleo das células. No entanto, alguns pesquisadores discordam ser a divisão mitótica a responsável por danos primários na raiz. Horst (1995) acreditam que antes de entrar no núcleo, o Al^{+3} pode se ligar a muitos componentes celulares, sendo altamente tóxico antes de penetrar na célula. Entretanto, seria o antagonismo entre o Al^{+3} e o Ca^{+2} , o responsável por inibir um grande leque de processos metabólicos essenciais regulados por Ca^{+2} e a divisão celular pode ser posteriormente afetada por tais alterações metabólicas. Além do que seriam necessárias altas concentrações de alumínio para ocorrência da inibição direta da divisão celular (ECHART; CAVALLI-MOLINA, 2001).

A inibição do crescimento celular seria o efeito primário e a inibição da divisão celular seria o evento posterior e consequência do primeiro, refletindo regulação interna dos processos de crescimento e desenvolvimento (MARSCHNER, 1991).

O primeiro sítio da injúria causada pelo Al^{+3} é a membrana plasmática. Sua estabilidade é mantida através dos íons Ca^{+2} que se liga a proteínas e resíduos de pectina carregados negativamente na parede celular, o que influencia a estrutura da parede (KAUSS, 1990). Essas ligações com o Ca^{+2} determinam a rigidez da membrana, de tal modo que removendo o Ca^{+2} externo, a integridade da membrana fica comprometida, tornando-a vazada e desfazendo sua função normal (HANSON, 1984).

Existem outras evidências que comprovam ser a interação do Al^{+3} com a membrana plasmática o mecanismo primário da toxicidade do Al^{+3} . A indução da síntese de calose seria a explicação e estudos comprovam que polications, poliaminas e Al^{+3} são promotores potenciais desta indução. Esses polications se ligam a cargas negativas da superfície da membrana, resultando numa diminuição de sua fluidez e aumento da concentração de Ca^{+2} citoplasmático, responsável pela indução da síntese de calose (KAUSS, 1990).

Outra hipótese envolvendo a interação entre o Al^{+3} e o Ca^{+2} seria o transporte de Ca^{+2} . Já está bem documentado que muitos cátions polivalentes inibem o transporte de Ca^{+2} , além de comprovar a habilidade do Al^{+3} em reduzir a entrada e o

transporte de Ca^{+2} , ocasionando deficiência deste elemento (HUANG et al., 1992; RENGEL, 1992; FOY, 1996). Em trigo, Huang et al. (1992) e Ryan et al. (1993) verificaram que a inibição da entrada de Ca^{+2} , induzida pelo Al^{+3} , é mais afetada em cultivares sensíveis ao Al do que nas tolerantes.

Os trabalhos que buscam elucidar os mecanismos de ação do alumínio na célula não estão totalmente esclarecidos. Os mecanismos da tolerância ao alumínio são extremamente complexos, entretanto não exclui a possibilidade da ligação do Al à superfície da membrana plasmática como mecanismo primário da toxicidade, nem que interações alternativas entre Al^{+3} e Ca^{+2} ou uma interrupção da homeostase do Ca^{+2} , induzida pelo Al^{+3} , desempenhem um papel importante nos eventos iniciais que levam à inibição do crescimento da raiz induzida pelo Al^{+3} .

O Ácido Giberélico

O ácido giberélico é um regulador vegetal responsável por manutenção constante da divisão celular e alongamento das células (TAKAHASHI et al., 1988). Estudos realizados por Stant (1961) com diversas espécies vegetais mostraram que o ácido giberélico atuou significativamente no aumento das células, sendo mais evidenciado nos primeiros estádios de desenvolvimento da planta.

Metivier (1986) relatou que um dos efeitos mais expressivos das giberelinas está no crescimento, destacando o alongamento do caule e ocasionando aumento do crescimento foliar em muitas espécies. Modesto (1994), em experimentos com plântulas de citrus, observou diferenciação da zona cambial e do xilema por indução com giberelinas.

Alguns estudos realizados com AG_3 utilizando citrus em experimentos de campo e casa de vegetação, concluíram que o regulador aumentou o alongamento do caule, resultando em plântulas maiores, influenciando positivamente no aumento da altura das plantas, comprimento dos entrenós e diâmetro do caule (MODESTO et al., 1996). Para Ramos (1980), o aumento no diâmetro das plantas é consequência da multiplicação da camada de células que constitui o câmbio.

As giberelinas desempenham uma importante função intermediando os efeitos de estímulos ambientais no desenvolvimento das plantas. Fatores ambientais como fotoperíodo e temperatura podem alterar os níveis de giberelinas ativas afetando passos específicos na rota de biossíntese (TAIZ; ZAIGER, 1998). O tratamento

termoperiódico apresenta efeito sobre a concentração de giberelinas endógenas e depende da espécie.

As giberelinas são responsáveis por aumentar a alongação e a divisão celular, evidenciado pelo aumento do comprimento da célula e número de células em resposta à aplicação de giberelina (TAIZ; ZAIGER, 1998). Um maior crescimento inicial baseia-se na alongação das células do meristema intercalar, que ao aumentar de tamanho promovem a divisão celular (SAUTER; KENDE, 1992).

A promoção do crescimento do caule por AG₃ deve-se à sua ação no alongamento celular. O ácido giberélico pode agir simultaneamente em vários fatores de crescimento celular, como: na extensibilidade da parede celular, na permeabilidade da membrana celular, na atividade enzimática, na variação em potencial osmótico e na mobilização de açúcares (GUARDIA; BENLLOCH, 1980; MÉTRAUX, 1987). Segundo KING et al. (1987), dependendo da espécie, o local e o modo de ação das giberelinas podem diferir, e isso pode explicar as respostas contraditórias observadas entre e dentro da mesma espécie. A sensibilidade de um tecido vegetal a um hormônio depende da idade do mesmo e da presença da proteína receptora de hormônio, ou seja, da concentração do complexo proteína receptora/substância de crescimento. Assim, a aquisição ou perda de sensibilidade pode ser simplesmente o reflexo da concentração da proteína receptora (SCHMIDT et al., 2003).

O efeito de uma substância reguladora de crescimento, além de depender dos fatores ambientais, depende também da concentração, número de aplicações, época de aplicação, estágio de crescimento da planta e natureza da espécie ou variedade tratada (COELHO et al., 1983).

Análise multivariada

A análise multivariada corresponde à técnica de análises simultâneas de variáveis contidas em uma unidade experimental. Isso se faz necessário para uma compreensão das relações existentes entre as diversas variáveis, gerando uma complexidade em torno desta avaliação. A existência de correlação positiva ou negativa entre as variáveis promoverá um maior aproveitamento das informações, servindo como um fator de discriminação dos genótipos em questão na avaliação de materiais para fins de melhoramento (CRUZ, 1987).

A análise tem como objetivo a redução de dados ou simplificação estrutural, ordenação e agrupamento, investigação da dependência entre variáveis, predição, construção e teste de hipóteses. Os modelos multivariados possuem, em geral, um propósito através do qual o pesquisador pode testar ou inferir a respeito de uma hipótese sobre um determinado fenômeno. No entanto a sua utilização adequada depende do bom conhecimento das técnicas e das suas limitações (FERREIRA, 1996).

As técnicas multivariadas para estimar a diversidade genética de um grupo de genitores, têm sido utilizadas com freqüência pelos melhoristas de plantas. Dentre as técnicas multivariadas mais utilizadas têm-se as análises por componentes principais e de agrupamento.

A análise por componentes principais é uma técnica usada em várias áreas do conhecimento científico, inclusive no melhoramento genético de plantas. Sua criação remota do início do século passado e seu uso permite a redução da dimensionalidade do conjunto de variáveis originais, com o mínimo de perda de informações, além de sua aplicação em técnicas de agrupamento mediante exames visuais da dispersão gráfica em espaços bidimensional ou tridimensional, de fácil interpretação geométrica (COSTA, 2006).

A técnica de componentes principais é instrumento útil na identificação de descritores com maior conteúdo informativo para caracterização de genótipos e melhoramento genético, além de fornecer indicação para eliminar os caracteres que pouco contribuem para a variação total disponível. Tendo sido empregada amplamente na seleção de descritores de várias espécies perenes como mandioca, caju, cacau, cupuaçu, guandu, capim-elefante e espécies do gênero *Paspalu* (OLIVEIRA, 2006).

A variância contida em cada componente principal é expressa pelos autovalores da matriz padronizada. O primeiro componente, no entanto, representa a combinação linear de variáveis que maximiza a variância total. Os demais componentes, em escala de importância, acumulam o restante da variância até o último, de menor autovalor (RENCHE, 1992; CRUZ et al., 2004). Alguns autores consideram que os dois componentes devem explicar pelo menos 80% da variância total obtida, do contrário a análise deve ser complementada com uma dispersão gráfica, utilizando-se o terceiro e quarto componentes. Essa técnica é aplicada de forma freqüente em análise de divergência, para a área de Ciências Agrárias, desde a década de 70, com o surgimento de softwares (SAKAGUTI, 1994). Isso tem

facilitado em muito a interpretação dos resultados à medida que poucos componentes são suficientes para explicar a variação existente. Além do que os componentes principais permitem o estudo em experimento sem repetições.

Na condução de um programa de melhoramento por hibridação, a escolha dos genitores é o passo primordial para o sucesso deste. Estes genitores devem apresentar bom desempenho e grande divergência genética, sob o risco de não se ampliar variabilidade genética suficiente para se obterem ganhos com a seleção (NASCIMENTO FILHO, 2001).

A divergência genética constitui parâmetro de grande relevância para o melhoramento, pois cruzamentos entre genitores geneticamente divergentes promovem alto efeito heterótico e maior variabilidade genética entre gerações segregantes. O estudo proporciona maior ganho genético nas gerações condicionado pelo conhecimento das melhores combinações híbridas (BAHIA, 2007).

Na predição da divergência genética, podem ser utilizados vários métodos multivariados, dentre eles, pode-se citar, análise por componentes principais, variáveis canônicas e os métodos aglomerativos. A escolha vai depender da precisão desejada pelo pesquisador, bem como pela facilidade de análise e a maneira como os dados foram obtidos (CRUZ et al., 2004).

O uso de genitores com insuficiente diversidade genética na formação de populações para hibridação reduz a variabilidade genética quanto aos caracteres quantitativos. A garantia do sucesso no melhoramento está condicionada à utilização de genitores com ampla diversidade genética na produção de melhores tipos segregantes (CARVALHO et al., 2003).

A análise de agrupamento possibilita a classificação de indivíduos ou outras unidades amostrais, mediante algum critério de similaridade ou dissimilaridade, que maximize a semelhança intra e as diferenças intergrupos. Sua aplicação envolve, portanto, a estimação de uma medida de similaridade ou de dissimilaridade e a escolha do método a ser adotado para a formação dos grupos (COSTA, 2006).

Cruz et al. (2004) destacaram as distâncias euclidianas e de Mahalanobis utilizadas na identificação de genitores para hibridação.

Este trabalho objetivou o estudo genético e agrônomico da mamoneira visando o melhoramento genético, permitindo avanços na criação de genótipos de elevado potencial para as condições de baixa altitude.

Referências Bibliográficas

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

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.

BAHIA. Secretaria de Estado da Agricultura e do Desenvolvimento Agrário. Disponível em: < <http://www.seagri.ba.gov.br/siga.htm> >. Acesso em: 24 out. 2008.

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

BERTINI, C. H. C. M.; SILVA, F. P. S.; NUNES, R. P.; SANTOS, J. H. R. Ação gênica, heterose e depressão endogâmica de caracteres de produção em linhagens mutantes de algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.7, p.941-948, 2001.

CARVALHO, F. I. F.; MARCHIORO, V. S.; OLIVEIRA, A. C.; CRUZ, P. J.; LORENCETTI, C.; BENIN, G.; SILVA, J. A. G.; SCHMIDT, D. M. Dissimilaridade Genética entre Genótipos de Aveia. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 2, p. 285-294, 2003.

CARVALHO, F. I. F.; SILVA, S. A.; KUREK, J. A.; MARCHIORO, V. S. **Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção**. 1ª edição. Pelotas: Editora Universitária – UFPel. 2001. 99p.

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

COELHO, Y. de S.; OLIVEIRA, A. A. R.; CALDAS, R. C. Efeitos do ácido giberélico (AG₃) no crescimento de porta-enxertos para citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18 n.11, p.1229-1232, 1983.

COIMBRA, J. L. M.; CARVALHO, F. I. F. de ; OLIVEIRA, A. C. de ; GUIDOLIN, A. F. Criação de variabilidade genética no caráter estatura de Planta em aveia: hibridação artificial x mutação induzida. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.10, n.3, p. 273-280, 2004.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Série histórica: Mamona – Brasil**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/MamonaSerieHist.xls>. Acesso em: 03 de abril de 2007.

COSTA, M. N. da. **Análise dialéctica das capacidades geral e específica de combinação utilizando técnicas uni e multivariadas de divergência genética em mamoneira (*Ricinus communis* L.)**. 2006. 132f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Areia, 2006.

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

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

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, p. 223-375. 2004.

DEGENHARDT, J.; LARSEN, P. B; HOWELL, S. H; KOCHIAN, L. V. Aluminum resistance in the Arabidopsis mutant alr-104 is caused by an aluminum-induced increase in rhizosphere pH. **Plant Physiology** , p.19-27. 1998.

DELHAIZE, E.; RYAN, P. R. Aluminum toxicity and tolerance in plants. **Plant Physiology**, Minneapolis, v.107, p.315-321, 1995.

DORNELLES, A. L. C.; CARVALHO, F. I. F.; FEDERIZZI, L. C. et al. Avaliação simultânea para tolerância ao alumínio e sensibilidade ao ácido giberélico em trigo hexaplóide. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.9, p. 32-35, 1997.

ECHART, C. L.; CAVALLI-MOLINA, S. Fitotoxicidade do alumínio: efeitos, mecanismo de tolerância e seu controle genético. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.3, p.531-541, 2001.

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

FERREIRA, R. P. de; CRUZ, C. D.; SEDIYAMA, C. S.; FAGERIA, N. K. Identificação de cultivares de arroz tolerantes à toxidez de alumínio por técnica multivariada. **Pesquisa Brasileira Agropecuária**, Brasília, v.30, n.6, p.789-795, 1995.

FOY, C. D. Tolerance of barley cultivars to an acid, aluminum-toxic subsoil related to mineral element concentrations in their shoots. **Jurnal Plant Nutr**, n.19, p.1361–1380. 1996.

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. 230-256. 2001.

GALE, M. D.; MARSHALL, G. A.; RAO, M. V. A classification of the 'Norin 10' and 'Tom Thumb' dwarfing genes in British, Mexican, Indian and other hexaploid bread wheat varieties. **Euphytica**, Wageningen, v.30, p.355-361, 1981.

GUARDIA, M. D. de la; BENLLOCH, M. Effects of potassium and gibberellic acid on stem growth of whole sunflower plants. **Physiologia Plantarum**, v.49, p.443-448, 1980.

HANSON, J. B. The functions of calcium in plant nutrition. In: TINKER, P. B.; LAUCHLI, A. (eds.) *Advances in plant nutrition*. **Praeger Scientific**, New York, v. 1, p.149-208. 1984.

HOLANDA, A. **Biodiesel e inclusão social**. Brasília: s. n., 2004. 200p.

HORST, W. J. The role of the apoplast in aluminum toxicity and resistance of higher plants: a review. **Z Pflanzenernahr Bodenk**, n.158, p.419-428. 1995.

HUANG, J. W.; GRUNES, D. L.; KOCHIAN, L. V. Aluminum effects on the kinetics of calcium uptake into cells of the wheat root apex. **Planta**, Heidelberg, v.188, p.414-421, 1992.

KAUSS, H. Role of the plasma membrane in host-pathogen interaction. In: LARSSON, C.; MOLLER, I. M. (eds.) **The plant plasma membrane, structure, function and molecular biology**. Berlin: Springer-Verlag, p.320-350. 1990.

KING, R. W.; PHARIS, R. P.; MANDER, L. N. Gibberellins in relation to growth and flowering in *Pharbitis nil* Chois. Canberra. **Plant Physiology**, Australia, v.84, p.1126-1131, 1987.

KOURI, J.; SANTOS, R.F. **Aspectos econômicos do agronegócio da mamona no Brasil**. In: 2º Congresso Brasileiro de Mamona. Cenário atual e Perspectivas. 2006. Disponível em: <http://www.rbb.ba.gov.br/arquivo/279.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2008.

KRUG, C. A.; TEXEIRA MENDES, P. Melhoramento da mamoneira (*Ricinus communis* L.). II. Observações gerais sobre a variabilidade do gênero *Ricinus*. **Bragantia**, Campinas, v. 2, n.5, p. 155-157, 1942.

LAZOF D. B.; GOLDSMITH, J. G.; RUFTY, T. W.; LINTON, R. W. Rapid uptake of aluminum into cells of intact soybean root tips – a microanalytical study using secondary ion mass spectrometry. **Plant Physiology**, n.106, p.1107–1114. 1994.

MALONE, E. **Caracterização morfológica e molecular em mutantes de arroz (*Oryza sativa* L.) quanto à tolerância a toxidez por alumínio**. 2005. 60f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas, UFPel, Pelotas, 2005.

MANDAIL, J. C. M.; BELARMINO, L. C.; NEUTZLING, D. M. **Sistemas de produção da mamoneira: aspectos econômicos**. Disponível em: <http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/SistemaProducaoMamona/aspectos.htm>. Acesso em 02 de dez de 2009.

MARSCHNER, H. Mechanisms of adaptation of plants to acid soils. In: WRIGHT, R. J.; BALIGAR, V. C.; MURRMANN, R. P. (eds.). Netherlands. **Plant-soil interactions at low pH**, p.683-702. 1991.

MATSUMOTO, H.; HIRASAWA, E.; MORIMURA, S.; TAKAHASHI, E. Localization of absorbed aluminium in pea root and its binding to nucleic acid. **Plant Cell Physiology**, n.17, p.627–631. 1976.

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

METIVIER, J. R. Giberelinas. In: FERRI, M. G. (Coord.) **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EDUSP, v.2, p.129-161. 1986.

MÉTRAUX, J.P. Gibberellins and plant cell elongation. In: DAVIES, P.J. (Ed). **Plant hormones and their role in plant growth and development**. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, p.296-317. 1987.

MODESTO, C.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. Efeito do ácido giberélico sobre o comprimento e diâmetro do caule de plântulas de limão 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, vol.53, n.2-3. 1996.

MODESTO, J. C. **Efeitos de diferentes reguladores de crescimento sobre o desenvolvimento de porta-enxerto de citros**. 1994. 127f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agronômicas, UESP, Botucatu, 1994.

MOSHKIN, V. A. Flowering and pollination. In: MOSHKIN, V. A. (Ed.). **Castor**, Amerind, p. 43-49. 1986.

MUANGPROM A.; OSBORNT. C. Characterization of a dwarf gene in Brassica rapa, including the identification of a candidate gene. **Theoretical and Applied Genetics**, n.108, p.1378–1384. 2004.

NASCIMENTO FILHO, F. J.; ATROCH, A. L. SOUSA, N. R.; GARCIA, T. B.; CRAVO, M. S.; COUTINHO, E. F. Divergência genética entre clones de guaranazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 501-506, 2001.

OLIVEIRA, M. S. P.; FERREIRA, D. F.; SANTOS, J. B. Seleção de descritores para caracterização de germoplasma de açaizeiro para produção de frutos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.7, p.1133-1140, 2006.

PEIXOTO, C. P.; LIMA, J. F. **MAMONA**: Situação atual e perspectivas na Bahia. Bahia Rural. 2006 (Artigos e Informes 8).

PEREIRA, M. G.; VALLADARES, G. S.; SOUZA, J. M. P. F.; PÉREZ, D. V.; Anjos, L. H. C. **Parâmetros relacionados à acidez em solos do Estado do Rio de Janeiro**. Cruz das Almas: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1998. (Circular Técnica nº 2).

QUEIROGA, V. P.; BELTRÃO, N. E. M. **Produção e Armazenamento de Sementes de Mamona (*Ricinus communis* L.)**. Campina Grande: Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, 2004. (Comunicado Técnico nº 206).

RAMOS, V. H. V. **Efeitos do ácido giberélico e cycocel sobre porta-enxerto de mangueira (*Mangifera indica* L.) em viveiro**. 1980. 117f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 1980.

RENCHER, A. C. Interpretation of canonical discriminant functions, canonical variates, and principal components. **The American Statistician**, v.46, n.3, p.217-225, 1992.

RYAN, P. R.; DI TOMASO, J. M.; KOCHIAN, L. V. Aluminium toxicity in roots: an investigation of spatial sensitivity and the role of the root cap. **Journal of Experimental Botany**, n.44, p.437-446. 1993.

SAKAGUTI, E. S. **Utilização de técnicas de análise multivariada na avaliação de cruzamentos dialélicos em coelhos**. 1994. 181f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 1994.

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**. 2009. 73f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Cruz das Almas, 2009.

SANTOS, R. F.; KOURI, J.; BARROS, M. A. L.; MARQUES, F. M.; FIRMINO, P. T.; REQUIÃO, L. E. G. Aspectos econômicos do agronegócio da mamona. In: **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 23-41, 2007.

SAUTER, M.; KENDE, H. Gibberellin-induced growth and regulation of the cell division cycle in deepwater rice. **Planta**, v.188, p.362-368, 1976.

SAVY FILHO, A. Hibridação em mamoneira. In: BORÉM, A. **Hibridação artificial de plantas**. 1ª edição. Viçosa: Editora Universitária-UFV, p.331-356. 1999.

SAVY FILHO, A. **Mamona tecnologia agrícola**. Campinas: EMOPI, p. 31-33. 2005.

SAVY FILHO, A. O biodiesel é o produto mais barato que se tira da mamona. **Revista Biodiesel**. Ed. 08, ago/2006. Disponível em: <http://www.revistabiodiesel.com.br/entrevistas/08/angelo-savy-filho.html>. Acesso em: 26 fev. 2008.

SCHMIDT, C. M.; BELLÉ, R. A.; NARDI, C.; TOLEDO, K. A. Ácido giberélico (GA₃) no crisântemo (*Dedranthema grandiflora* Tzvelev.) de corte 'viking': cultivo verão/outono. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.2, p.267-274, 2003.

SOUSA, C. S. **Caracterização silvicultural, identificação de genes Rht e alumínio tóxico em jenipapeiros de quatro procedências do Recôncavo Baiano**. 2009. 63p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Cruz das Almas, 2009.

SOUZA, E. A.; NEPTUNE, A. M. L. Resposta da cultura de *Ricinus communis* L. à adubação e calagem. **Científica**, v.4, n.3, p.274-281, 1976.

STANT, M. Y. The effect of gibberellic acid on fibre-cell length. **Annals of Botany**, v.25, n.100, p.453-462, 1961.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 2 ed. Palo Alto, Readward City: The Benjamin/Cummings, 1998. 564p.

TAKAHASHI, N.; YAMAGUCHI, I.; YAMANE, H. Gibberellins. In: TAKAHASHI, N. (Ed.) **Chemistry of plant hormones**. Boca Raton: CRC Press, cap. 3, p.57-151. 1988.

TANG, C. Z.; RENGEL, D.; ABRECHT, D.; TENNANT. Aluminium-tolerant wheat uses more water and yields higher than aluminium-sensitive one on a sandy soil with subsurface acidity. **Field Crops Research**, n.78, p. 93-103, 2002.

WOJCIECHOWSKI, I.; GOODING, M. J.; RAMSAY, L.; GREGORY, P. J. The effects of dwarfing genes on seedling root growth of wheat. **Journal of Experimental Botany**, v.60, n.9, p.2565–2573, 2009.

ZHANG G.; TAYLOR, G. J. Effects of biological inhibitors on kinetics of aluminum uptake by excised roots and purified cell wall material of aluminum-tolerant and aluminum-sensitive cultivars of *Triticum aestivum* L. **Journal of Plant Physiology**, n.138, p.533–539. 1991.

CAPÍTULO 1

PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERES AGRONÔMICOS EM GENÓTIPOS DE MAMONEIRA¹

¹Manuscrito a ser submetido à publicação no periódico científico PAB.

PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERES AGRONÔMICOS EM GENÓTIPOS DE MAMONEIRA

RESUMO: A mamoneira é uma espécie de grande valor econômico e social, sendo uma cultura com ampla plasticidade fenotípica, apresentando capacidade de adaptação a diversas condições climáticas, podendo ser cultivada em praticamente todas as regiões brasileiras. Este trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros genéticos dos caracteres agronômicos em populações fixas e segregantes de mamoneira. Os experimentos foram desenvolvidos no campo experimental do NBIO do CCAAB/UFRB nos anos de 2006 a 2009, utilizando populações fixas (P_1 , P_2 e F_1) e segregantes (F_2) obtidas de cruzamentos entre as cultivares BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, EBDA MPA 17, Mirante 10 e Sipeal 28. Os caracteres avaliados foram estatura de planta (EST), florescimento (FLOR), número de frutos (NF3R), número de sementes de três racemos (NS3R) e peso de sementes de três racemos (PS3R). Progressos genéticos podem ser alcançados por meio de seleção para o caráter florescimento na maioria dos cruzamentos analisados. A seleção artificial deve ser aplicada em gerações avançadas, pois o ambiente exerce uma forte influência nos caracteres fenotípicos das plantas. Métodos de melhoramento que permitem seleção em gerações mais avançadas devem ser adotados para a condução da população segregante para maior obtenção de ganho genético.

Palavras chaves: *Ricinus communis* L., Melhoramento, Estudo Genético.

GENETIC PARAMETERS OF AGRONOMIC TRAITS IN GENOTYPES OF CASTOR BEAN

ABSTRACT: Castor bean is a species of great economic and social value, being a culture with large phenotypic plasticity, presenting a capability to adapt to various climatic conditions and to be grown in practically all Brazilian regions. This study aimed at evaluating the genetic parameters of agronomic traits in fixed and segregating populations of castor beans. The experiments were conducted at the experimental field of NBIO of CCAAB/UFRB in the years 2006 to 2009, using Fixed (P_1 , P_2 and F_1) and segregating (F_2) populations obtained by crosses of the BRS 149 Nordeste, BRS 188 Paraguaçu, EBDA MPA 17, Mirante 10 and Sipeal 28 cultivars. The evaluated traits were plant height (EST), flowering (FLOR), number of seeds of three racemes (NF3R) and weight of seeds of three racemes (NS3R) and seed weight of three racemes (PS3R). Genetic progress can be achieved by means of selecting the trait flowering in most of the analyzed crosses. Artificial selection should be applied in advanced generations because the environment exerts strong influence in the phenotypic traits of the plants. Breeding methods that allow selection in more advanced generations should be adopted for the conduct of the segregating population in order to obtain higher genetic gain.

Key words: *Ricinus communis* L., breeding, genetic study.

INTRODUÇÃO

A mamoneira é uma espécie de elevado potencial econômico e seu cultivo constitui fonte de divisas para o país, seja por processo tradicional em pequenas e médias propriedades rurais ou através de modernas técnicas em plantios extensivos. Sua exploração racional, contudo, exige que sejam disponibilizados materiais de ampla capacidade adaptativa associada, principalmente, a arquitetura ideal, redução de ciclos vegetativos, elevado nível produtivo e alto teor de óleo (COSTA, 2006).

A estatura de planta e o ciclo vegetativo constituem caracteres de grande relevância nos programas de melhoramento das culturas em geral. Plantas de porte reduzido apresentam menores problemas de acamamento e facilitam os processos de colheita. Da mesma forma, genótipos precoces propiciam maiores retornos econômicos, pois promove colheitas em menor tempo possível, favorecendo principalmente espécies anuais como a mamoneira (MITTELMANN, 2001).

A baixa estatura é o aspecto principal entre os caracteres de arquitetura de planta levados em consideração em programas de melhoramento na busca de um ideotipo. A introdução de genes com vistas a porte baixo resultou em um aumento no rendimento de grãos pela redução no acamamento e aumento no índice de colheita em aveia (MARIOT et al., 1999). Federizzi e Qualset (1989) verificaram que poucos genes maiores são responsáveis pela redução na estatura de planta em aveia e observaram altas variâncias genética e fenotípica nos cruzamentos realizados. Resultado semelhante foi obtido por Bertagnolli (1992), em que os efeitos aditivos foram de grande importância para todos os cruzamentos.

A genética quantitativa possibilita através de seus estudos a obtenção de estimativas dos componentes da variância contribuindo de forma expressiva para os programas de melhoramento de plantas (RAMALHO; VENCOVSKY, 1978). Os componentes de variância constituem variações associadas aos efeitos aleatórios de um modelo, sendo que seu conhecimento é de grande importância em genética e melhoramento (LITTELL et al., 1996). Como conseqüência, a eficiência dos métodos de melhoramento de plantas depende de algumas informações, como por exemplo, o conhecimento da variabilidade genética e ambiental, o tipo de ação gênica predominante no controle do caráter sob seleção e o coeficiente de herdabilidade, os quais podem ser preditos por meio dos componentes de variância.

Um dos aspectos importantes para estabelecimento da eficiência nos programas de melhoramento é o conhecimento da variabilidade genética e o quanto

esta variabilidade é devido à diferença genética. Isto permite conhecer o controle genético do caráter e o potencial da população para a seleção. A herdabilidade constitui-se em um caráter de grande importância para o melhorista, pela estimação da porção herdável da variação fenotípica. Deste modo o sucesso no melhoramento de qualquer caráter requer, obrigatoriamente, que ele seja herdável e que exista variação na população onde se pratica a seleção (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

O desenvolvimento de uma população proveniente de cruzamentos é uma alternativa valiosa e que permite, através do avanço de gerações, a recuperação de progênies homocigotas com maior frequência de alelos favoráveis do que qualquer um dos genitores. Esta probabilidade é dependente dos seguintes fatores: número de alelos favoráveis distintos entre os genitores usados para gerar a população; contribuição relativa dos alelos desejáveis dos genitores; probabilidade de fixação dos alelos em um bloco gênico individual e diferenças genéticas necessárias para o pesquisador distinguir a planta superior do restante da população (LORENCETTI, 2006).

A maioria dos programas de melhoramento possui um conjunto de genótipos que constitui a base para o desenvolvimento de combinações genéticas favoráveis. O avanço de gerações permite, através de cruzamentos entre genitores divergentes e produtivos, obter populações segregantes que reúnam o maior número de caracteres favoráveis. O grande desafio do melhorista é reunir em um só genótipo a maior frequência de alelos favoráveis possível, oriundos das diferentes fontes.

Os métodos que utilizam genitores na geração de populações F_2 viabilizam reunir um maior número possível de alelos favoráveis em um ou poucos indivíduos, pois permite a formação de segregantes, possibilitando maiores sucessos nos processos de seleção (RAMALHO et al., 1998).

Levando em consideração os resultados obtidos para a mamoneira pelo Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia da UFRB (NBIO) através de trabalhos desenvolvidos por Bahia (2007), Cerqueira (2008) e Sampaio Filho (2009), indicando comportamento agrônomo superior para caracteres vegetativo e de produção para as cultivares Nordeste, Paraguaçu e Sipeal 28, e, desse modo, comprovando sua potencialidade para ser utilizada nas condições de baixa altitude, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros genéticos dos caracteres agrônomo em populações fixas e segregantes da mamoneira.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido entre os anos de 2006 a 2009 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 (coordenadas geográficas 40° 39' de latitude Sul e 39° 06' 23" de longitude oeste de Greenwich e a 220 m acima do nível do mar). O clima é do tipo subúmido, com pluviosidade média anual de 1.170 mm, com variações entre 900 e 1.300 mm, os meses de março a agosto são os mais chuvosos, e de setembro a fevereiro, os mais secos. A temperatura média anual é de 24,1°C e o solo é classificado como Latossolo Amarelo álico coeso, de textura argilosa e relevo plano (RIBEIRO et al., 1995).

Estabelecimento das populações fixas e segregantes

Foram instalados experimentos em condições de telado e campo para a obtenção da população fixa e segregante, obtidas de cruzamentos controlados entre as cultivares Nordeste BRS 149, Paraguaçu BRS 188, EBDA MPA 17, Mirante 10 e Sipeal 28. No período de florescimento foram efetuados os cruzamentos controlados dos genitores, utilizando emasculação manual com o auxílio da pinça e posterior polinização com o pólen. No ano de 2006 foram obtidas as populações fixas (P_1 , P_2 e F_1) em campo e em 2007 as populações segregantes (F_2 , RC_1F_1 e RC_2F_1). Em 2008 e 2009 foram estabelecidas em campo as populações fixas e segregantes. Foram realizadas as adubações recomendadas para a cultura de acordo com análise de solo e procederam-se os tratos culturais para a manutenção adequada dos experimentos.

Sementes das populações fixas e segregantes foram estabelecidas individualmente, distribuídas num espaçamento de 3,00 m entre fileiras e 1,00 m entre plantas, com uma densidade de no máximo dez plantas por fileira. Este arranjo do número de plantas por fileira variou com o número de sementes disponíveis de cada cruzamento artificial para cada geração. As gerações de retrocruzamentos foram prejudicadas pelo baixo número de plantas sobreviventes, fazendo com que as avaliações fossem aplicadas utilizando as gerações fixa (P_1 , P_2 e F_1) e segregante (F_2). Para os genitores (P_1 e P_2) e F_2 de cada cruzamento foram utilizados 20, 20 e

100 indivíduos, respectivamente. Foram avaliados os caracteres estatura de plantas (EST), número de dias do plantio ao florescimento (FLOR), número de frutos de três racemos (NF3R), número de sementes de três racemos (NS3R) e peso de sementes de três racemos (PS3R) (Figura 1).

Estimativa de variâncias

A partir destes dados, foram estimados os parâmetros genéticos para geração F_2 , a variância fenotípica (σ^2_P), de ambiente (σ^2_E) e genética (σ^2_G), conforme Allard (1960).

a) Variância fenotípica

$$\sigma^2_P = \sigma^2_{F_2}$$

b) Variância de ambiente

$$\sigma^2_E = \frac{1}{4} [\sigma^2_{P_1} + 2\sigma^2_{F_1} + \sigma^2_{P_2}]$$

c) Variância genética

$$\sigma^2_G = \sigma^2_P - \sigma^2_E$$

Onde: ($\sigma^2_{P_1}$) variância do genitor 1; ($\sigma^2_{P_2}$) variância do genitor 2; ($\sigma^2_{F_1}$) variância de F_1 ; ($\sigma^2_{F_2}$) variância de F_2 .

Herdabilidade

A herdabilidade dos caracteres estatura de planta, florescimento, número de frutos de três racemos, número de sementes de três racemos e peso de sementes de três racemos foi estimada em cada cruzamento no sentido amplo (h^2_a), segundo o modelo proposto por Allard (1960), utilizando a seguinte expressão:

$$h^2_a = \sigma^2_G / \sigma^2_P$$



Figura 1. Metodologia de avaliação dos caracteres agrônômicos. A – Emasculação de flores masculinas; B – cruzamento controlado; C – proteção das flores após cruzamento; D – plantas com inflorescências protegidas; E – avaliação para NF3R e NS3R; F – avaliação do PS3R; G – aferição de estatura de planta. Cruz das Almas-BA, 2009.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta as estimativas dos componentes de variância fenotípica, de ambiente, genotípica e herdabilidade no sentido amplo de cinco caracteres agronômicos avaliados envolvendo o cruzamento das cultivares de mamoneira BRS 149 Nordestina e EBDA MPA 17. A variância de natureza genética representou a maior porção da variância fenotípica total para os caracteres FLOR, NF3R e NS3R, exceto para a EST e PS3R. As porcentagens das variâncias genéticas em relação às fenotípicas corresponderam a 28% na estatura de planta, 64% no florescimento, 60% no número de frutos de três racemos, 59% no número de sementes de três racemos e 28% no peso de sementes de três racemos. A herdabilidade foi superior a 50% na maioria dos caracteres, exceto para a estatura e peso de sementes de três racemos, o que indica menores efeitos de ambiente para os caracteres FLOR, NF3R e NS3R neste cruzamento avaliado. Os valores variaram de 27,7% no peso de sementes de três racemos a 63,6% para caráter florescimento.

Bertini et al. (2001), trabalhando com algodão herbáceo para o caráter número de dias para a floração confirmaram que a variância de natureza genética representou a maior fração da natureza fenotípica, correspondendo a 24% desta, obtendo herdabilidade no sentido amplo de 61,87%.

Abreu et al. (2009), estudando acessos de pinhão manso obtiveram baixa herdabilidade no sentido amplo (5,9%) para a altura de planta. Entretanto, a herdabilidade para a média dos acessos, produziu um incremento maior neste parâmetro (55,9%). Em feijão, Coimbra et al. (2008) obtiveram baixa herdabilidade para o caráter estatura de planta (22,7%), indicando que a pressão de seleção deve ser aplicada com precaução nesse caráter, pois o ambiente exerce uma forte influência na expressão fenotípica de caracteres adaptativos.

Tabela 1. Estimativas dos componentes de variâncias fenotípica (σ^2_P), de ambiente (σ^2_E), genotípica (σ^2_G) e herdabilidade no sentido amplo (h^2_a) de cinco características agrônômicas estudadas no cruzamento envolvendo BRS 149 Nordestina e EBDA MPA 17. Cruz das Almas-BA. 2009.

Variâncias e Herdabilidade	Caracteres ¹				
	EST	FLOR	NF3R	NS3R	PS3R
σ^2_P	0,117	179,223	72,936	650,361	278,504
σ^2_E	0,0841	65,163	29,483	265,343	201,308
σ^2_G	0,033	114,061	43,454	385,018	77,195
h^2_a	28,150	63,642	59,577	59,200	27,718

¹EST: estatura de planta; FLOR: dias do plantio ao florescimento; NF3R: número de frutos de três racemos; NS3R: número de sementes de três racemos; PS3R: peso de sementes de três racemos.

No cruzamento entre BRS 149 Nordestina e Sipeal 28 (Tabela 2) as variâncias apresentadas demonstraram uma maior participação dos efeitos de ambiente, comprovadas através da variância de ambiente representando uma maior porção da variância fenotípica para todos os caracteres estudados. Observou-se porcentagens de variância genética em relação à fenotípica de 47% para a estatura, 38% para florescimento, 46% para número de frutos de três racemos, 48% para número de sementes de três racemos e 22% para peso de sementes de três racemos.

Com relação ao coeficiente de herdabilidade, constataram-se valores abaixo de 50% em todos os caracteres avaliados, variando de 21,7% para o peso de sementes de três racemos a 48% no número de sementes de três racemos. Esses resultados de herdabilidade indicam que a pressão de seleção deve ser aplicada com precaução nesses caracteres, pois o ambiente exerce uma forte influência na expressão fenotípica dos caracteres, não sendo conveniente realizar a seleção em gerações precoces, necessitando avançar as gerações, seguido de autofecundação, para obtenção de maior ganho genético (Tabela 2).

Em soja, utilizando-se as gerações F_4 e F_5 , em diferentes cruzamentos, Mauro et al. (1999) identificaram efeito ambiental de moderada magnitude. Entretanto, observaram-se em dois cruzamentos, superioridade da variância ambiental em relação à fenotípica, resultando em estimativas negativas de variâncias genética e do coeficiente de herdabilidade para o caráter estatura de planta. Para a produção de grãos, o caráter que responde por ação de muitos genes, os autores observaram grande variação entre os cruzamentos, com valores de herdabilidade variando de 11% a 61%. Esses resultados são compatíveis com os apresentados por Mauro (1984), Campos (1997) e Marcondes (1997).

Tabela 2. Estimativas dos componentes de variâncias fenotípica (σ^2_P), de ambiente (σ^2_E), genotípica (σ^2_G) e herdabilidade no sentido amplo (h^2_a) de cinco características agrônômicas estudadas no cruzamento envolvendo BRS 149 Nordestina e Sipeal 28. Cruz das Almas-BA. 2009.

Variâncias e Herdabilidade	Caracteres ¹				
	EST	FLOR	NF3R	NS3R	PS3R
σ^2_P	0,116	140,491	66,747	622,179	368,039
σ^2_E	0,061	87,390	36,237	323,739	288,001
σ^2_G	0,055	53,100	30,509	298,440	80,038
h^2_a	47,453	37,796	45,709	47,966	21,747

¹EST: estatura de planta; FLOR: dias do plantio ao florescimento; NF3R: número de frutos de três racemos; NS3R: número de sementes de três racemos; PS3R: peso de sementes de três racemos.

Na tabela 3, cruzamento resultante entre BRS 149 Nordestina e Mirante 10, o efeito da variância genotípica foi de maior magnitude para os caracteres EST e FLOR, sendo as porcentagens da variância genética em relação à fenotípica de 69% para estatura, 85% para florescimento. Entretanto, para os caracteres NF3R, NS3R e PS3R apresentaram maior efeito da variância de ambiente, com porcentagens de

25% para número de frutos de três racemos, 25% para número de sementes de três racemos e 29% para peso de sementes de três racemos.

Os valores de herdabilidade foram baixos para a maioria dos caracteres, exceto para a estatura e o florescimento, variando de 24,6% para número de frutos de três racemos a 86% para florescimento (Tabela 3). Amorim et al. (2007) trabalhando com girassol, obtiveram valores altos de herdabilidade para os caracteres florescimento e estatura de planta, sendo compatíveis com os resultados observados no cruzamento entre Nordestina e Mirante 10.

Tabela 3. Estimativas dos componentes de variâncias fenotípica (σ^2_P), de ambiente (σ^2_E), genotípica (σ^2_G) e herdabilidade no sentido amplo (h^2_a) de cinco características agrônômicas estudadas no cruzamento envolvendo BRS 149 Nordestina e Mirante 10. Cruz das Almas-BA. 2009.

Variâncias e Herdabilidade	Caracteres ¹				
	EST	FLOR	NF3R	NS3R	PS3R
σ^2_P	0,287	1202,526	55,376	498,431	358,728
σ^2_E	0,088	167,815	41,768	375,167	253,687
σ^2_G	0,199	1034,711	13,608	123,263	105,040
h^2_a	69,293	86,045	24,574	24,730	29,281

¹EST: estatura de planta; FLOR: dias do plantio ao florescimento; NF3R: número de frutos de três racemos; NS3R: número de sementes de três racemos; PS3R: peso de sementes de três racemos.

Os resultados do cruzamento entre BRS 188 Paraguaçu e EBDA MPA 17 permitiu observar que a mamona sofreu muitos efeitos de ambiente, repercutindo em uma maior participação do ambiente na variância fenotípica, com exceção do florescimento. As porcentagens da variância genética em relação à fenotípica corresponderam a 38% na estatura, 62% no número de dias ao florescimento, 4% no

número de frutos de três racemos, 30% no número de sementes de três racemos e 49% no peso de sementes de três racemos.

A herdabilidade foi baixa para a maioria dos caracteres, com exceção do florescimento. O coeficiente de herdabilidade para este cruzamento variou de 4,1% para o número de frutos de três racemos a 65,5% para dias até o florescimento (Tabela 4). Esses resultados permitem inferir que a seleção para o caráter florescimento poderá garantir maiores progressos genéticos no melhoramento da espécie.

Tabela 4. Estimativas dos componentes de variâncias fenotípica (σ^2_P), de ambiente (σ^2_E), genotípica (σ^2_G) e herdabilidade no sentido amplo (h^2_a) de cinco características agrônômicas estudadas no cruzamento envolvendo BRS 188 Paraguaçu e EBDA MPA 17. Cruz das Almas-BA. 2009.

Variâncias e Herdabilidade	Caracteres ¹				
	EST	FLOR	NF3R	NS3R	PS3R
σ^2_P	0,135	198,614	58,177	410,018	352,928
σ^2_E	0,084	69,022	55,773	218,206	179,229
σ^2_G	0,051	129,592	2,404	123,812	173,699
h^2_a	37,959	65,248	4,133	30,197	49,217

¹EST: estatura de planta; FLOR: dias do plantio ao florescimento; NF3R: número de frutos de três racemos; NS3R: número de sementes de três racemos; PS3R: peso de sementes de três racemos.

CONCLUSÕES

1. Progressos genéticos podem ser alcançados por meio de seleção para o caráter florescimento na maioria dos cruzamentos analisados.
2. A seleção artificial deve ser aplicada em gerações avançadas, pois o ambiente exerce uma forte influência nos caracteres fenotípicos das plantas.

3. Métodos de melhoramento mais rigorosos, destacando Genealógico e SSD, devem ser adotados para a condução da população segregante para maior obtenção de ganho genético.

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-mansão na fase juvenil. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 21, n. 1, p. 036-040, 2009.

ALLARD, R. W. **Principles of plant breeding**. John Wiley and Sons, Inc. New York. 1960.

AMORIM, E. P.; RAMOS, N. P.; UNGARO, M. R. G.; KIIHL, T. A. M. Divergência genética em genótipos de girassol. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.31, n.6, p.1637-1644, 2007.

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.

BERTAGNOLLI, P. F. **Análise genética de caracteres adaptativos em aveia (*Avena sativa* L.)**. 1992. 114f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, 1992.

BERTINI, C. H. C. M.; SILVA, M. P.; NUNES, R. P.; SANTOS, J. H. R. Ação gênica, heterose e depressão endogâmica de caracteres de produção em linhagens mutantes de algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.7, p.941-948, 2001.

CAMPOS, F. L. **Análises genéticas em linhagens de soja de ciclo médio, semi-tardio e tardio**. 1997. 87f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UESP, Jaboticabal, 1997.

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

COIMBRA, J. L. M.; BARILI, L. D.; VALE, N. M.; GUIDOLIN, A. F.; BERTOLDO, J. G.; ROCHA, F.; TOALDO, D. Seleção para caracteres adaptativos em acessos de feijão usando REML/BLUP. **Magistra**, Cruz das Almas, v.20, n.2, p.177-185, 2008.

COSTA, M. N. da. **Análise dialélica das capacidades geral e específica de combinação utilizando técnicas uni e multivariadas de divergência genética em mamoneira (*Ricinus communis* L.)** – 2006. 132f. Tese (Doutorado) - Centro de Ciências Agrárias, UFPB, Areia, 2006.

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

FEDERIZZI, L. C.; QUALSET, C. O. Genetics of plant height reduction and panicle type in oat. **Crop Science**, Madison, v.29, p.551-557, 1989.

LITTELL, R. C.; MILIKEN, G. A.; STROUP, W. W. et al. **Sas system for mixed models**. Cary, NC: Sas Institute Inc, 1996, 633p.

LORENCETTI, C.; CARVALHO, F. I. F. de; OLIVEIRA, A. C. de; VALÉRIO, I. P.; HARTWIG, I; MARCHIORO, V. S.; VIEIRA, E. A. Retrocruzamento como uma estratégia de identificar genótipos e desenvolver populações segregantes promissoras em aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, 2006.

MARCONDES, A. F. **Análises genéticas e seleção de genótipos de soja (*Glycine max* L.) na região de Jaboticabal-SP**. 1997. 60f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UESP, Jaboticabal, 1997.

MARIOT, M. P.; SERENO, M. J. C. M.; FEDERIZZI, L. C.; CARVALHO, F. I. F. Herança da estatura de planta e do comprimento da panícula principal no cruzamento entre *Avena sativa* L. e *Avena sterilis* L. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.1, p.77-82, 1999.

MAURO, A. O. **Parcelas experimentais na estimação de parâmetros genéticos em soja**. 1984. 94f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 1984.

MAURO, A. O.; COSTA, L. C.; PERECIN, D. Análises genéticas no desenvolvimento de variedades de soja para cultivo em áreas de reforma de canavial. **Revista Ceres**, Viçosa, v.46, n.266, p.423-433, 1999.

MITTELMANN, A.; CARVALHO, F. I. F. de; BARBOSA, J. N. F.; LEITE, A. A. de; PANDINI, F. Herdabilidade para os caracteres ciclo vegetativo e estatura em aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.6, p.999-1002, 2001.

RAMALHO, M. A. P. et al. Alternativas na seleção de plantas de feijoeiro com porte ereto e grão tipo carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.12, p.1989-1994, 1998.

RAMALHO, M. A. P.; VENCOVSKY, R. Estimação dos componentes da variância genética em plantas autógamas. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 2, n. 2, p.117-140, 1978.

RIBEIRO, L. P.; SANTOS, D. M. B.; LIMA NETO, I. de A.; BARBOSA, M. F.; CUNHA, T. J. F. Levantamento detalhado dos solos, capacidade de uso e classificação de terras para irrigação da Estação de plasticultura da Universidade Federal da Bahia/Politeno em Cruz das Almas BA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.105-113, 1995.

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**. 2009. 73f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Cruz das Almas, 2009.

CAPÍTULO 2

DIVERGÊNCIA GENÉTICA E COMPORTAMENTO AGRONÔMICO ENTRE POPULAÇÕES SEGREGANTES DE MAMONEIRA¹

¹Manuscrito a ser submetido à publicação no periódico científico Ciência Rural.

DIVERGÊNCIA GENÉTICA E COMPORTAMENTO AGRONÔMICO ENTRE POPULAÇÕES SEGREGANTES DE MAMONEIRA

RESUMO: A mamona se apresenta como alternativa para a produção do biodiesel, entretanto a composição de seu óleo com suas características singulares possibilitam uma gama de utilizações na indústria, tornando-a importante do ponto de vista econômico e estratégico para o país. Esse trabalho objetivou avaliar a divergência genética e o comportamento agronômico de populações segregantes (F_2) de mamoneira. Os experimentos foram conduzidos no campo experimental do NBIO do CCAAB/UFRB nos anos de 2006 a 2009, utilizando as cultivares BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, EBDA MPA 17, Mirante 10 e Sipeal 28, em um delineamento em blocos casualizados. Através de cruzamentos controlados foram obtidas as gerações F_1 e autofecundadas para obtenção da população segregante (F_2). Esta população foi estabelecida na área do campo experimental para avaliação dos caracteres: comprimento total do racemo (CT), comprimento efetivo do racemo (CE), número de ramificações (NR), estatura de planta (EST), peso de três racemos (PM3R), peso do racemo por planta (PRPL), número de racemo por planta (NRPL), número frutos de três racemos (NF3R), número de frutos por planta (NFPL), número de sementes de três racemos (NS3R), número de sementes por planta (NSPL), peso de semente de três racemos (PS3R), peso de semente por planta (PSPL) e ciclo reprodutivo. Utilizaram-se componentes principais e agrupamento pela distância euclidiana e método hierárquico Ward. Todos os caracteres foram considerados importantes e contribuíram para a divergência genética nos cruzamentos analisados. Observou-se ampla variabilidade genética entre os genótipos em todos os cruzamentos avaliados, com formação de 03 a 05 grupos divergentes. Foram considerados superiores os genótipos NMP3, NMP10, NMP12, NMP24, NMP31, NMP41, NMP45, NMP46, NMP47, NMP52, NMP55, NMP58, NS1, NS2, NS7, NS8, NS13, NS14, NS16, NS17, NS18, NS19, NS23, NS25, NS27, NS28, NS29, NS33, NS34, NS35, NM2, NM4, PMP2, PMP7, PMP10, PMP20, SP1, SP2, SP7, SP9, SP10, MPM4, MPM9, MPM10, MPM11, MPM13, MPM23, MPM24, MPM25, MPS3, MPS14, MPS21, MPS23, MPS28, MPS32, MPS35, MPS36, MPS47, MPS51, MPS52, MPS53, MPS54, MPS55, MPS56, MS2, MS3, MS10, MS11, PM1, PM4, PM9 e PM17.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., melhoramento, dissimilaridade genética.

GENETIC DIVERGENCE AND AGRONOMIC BEHAVIOR AMONG SEGREGATING POPULATIONS OF CASTOR BEAN

ABSTRACT: castor bean represents an alternative for the production of biodiesel; meanwhile, the composition of its oil with its unique characteristics enables a range of industry uses, making it economically and strategically important for the country. This work aimed at evaluating the genetic divergence and agronomic behavior among segregating populations (F_2) of castor bean. The experiments were conducted on the experimental field of NBIO of CCAAB/UFRB in the years 2006 to 2009, with the BRS 149 Nordeste, BRS 188 Paraguaçu, EBDA MPA 17, Mirante 10 and Sipeal 28 in a randomized block design. Fixed and segregating populations (F_2) were obtained through controlled crosses. This population was established in the area of the experimental field to evaluate the following traits: total length of the raceme (CT), effective length of the raceme (CE), number of branches (NR), plant height (EST), weight of three racemes (PM3R), weight of raceme per plant (PRPL), number of racemes per plant (NRPL), number of fruits of three racemes (NF3R), number of fruits per plant (NFPL), number of seeds of three racemes (NS3R), number of seeds per plant (NSPL), weight of seeds of three racemes (PS3R), seed weight per plant (PSPL) and cycle. Principal components and clustering by Euclidean distance and the hierarchical method of Ward were used. All traits were considered important and contributed to divergence in the analyzed crosses. A wide genetic variability among genotypes in all evaluated populations was observed, with the formation of 3 to 5 divergent groups. The following genotypes were considered superior: NMP3, NMP10, NMP12, NMP24, NMP31, NMP41, NMP45, NMP46, NMP47, NMP52, NMP55, NMP58, NS1, NS2, NS7, NS8, NS13, NS14, NS16, NS17, NS18, NS19, NS23, NS25, NS27, NS28, NS29, NS33, NS34, NS35, NM2, NM4, PMP2, PMP7, PMP10, PMP20, SP1, SP2, SP7, SP9, SP10, MPM4, MPM9, MPM10, MPM11, MPM13, MPM23, MPM24, MPM25, MPS3, MPS14, MPS21, MPS23, MPS28, MPS32, MPS35, MPS36, MPS47, MPS51, MPS52, MPS53, MPS54, MPS55, MPS56, MS2, MS3, MS10, MS11, PM1, PM4, PM9 and PM17.

Key words: *Ricinus communis* L., breeding, genetic dissimilarity.

INTRODUÇÃO

A mamoneira é uma espécie cultivada na maioria dos municípios da Bahia, em sistemas de consórcio, por pequenos agricultores que buscam essa espécie como alternativa de renda (BAHIA, 2008). Sua rusticidade permitiu que vegetasse na maioria das regiões do país, com exceção de ecossistemas específicos como o Pantanal e Amazônia.

Apesar de ser uma oleaginosa de relevante potencial sócio-econômico, a região do Recôncavo Baiano conta com poucas cultivares melhoradas e adaptadas, inviabilizando a máxima expressão destes materiais e sugerindo a necessidade de condução de programas de melhoramento específicos, embora a mamona tenha iniciado seu melhoramento na região do Nordeste desde a década de 60 (SAMPAIO FILHO, 2009).

O Brasil já foi o maior produtor mundial de mamona até 1980, tendo um declínio na década de 90, quando a cultura foi marginalizada, devido, principalmente, aos baixos preços alcançados e ao baixo rendimento do óleo. Embora o Estado da Bahia seja o maior produtor nacional, apresenta baixa produtividade, necessitando investimentos em pesquisas para que a ricinocultura possa ser novamente restabelecida na região (CERQUEIRA, 2008).

O melhoramento genético da mamoneira visa reunir em uma ou poucas cultivares, caracteres como produtividade, precocidade, porte reduzido e elevados teores de óleo. Essas características podem ser identificadas e transferidas através de métodos que envolvam hibridação. Entretanto, faz-se necessário a seleção e avaliação de materiais que podem ser utilizados como genitores para que o avanço de gerações permita a seleção de genótipos com grande potencial, viabilizando obtenção de ganhos genéticos satisfatórios (FREIRE et al., 2001).

A hibridação representa uma técnica importante para o melhoramento de plantas, uma vez que possibilita a recombinação da variabilidade disponível, permitindo a obtenção de novos materiais, geneticamente superiores. A escolha dos parentais a serem utilizados em programas de hibridação e que possibilitem a formação de progênes superiores representa uma atividade indispensável que exige critérios e grande esforço do melhorista (RAMALHO et al., 1993). No melhoramento da mamoneira, a hibridação tem sido muito utilizada e muitas cultivares já foram obtidas, com elevado valor das características de interesse comercial, por meio da seleção de segregantes genéticos (SAVY FILHO, 1999).

O estudo da diversidade genética entre genitores é de grande relevância para os programas de melhoramento genético. Isto porque é necessário identificar combinações híbridas de maior efeito heterótico, em cujas descendências tenha-se maior probabilidade de recuperação de genótipos superiores (CRUZ; REGAZZI, 1997). O resultado desta avaliação favorece a obtenção de populações com ampla variabilidade genética.

A avaliação da divergência genética permite identificar indivíduos mais divergentes e com possibilidades de melhores combinações híbridas, servindo como parâmetro na escolha de genótipos que favoreçam os cruzamentos (BAHIA, 2007). Desse modo, em um programa de melhoramento genético, a escolha de parentais é um ponto fundamental para obter populações com ampla base genética, onde a seleção natural ou artificial possa atuar (CRUZ et al., 1983).

Muitos autores, a exemplo de Ferrão et al. (2002) consideram eficiente a análise da divergência genética como critério na escolha de genitores utilizados em programas de melhoramento genético. Estudos sobre divergência genética têm sido utilizados em cultivares comerciais, com o objetivo de obter as melhores combinações possíveis através da seleção dos materiais mais divergentes. Entretanto, este trabalho possibilita avaliar a divergência genética em populações segregantes (F_2), a fim de identificar novos genótipos de ampla base genética para utilização em cruzamento controlado.

Os melhoristas têm utilizado frequentemente técnicas multivariadas para estimar a divergência genética. Entre essas práticas, tem-se a análise por componentes principais, utilizadas quando os dados são obtidos de experimentos sem repetições. Este estudo é bastante útil para identificar descritores com maior conteúdo informativo, tendo a possibilidade de exclusão de caracteres que pouco contribuem para a variância total disponível, promovendo a redução de mão-de-obra, tempo e custo dos experimentos (SOUSA, 2009).

Aliada à técnica de componentes principais, realiza-se a análise de agrupamento, com base em processo matemático que permite explicar as combinações lineares das variáveis originais, além de reunir genitores em grupos, utilizando uma medida de dissimilaridade ou similaridade, explicando a homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre os grupos. (MACHADO, 1999). Entre as medidas de dissimilaridade, a distância euclidiana e a Distância D^2 de Mahalanobis são as mais utilizadas nos programas de melhoramento

genético, sendo a primeira utilizada quando os dados não apresentam repetições estatísticas.

A necessidade de obter materiais adaptados às condições de baixa altitude é necessária na medida em que as cultivares existentes no mercado não apresentem requisitos que satisfazem as condições de altitudes abaixo de 300 metros.

A presença de variabilidade é importante em populações segregantes e estas devem apresentar alta freqüência de genes desejáveis. Para isto, estudo da divergência genética e avaliação agrônômica dos genótipos são de grande importância para o melhoramento da espécie. Sendo assim, o trabalho objetivou estimar a divergência genética em populações segregantes (F_2) e o comportamento agrônômico dos genótipos de mamoneira, visando à seleção de constituições genéticas favoráveis e distintas para a obtenção de novas cultivares.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CCAAB/UFRB), em Cruz das Almas-BA, entre os anos de 2006 a 2009, utilizando populações segregantes obtidas dos cruzamentos das cultivares BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, EBDA MPA 17, Mirante 10 e Sipeal 28.

As populações segregantes foram estabelecidas em campo experimentais, com os genótipos dispostos no espaçamento entre fileiras de 3,0 m e entre covas de 1,0 m. A semeadura foi realizada utilizando três sementes por cova, procedendo o desbaste após emergência das plântulas, deixando apenas uma planta por cova.

As adubações foram realizadas, seguindo recomendações das análises de solo, sendo aplicados 1.000 kg.ha^{-1} de calcário dolomítico, 60 kg.ha^{-1} de N (30 kg.ha^{-1} 30 DAE e 30 kg.ha^{-1} 60 DAE), 60 kg.ha^{-1} de P_2O_5 e 40 kg.ha^{-1} de K_2O . Realizou-se controle de plantas daninhas com capina manual.

Inicialmente, realizou-se cruzamentos entre BRS 149 Nordestina x EBDA MPA 17, BRS 149 Nordestina x Sipeal 28, BRS 149 Nordestina x Mirante 10 e BRS 188 Paraguaçu x EBDA MPA 17, Sipeal 28 x BRS 188 Paraguaçu, EBDA MPA 17 x Mirante 10, EBDA MPA 17 x Sipeal 28, Mirante 10 x Sipeal 28 e BRS 188 Paraguaçu x Mirante 10 para a obtenção da geração F_1 e autofecundação para obtenção da

população F_2 , obtendo-se 71, 35, 6, 27, 20, 27, 56, 22 e 21 genótipos para cada população segregante, respectivamente.

Antes da antese, efetuou-se a retirada das flores masculinas processo denominado de emasculação, protegendo as flores femininas com sacos de tecido por um período de 2 a 3 dias. Após abertura das flores femininas, realizou-se a hibridação artificial utilizando o pólen de interesse com o auxílio de uma pinça, mantendo a proteção das flores por um período de 12 a 15 dias.

As sementes de F_2 foram plantadas e procederam-se avaliações dos caracteres comprimento total do racemo (CT), comprimento efetivo do racemo (CE), número de ramificações (NR), estatura de planta (EST), peso de três racemos (PM3R), peso do racemo por planta (PRPL), número de racemo por planta (NRPL), número frutos de três racemos (NF3R), número de frutos por planta (NFPL), número de sementes de três racemos (NS3R), número de sementes por planta (NSPL), peso de semente de três racemos (PS3R), peso de semente por planta (PSPL) e ciclo reprodutivo.

Na análise desses caracteres foram utilizados componentes principais e agrupamento pela distância euclidiana e método hierárquico Ward, com emprego do Genes (2000) e Statistica (2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos 14 caracteres analisados nas populações segregantes (F_2), resultante dos cruzamentos entre genitores da mamoneira, comprovou o efeito significativo ($P < 0.05$) em todos os caracteres, indicando à existência de variabilidade genética entre os genótipos estudados. Todos os caracteres contribuíram com mais de 80% o que permitiu a utilização de todos os caracteres na análise de divergência genética (Tabela 1).

A análise de grupamento das F_2 é apresentada em dendrogramas, onde o eixo vertical representa a distância euclidiana em porcentagem e o eixo horizontal os genótipos resultantes das classes formadas através da avaliação de 14 caracteres. Foram traçadas linhas de corte, indicando grupos homogêneos distintos de genótipos. Os genótipos pertencentes ao mesmo grupo indicam similaridade, enquanto que os genótipos entre grupos indicam dissimilaridade.

A análise do dendrograma (Figura 1) cruzamento resultante entre a BRS 149 Nordestina x EBDA MPA 17, indica a formação de três grupos (I, II e III) homogêneos

distintos de genótipos para os caracteres avaliados, englobando 27, 23 e 21 genótipos, respectivamente.

Tabela 1. Estimativa das variâncias (autovalor), porcentagem acumulada e contribuição relativa dos caracteres agrônômicos de mamoneira. Cruz das Almas-BA, 2009.

Componentes Principais	Estimativa de autovalores		
	Variância (%)	% Acumulada	Caracteres ¹
Y ₁	88,70	88,70	EST
Y ₂	4,41	93,12	NFPL
Y ₃	3,73	96,84	NR
Y ₄	1,41	98,25	CE
Y ₅	1,15	99,41	NRPL
Y ₆	0,26	99,67	NF3R
Y ₇	0,17	99,84	CT
Y ₈	0,09	99,93	NS3R
Y ₉	0,05	99,98	P3R
Y ₁₀	0,01	99,99	PS3R
Y ₁₁	0,006	99,99	CICLO
Y ₁₂	0,002	99,99	PSPL
Y ₁₃	0,0002	99,99	NSPL
Y ₁₄	0,0001	00,00	NRPL

¹CT: comprimento total do racemo (cm); CE: comprimento efetivo do racemo (cm); EST: estatura (m); NR: nº de ramificações; P3R: peso de três racemos (g); PRPL: peso de racemos por planta (g); NRPL: nº de por planta; NF3R: nº de frutos de três racemos; NFPL: nº de frutos por planta; NS3R: nº de sementes de três racemos; NSPL: nº de sementes por planta; PS3R: peso de sementes de três racemos (g); PSPL: peso de sementes por planta (g) e Ciclo (dias).

Os genótipos NMP10, NMP12, NMP24, NMP45, NMP52, NMP55 e NMP58 (**Grupo I**) e NMP 3, NMP31, NMP4, NMP46 e NMP47 (**Grupo II**) obtiveram destaque, com valores e médias superiores para a maioria dos caracteres, enquanto que os menores valores foram observados nos genótipos NMP2, NMP13, NMP15, NMP35, NMP36, NMP59 e NMP65 (**Grupo III**), caracterizando serem estes os mais divergentes em relação aos indivíduos do grupo I e II. Os demais genótipos do **grupo II** apresentaram resultados intermediários em relação aos dois grupos.

Melhores combinações podem ser alcançadas em cruzamentos realizados entre os grupos distintos, entretanto, os 7 indivíduos do grupo I e os 5 indivíduos do grupo II apresentaram comportamentos agrônômicos superiores aos demais grupos (Tabela 2).

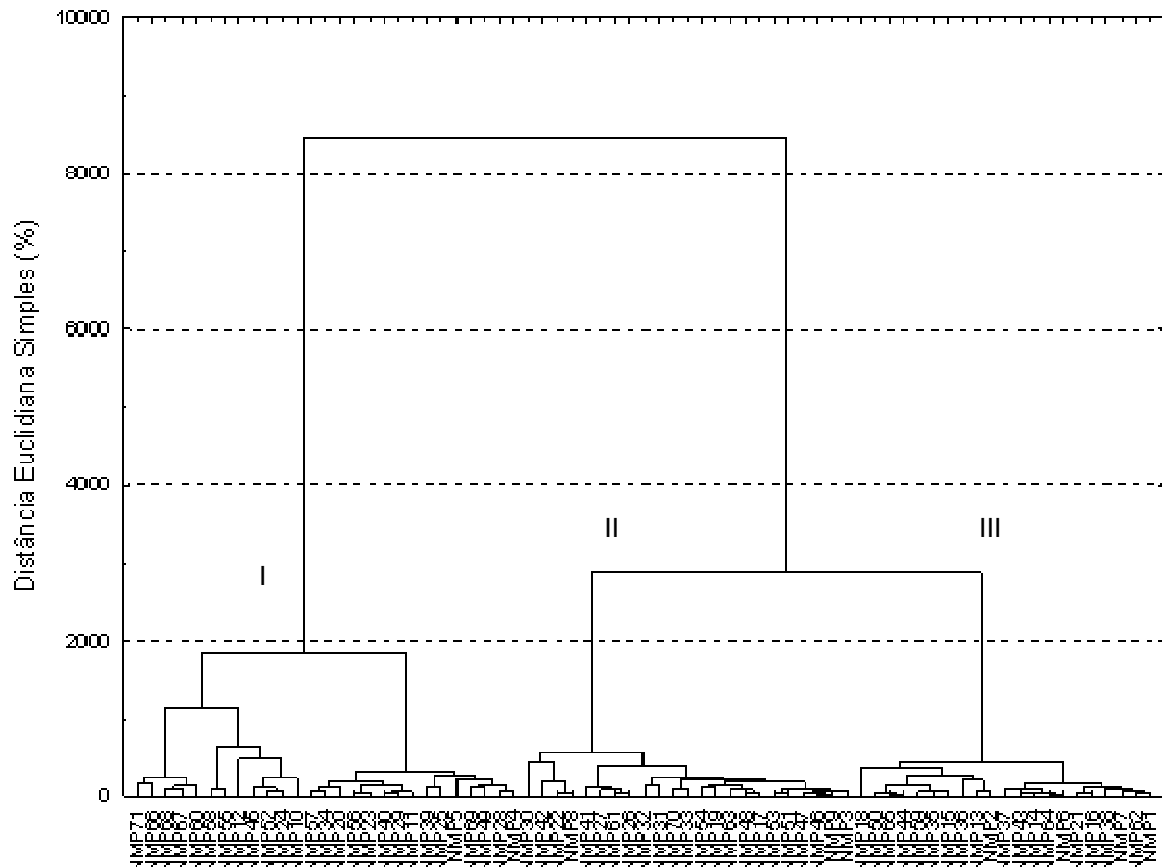


Figura 1. Dendrograma de divergência genética entre 71 genótipos provenientes da F_2 do cruzamento entre BRS 149 Nordestina e EBDA MPA 17. Cruz das Almas-BA, UFRB, 2009.

Costa et al. (2006), avaliando a divergência genética de cultivares de mamoneira concluíram que a 'Nordestina' e a 'Paraguaçu' estão muito próximas entre si compondo um único grupo, contrapondo-se à 'Mirante 10' situada num grupo distante das demais. Isto pode ser explicado por diferenças do ponto de vista morfológico e molecular. Bahia (2007) através de avaliações agrônômicas e Cerqueira (2008), utilizando marcadores moleculares RAPD nas cultivares de mamoneira, constataram que a 'Sipeal 28', 'Nordestina', 'Paraguaçu' e 'EBDA MPA 17' participam de um mesmo grupo, sendo similares e que diferiam da cultivar Mirante 10.

Tabela 2. Análise descritiva dos caracteres agrônômicos. Valores máximos e mínimos, média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV%) em populações segregantes (F₂) da mamoneira (BRS 149 Nordestina x EBDA MPA 17). Cruz das Almas-BA. 2009.

Genótipos	CT	CE	NR	EST	P3R	PRPL	NRPL	NF3R	NFPL	NS3R	NSPL	PS3R	PSPL	CICLO
NMP1	31,0	25,0	3,0	1,4	73,5	237,3	6,0	17,2	69,0	51,7	207,0	29,9	203,4	275,0
NMP2	27,0	20,0	2,0	1,7	118,5	239,2	3,0	32,3	71,7	97,0	215,0	60,2	130,7	288,0
NMP3	36,0	24,0	2,0	2,3	87,1	404,4	5,0	31,0	104,3	62,0	313,0	41,8	348,7	237,0
NMP4	28,0	25,0	7,0	2,1	137,1	540,8	10,0	25,7	168,7	77,0	506,0	49,2	389,9	237,0
NMP5	33,0	23,0	10,0	2,2	175,5	593,9	10,0	33,1	155,0	99,3	465,0	64,3	292,1	225,0
NMP6	26,0	20,0	2,0	2,0	58,1	252,8	4,0	17,0	81,3	51,0	244,0	28,7	215,4	225,0
NMP7	19,0	13,0	4,0	1,6	64,7	272,6	6,0	14,8	68,0	44,3	204,0	31,2	232,2	237,0
NMP8	26,0	20,0	4,0	2,1	127,6	413,7	4,0	36,0	119,3	108,0	358,0	74,6	464,2	195,0
NMP9	30,0	20,0	3,0	2,0	78,0	370,4	8,0	20,1	106,7	60,3	320,0	39,8	324,4	275,0
NMP10	32,0	27,0	7,0	2,2	110,1	856,9	18,0	25,0	188,7	75,0	566,0	54,1	557,5	225,0
NMP11	37,0	33,0	3,0	2,2	117,3	511,4	7,0	30,9	134,0	92,7	402,0	65,8	480,6	261,0
NMP12	18,0	16,0	5,0	1,8	106,3	842,1	13,0	14,3	115,7	43,0	347,0	38,6	345,6	275,0
NMP13	29,0	25,5	3,0	1,9	88,8	192,9	4,0	28,5	77,3	85,5	232,0	40,4	149,2	316,0
NMP14	23,0	18,0	3,0	1,6	54,3	237,4	5,0	16,1	81,0	48,3	243,0	28,6	212,6	261,0
NMP15	34,0	27,0	3,0	1,9	55,4	181,7	4,0	13,3	41,0	40,0	123,0	26,8	161,3	237,0
NMP16	35,0	21,0	4,0	1,6	81,9	238,2	3,0	30,8	77,3	92,5	232,0	53,1	244,0	237,0
NMP17	20,0	10,0	2,0	2,3	99,8	333,3	7,0	28,0	101,0	84,0	303,0	50,8	334,1	275,0
NMP18	19,0	16,0	6,0	2,1	72,5	404,4	5,0	31,0	45,0	93,0	135,0	47,9	71,1	288,0
NMP19	22,0	14,0	4,0	2,5	66,6	365,1	9,0	43,0	114,3	129,0	343,0	86,1	300,5	194,0
NMP20	28,0	20,0	6,0	1,9	101,2	581,4	12,0	18,4	124,0	55,3	372,0	46,2	422,7	216,0
NMP21	23,0	14,0	2,0	1,2	73,2	227,7	3,0	22,2	66,7	66,6	200,0	45,1	267,7	219,0
NMP22	33,0	28,0	5,0	2,0	90,7	421,1	6,0	34,0	121,0	102,0	363,0	72,4	462,9	220,0
NMP23	38,0	14,0	4,0	2,3	81,7	521,8	7,0	24,9	127,0	74,7	381,0	56,1	440,8	316,0
NMP24	46,0	39,0	3,0	2,1	126,5	638,4	13,0	33,2	199,0	99,7	597,0	65,4	554,4	275,0
NMP25	28,0	20,0	4,0	1,5	112,7	435,8	7,0	37,6	181,7	112,7	543,8	78,9	367,9	275,0
NMP26	17,0	15,0	3,0	1,8	73,2	308,5	8,0	19,2	88,0	57,7	264,0	41,1	295,0	220,0
NMP27	23,0	15,0	4,0	2,3	90,7	295,7	6,0	19,4	68,7	58,3	206,0	45,9	295,2	198,0
NMP28	35,0	29,0	5,0	1,9	81,7	548,4	12,0	21,2	164,0	63,7	492,0	38,0	391,5	261,0
NMP29	35,0	26,0	2,0	1,2	126,5	495,7	10,0	29,6	143,3	88,7	430,0	61,1	448,3	275,0
NMP30	23,0	16,0	3,0	1,7	60,6	246,8	6,0	22,8	37,7	85,3	113,0	256,0	446,0	220,0
NMP31	32,0	28,0	6,0	1,9	59,0	467,6	13,0	11,7	132,3	35,0	397,0	24,3	309,7	275,0
NMP32	32,0	22,0	3,0	1,7	98,6	496,0	5,0	23,9	91,7	71,7	275,0	49,6	330,1	275,0
NMP33	13,0	7,0	7,0	1,8	40,1	325,5	10,0	14,3	116,0	43,0	348,0	26,4	228,3	275,0
NMP34	30,0	10,0	3,0	1,8	117,5	496,0	8,0	30,8	149,7	92,3	449,0	57,3	433,8	231,0
NMP35	20,0	18,0	2,0	1,5	55,1	136,8	3,0	15,0	45,3	45,0	136,0	22,6	133,0	220,0
NMP36	16,0	13,0	1,0	0,8	178,2	168,2	1,0	29,0	58,0	87,0	174,0	45,5	181,9	170,0
NMP37	23,5	16,0	3,0	1,5	89,1	217,2	8,0	26,7	80,7	80,0	242,0	35,2	168,4	237,0
NMP38	20,0	12,0	3,0	1,6	60,4	226,1	5,0	12,3	55,7	37,0	167,0	28,3	211,9	316,0
NMP39	23,0	19,0	2,0	1,3	133,6	443,0	9,0	29,2	147,3	87,5	442,0	100,5	346,0	316,0
NMP40	40,0	30,0	6,0	1,9	133,4	495,5	8,0	33,0	143,0	99,0	429,0	65,0	454,9	316,0
NMP41	38,0	23,5	2,0	1,5	121,9	336,8	3,0	28,7	86,0	86,0	258,0	59,5	356,7	194,0
NMP42	38,0	31,0	2,0	1,6	93,8	303,8	5,0	27,1	98,7	81,3	296,0	46,5	439,4	288,0
NMP43	30,0	20,0	3,0	1,8	57,7	239,8	5,0	21,8	81,7	65,5	245,0	31,1	182,1	237,0
NMP44	30,0	28,0	1,0	1,4	62,7	180,3	3,0	19,4	58,3	58,3	175,0	33,7	201,6	261,0
NMP45	40,0	34,0	3,0	2,5	144,3	705,6	11,0	31,8	179,0	95,3	537,0	76,2	611,3	261,0
NMP46	26,0	13,0	2,0	2,3	80,8	366,8	5,0	19,8	100,7	59,3	302,0	43,6	330,1	261,0
NMP47	25,0	21,0	4,0	2,1	84,9	400,7	7,0	18,3	93,0	55,0	279,0	42,3	317,1	275,0

Continua...

Tabela 2 – Cont.

Genótipos	CT	CE	NR	EST	P3R	PRPL	NRPL	NF3R	NFPL	NS3R	NSPL	PS3R	PSPL	CICLO
NMP48	26,0	26,0	3,0	1,9	92,2	328,3	6,0	29,6	107,0	88,7	321,0	49,8	326,4	237,0
NMP49	35,0	35,0	6,0	2,0	121,8	557,1	11,0	32,4	168,3	97,3	505,0	65,4	504,5	261,0
NMP50	22,0	22,0	2,0	1,3	64,0	183,7	3,0	18,2	54,7	54,7	164,0	36,5	216,5	226,0
NMP51	23,0	20,0	4,0	1,7	76,4	391,6	8,0	17,0	107,7	51,0	323,0	35,8	306,4	237,0
NMP52	40,0	30,0	5,0	1,8	123,5	691,5	13,0	28,0	191,3	84,0	574,0	58,0	537,9	261,0
NMP53	23,0	18,0	3,0	2,0	58,7	396,0	8,0	18,7	116,3	56,0	349,0	35,5	269,8	237,0
NMP54	33,5	26,3	4,0	1,7	100,3	395,2	6,0	26,0	125,0	78,0	375,0	48,9	367,0	237,0
NMP55	48,1	38,4	3,0	1,9	155,9	791,8	9,0	41,7	255,0	125,0	765,0	80,6	678,9	237,0
NMP56	24,0	14,3	6,0	1,9	86,2	496,5	10,0	20,6	132,7	61,7	398,0	45,9	412,0	316,0
NMP57	27,0	20,0	3,0	2,1	86,9	494,9	8,0	21,7	141,3	65,0	424,0	45,1	402,2	200,0
NMP58	27,0	20,0	6,0	2,1	161,9	807,4	10,0	45,1	244,0	135,3	732,0	96,6	774,6	220,0
NMP59	21,0	11,0	2,0	2,0	43,9	183,2	7,0	13,7	55,3	41,0	166,0	23,5	162,1	200,0
NMP60	45,0	45,0	6,0	1,7	115,7	455,3	7,0	54,3	244,0	163,0	732,0	63,7	454,7	261,0
NMP61	17,0	10,0	3,0	1,6	69,1	313,8	6,0	18,4	87,0	55,3	261,0	31,0	264,7	237,0
NMP62	33,0	29,0	2,0	1,4	74,9	223,7	4,0	18,8	65,0	56,3	195,0	36,7	236,0	261,0
NMP63	22,0	14,0	2,0	1,4	75,0	294,0	6,0	26,3	112,8	78,9	338,5	38,7	279,4	240,0
NMP64	20,3	11,0	3,0	1,6	70,7	265,7	5,0	18,2	84,7	54,7	254,0	30,9	234,1	237,0
NMP65	23,2	17,0	2,0	1,7	60,0	174,5	4,0	15,9	59,0	47,7	177,0	27,5	179,0	261,0
NMP66	12,0	4,0	5,0	2,1	48,4	620,6	6,0	13,0	252,7	39,0	758,0	23,6	376,7	237,0
NMP67	11,0	9,0	5,0	1,9	98,8	510,1	14,0	31,3	230,7	94,0	692,0	35,4	412,8	237,0
NMP68	20,3	12,3	4,0	2,3	100,2	450,0	11,0	29,7	226,0	89,0	678,0	66,8	398,0	316,0
NMP69	35,0	21,4	3,0	2,2	98,6	597,1	8,0	23,7	149,7	71,0	449,0	48,0	436,9	316,0
NMP70	11,0	4,0	6,0	1,9	69,6	359,9	14,0	23,1	131,0	69,3	393,0	33,5	280,5	316,0
NMP71	19,0	13,0	6,0	2,1	73,9	582,9	14,0	19,9	216,3	59,7	649,0	36,9	451,0	316,0
Mínimo	11,0	4,0	1,0	0,8	40,1	136,8	1,0	11,7	37,7	35,0	113,0	22,6	71,1	170,0
Máximo	48,1	45,0	10,0	2,5	178,2	856,9	18,0	54,3	255,0	163,0	765,0	256,0	774,6	316,0
Média	27,4	20,4	3,7	1,8	92,0	405,4	7,4	24,9	119,9	74,5	359,8	50,7	338,7	253,1
DP	8,3	8,3	1,7	0,3	31,3	174,7	3,4	8,5	55,7	25,4	167,2	30,4	135,0	36,1
CV (%)	30,3	40,6	46,2	18,1	34,0	43,1	46,0	34,0	46,5	34,0	46,5	59,9	39,8	14,2

CT: comprimento total do racemo (cm); CE: comprimento efetivo do racemo (cm); EST: estatura (m); NR: nº de ramificações; P3R: peso de três racemos (g); PRPL: peso de racemos por planta (g); NRPL: nº de por planta; NF3R: nº de frutos de três racemos; NFPL: nº de frutos por planta; NS3R: nº de sementes de três racemos; NSPL: nº de sementes por planta; PS3R: peso de sementes de três racemos (g); PSPL: peso de sementes por planta (g) e Ciclo (dias).

Na figura 2, o dendrograma resultante do cruzamento da BRS 149 Nordestina x Sipeal 28, apresenta a formação de quatro grupos (I, II, III e IV) homogêneos distintos para os caracteres avaliados, apresentando 7, 7, 5 e 16 genótipos, respectivamente. O genótipo NS7, NS17, NS18, NS23, NS28 e NS35 do grupo I, todos os representantes do grupo II e NS1, NS13, NS19, NS21, NS29 e NS34 do grupo IV foram os mais promissores, enquanto que os genótipos do grupo III foram considerados os mais divergentes. Os mais divergentes são os genótipos do grupo II quando combinados com os genótipos do grupo III. Entretanto, cruzamentos entre indivíduos do grupo III com os demais grupos só serão promissores quando para os genótipos que apresentarem desempenho agrônômico satisfatório (Tabela 3).

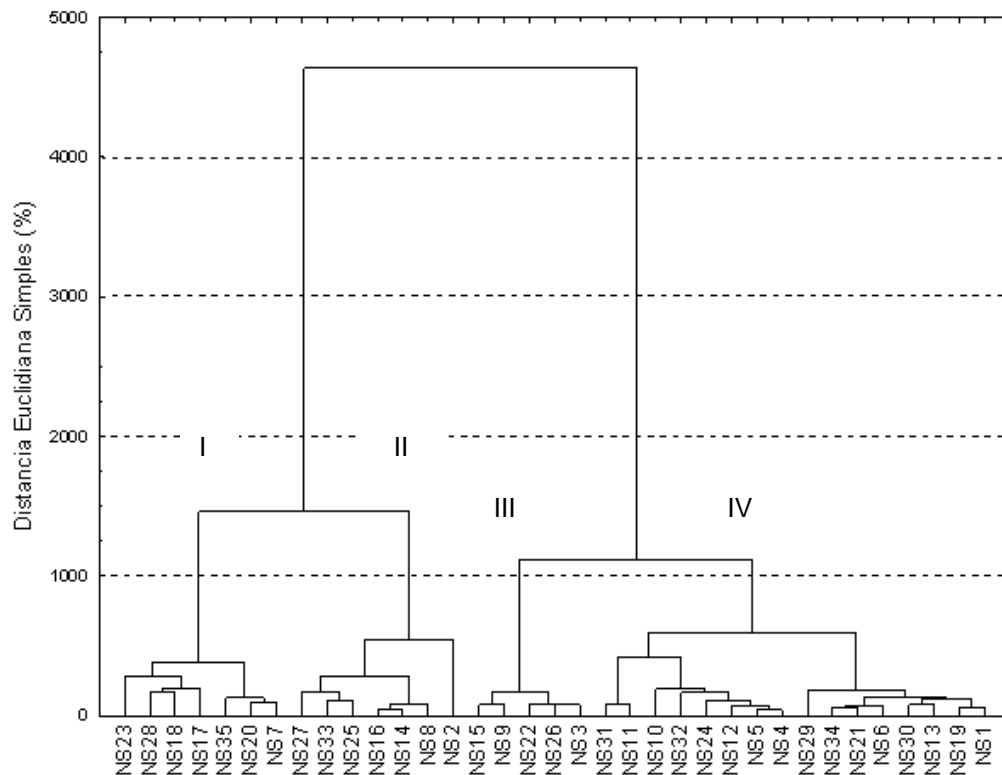


Figura 2. Dendrograma de divergência genética entre 35 genótipos provenientes da F_2 do cruzamento entre BRS 149 Nordestina e Sipeal 28. Cruz das Almas-BA, UFRB, 2009.

Tabela 3. Análise descritiva dos caracteres agrônômicos. Valores máximos e mínimos, média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV%) em populações segregantes (F₂) da mamoneira (BRS 149 Nordestina x Sipeal 28). Cruz das Almas-BA. 2009.

Genótipos	CT	CE	NR	EST	P3R	PRPL	NRPL	NF3R	NFPL	NS3R	NSPL	PS3R	PSPL	Ciclo
NS1	22,0	10,0	4,0	1,9	100,3	440,7	8,0	29,1	109,0	87,3	326,0	61,9	264,1	175,0
NS2	38,0	24,0	5,0	2,4	111,4	1037,5	5,0	26,4	265,0	79,3	794,0	66,3	603,0	201,0
NS3	10,0	7,0	5,0	1,3	35,2	250,2	6,0	10,8	65,7	32,5	197,0	16,0	137,6	232,0
NS4	25,0	19,0	9,0	2,1	53,4	367,0	5,0	8,6	92,3	25,9	277,0	25,3	202,8	232,0
NS5	16,0	9,0	3,0	2,2	48,5	332,8	7,0	12,0	89,0	36,0	267,0	26,0	192,3	232,0
NS6	29,0	15,0	3,0	2,0	74,2	435,4	3,0	6,0	115,0	18,0	346,0	32,6	214,3	175,0
NS7	30,0	20,0	6,0	1,7	107,4	549,7	18,0	27,2	154,0	81,7	463,0	62,4	322,6	201,0
NS8	33,0	25,0	5,0	2,0	143,9	733,5	3,0	30,1	181,0	90,3	542,0	73,5	429,1	201,0
NS9	10,0	4,0	3,0	1,4	33,7	188,2	3,0	7,4	58,7	22,2	176,0	33,7	118,3	201,0
NS10	23,0	13,0	6,0	2,2	34,1	282,4	9,0	10,9	125,0	32,7	375,0	21,6	152,9	232,0
NS11	22,0	12,0	6,0	1,9	64,9	181,4	5,0	12,4	127,0	37,3	380,0	30,0	278,1	201,0
NS12	21,0	13,0	5,0	2,0	44,5	369,6	8,0	19,3	106,0	40,0	319,0	16,1	228,6	232,0
NS13	11,0	5,0	6,0	1,7	113,1	445,4	2,0	23,2	98,7	69,5	296,0	55,5	209,3	201,0
NS14	25,0	16,0	7,0	2,3	106,1	744,0	7,0	25,0	186,0	75,0	558,0	59,4	410,1	198,0
NS15	12,0	4,0	2,0	1,7	43,9	159,9	4,0	11,5	42,3	34,5	127,0	26,2	152,7	232,0
NS16	28,0	20,0	8,0	2,2	81,7	730,8	6,0	20,4	188,0	61,3	564,0	47,5	406,6	232,0
NS17	14,0	7,0	2,0	1,1	97,8	514,2	6,0	25,2	138,0	75,7	414,0	85,5	455,1	232,0
NS18	30,0	15,0	5,0	1,8	159,2	510,2	7,0	41,5	117,0	124,5	352,0	78,0	307,4	198,0
NS19	12,0	8,2	7,0	1,4	86,6	460,0	6,0	22,2	121,0	66,7	364,0	55,5	287,2	198,0
NS20	39,0	28,0	10,0	1,8	111,0	597,8	14,0	20,1	166,0	60,3	498,0	46,8	258,6	198,0
NS21	18,3	9,3	5,0	1,5	57,7	469,6	16,0	11,8	118,0	35,3	355,0	30,2	245,6	201,0
NS22	19,0	7,0	4,0	1,3	79,8	295,5	12,0	19,5	62,7	58,5	188,0	47,8	141,2	201,0
NS23	28,0	23,0	3,0	1,6	133,1	710,9	3,0	32,7	98,0	98,0	294,0	62,2	225,2	198,0
NS24	34,0	22,2	4,0	2,1	77,3	376,2	5,0	13,9	75,7	41,7	227,0	32,4	168,1	232,0
NS25	25,0	15,0	6,0	1,9	120,8	763,8	6,0	29,2	207,0	87,7	621,0	68,3	433,2	255,0
NS26	36,0	21,0	1,0	1,3	79,7	235,6	4,0	19,2	57,7	57,7	173,0	44,2	132,7	255,0
NS27	36,0	23,0	8,0	2,0	148,2	879,6	16,0	38,2	235,0	114,7	704,0	88,4	493,3	175,0
NS28	13,0	10,0	6,0	1,9	74,2	618,9	4,0	22,9	105,0	68,7	314,0	43,9	349,7	198,0
NS29	25,0	17,0	6,0	1,5	49,7	427,9	6,0	19,0	109,0	57,0	327,0	41,2	252,9	321,0
NS30	25,0	13,0	3,0	1,3	90,6	381,4	6,0	24,4	104,0	73,3	313,0	57,3	237,5	198,0
NS31	20,4	9,4	3,0	1,3	70,3	168,6	4,0	21,7	107,3	65,0	322,0	55,2	284,2	232,0
NS32	15,3	7,3	3,0	1,4	74,8	311,1	4,0	20,3	100,0	61,0	300,0	60,1	287,3	198,0
NS33	18,2	10,0	9,0	1,6	115,5	816,3	14,0	25,4	210,0	76,3	629,0	66,1	472,9	175,0
NS34	30,2	21,0	4,0	1,6	82,7	443,1	6,0	20,2	117,0	60,7	352,0	43,1	236,0	232,0
NS35	25,2	16,2	5,0	1,5	117,6	591,5	6,0	39,6	188,0	118,7	563,0	62,1	312,8	232,0
Mínimo	10,0	4,0	1,0	1,1	33,7	159,9	2,0	6,0	42,3	18,0	127,0	16,0	118,3	175,0
Máximo	39,0	28,0	10,0	2,4	159,2	1037,5	18,0	41,5	265,0	124,5	794,0	88,4	603,0	321,0
Média	23,4	14,2	5,1	1,7	86,4	480,6	7,0	21,4	126,8	63,6	380,5	49,2	283,0	214,5
DP	8,4	6,6	2,1	0,3	33,6	219,0	4,1	8,9	53,0	27,1	158,6	19,2	117,8	28,8
CV	39,6	46,5	42,3	19,6	38,9	45,6	58,8	41,9	41,8	42,6	41,7	39,1	41,6	13,4

CT: comprimento total do racemo (cm); CE: comprimento efetivo do racemo (cm); EST: estatura (m); NR: nº de ramificações; P3R: peso de três racemos (g); PRPL: peso de racemos por planta (g); NRPL: nº de por planta; NF3R: nº de frutos de três racemos; NFPL: nº de frutos por planta; NS3R: nº de sementes de três racemos; NSPL: nº de sementes por planta; PS3R: peso de sementes de três racemos (g); PSPL: peso de sementes por planta (g) e Ciclo (dias).

Os cruzamentos entre BRS 149 Nordestina x Mirante 10 resultaram em poucos indivíduos, mesmo assim ocorreu a formação de três grupos (I, II e III) homogêneos distintos, devido a natureza distinta dos genitores, destacando o **grupo I** (NM3 e NM4), **II** (NM2) e **III** (NM1, NM5 e NM6) com 2, 1 e 3 genótipos, respectivamente (Figura 3). O genótipo NM2 obteve o melhor resultado, contrastando com o NM5, que apresentou o menor valor. Estes genótipos foram os mais divergentes dentro deste cruzamento (Tabela 4).

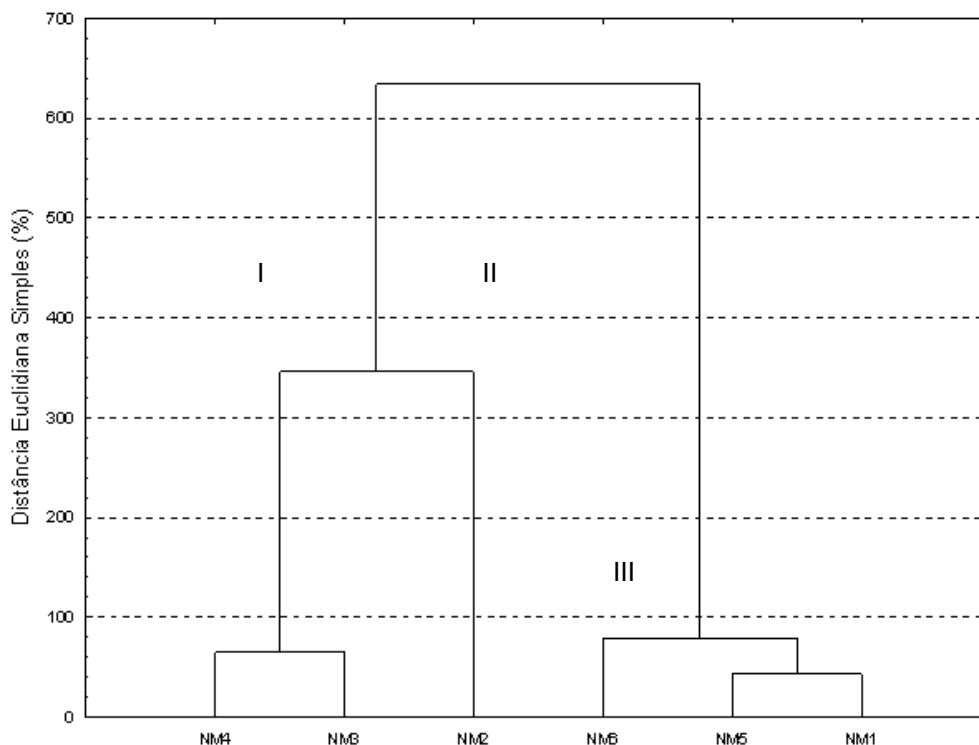


Figura 3. Dendrograma de divergência genética entre 6 genótipos provenientes da F_2 do cruzamento entre BRS 149 Nordestina e Mirante 10. Cruz das Almas-BA, UFRB, 2009.

Tabela 4. Análise descritiva dos caracteres agronômicos. Valores máximos e mínimos, média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV%) em populações segregantes (F₂) da mamoneira (BRS 149 Nordestina x Mirante 10). Cruz das Almas-BA. 2009.

Genótipos	CT	CE	NR	EST	P3R	PRPL	NRPL	NF3R	NFPL	NS3R	NSPL	PS3R	PSPL	Ciclo
NM1	24,0	10,0	4,0	1,9	33,3	132,5	5,0	14,2	59,7	42,7	179,0	20,6	76,9	244,0
NM2	19,0	12,0	7,0	1,7	53,2	308,5	7,0	31,4	187,0	94,3	561,0	32,6	240,3	244,0
NM3	10,0	4,0	5,0	1,7	55,7	232,7	9,0	15,7	120,3	47,0	361,0	17,8	153,7	228,0
NM4	15,0	4,0	6,0	1,9	44,2	231,5	6,0	12,0	106,0	36,0	318,0	12,8	113,5	214,0
NM5	8,0	3,0	2,0	2,3	57,8	120,8	5,0	18,3	66,7	55,0	200,0	21,3	76,2	231,0
NM6	25,0	15,0	6,0	1,7	31,2	114,0	7,0	10,9	56,0	32,7	168,0	13,7	62,9	184,0
Mínimo	8,0	3,0	2,0	1,7	31,2	114,0	5,0	10,9	56,0	32,7	168,0	12,8	62,9	184,0
Máximo	25,0	15,0	7,0	2,3	57,8	308,5	9,0	31,4	187,0	94,3	561,0	32,6	240,3	244,0
Média	16,8	8,0	5,0	1,9	45,9	190,0	6,5	17,1	99,3	51,3	297,8	19,8	120,6	224,2
DP	7,1	5,0	1,8	0,2	11,6	79,3	1,5	7,5	50,4	22,5	151,1	7,2	67,4	22,6
CV	42,1	62,7	35,8	12,4	25,2	41,7	23,3	43,9	50,7	43,9	50,7	36,2	55,9	10,1

CT: comprimento total do racemo (cm); CE: comprimento efetivo do racemo (cm); EST: estatura (m); NR: nº de ramificações; P3R: peso de três racemos (g); PRPL: peso de racemos por planta (g); NRPL: nº de por planta; NF3R: nº de frutos de três racemos; NFPL: nº de frutos por planta; NS3R: nº de sementes de três racemos; NSPL: nº de sementes por planta; PS3R: peso de sementes de três racemos (g); PSPL: peso de sementes por planta (g) e Ciclo (dias).

Na figura 4, o dendrograma apresenta a formação de quatro grupos (I, II, III, IV e V) homogêneos distintos resultantes dos cruzamentos entre a BRS 188 Paraguaçu x EBDA MPA 17. Os **grupos I, II, III, IV e V** apresentam 2, 11, 3, 3 e 8 genótipos, respectivamente. Os genótipos com melhores resultados e superiores à média foram encontrados nos grupos I (PMP7 e PMP10) e III (PMP2 e PMP20) e os valores inferiores foram encontrados nos genótipos do grupo IV (PMP17, PMP22 e PMP23) e grupo V (PMP19). As combinações mais divergentes podem ser obtidas através de cruzamentos entre indivíduos do grupo I e III com o grupo IV e V. Os cruzamentos entre os indivíduos I e III pode resultar em materiais com melhores resultados, devido sua divergencia e comportamento superior agronomicamente (Tabela 5).

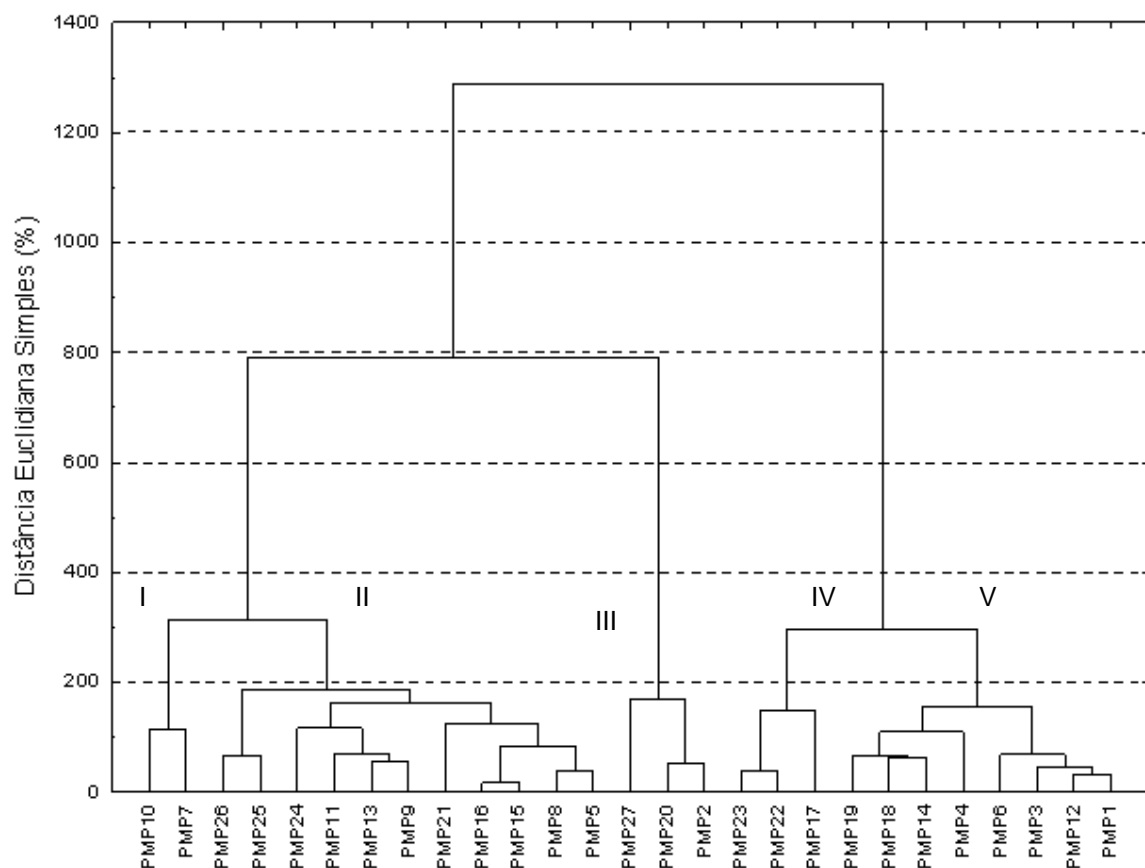


Figura 4. Dendrograma de divergência genética entre 27 genótipos provenientes da F₂ do cruzamento entre BRS 188 Paraguaçu e EBDA MPA 17. Cruz das Almas-BA, UFRB, 2009.

Tabela 5. Análise descritiva dos caracteres agrônômicos. Valores máximos e mínimos, média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV%) em populações segregantes (F₂) da mamoneira (BRS 188 Paraguaçu x EBDA MPA 17). Cruz das Almas-BA. 2009.

Genótipos	CT	CE	NR	EST	P3R	PRPL	NRPL	NF3R	NFPL	NS3R	NSPL	PS3R	PSPL	Ciclo
PMP1	18,0	15,0	1,0	1,1	55,8	167,4	3,0	16,2	48,7	48,7	146,0	39,6	118,7	210,0
PMP2	28,0	23,0	8,0	1,9	93,5	413,8	11,0	23,7	129,7	71,3	389,0	45,9	207,0	235,0
PMP3	25,0	22,5	4,0	1,9	53,3	159,9	3,0	16,9	50,7	50,7	152,0	44,2	132,6	235,0
PMP4	14,0	11,0	4,0	1,2	41,8	168,0	3,0	11,5	23,0	34,5	69,0	25,6	151,3	208,0
PMP5	13,0	9,0	2,0	1,2	76,6	229,7	3,0	30,0	60,0	60,0	180,0	52,2	156,6	208,0
PMP6	20,0	17,0	4,0	1,7	35,3	163,3	5,0	12,0	56,0	36,0	168,0	17,6	159,7	208,0
PMP7	17,0	12,0	5,0	1,6	77,0	342,5	6,0	23,3	43,3	70,0	130,0	48,4	280,0	208,0
PMP8	15,2	9,0	4,0	1,5	52,7	230,1	5,0	22,2	65,6	66,7	197,0	28,8	147,7	208,0
PMP9	15,0	12,0	1,0	1,0	78,8	236,5	3,0	24,4	73,3	73,3	220,0	67,0	201,0	208,0
PMP10	23,0	15,0	6,0	1,7	87,2	351,7	14,0	33,0	54,7	99,0	164,0	84,1	184,1	208,0
PMP11	19,0	16,0	6,0	1,5	72,9	293,5	6,0	19,1	64,0	86,2	192,0	75,5	192,5	208,0
PMP12	20,0	16,0	5,0	1,6	47,7	178,4	6,0	14,6	55,0	43,7	165,0	27,9	102,1	208,0
PMP13	16,0	12,0	3,0	1,5	45,1	254,7	8,0	20,2	63,8	60,5	191,5	52,2	216,8	210,0
PMP14	14,0	8,0	1,0	1,0	63,1	126,1	2,0	20,7	41,3	62,0	124,0	59,0	118,0	208,0
PMP15	16,0	10,0	3,0	1,5	54,8	189,1	4,0	26,6	65,5	53,2	196,4	45,2	177,6	210,0
PMP16	14,0	10,0	2,0	1,5	67,5	183,7	4,0	18,1	66,2	54,2	198,7	50,8	175,5	208,0
PMP17	15,0	10,0	1,0	0,9	55,9	55,9	1,0	17,7	17,7	53,0	53,0	30,4	30,4	182,0
PMP18	14,0	10,0	1,0	0,9	40,9	140,7	3,0	18,7	41,3	56,0	123,9	4,8	109,6	189,0
PMP19	12,0	12,0	2,0	1,1	39,1	117,4	3,0	17,5	35,0	52,5	105,0	31,8	63,7	208,0
PMP20	21,0	15,0	4,0	2,1	93,7	425,0	7,0	21,9	113,7	65,7	341,0	49,7	203,7	235,0
PMP21	12,0	8,0	1,0	0,7	121,6	214,9	3,0	18,3	45,0	54,8	135,0	53,3	178,9	178,0
PMP22	17,0	10,0	4,0	1,3	41,9	102,7	4,0	11,2	39,3	33,7	118,0	17,7	61,7	283,0
PMP23	18,0	13,0	2,0	1,4	47,6	106,7	3,0	9,7	29,3	29,3	88,0	18,6	55,9	261,0
PMP24	14,0	10,0	5,0	1,7	61,0	272,4	6,0	26,6	79,7	44,7	239,0	34,7	132,7	208,0
PMP25	15,0	10,0	2,0	1,4	79,1	217,4	4,0	19,7	59,0	66,0	177,0	47,6	121,2	261,0
PMP26	22,0	22,0	7,0	2,0	132,6	238,3	9,0	19,1	57,3	85,0	172,0	72,3	121,1	261,0
PMP27	26,0	22,0	2,0	1,8	122,3	294,1	9,0	39,1	117,3	100,3	352,0	67,2	201,7	261,0
Mínimo	12,0	8,0	1,0	0,7	35,3	55,9	1,0	9,7	17,7	29,3	53,0	4,8	30,4	178,0
Máximo	28,0	23,0	8,0	2,1	132,6	425,0	14,0	39,1	129,7	100,3	389,0	84,1	280,0	283,0
Média	17,5	13,3	3,3	1,4	68,1	217,6	5,1	20,4	59,1	59,7	177,3	44,2	148,2	219,1
DP	4,3	4,6	2,0	0,4	26,6	92,6	3,0	6,7	26,6	18,4	79,7	19,5	57,1	26,1
CV	24,7	34,5	60,0	25,7	39,1	42,6	58,3	32,7	45,0	30,8	44,9	44,1	38,5	11,9

CT: comprimento total do racemo (cm); CE: comprimento efetivo do racemo (cm); EST: estatura (m); NR: nº de ramificações; P3R: peso de três racemos (g); PRPL: peso de racemos por planta (g); NRPL: nº de por planta; NF3R: nº de frutos de três racemos; NFPL: nº de frutos por planta; NS3R: nº de sementes de três racemos; NSPL: nº de sementes por planta; PS3R: peso de sementes de três racemos (g); PSPL: peso de sementes por planta (g) e Ciclo (dias).

A figura 5, apresenta a formação de cinco grupos constituídos através dos cruzamentos entre Sipeal 28 e BRS 188 Paraguaçu. O **grupo I** (SP8, SP11, SP13, SP14, SP15, SP16, SP17, SP18 e SP20), **grupo II** (SP2), **grupo III** (SP7), **grupo IV** (SP3, SP5 e SP10) e **grupo V** (SP1, SP4, SP6, SP9, SP12 e SP19) englobam 9, 1, 1, 3 e 6 genótipos, respectivamente. Os genótipos com os melhores valores, superiores à média, foram SP2 (Grupo II), SP7 (Grupo III), SP10 (Grupo IV), SP1 e SP9 (Grupo V). Os menores valores pertencem ao grupo I (SP8, SP11, SP14 e SP20). Os cruzamentos mais divergentes podem ser alcançados através dos indivíduos do grupo I com os do grupo II, III, IV e V (Tabela 6).



Figura 5. Dendrograma de divergência genética entre 20 genótipos provenientes da F_2 do cruzamento entre Sipeal 28 e BRS 188 Paraguaçu. Cruz das Almas-BA, UFRB, 2009.

Tabela 6. Análise descritiva dos caracteres agrônômicos. Valores máximos e mínimos, média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV%) em populações segregantes (F₂) da mamoneira (Sipeal 28 x BRS 188 Paraguaçu). Cruz das Almas-BA. 2009.

F2	CT	CE	NR	EST	P3R	PRPL	NRPL	NF3R	NFPL	NS3R	NSPL	PS3R	PSPL	Ciclo
SP1	17,0	14,0	5,0	2,1	52,5	397,8	8,0	32,2	96,7	59,5	290,0	44,6	214,9	214,0
SP2	22,0	16,0	10,0	2,3	179,9	1280,8	17,0	113,3	340,0	158,7	1020,0	107,3	768,4	214,0
SP3	12,0	7,0	9,0	1,6	69,5	506,8	10,0	45,4	136,3	58,3	409,0	37,4	281,4	214,0
SP4	14,0	8,0	2,0	1,2	124,6	373,7	3,0	35,2	105,7	105,7	317,0	97,4	292,3	214,0
SP5	25,0	16,0	7,0	1,7	62,7	475,5	12,0	43,0	129,0	49,7	387,0	36,7	284,2	235,0
SP6	30,0	30,0	4,0	1,7	135,1	410,5	4,0	35,3	106,3	104,3	319,0	75,2	224,9	235,0
SP7	25,0	16,0	12,0	2,3	132,1	919,2	17,0	58,3	175,0	94,7	525,0	76,8	522,1	215,0
SP8	12,0	10,0	2,0	1,7	57,1	114,2	2,0	11,0	33,0	49,5	99,0	33,3	66,6	214,0
SP9	15,0	8,0	7,0	1,7	53,6	325,1	10,0	28,6	85,7	41,3	257,0	29,2	176,0	214,0
SP10	23,0	23,0	4,0	1,5	92,2	562,5	6,0	26,9	158,7	80,7	452,0	70,8	398,9	214,0
SP11	8,0	4,0	1,0	1,7	122,2	122,2	1,0	10,1	30,3	91,0	91,0	71,2	71,2	214,0
SP12	7,0	4,0	1,0	0,8	72,9	218,5	3,0	23,1	69,3	69,3	208,0	67,0	201,0	270,0
SP13	10,0	8,5	2,0	1,9	35,1	44,8	2,0	28,3	63,0	85,0	189,0	42,0	130,0	214,0
SP14	16,0	12,0	2,0	2,1	81,3	81,3	1,0	8,0	24,0	72,0	72,0	51,0	51,0	214,0
SP15	6,5	3,5	1,0	0,8	120,6	120,6	1,0	40,2	40,2	120,6	120,6	121,4	121,4	245,0
SP16	23,0	18,0	2,0	1,7	66,5	212,3	3,0	18,7	56,0	56,0	168,0	39,4	118,4	245,0
SP17	20,0	14,0	1,0	0,9	83,2	181,2	3,0	20,6	61,7	61,7	185,0	37,8	113,3	214,0
SP18	14,0	11,0	4,0	2,3	50,2	164,0	16,0	21,6	64,7	44,3	194,0	29,9	134,5	214,0
SP19	16,0	12,0	3,0	0,9	94,1	254,9	3,0	31,0	93,0	77,7	279,0	52,4	185,8	214,0
SP20	13,0	8,0	3,0	2,5	38,9	120,8	3,0	12,2	36,7	35,7	110,0	20,1	69,3	214,0
Mínimo	6,5	3,5	1,0	0,8	35,1	44,8	1,0	8,0	24,0	35,7	72,0	20,1	51,0	214,0
Máximo	30,0	30,0	12,0	2,5	179,9	1280,8	17,0	113,3	340,0	158,7	1020,0	121,4	768,4	270,0
Média	16,4	12,2	4,1	1,6	86,2	344,3	6,3	32,1	95,3	75,8	284,6	57,0	221,3	222,1
DP	6,60	6,60	3,26	0,52	38,36	305,11	5,51	23,09	71,96	30,49	214,83	27,97	175,38	15,64
CV	40,2	54,3	79,5	31,4	44,5	88,6	88,2	71,8	75,5	40,2	75,5	49,0	79,3	7,0

CT: comprimento total do racemo (cm); CE: comprimento efetivo do racemo (cm); EST: estatura (m); NR: nº de ramificações; P3R: peso de três racemos (g); PRPL: peso de racemos por planta (g); NRPL: nº de por planta; NF3R: nº de frutos de três racemos; NFPL: nº de frutos por planta; NS3R: nº de sementes de três racemos; NSPL: nº de sementes por planta; PS3R: peso de sementes de três racemos (g); PSPL: peso de sementes por planta (g) e Ciclo (dias).

O dendrograma da figura 6 expressa o cruzamento entre a EBDA MPA 17 e Mirante 10, com formação de quatro grupos homogêneos distintos, apresentando 2, 5, 9 e 9 genótipos, respectivamente, para os grupos I, II, III e IV. As melhores constituições, com resultados acima da média geral, foram observadas nos indivíduos do grupo II (MPM4, MPM9, MPM13, MPM24 e MPM25), III (MPM1 e MPM23) e IV (MPM10). Os genótipos com menor desempenho foram encontrados no grupo IV (MPM5, MPM7 e MPM8), III (MPM19) e II (MPM25) (Tabela 7).

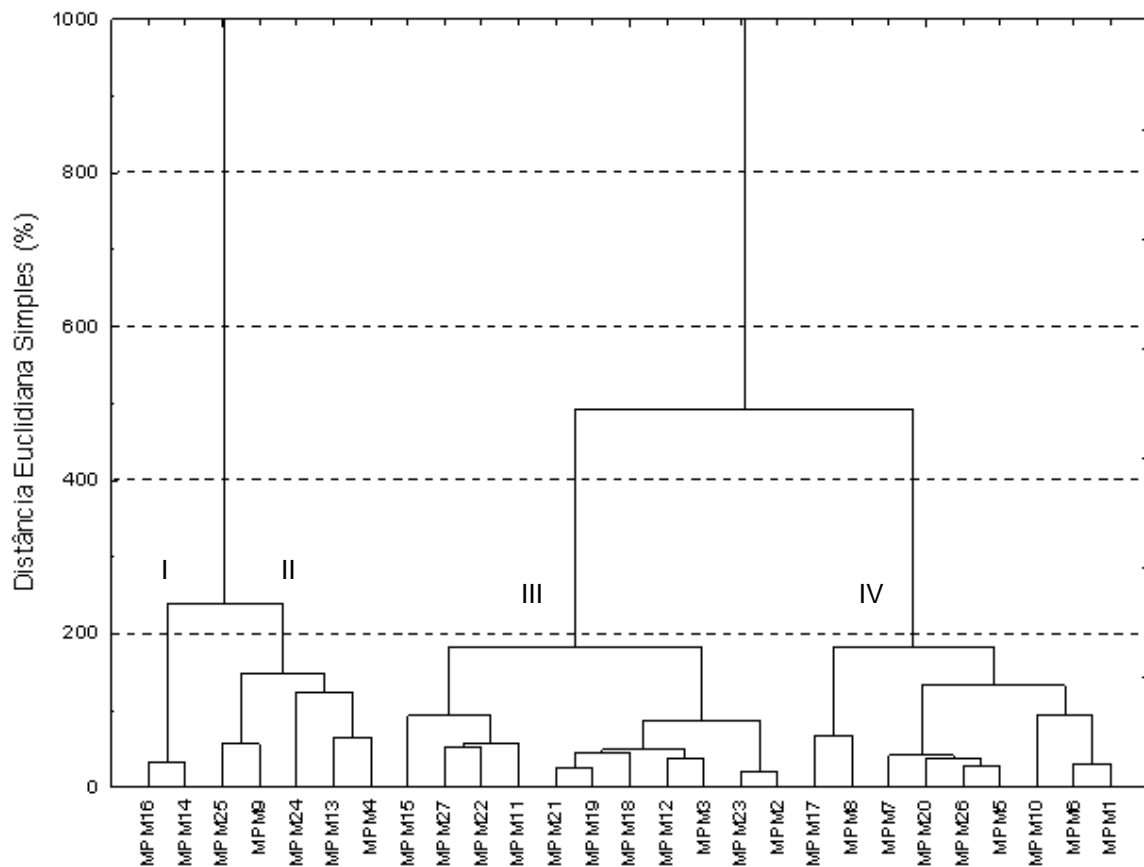


Figura 6. Dendrograma de divergência genética entre 27 genótipos provenientes da F_2 do cruzamento entre EBDA MPA 17 e Mirante 10. Cruz das Almas-BA, UFRB, 2009.

Tabela 7. Análise descritiva dos caracteres agrônômicos. Valores máximos e mínimos, média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV%) em populações segregantes (F₂) da mamoneira (EBDA MPA 17 x Mirante 10). Cruz das Almas-BA. 2009.

Genótipos	CT	CE	NR	EST	P3R	PRPL	NRPL	NF3R	NFPL	NS3R	NSPL	PS3R	PSPL	CICLO
MPM1	12,0	12,0	1,0	1,9	53,0	107,0	2,0	12,0	33,5	36,0	100,7	33,6	107,5	261,0
MPM2	26,0	23,0	2,0	1,9	74,1	148,1	2,0	15,7	47,0	70,5	141,0	44,2	88,2	214,0
MPM3	30,0	26,0	2,0	2,1	55,5	166,1	3,0	14,8	44,3	44,3	133,0	25,7	78,3	214,0
MPM4	19,0	12,0	5,0	1,7	64,9	274,6	6,0	27,1	81,3	52,7	244,0	32,1	138,3	214,0
MPM5	20,0	12,0	2,0	1,4	48,8	99,8	2,0	12,1	36,3	54,5	109,0	27,7	55,6	240,0
MPM6	14,0	10,0	2,0	1,6	43,6	104,8	3,0	12,7	38,0	38,0	114,0	35,7	107,0	235,0
MPM7	17,0	10,0	2,0	1,3	40,4	121,2	3,0	13,3	40,0	40,0	120,0	21,6	64,8	210,0
MPM8	24,0	19,0	1,0	1,0	25,4	76,1	3,0	9,3	28,0	28,0	84,0	16,2	48,7	210,0
MPM9	29,0	24,0	1,0	1,1	69,1	284,2	6,0	21,8	65,3	57,0	196,0	32,5	182,6	216,0
MPM10	11,0	11,0	1,0	2,2	29,8	159,4	3,0	14,6	29,3	44,0	88,0	22,5	134,7	210,0
MPM11	19,0	17,0	5,0	1,5	33,2	192,3	4,0	20,4	61,3	43,3	184,0	22,1	125,4	210,0
MPM12	18,0	13,0	3,0	1,7	44,2	168,8	4,0	17,9	53,7	40,3	161,0	23,7	89,9	210,0
MPM13	35,0	30,0	3,0	1,8	70,0	261,4	4,0	32,2	96,7	78,0	290,0	43,2	156,8	210,0
MPM14	22,0	16,0	4,0	1,7	63,7	191,7	4,0	32,3	97,0	68,3	291,0	51,8	167,3	210,0
MPM15	25,0	20,0	2,0	1,7	71,8	241,5	3,0	20,7	62,0	62,0	186,0	37,4	96,2	210,0
MPM16	20,0	15,0	3,0	1,6	47,7	186,9	4,0	32,2	96,7	58,0	290,0	29,9	152,3	210,0
MPM17	14,0	11,0	2,0	1,3	23,2	46,1	2,0	4,6	14,0	21,0	42,0	9,9	19,9	235,0
MPM18	34,0	29,0	3,0	1,9	35,8	147,3	4,0	15,4	46,3	32,3	139,0	27,8	97,8	235,0
MPM19	23,0	18,0	4,0	1,6	40,3	140,3	4,0	17,9	53,7	45,7	161,0	24,7	84,5	235,0
MPM20	24,0	18,0	2,0	1,1	39,4	118,0	3,0	12,0	36,0	36,0	108,0	43,2	58,2	235,0
MPM21	22,0	15,0	2,0	1,4	47,7	143,2	3,0	17,7	53,0	53,0	159,0	27,2	81,6	214,0
MPM22	22,0	17,0	3,0	1,4	52,8	162,8	4,0	21,7	65,0	58,7	195,0	32,3	104,5	235,0
MPM23	23,0	15,0	1,0	1,1	69,0	137,9	2,0	14,7	44,0	66,0	132,0	38,6	77,3	215,0
MPM24	13,0	9,0	3,0	1,2	94,9	346,9	16,0	35,2	105,7	81,7	317,0	59,7	156,4	215,0
MPM25	31,0	24,0	3,0	1,6	100,8	317,5	4,0	23,8	71,3	66,0	214,0	58,2	182,8	215,0
MPM26	16,0	12,0	2,0	1,1	51,0	102,0	2,0	11,0	33,0	49,5	99,0	29,7	58,4	215,0
MPM27	27,0	22,0	2,0	1,2	55,4	166,3	3,0	21,2	63,7	63,7	191,0	31,7	95,3	185,0
Mínimo	11,0	9,0	1,0	1,0	25,4	76,1	2,0	9,3	28,0	28,0	84,0	16,2	48,7	185,0
Máximo	35,0	30,0	5,0	2,2	100,8	346,9	16,0	35,2	105,7	81,7	317,0	59,7	182,8	261,0
Média	22,3	17,4	2,4	1,5	54,7	175,3	3,9	19,3	57,3	53,0	171,8	33,5	106,9	217,3
DP	6,4	5,9	1,1	0,3	18,2	69,8	2,6	7,2	22,4	14,2	67,1	10,8	39,6	16,0
CV	28,6	34,0	45,9	22,2	33,2	39,8	68,6	37,6	39,1	26,7	39,1	32,3	37,0	7,3

CT: comprimento total do racemo (cm); CE: comprimento efetivo do racemo (cm); EST: estatura (m); NR: nº de ramificações; P3R: peso de três racemos (g); PRPL: peso de racemos por planta (g); NRPL: nº de por planta; NF3R: nº de frutos de três racemos; NFPL: nº de frutos por planta; NS3R: nº de sementes de três racemos; NSPL: nº de sementes por planta; PS3R: peso de sementes de três racemos (g); PSPL: peso de sementes por planta (g) e Ciclo (dias).

A figura 7 apresenta a formação de três grupos resultantes do cruzamento entre a EBDA MPA 17 e Sipeal 28, englobando 11, 11 e 32 genótipos, respectivamente, para os grupos I, II e III. Os resultados apresentados na tabela 8 confirmam a superioridade dos representantes do grupo I (MPS3, MPS14, MPS53, MPS54, MPS55 e MPS56), II (MPS23, MPS36 E MPS51) e III (MPS28, MPS32 e MPS35) e IV (MPS21, MPS47 e MPS52), assumindo valores acima da média. Os resultados inferiores foram encontrados entre indivíduos do grupo II (MPS27 e MPS29) e III (MPS11, MPS15 e MPS45). Desse modo, os melhores cruzamentos podem ser obtidos entre os indivíduos mais divergentes encontrados entre os grupos I, II e III.

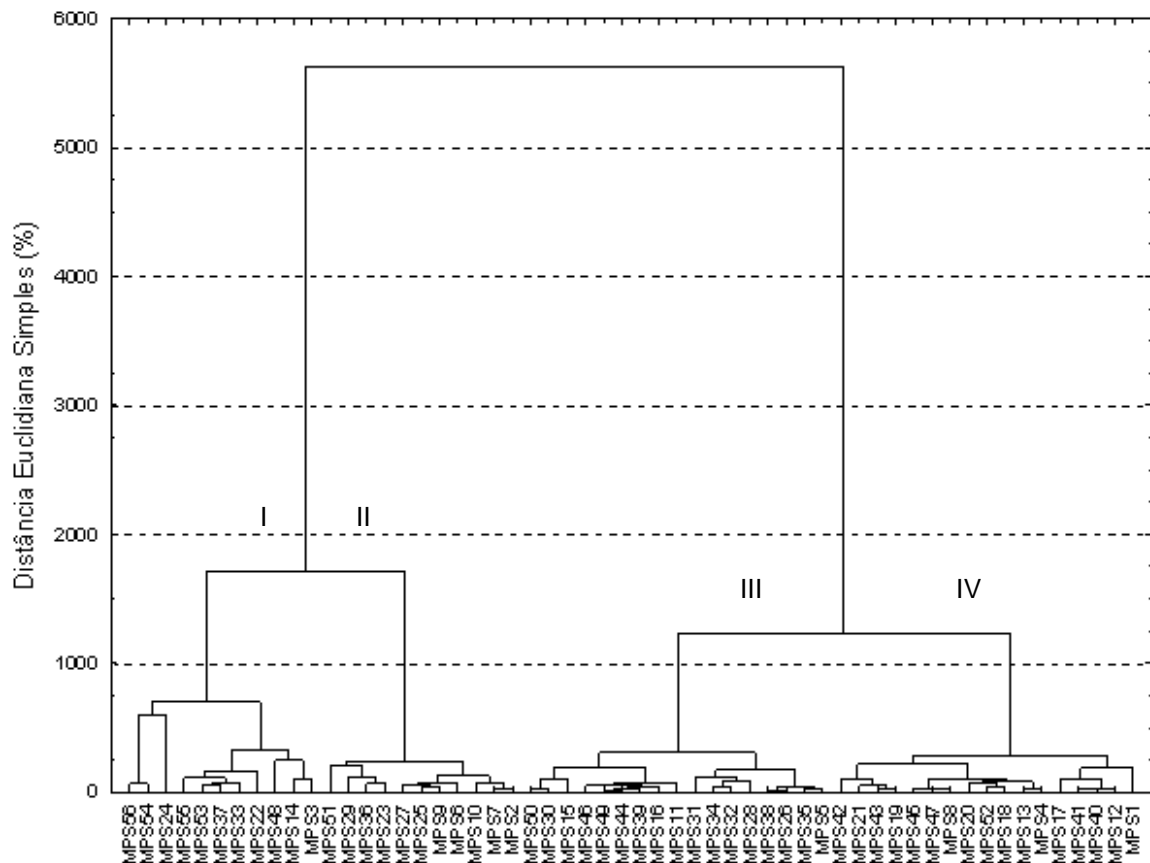


Figura 7. Dendrograma de divergência genética entre 56 genótipos provenientes da F_2 do cruzamento entre EBDA MPA 17 e Sipeal 28. Cruz das Almas-BA, UFRB, 2009.

Tabela 8. Análise descritiva dos caracteres agrônômicos. Valores máximos e mínimos, média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV%) em populações segregantes (F₂) da mamoneira (EBDA MPA 17 x Sipeal 28). Cruz das Almas-BA. 2009.

Genótipos	CT	CE	NR	EST	P3R	PRPL	NRPL	NF3R	NFPL	NS3R	NSPL	PS3R	PSPL	CICLO
MPS1	6,0	2,0	4,0	1,1	49,3	188,5	4,0	31,6	94,7	71,0	284,0	29,3	88,0	185,0
MPS2	17,0	14,0	3,0	1,2	84,9	272,7	6,0	26,2	78,7	71,7	236,0	54,5	174,6	215,0
MPS3	25,3	21,3	7,0	1,4	126,2	503,2	10,0	46,2	138,7	100,3	416,0	77,5	299,0	215,0
MPS4	23,0	16,0	2,0	1,0	58,5	175,5	2,0	17,8	53,3	71,0	160,0	50,4	110,1	215,0
MPS5	11,1	5,1	2,0	1,0	44,1	132,5	3,0	16,0	48,0	48,0	144,0	25,8	77,5	245,0
MPS6	21,0	16,0	3,0	1,5	74,7	262,4	6,0	33,3	100,0	83,0	300,0	43,8	150,2	230,0
MPS7	29,0	23,0	2,0	1,3	96,7	290,0	3,0	26,4	79,3	75,3	238,0	55,5	166,6	215,0
MPS8	19,0	15,0	3,0	1,1	57,8	173,6	3,0	16,2	48,7	48,7	146,0	32,5	97,5	215,0
MPS9	20,3	10,1	4,0	1,5	88,0	293,5	5,0	30,9	92,7	81,7	278,0	55,6	182,5	185,0
MPS10	31,0	20,0	3,0	1,4	84,0	281,1	4,0	26,9	80,7	70,0	242,0	45,9	150,3	275,0
MPS11	23,0	16,0	1,0	0,9	50,7	101,3	2,0	12,4	37,3	56,0	112,0	31,4	62,5	185,0
MPS12	19,0	13,0	3,0	1,2	71,9	228,6	5,0	21,2	63,7	59,7	191,0	42,3	133,7	215,0
MPS13	23,0	16,0	1,0	1,2	86,8	173,7	2,0	16,6	49,7	74,5	149,0	50,6	101,1	215,0
MPS14	37,0	26,0	5,0	1,8	144,4	580,7	7,0	39,8	119,3	99,0	358,0	73,0	299,8	215,0
MPS15	20,0	14,0	1,0	1,1	42,3	126,8	3,0	8,7	26,0	32,0	78,0	19,2	57,7	215,0
MPS16	17,0	12,0	3,0	1,3	71,3	299,0	6,0	19,3	58,0	85,0	174,0	54,1	111,4	215,0
MPS17	9,0	5,0	5,0	1,0	43,4	182,5	6,0	20,1	60,3	56,5	181,0	38,6	101,2	215,0
MPS18	9,0	7,0	1,0	0,9	47,5	177,9	3,0	17,8	55,1	53,4	165,4	36,7	154,3	245,0
MPS19	22,0	13,0	3,0	1,0	43,3	155,5	4,0	19,8	59,3	57,3	178,0	27,8	86,1	186,0
MPS20	9,0	4,0	1,0	0,4	65,8	213,6	4,0	19,1	62,2	57,5	186,7	35,8	177,4	219,0
MPS21	29,0	21,0	6,0	1,2	55,4	462,9	8,0	42,9	128,7	79,3	386,0	58,4	135,0	214,0
MPS22	30,0	27,0	3,0	1,2	95,2	337,0	6,0	30,6	91,7	75,0	275,0	53,1	189,4	236,0
MPS23	23,0	16,0	11,0	1,4	113,5	848,5	13,0	69,2	207,7	85,0	623,0	60,8	377,5	236,0
MPS24	20,0	12,0	3,0	1,5	77,0	301,2	7,0	32,2	96,7	106,7	290,0	44,7	164,2	215,0
MPS25	18,0	15,6	2,0	1,0	41,4	124,2	3,0	15,4	46,3	46,3	139,0	24,5	73,4	215,0
MPS26	14,0	6,0	5,0	1,2	62,7	292,2	6,0	29,7	89,0	61,0	267,0	37,9	153,2	186,0
MPS27	22,0	18,0	1,0	0,7	60,6	60,6	1,0	15,1	45,3	45,0	136,0	28,0	135,0	215,0
MPS28	27,0	20,0	3,0	1,1	84,6	338,0	16,0	33,0	99,0	65,0	297,0	136,2	200,5	261,0
MPS29	8,0	6,0	2,0	0,8	21,2	75,6	4,0	9,1	27,3	23,3	82,0	14,2	42,6	215,0
MPS30	28,0	17,0	1,0	1,0	80,6	161,2	2,0	5,8	17,3	52,0	52,0	47,4	94,9	215,0
MPS31	32,0	27,0	1,0	0,6	66,5	134,8	4,0	15,0	38,3	45,0	115,0	56,9	108,7	215,0
MPS32	25,0	23,2	3,0	1,3	111,1	442,7	6,0	37,8	113,3	82,7	340,0	59,1	242,9	215,0
MPS33	9,0	5,0	4,0	0,5	47,0	121,1	3,0	14,9	40,6	44,7	121,9	45,9	115,9	215,0
MPS34	14,9	9,0	2,0	0,7	30,9	119,6	3,0	16,4	49,3	30,3	148,0	18,2	77,2	236,0
MPS35	28,0	24,0	4,0	1,3	97,7	390,9	6,0	32,7	98,0	73,3	294,0	51,5	154,5	236,0
MPS36	23,0	16,0	5,0	1,4	87,8	459,7	9,0	42,8	128,3	65,0	385,0	45,1	240,6	215,0
MPS37	15,0	10,0	2,0	0,8	44,2	133,1	2,0	15,9	47,7	47,7	143,0	26,9	58,7	215,0
MPS38	17,0	12,0	2,0	0,8	35,9	108,1	3,0	11,3	34,0	14,0	102,0	19,7	59,2	215,0
MPS39	26,0	20,0	2,0	1,0	66,9	242,2	3,0	22,7	68,0	68,0	204,0	37,7	120,6	215,0
MPS40	25,0	20,0	3,0	1,0	71,8	246,2	4,0	22,0	66,0	61,0	198,0	42,6	136,0	215,0
MPS41	10,0	6,0	2,0	0,5	27,4	144,5	4,0	23,7	71,0	48,3	213,0	27,7	152,8	215,0
MPS42	9,0	7,0	2,0	0,5	69,0	189,0	5,0	15,2	59,5	45,7	178,5	33,5	164,3	236,0

Continua...

Tabela 8 – Cont.

Genótipos	CT	CE	NR	EST	P3R	PRPL	NRPL	NF3R	NFPL	NS3R	NSPL	PS3R	PSPL	CICLO
MPS43	11,0	9,0	2,0	0,8	36,5	109,4	3,0	10,6	31,7	31,7	95,0	20,3	61,0	215,0
MPS44	19,0	12,0	2,0	0,8	41,5	183,3	3,0	15,8	47,3	47,3	142,0	25,6	76,6	215,0
MPS45	12,0	10,0	2,0	0,9	30,2	90,6	3,0	12,2	36,7	36,7	110,0	18,7	56,1	236,0
MPS46	18,0	11,0	3,0	1,1	51,0	196,0	6,0	15,6	46,7	38,0	140,0	27,2	100,2	215,0
MPS47	23,0	18,0	8,0	1,1	102,3	531,6	10,0	46,4	139,3	79,3	418,0	55,5	310,8	215,0
MPS48	20,0	15,0	2,0	0,8	37,3	113,5	3,0	10,6	31,7	31,7	95,0	19,6	59,0	215,0
MPS49	15,0	11,0	2,0	1,2	95,5	289,4	5,0	26,7	138,3	80,3	414,9	58,0	173,9	216,0
MPS50	19,0	13,0	2,0	1,1	61,1	192,7	4,0	22,7	68,0	62,3	204,0	32,1	122,1	236,0
MPS51	13,0	8,0	6,0	1,3	69,9	416,4	10,0	42,9	128,7	56,7	386,0	40,9	256,3	236,0
MPS52	19,0	16,0	4,0	1,1	120,3	379,5	6,0	31,9	198,4	95,7	595,2	73,7	272,9	215,0
MPS53	22,0	15,0	2,0	1,3	39,7	438,5	5,0	45,3	136,0	105,7	408,0	78,0	285,8	215,0
MPS54	23,0	16,0	3,0	1,1	111,9	416,3	6,0	69,2	207,7	97,3	623,0	67,2	248,0	215,0
MPS55	22,0	15,0	2,0	1,3	39,7	438,5	5,0	45,3	136,0	105,7	408,0	78,0	285,8	215,0
MPS56	23,0	16,0	3,0	1,1	111,9	416,3	6,0	69,2	207,7	97,3	623,0	67,2	248,0	215,0
Mínimo	6,0	2,0	1,0	0,4	21,2	60,6	1,0	5,8	17,3	14,0	52,0	14,2	42,6	185,0
Máximo	37,0	27,0	11,0	1,8	144,4	848,5	16,0	69,2	207,7	106,7	623,0	136,2	377,5	275,0
Média	19,7	14,1	3,0	1,1	68,4	263,4	5,0	26,5	82,5	64,0	247,7	44,9	152,4	218,7
DP	7,0	6,1	1,9	0,3	28,4	153,7	2,8	15,0	48,2	22,5	144,7	21,1	79,7	16,5
CV	35,3	42,9	62,4	27,6	41,5	58,3	55,8	56,6	58,4	35,1	58,4	47,1	52,3	7,5

CT: comprimento total do racemo (cm); CE: comprimento efetivo do racemo (cm); EST: estatura (m); NR: nº de ramificações; P3R: peso de três racemos (g); PRPL: peso de racemos por planta (g); NRPL: nº de por planta; NF3R: nº de frutos de três racemos; NFPL: nº de frutos por planta; NS3R: nº de sementes de três racemos; NSPL: nº de sementes por planta; PS3R: peso de sementes de três racemos (g); PSPL: peso de sementes por planta (g) e Ciclo (dias).

A análise do dendrograma da figura 8, cruzamento resultante entre a Mirante 10 e Sipeal 28, indica a formação de três grupos homogêneos distintos para os caracteres avaliados, sendo encontrados 8, 7 e 6 genótipos, respectivamente, para os grupos I, II e III. Os destaques foram o MS3 e MS11 (Grupo I), MS10 (Grupo II) e MS2 (Grupo III), enquanto que os menores valores foram obtidos pelo grupo I (MS12) e II (MS19 e MS21) (Tabela 9).

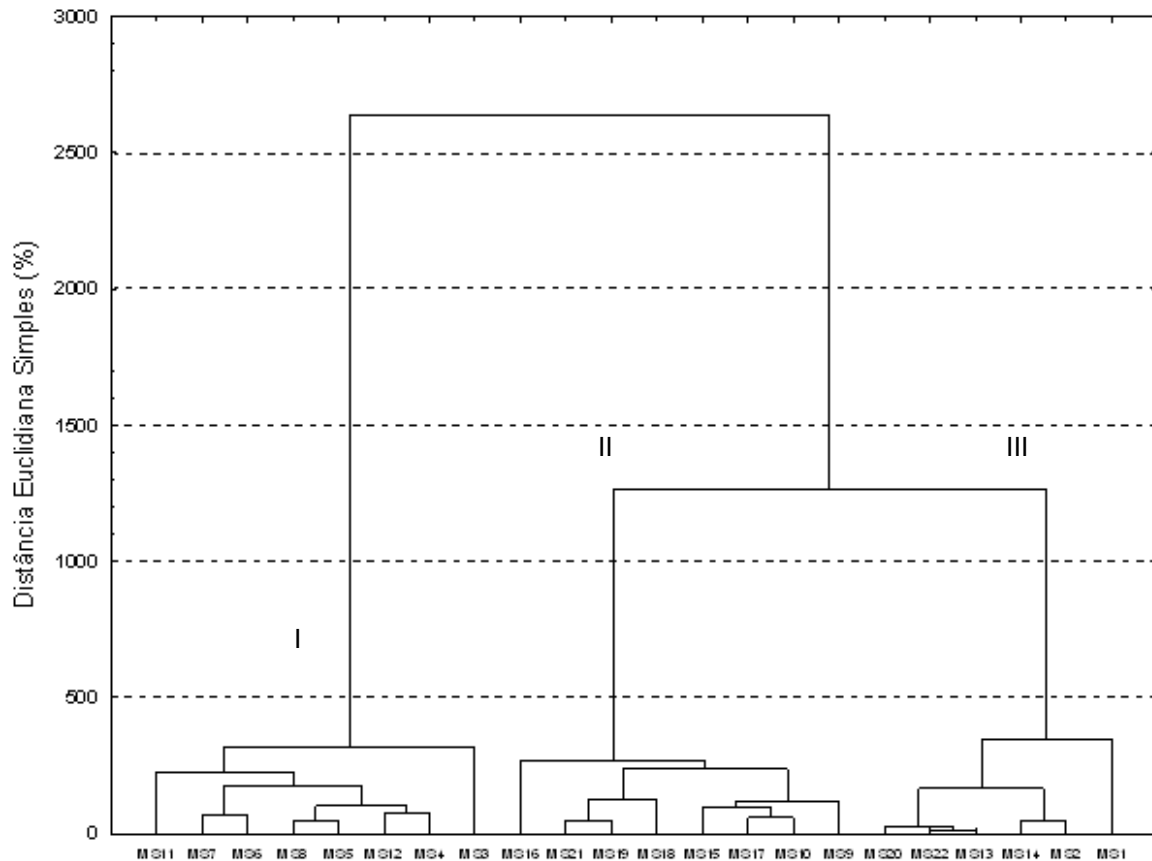


Figura 8. Dendrograma de divergência genética entre 22 genótipos provenientes da F_2 do cruzamento entre Mirante 10 e Sipeal 28. Cruz das Almas-BA, UFRB, 2009.

Tabela 9. Análise descritiva dos caracteres agrônômicos. Valores máximos e mínimos, média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV%) em populações segregantes (F₂) da mamoneira (Mirante 10 x Sipeal 28). Cruz das Almas-BA. 2009.

Genótipos	CT	CE	NR	EST	P3R	PRPL	NRPL	NF3R	NFPL	NS3R	NSPL	PS3R	PSPL	CICLO
MS1	12,0	10,0	1,0	0,8	11,7	11,7	1,0	11,30	11,30	34,0	34,0	11,7	11,70	274,0
MS2	10,0	8,0	1,0	0,6	60,8	145,3	3,0	19,6	46,7	57,8	140,3	47,5	132,6	274,0
MS3	20,3	11,0	6,0	1,6	63,4	692,6	4,0	58,9	176,7	43,3	530,0	33,5	342,3	274,0
MS4	29,0	23,0	7,0	1,8	128,3	561,6	6,0	34,0	152,0	102,0	456,0	67,7	302,9	283,0
MS5	20,0	11,0	7,0	1,9	76,1	530,1	9,0	51,4	154,3	102,7	463,0	41,7	286,2	276,0
MS6	34,0	19,0	4,0	2,0	94,9	513,7	6,0	29,7	127,0	89,0	381,0	54,1	219,5	283,0
MS7	28,0	18,0	4,0	2,1	79,2	499,8	5,0	44,8	134,3	64,7	403,0	44,4	274,0	276,0
MS8	21,0	12,0	7,0	1,9	109,5	507,4	6,0	49,8	149,3	98,3	448,0	59,9	276,1	283,0
MS9	35,0	20,0	2,0	1,9	98,3	350,6	4,0	26,7	100,9	80,0	302,7	44,7	275,7	283,0
MS10	20,0	13,0	6,0	1,6	66,9	379,8	6,0	21,3	98,7	64,0	296,0	39,9	186,6	283,0
MS11	33,0	33,0	2,0	1,8	117,5	496,0	8,0	30,8	149,7	92,3	449,0	57,3	433,8	283,0
MS12	36,0	34,0	4,0	1,7	154,8	509,2	3,0	46,0	156,3	138,0	469,0	92,8	301,0	283,0
MS13	30,3	15,0	7,0	1,8	47,3	142,0	2,0	21,6	64,7	64,7	194,0	26,3	79,2	274,0
MS14	14,0	9,0	1,0	0,9	89,0	177,9	2,0	21,6	43,2	64,9	129,7	59,8	119,6	283,0
MS15	18,0	10,0	6,0	1,8	71,2	326,5	4,0	38,7	116,0	68,7	348,0	34,5	178,7	283,0
MS16	15,0	12,3	1,0	0,8	30,3	230,3	3,0	12,4	126,7	37,3	380,0	30,0	278,1	201,0
MS17	26,0	13,0	3,0	2,1	85,9	406,8	8,0	31,3	107,3	94,0	322,0	60,7	197,9	275,0
MS18	22,0	10,3	3,0	2,4	37,7	262,2	6,0	32,4	97,3	74,2	292,0	20,0	140,5	245,0
MS19	15,0	13,7	2,0	2,1	95,2	285,6	3,0	29,6	88,7	88,7	266,0	54,8	197,9	317,0
MS20	30,0	17,0	2,0	1,8	53,1	159,4	3,0	20,8	62,7	62,7	188,0	30,7	92,2	283,0
MS21	28,0	22,0	2,0	1,3	93,7	280,8	3,0	28,3	85,0	85,0	255,0	56,1	168,5	283,0
MS22	29,0	14,0	4,0	1,7	46,7	140,2	3,0	21,2	63,7	63,7	191,0	27,5	82,8	283,0
Mínimo	10,0	8,0	1,0	0,6	30,3	140,2	2,0	12,4	43,2	37,3	129,7	20,0	79,2	201,0
Máximo	36,0	34,0	7,0	2,4	154,8	692,6	9,0	58,9	176,7	138,0	530,0	92,8	433,8	317,0
Média	24,7	16,0	3,9	1,7	79,4	351,7	4,5	31,5	107,5	77,3	322,5	46,0	211,3	276,9
DP	7,5	7,0	2,1	0,4	31,2	167,6	2,0	12,2	39,6	22,5	118,9	17,2	96,0	201,6
CV	30,3	43,6	55,5	26,0	39,3	47,7	44,9	38,6	36,9	29,2	36,9	37,4	45,4	7,4

CT: comprimento total do racemo (cm); CE: comprimento efetivo do racemo (cm); EST: estatura (m); NR: nº de ramificações; P3R: peso de três racemos (g); PRPL: peso de racemos por planta (g); NRPL: nº de por planta; NF3R: nº de frutos de três racemos; NFPL: nº de frutos por planta; NS3R: nº de sementes de três racemos; NSPL: nº de sementes por planta; PS3R: peso de sementes de três racemos (g); PSPL: peso de sementes por planta (g) e Ciclo (dias).

Na figura 9 formaram-se três grupos homogêneos distintos resultantes do cruzamento da BRS 188 Paraguaçu e Mirante 10, gerando um dendrograma com com 11, 2 e 8 genótipos, respectivamente, para os grupos I, II e III. Os genótipos superiores foram o PM1 e PM9 (Grupo III), PM4 (Grupo II) e PM17 (Grupo I), enquanto que os menores resultados foram alcançados por PM11 (Grupo I) e PM18 (Grupo II) (Tabela 10).

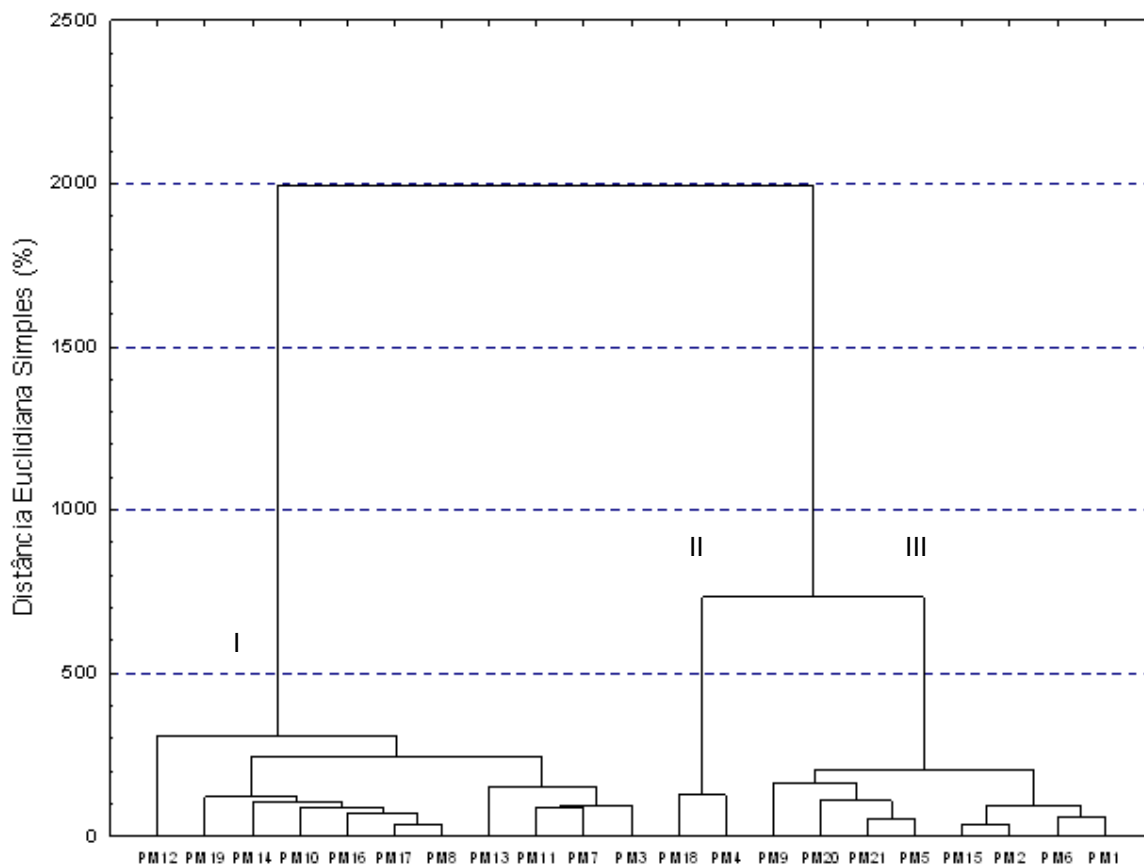


Figura 9. Dendrograma de divergência genética entre 21 genótipos provenientes da F_2 do cruzamento entre BRS 188 Paraguaçu e Mirante 10. Cruz das Almas-BA, UFRB, 2009.

Tabela 10. Análise descritiva dos caracteres agronômicos. Valores máximos e mínimos, média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV%) em populações segregantes (F₂) da mamoneira (BRS 188 Paraguaçu x Mirante 10). Cruz das Almas-BA. 2009.

Genótipos	CT	CE	NR	EST	P3R	PRPL	NRPL	NF3R	NFPL	NS3R	NSPL	PS3R	PSPL	CICLO
PM1	32,0	25,0	3,0	1,5	111,3	333,6	3,0	34,1	102,3	102,3	307,0	72,2	222,0	305,0
PM2	30,0	27,0	5,0	1,2	85,2	309,0	6,0	35,9	107,7	126,5	323,0	67,7	167,1	305,0
PM3	19,0	10,0	2,0	1,7	53,1	157,9	3,0	16,9	50,7	152,0	152,0	28,5	85,4	305,0
PM4	20,0	11,0	6,0	1,8	82,8	502,9	6,0	57,0	171,0	92,3	513,0	49,9	271,0	283,0
PM5	40,1	24,3	3,0	2,0	85,9	283,8	4,0	31,1	93,3	93,3	280,0	52,7	158,1	283,0
PM6	20,0	14,0	4,0	1,7	87,7	327,6	4,0	32,2	99,6	79,7	299,0	47,9	183,2	305,0
PM7	22,2	15,0	3,0	1,3	43,0	129,0	3,0	36,3	72,6	109,0	218,0	31,5	63,0	274,0
PM8	14,2	3,3	4,0	1,1	47,8	140,0	2,0	21,6	64,7	64,7	194,0	26,3	79,2	274,0
PM9	12,2	6,0	6,0	0,9	53,4	367,0	15,0	8,6	92,3	25,9	277,0	25,3	202,8	232,0
PM10	15,0	13,0	6,0	1,2	37,9	196,1	5,0	21,0	61,0	63,0	183,0	17,8	49,3	274,0
PM11	25,2	14,0	3,0	1,2	79,1	95,8	2,0	44,0	52,0	132,0	156,0	49,3	59,5	274,0
PM12	34,1	34,1	2,0	1,2	137,8	137,8	1,0	43,3	43,3	130,0	130,0	79,6	79,6	221,0
PM13	12,2	6,0	4,0	0,6	35,4	159,9	4,0	8,9	42,3	26,7	127,0	19,9	92,9	232,0
PM14	4,5	4,5	2,0	0,7	86,5	298,0	6,0	35,9	107,7	126,5	323,0	67,7	167,1	305,0
PM15	16,0	8,0	2,0	1,1	45,8	148,9	3,0	21,6	64,7	64,7	194,0	26,3	129,7	274,0
PM16	16,3	7,0	5,0	1,2	41,7	133,5	3,0	18,0	54,0	51,7	162,0	22,5	70,8	274,0
PM17	16,0	7,0	9,0	1,4	50,2	395,0	11,0	58,7	176,0	66,7	528,0	31,4	230,9	305,0
PM18	8,0	4,2	3,0	0,8	21,2	77,2	3,0	15,3	54,3	46,0	163,0	12,2	44,5	274,0
PM19	17,0	6,0	3,0	1,0	57,7	239,8	5,0	16,3	81,7	49,0	245,0	24,5	182,1	237,0
PM20	15,0	10,0	1,0	0,9	97,6	278,9	4,0	29,6	88,7	88,7	266,0	54,8	197,9	274,0
PM21	15,0	10,0	1,0	0,9	97,6	278,9	4,0	29,6	88,7	88,7	266,0	54,8	197,9	274,0
Mínimo	4,5	3,3	1,0	0,6	21,2	77,2	1,0	8,6	42,3	25,9	127,0	12,2	44,5	221,0
Máximo	40,1	34,1	9,0	2,0	137,8	502,9	15,0	58,7	176,0	152,0	528,0	79,6	271,0	305,0
Média	19,2	12,4	3,7	1,2	68,5	237,6	4,6	29,3	84,2	84,7	252,7	41,1	139,7	275,4
DP	8,8	8,5	2,0	0,4	29,5	112,6	3,2	14,0	36,5	35,8	109,5	20,1	69,1	26,1
CV	45,6	68,4	53,4	30,5	43,1	47,4	68,3	47,6	43,3	42,3	43,3	48,8	49,4	9,5

CT: comprimento total do racemo (cm); CE: comprimento efetivo do racemo (cm); EST: estatura (m); NR: nº de ramificações; P3R: peso de três racemos (g); PRPL: peso de racemos por planta (g); NRPL: nº de por planta; NF3R: nº de frutos de três racemos; NFPL: nº de frutos por planta; NS3R: nº de sementes de três racemos; NSPL: nº de sementes por planta; PS3R: peso de sementes de três racemos (g); PSPL: peso de sementes por planta (g) e Ciclo (dias).

O comportamento agrônômico de cada genótipo para cada população é avaliado pela análise descritiva de mínimo, máximo, médio, desvio padrão e Coeficiente de variação (%) dos 14 caracteres analisados para todos os cruzamentos avaliados (Tabelas 2 a 10). Observou-se grande variabilidade entre os genótipos para todos os cruzamentos avaliados, confirmando a existência de divergência genética.

Costa et al. (2006), avaliando a divergência genética entre acessos e cultivares de mamoneira por meio de estatística multivariada constataram que os caracteres florescimento, estatura de planta e comprimento efetivo do racemo primário foram os que mais contribuíram para a divergência genética, e o número de racemos por planta foi o de menor importância na avaliação deste parâmetro.

Em um programa de melhoramento é necessário que os genitores tenham ampla diversidade genética entre si e médias elevadas para os caracteres alvos do melhoramento.

Segundo Falconer (1981) para iniciar um processo de seleção na condução de um programa de melhoramento genético é necessário a obtenção de variabilidade nas populações segregantes. Isto é possível quando se procede à escolha dos genitores buscando envolver cruzamentos entre os materiais mais divergentes e que apresentem melhores expressões dos caracteres agrônômicos.

CONCLUSÕES

1. Observou-se ampla variabilidade genética entre os genótipos em todos os cruzamentos avaliados, com formação de 03 a 05 grupos divergentes.
2. Todos os caracteres foram considerados importantes e contribuíram para a divergência genética nos cruzamentos analisados.
3. Os genótipos que apresentaram comportamento agrônômico superior foram NMP3, NMP10, NMP12, NMP24, NMP31, NMP41, NMP45, NMP46, NMP47, NMP52, NMP55, NMP58, NS1, NS2, NS7, NS8, NS13, NS14, NS16, NS17, NS18, NS19, NS23, NS25, NS27, NS28, NS29, NS33, NS34, NS35, NM2, NM4, PMP2, PMP7, PMP10, PMP20, SP1, SP2, SP7, SP9, SP10, MPM4, MPM9, MPM10, MPM11, MPM13, MPM23, MPM24, MPM25, MPS3, MPS14, MPS21, MPS23,

MPS28, MPS32, MPS35, MPS36, MPS47, MPS51, MPS52, MPS53, MPS54, MPS55, MPS56, MS2, MS3, MS10, MS11, PM1, PM4, PM9 e PM17.

Referências Bibliográficas

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

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.

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

COSTA, M. N.; PEREIRA, W. E.; BRUNO, R. L. A.; FREIRE, E. C.; NÓBREGA, M. B. 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.

CRUZ, C. D.; CARVALHO, F. I. F.; FEDERIZZI, L. C. Efeitos de populações e métodos de seleção aplicados em gerações segregantes de trigo. Brasília. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.5, p.533-541, 1983.

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

FALCONER, D. S. **Introdução genética quantitativa**. Viçosa, Imprensa Universitária, 1981. 279p.

FERRÃO, M. A. G.; VIEIRA, C.; CRUZ, C. D.; CARDOSO, A. A. Divergência genética em feijoeiro em condições de inverno tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.1089-1098, 2002.

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, Cap. 10, p. 230-256. 2001.

GENES. **Aplicativo computacional em Genética e Estatística Experimental**. Universidade Federal de Viçosa. 2000.

MACHADO, C. F. **Procedimentos para a escolha de genitores de feijão**. 1999. 118f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras, 1999.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; ZIMMERMANN, M. J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: Ed. da UFG, p.93-135. 1993.

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.** 2009. 73f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Cruz das Almas, 2009.

SAVY FILHO, A. Hibridação em mamoneira. In: BORÉM, A. **Hibridação artificial de plantas.** 1ª edição. Viçosa: Editora Universitária-UFV, p.331-356. 1999.

SOUSA, C. S. **Caracterização silvicultural, identificação de genes Rht e alumínio tóxico em jenipapeiros de quatro procedências do Recôncavo Baiano.** 2009. 63f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Cruz das Almas, 2009.

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE MAMONEIRA PARA TOLERÂNCIA AO ALUMÍNIO TÓXICO E INSENSIBILIDADE AO ÁCIDO GIBERÉLICO¹

¹Manuscrito a ser submetido à publicação no periódico científico Bragantia.

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE MAMONEIRA PARA TOLERÂNCIA AO ALUMÍNIO TÓXICO E INSENSIBILIDADE AO ÁCIDO GIBERÉLICO

RESUMO: Com o objetivo de diagnosticar a tolerância ao alumínio tóxico e sensibilidade ao ácido giberélico avaliou-se as cultivares de mamona Sipeal 28, EBDA MPA 17, Nordestina e Paraguaçu. Os experimentos foram realizados nos laboratórios de hidroponia da Universidade Federal de Pelotas e da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, utilizando seis concentrações de alumínio tóxico (0, 7, 14, 28, 56, 112 mg L⁻¹), duas concentrações de ácido giberélico (0 e 100 mg L⁻¹) na primeira etapa e quatro concentrações de Al⁺³ na segunda etapa (0, 60, 90 e 120 mg L⁻¹). O comprimento da raiz principal, bem como o crescimento da raiz principal e secundária foi drasticamente reduzido em função do aumento das concentrações de Al⁺³ para todas as cultivares, nas duas etapas de avaliação. As doses 56 e 112 mg L⁻¹ de Al⁺³ foram as mais adequadas para identificação precoce de genótipos tolerantes ao Al⁺³. A Sipeal 28 foi a cultivar que se destacou para o caráter retomada do crescimento da raiz secundária e as cultivares Paraguaçu e Nordestina apresentaram menor comprimento de parte aérea. Ocorreu efeito significativo entre as doses 0 e 100 mg L⁻¹ de AG₃, entretanto estas doses não identificaram precocemente os genótipos avaliados de mamoneira para insensibilidade ao AG₃, indicando ausência dos genes Rht nas cultivares testadas.

Palavras-chave: *Ricinus communis*, fitotoxicidade, melhoramento genético.

EVALUATION OF TOXIC ALUMINUM TOLERANCE AND GIBERELIC ACID INSENSITIVITY OF *RICINUS COMMUNIS* CULTIVARS

ABSTRACT: With the aim of diagnosing the toxic aluminum tolerance and giberelic acid sensitivity, *Ricinus communis* cultivars Sipeal 28, EBDA MPA 17, Nordeste and Paraguaçu were evaluated. The experiment was performed in the hydroponic laboratory of the Federal University of Pelotas and Federal University The Reconca Region of Bahia, using six concentrations of toxic aluminum (0, 7, 14, 28, 56, and 112 mg L⁻¹) and two concentrations of giberelic acid (0 and 100 mg L⁻¹) in first stage and four concentrations of Al³⁺ (0, 60, 90 and 120 mg L⁻¹) in second stage. The length of the main root as well as the growth of main and secondary root was drastically reduced due to increased Al³⁺ concentrations for all cultivars in two stages of evaluation. The doses of 56 and 112 mg L⁻¹ Al³⁺ were the most suitable doses for early identification of Al³⁺ tolerant genotypes. The Sipeal 28 was the cultivar that stood out with regard to growth of the secondary root and the cultivars of Paraguaçu and Nordeste showed a lower shoot length. There was a significant effect between the doses 0 and 100 mg L⁻¹ GA₃, however these doses did not pre-causally identify the evaluated genotypes of *Ricinus communis* beans in terms of GA₃, indicating the absence of Rht genes in the tested cultivars.

Key words: *Ricinus communis*, phytotoxicity, breeding.

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma espécie bastante cultivada nas mais variadas regiões do país, sendo explorada de Norte a Sul do Brasil. A facilidade de propagação e adaptação em diferentes condições climáticas permitiu a mamona ser encontrada em países como os Estados Unidos e Escócia. O clima tropical é predominante no Brasil, o que facilitou a sua disseminação, encontrando-se a mamoneira em quase toda extensão territorial, com o cultivo destinado à produção de óleo (BIODIESEL, 2007).

A toxicidade ao alumínio é um dos mais importantes problemas de toxicidade de metais em solos ácidos ($\text{pH} \leq 5,0$), representando um dos fatores limitantes de crescimento para as plantas (ECHART; CAVALLI-MOLINA, 2001). Este efeito tóxico pode ser comprovado pela diminuição na disponibilidade de nutrientes como fósforo, cálcio, magnésio, potássio e molibdênio, aumentando, desse modo, a solubilização de íons como zinco, cobre, ferro, manganês e alumínio, que a depender do manejo do solo e da adubação utilizados, podem atingir níveis tóxicos às plantas (CUSTÓDIO et al., 2002).

A tolerância ao alumínio é uma característica que confere adaptação das plantas em certos ambientes adversos, podendo representar produtividade de grão nos genótipos portadores do caráter para tolerância, quando comparados àqueles que não apresentam. A compreensão dos mecanismos que identificam o comportamento diferencial entre os genótipos facilita a exploração da variabilidade genética existente para o caráter.

Problemas de acidificação do solo podem ser corrigidos pela técnica da calagem, processo responsável pela neutralização dos íons H^+ e Al^{+3} . Entretanto, a aplicação de calcário na superfície do solo não soluciona os problemas de acidez nas camadas inferiores, e a calagem a grandes profundidades geralmente é bastante oneroso e pouco recomendável. Por estas razões, o uso de cultivares tolerantes ao alumínio torna-se a estratégia mais efetiva para a produção de culturas economicamente importantes em solos ácidos (FOY, 1996).

A avaliação da tolerância à toxicidade ao Al^{+3} pode ser eficientemente realizada através da hidroponia, utilizando soluções nutritivas em laboratório por meio da medida do recrescimento da raiz após o tratamento com Al^{+3} na solução (CAMARGO; OLIVEIRA, 1981; DORNELLES, 1994; SILVA et al., 2005, 2006). Segundo Dornelles et al. (1997), a utilização de hidroponia para tolerância ao Al^{+3}

tóxico simultaneamente com aplicação da técnica para avaliação da sensibilidade ao AG_3 , demonstrou ser uma estratégia viável na seleção de plantas de trigo de estatura baixa e tolerantes ao Al^{+3} .

Um dos parâmetros a serem avaliados com o uso da hidroponia é a estatura de planta, sendo uma característica controlada por genes maiores e genes menores denominados de *Rht* (reduction height), conferindo-lhe em muitos casos comportamento quantitativo (DORNELLES et al., 1997). Evidências apontam que os caracteres estatura de planta e insensibilidade ao ácido giberélico são de natureza pleiotrópica, devido à recombinação entre eles ser estimada em zero (GALE; GREGORY, 1977), desse modo, esta forte ligação entre esses caracteres permite o reconhecimento de genótipos portadores dos genes *Rht* de forma precoce, no estágio de plântula, pela aplicação exógena de AG_3 em solução nutritiva. Com base nesta teoria, vários autores sugerem a utilização do cultivo hidropônico com aplicação exógena de AG_3 em solução nutritiva, para análise de grande número de genótipos em curto espaço de tempo, em comparação com testes a campo, onde seria necessário o desenvolvimento da cultura em seu ciclo normal, sem considerar os fatores de ambiente que tendem a mascarar os resultados, dificultando a seleção (DORNELLES et al., 1997; CAMARGO; OLIVEIRA, 1981).

Diante do exposto, o trabalho objetivou avaliar cultivares de mamoneira quanto à tolerância ao alumínio tóxico e sensibilidade ao ácido giberélico visando à indicação de genótipos promissores como alternativa para áreas com problemas de alumínio e porte reduzido.

MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram conduzidos em dois períodos, com experimentos realizados em 2007 (Etapa 1) na UFPel e 2009 na UFRB (Etapa 2).

Inicialmente procedeu-se o preparo das soluções estoques 1, 2, 3, 4, 5 e 6 contendo cálcio, magnésio, potássio, fósforo, nitratos, sulfatos e micronutrientes (boro, sódio, molibdênio, cloro, zinco, cobre e manganês) em proporções a serem dissolvidas em 2 litros de água fria destilada. A solução 7 ($Fe + EDTA = FeSO_4 \cdot 7H_2O + Na EDTA$) foi preparada utilizando água aquecida até $80^{\circ}C$ para evitar que o Fe precipitasse. Para as soluções 1 a 6 usou-se 65 mL e para a 7, 10% do volume das demais soluções para potes com 4,5 litros de água (solução nutritiva) (Tabelas 1 e 2) (DORNELLES et al., 1997).

Tabela 1. Macronutrientes usados em cultivo hidropônico em *Ricinus communis*.

MACRONUTRIENTES	QUANTIDADE (2L)
Ca (NO ₃) ₂ 4 H ₂ O (nitrato de cálcio tetra- hidratado)	156,8 g
MgSO ₄ 7H ₂ O (sulfato de magnésio hepta- hidratado)	81, 84 g
KNO ₃ (nitrato de potássio - reagente amônio)	67, 13 g
KNO ₃ (nitrato de potássio - reagente amônio)	67, 13 g
(NH ₄) ₂ SO ₄ (sulfato de amônio)	9, 54 g
KH ₂ PO ₄ (potássio fosfato monobásico)	11, 29 g

Tabela 2. Micronutrientes usados em cultivo hidropônico em *Ricinus communis*.

MICRONUTRIENTES	QUANTIDADE (2L)
H ₃ BO ₃	0.10292 g
Na ₂ Mo O ₄ 2H ₂ O	0.00402 g
NaCl	0.29134 g
ZnSO ₄ 7H ₂ O	0.03812
CuSO ₄ 5H ₂ O	0.01246 g
MnSO ₄ H ₂ O	0.07404 g

O balanço desses nutrientes é de extrema importância para que a espécie se desenvolva plenamente, simulando as condições de cultivo em solo. A adequada utilização desses elementos garante, na etapa posterior, o desenvolvimento do material mesmo em condições de estresse por alumínio.

ETAPA 1

O experimento foi conduzido em março de 2007, no Laboratório de Hidroponia do Centro de Genômica e Fitomelhoramento, pertencente à Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPel), utilizando os genótipos de mamoneira Sipeal 28, EBDA MPA 17, Nordestina e Paraguaçu.

As sementes dos genótipos de mamoneira foram desinfetadas com hipoclorito de sódio a 20% durante 20 minutos e foram colocadas para germinar sobre papel germitex, em câmara BOD, com temperatura de 27°C e iluminação permanente, permanecendo por três dias até o início da germinação visível.

As sementes pré-germinadas e uniformes, com 2 a 5 mm de raiz, foram transferidas para uma tela de plástico adaptada à tampa de um recipiente com capacidade de 4,5 litros, contendo solução nutritiva completa, pH 4,0, de modo a ficarem com as raízes em contato permanente com a solução. Estes recipientes foram colocados em tanque banho-maria em água a temperatura de 25+/-1°C, iluminação permanente e sistema de aeração, para dotação de oxigênio necessário ao desenvolvimento do sistema radicular em cada recipiente (Figura 1).

O trabalho constou de três experimentos: 1) plântulas submetidas apenas ao Al^{+3} ; 2) plântulas submetidas apenas ao AG_3 ; 3) plântulas submetidas ao Al^{+3} e AG_3 (simultâneo), sendo eles:

Experimento 1

Após permanência das plântulas em solução nutritiva por 72 horas, as telas com as plântulas foram transferidas para recipientes com solução de tratamento (10% da solução nutritiva), associada a doses de 0, 7, 14, 28, 56 e 112 mg L⁻¹ de Al^{+3} [$Al_2 (SO_4)_3 + 18 H_2O$], pH 4,0, onde permaneceram por 48 horas. Posteriormente, as telas retornaram à solução nutritiva completa, por mais 72 horas. Depois de completar este período, foram aferidos os seguintes caracteres: comprimento da raiz principal (CRP), retomada do crescimento da raiz principal (RCRP), retomada do crescimento da raiz secundária (RCRS) e comprimento da parte aérea (CPA). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições (16 plântulas/repetição), num esquema fatorial 4 x 6 (quatro genótipos e seis doses de Al^{+3}). Utilizou-se o programa estatístico Winstat (2006) para realização das análises de variância.

Experimento 2

Após permanência das plântulas em solução nutritiva por 72 horas, as telas com as plântulas foram transferidas para recipientes com solução tratamento (10% da solução nutritiva) contendo 0, 7, 14, 28, 56 e 112 mg L⁻¹ de Al^{+3} [$Al_2 (SO_4)_3 + 18 H_2O$], pH 4,0, onde permaneceram por mais 48 horas. Posteriormente, as telas retornaram à solução nutritiva completa, por 72 horas. Após este período, as telas

com as plântulas foram transferidas para recipientes com solução nutritiva mais 100 mg L⁻¹ de AG₃, pH 7,0, por 168 horas. Depois de completado este processo, foram aferidos os caracteres: comprimento da raiz (CRP), retomada do crescimento da raiz principal (RCRP), retomada do crescimento da raiz secundária (RCRS) e comprimento da parte aérea (CPA). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições (16 plântulas/repetição), num esquema fatorial 4 x 6 x 2 (quatro genótipos e seis doses de Al³⁺ e duas doses de AG₃). Utilizou-se o programa estatístico Winstat (2006) para realização das análises de variância.

Experimento 3

As sementes pré-germinadas foram postas sobre recipientes contendo solução nutritiva mais 0 e 100 mg L⁻¹ de AG₃, pH 7,0, permanecendo nesta condição por 168 horas. Depois de completado este período, foram avaliados os seguintes caracteres: comprimento da raiz (CRP) e comprimento da parte aérea (CPA). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições (16 plântulas/repetição), num esquema fatorial 4 x 2 (quatro genótipos e duas doses de AG₃). Utilizou-se o programa estatístico Winstat (2006) para realização das análises de variância.

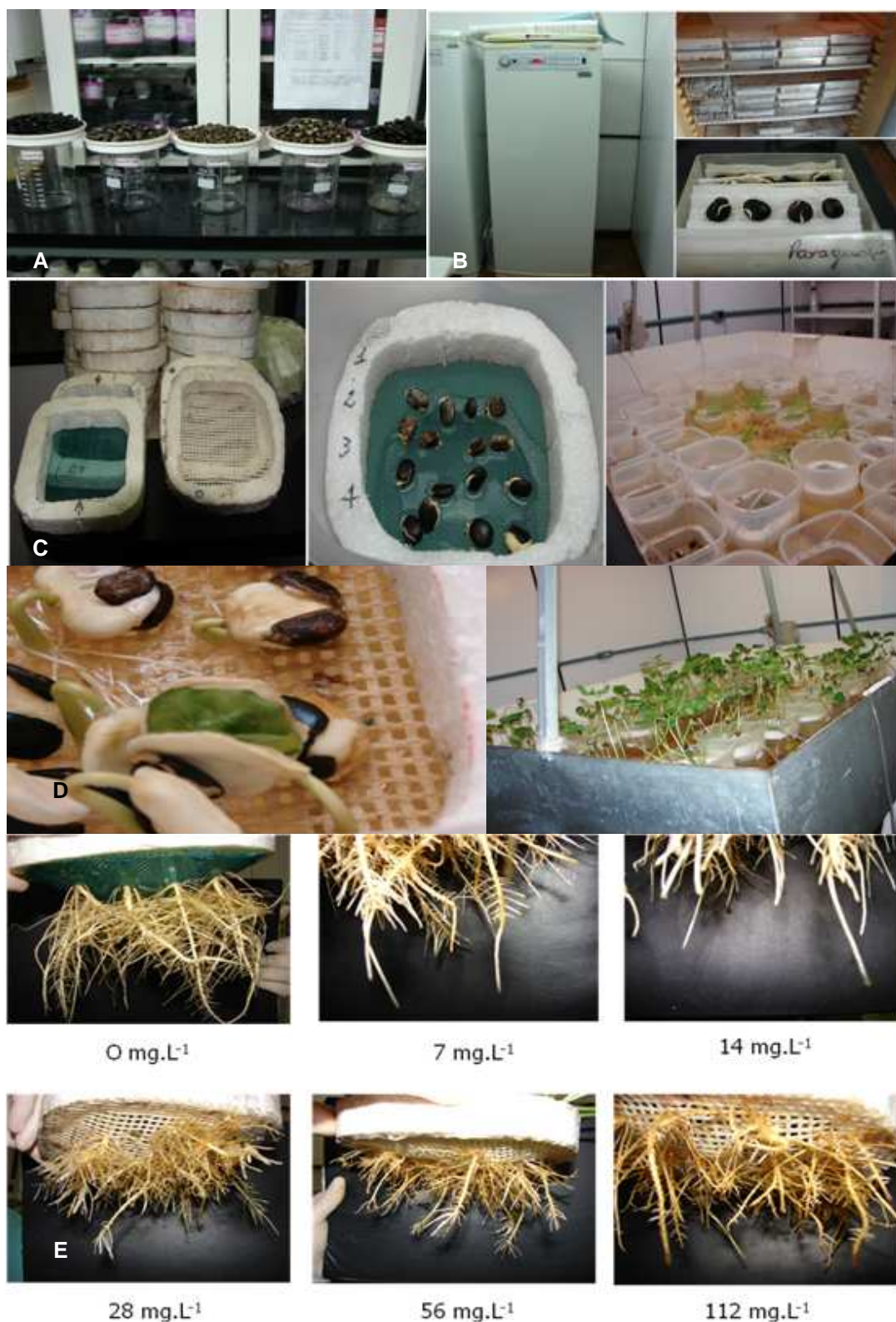


Figura 1. Metodologia de avaliação da tolerância ao Al^{+3} e insensibilidade ao AG_3 . A - desinfestação das sementes; B - germinação em BOD; C - crescimento inicial em solução nutritiva; D - plântulas em solução com Al^{+3} ; E - comportamento das raízes. FAEM/UFPel. Pelotas - RS, 2007.

ETAPA 2

O experimento foi conduzido em abril de 2009, no Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), utilizando os genótipos de mamoneira Sipeal 28, EBDA MPA 17, BRS 149 Nordestina e BRS 188 Paraguaçu.

As sementes dos genótipos de mamoneira foram desinfetadas com hipoclorito de sódio a 20% durante 20 minutos e foram colocadas para germinar sobre papel germitex, em câmara BOD, com temperatura de 27⁰C e iluminação permanente, permanecendo por quatro dias até o início da germinação visível.

As sementes pré-germinadas e uniformes, com 2 a 5 mm de raiz, foram transferidas para uma tela de plástico adaptada à tampa de um recipiente com capacidade de 4,5 litros, contendo solução nutritiva completa, pH 4,0, de modo a ficarem com as raízes em contato permanente com a solução. Estes recipientes foram colocados em tanque banho-maria em água a temperatura de 25+/-1⁰C, iluminação permanente e sistema de aeração, para dotação de oxigênio necessário ao desenvolvimento do sistema radicular em cada recipiente (Figura 2).

Após permanência das plântulas em solução nutritiva por 144 horas, as telas com as plântulas foram transferidas para recipientes com solução tratamento (10% da solução nutritiva), associada a doses de 0, 60, 90 e 120 mg L⁻¹ de Al⁺³, pH 4,0, onde permaneceram por 48 horas. Posteriormente, as telas retornaram à solução nutritiva completa, por mais 72 horas. Depois de completar este período, foram aferidos os seguintes caracteres: comprimento da raiz principal (CRP), recrescimento da raiz principal (RRP), recrescimento da raiz secundária (RRS) e comprimento da parte aérea (CPA). Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com três repetições (16 plântulas/repetição), num esquema fatorial 4 x 4 (quatro genótipos e quatro doses de Al⁺³). Utilizou-se o programa estatístico SISVAR (2008) para realização das análises de variância. Os gráficos de regressão foram desenvolvidos pelo programa EXCEL (Figura 2).



Figura 2. Fotos do experimento tolerância ao Al^{+3} em cultivo hidropônico. A – germinação em BOD; B – germinação visível; C – sementes em solução nutritiva; D – plântulas em solução com Al^{+3} ; E – experimento em tanque de hidroponia; F – recrescimento secundário; G – comprimento da parte aérea; H - comprimento da raiz principal. NBIO/CCAAB/ UFRB. Cruz das Almas – BA, 2009.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ETAPA 1

No experimento 1, os resultados demonstraram que houve significância para o fator genótipo nos caracteres comprimento da parte aérea (CPA) e retomada do crescimento da raiz secundária (RCRS). Entretanto, para dose apenas o comprimento da raiz principal (CRP) e retomada do crescimento da raiz principal (RCRP) apresentou efeito, não ocorrendo significância na interação genótipo x dose para os caracteres avaliados (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância do modelo fatorial para as fontes de variação genótipo e dose de alumínio dos caracteres comprimento de raiz principal (CRP), comprimento de parte aérea (CPA), retomada do crescimento da raiz principal (RCRP) e retomada do crescimento da raiz secundária (RCRS). CGF/FAEM/UFPel, Pelotas, 2007.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		CRP	CPA	RCRP	RCRS
Genótipo ¹	3	6,68 ^{ns}	85,49*	0,13 ^{ns}	1,93*
Dose Al ²	5(4)	39,99*	11,74 ^{ns}	7,26*	0,15 ^{ns}
Genótipo x Dose Al	15(12)	6,45 ^{ns}	17,30 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,14 ^{ns}
Resíduo	68(61)	5,64	16,73	0,34	0,21
Coeficiente de Variação (%)		17,31	12,91	31,78	25,64

¹ Genótipo = Sipeal 28, EBDA MPA 17, Nordestina e Paraguaçu.

² Dose = 0, 7, 14, 28, 56 e 112 mg L⁻¹ de Al³⁺.

Grau de liberdade entre parênteses para os caracteres RCRP e RCRS, desconsiderando a dose zero.

* Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Para o caráter CPA ocorreu a formação de dois grupos, onde a Nordestina e a Paraguaçu obtiveram destaque, com menor comprimento de parte aérea. Contudo, para o RCRS ocorreu a formação de três grupos em que apenas a Sipeal 28 apresentou-se superior (Tabela 4).

Tabela 4. Comparação de médias dos caracteres comprimento de parte aérea (CPA) e retomada do crescimento de raiz secundária (RCRS) avaliados em quatro genótipos de mamoneira sob distintas doses de Al. CGF/FAEM/UFPel, Pelotas, 2007.

FV (Genótipo)	CPA (cm)	RCRS (cm)
Sipeal 28	9,23 b	1,51 a
EBDA MPA 17	9,00 b	0,91 c
Nordestina	7,68 a	1,22 b
Paraguaçu	7,52 a	1,23 b

Médias do caráter seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de dms de Fischer a 5% de probabilidade de erro.

As equações de regressão foram estabelecidas para os caracteres CRP e RCRP. O comprimento da raiz é um caráter altamente influenciado pela toxidez em Al^{+3} e variações nas doses demonstraram comportamentos diferenciados para o desenvolvimento normal do sistema radicular. A equação de regressão polinomial de segundo grau foi a que melhor se ajustou para a situação avaliada, apresentando coeficientes de determinação superior a $R^2 = 0,89$. A hipótese formulada é que existe uma concentração limitante para o crescimento regular das raízes e que doses muito elevadas condicionam a uma redução drástica do comprimento da raiz, inviabilizando um maior volume de raízes a maiores profundidades e restringindo a absorção de água e nutrientes pela planta. Para os genótipos avaliados, observou-se que na ausência de Al^{+3} e utilizando a dose 7 mg L^{-1} , não ocorreu uma variação representativa. Todavia, o aumento das concentrações direcionou para uma redução progressiva no comprimento da raiz, sinalizando que a maior concentração indicaria limitações a eficiência da produção da planta (Figura 3A).

Foy et al. (1978) e Camargo e Oliveira (1981), em trabalhos com trigo, observaram que o Al restringiu o crescimento das raízes dos genótipos sensíveis. O efeito primário da toxicidade de alumínio no trigo, segundo Kerridge et al. (1971) é a paralisação do crescimento da raiz devido a uma inibição da alongação das células.

Rutty et al. (1995), utilizando plantas jovens de soja crescidas em pH 4,2 e expostas à concentrações de Al^{+3} , observaram que acima de 10 mmol m^{-3} ocorreu

um estímulo a absorção de NO_3^- , enquanto que acima de 44 mmol m^{-3} ocorreu decréscimo na absorção de NO_3^- . Onde ocorreu estímulo foi observado alongação da raiz, o que não ocorreu a altas concentrações de Al^{+3} . A diminuição da alongação foi muito mais severa do que a diminuição da absorção de NO_3^- .

Silva et al. (2005) em experimentos com trigo, identificaram genótipos que expressaram níveis elevados de tolerância ao Al^{+3} e insensibilidade ao AG_3 respectivamente sob concentrações de 10 e 100 mg L^{-1} . Silva et al. (2006), confirmaram que as concentrações de 10 mg L^{-1} de Al^{+3} e 100 mg L^{-1} de AG_3 são adequadas para identificar precocemente genótipos de trigo em diferentes níveis de tolerância ao alumínio tóxico e à sensibilidade ao ácido giberélico.

Na figura 3B, observa-se que a dose 7 mg L^{-1} de Al^{+3} apresentou a melhor resposta para o carácter RCRP, sendo a equação de regressão polinomial quadrática a que melhor se ajusta, com coeficiente de determinação superior a $R^2 = 0,96$. À proporção que se aumenta a concentração de Al^{+3} , ocorre redução do recrescimento chegando a valores bastante reduzidos para a dose de 112 mg L^{-1} de Al^{+3} . A retomada de crescimento é uma característica que viabiliza a redução dos impactos negativos causados pela toxidez por alumínio, condicionada pela capacidade de algumas cultivares em promover a manutenção do crescimento radicular, mesmo em condições adversas. Selecionar materiais com estas características constitui uma grande descoberta para a utilização de áreas consideradas inexploradas, viabilizando o cultivo desta espécie em diferentes ambientes onde o alumínio tóxico é um fator limitante.

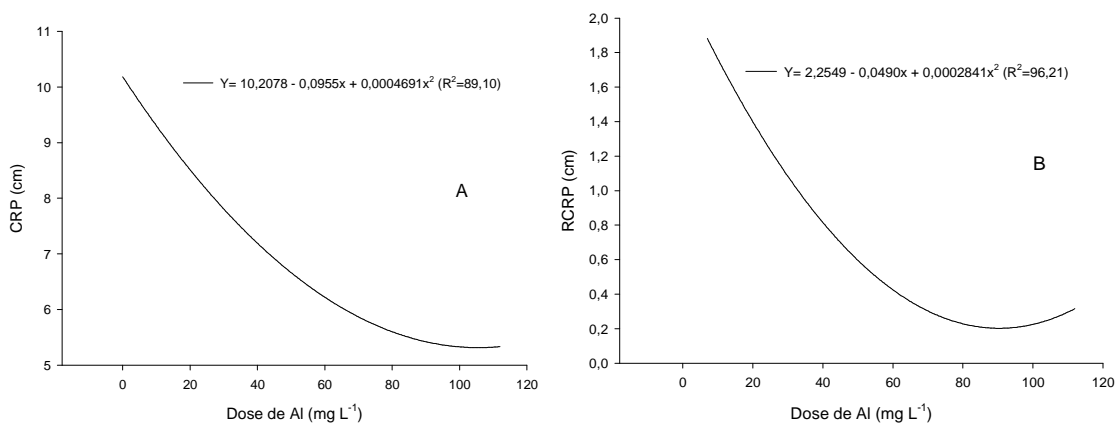


Figura 3. Linhas e equações de regressão dos caracteres comprimento de raiz principal (CRP) - A, e retomada do crescimento da raiz principal (RCRP) - B, avaliados em quatro genótipos de mamoneira sob distintas doses de Al (0, 7, 14, 28, 56 e 112 mg L⁻¹ de Al⁺³). CGF/FAEM/UFPel, Pelotas, 2007.

No experimento 2 observou-se significância apenas para o fator dose para os caracteres comprimento da raiz principal (CRP), comprimento da parte aérea (CPA), retomada do crescimento da raiz principal (RCRP) e retomada do crescimento da raiz secundária (RCRS), estabelecendo a construção de equações de regressão, 5% de probabilidade, para os caracteres em questão (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância do modelo fatorial para as fontes de variação genótipo¹ e dose de alumínio tóxico e ácido giberélico² dos caracteres comprimento de raiz principal (CRP), comprimento de parte aérea (CPA), retomada do crescimento da raiz principal (RCRP) e retomada do crescimento da raiz secundária (RCRS). CGF/FAEM/UFPel, Pelotas, 2007.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		CRP	CPA	RCRP	RCRS
Genótipo	3	17,05 ^{ns}	73,19 ^{ns}	10,32 ^{ns}	4,23 ^{ns}
Dose Al e AG	5(4)	582,55*	509,24*	153,05*	14,86*
Genótipo x Dose Al e AG	15(12)	26,78 ^{ns}	86,29 ^{ns}	9,11 ^{ns}	7,05 ^{ns}
Resíduo	183(175)	24,76	81,27	7,36	5,46
Coeficiente de Variação (%)		30,02	27,71	60,15	56,64

¹ Genótipo = Sipeal 28, EBDA MPA 17, Nordeste e Paraguaçu.

² Dose = 0, 7, 14, 28, 56 e 112 mg L⁻¹ de Al⁺³.

Grau de liberdade entre parênteses para os caracteres RCRP e RCRS, desconsiderando a dose zero.

* Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

O caráter CRP apresentou variações nas diferentes concentrações utilizadas, demonstrando que na dose zero, como era previsto, e devido ao não empecilho ao desenvolvimento do sistema radicular, as plantas apresentaram raízes maiores. No entanto, ocorreu redução do crescimento nas demais doses utilizadas. A equação de regressão polinomial de segundo grau foi a que melhor se ajustou para a situação avaliada, apresentando coeficientes de determinação superior a $R^2 = 0,84$ (Figura 4A).

O comprimento da parte aérea (CPA) oscilou bastante nas diferentes doses utilizadas. Na ausência de Al⁺³, o comportamento foi inferior ao observado na menor dose de Al⁺³ (7 mg L⁻¹). No entanto, observou-se tendência à redução da altura das plântulas com aumento gradativo das doses de alumínio, confirmando que existe influência no porte das plantas em áreas condicionadas por toxidez por alumínio. A equação de regressão que melhor representa a situação mencionada foi a de segundo grau, apresentando coeficiente de determinação superior a $R^2 = 0,75$ (Figura 4B).

Para o caráter RCRP ocorreu queda progressiva do recrescimento com o aumento das concentrações de Al⁺³ utilizadas. No RCRS esse comportamento foi novamente observado, comprovando o não favorecimento no recrescimento da raiz

principal e secundária em plântulas expostas ao Al^{3+} e AG_3 por um período de 14 dias, verificando valores bem inferiores ao experimento 1. As equações de regressão que melhor representam as situações mencionadas foram a linear e quadrática, apresentando coeficientes de determinação superior a $R^2= 0,83$ e $R^2= 0,71$, respectivamente (Figuras 4C e 4D).

Os resultados da análise estatística para o experimento 3 comprovaram significância apenas para dose para o caráter comprimento da parte aérea (CPA) (Tabelas 6 e 7). Entretanto estas doses não identificaram precocemente os genótipos de mamoneira utilizados neste trabalho para insensibilidade ao AG_3 . As cultivares expressaram sensibilidade ao AG_3 na dose 100, demonstrando ausência de genes Rht, responsáveis pela identificação de genótipos de baixa estatura, nas cultivares de mamoneira testadas.

Nos últimos anos, alguns avanços científicos vêm sendo utilizados de modo a simplificar ou reduzir a extensão dos trabalhos realizados a campo na identificação de genótipos portadores de genes de baixa estatura. Vários autores têm verificado a associação existente entre o caráter sensibilidade ao ácido giberélico e o caráter estatura de planta (RANGEL; SUINAGA, 2004; SILVA et al., 2005).

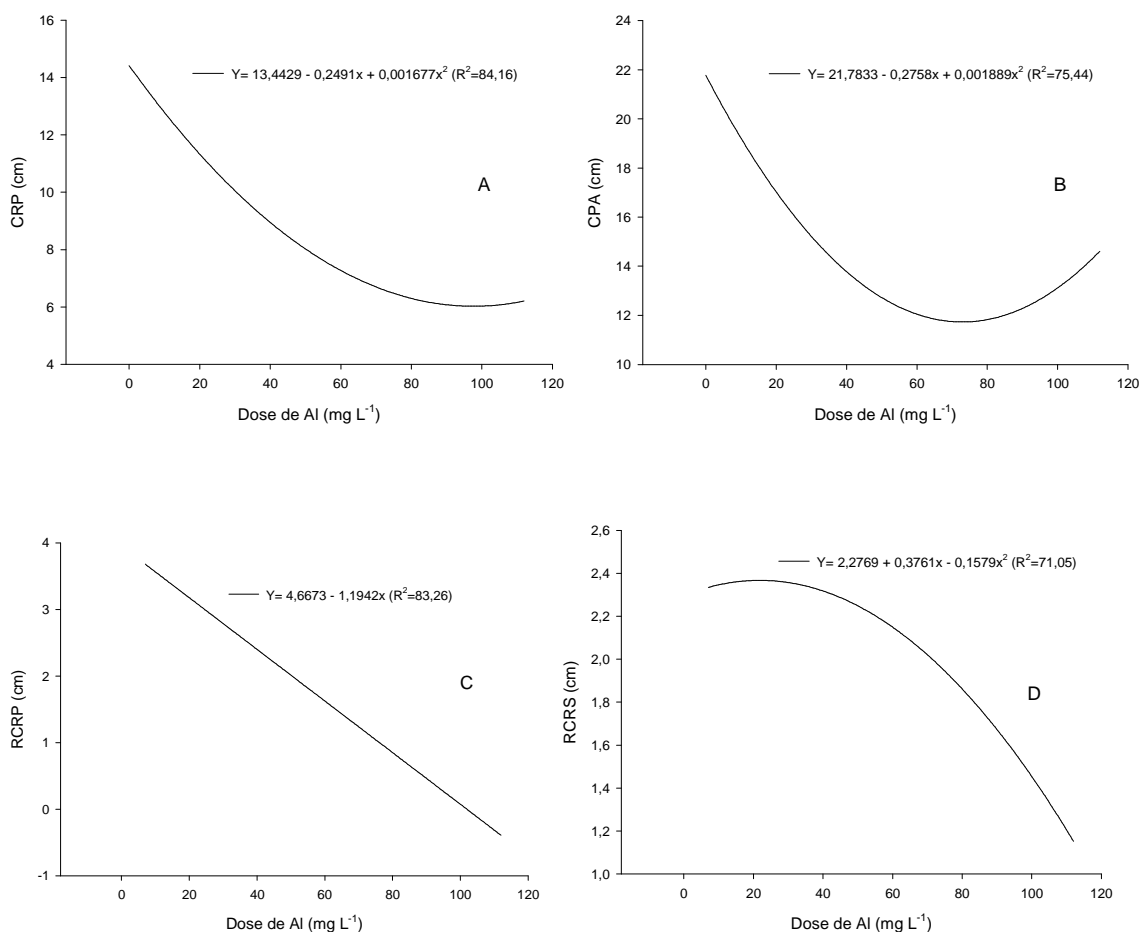


Figura 4. Linhas e equações de regressão dos caracteres comprimento de raiz principal (CRP) - A, comprimento de parte aérea (CPA) - B, retomada do crescimento da raiz principal (RCRP) - C e retomada do crescimento de raiz secundária (RCRS) – D, avaliados em quatro genótipos de mamoneira sob distintas doses de Al (0, 7, 14, 28, 56 e 112 mg L⁻¹ de Al⁺³). CGF/FAEM/UFPel, Pelotas, 2007.

Tabela 6. Resumo da análise de variância do modelo fatorial para as fontes de variação genótipo¹ e dose de ácido giberélico² dos caracteres comprimento de raiz principal (CRP) e comprimento de parte aérea (CPA). CGF/FAEM/UFPel, Pelotas, 2007.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio	
		CRP	CPA
Genótipo	3	26,76 ^{ns}	12,09 ^{ns}
Dose AG ₃	1	36,74 ^{ns}	155,01*
Genótipo x Dose AG ₃	3	1,72 ^{ns}	0,87 ^{ns}
Resíduo	61	13,64	9,16
Coeficiente de Variação (%)		15,94	15,71

¹ Genótipo = Sipeal 28, EBDA MPA 17, Nordestina e Paraguaçu.

² Dose = 0 e 100 mg L⁻¹ de AG₃.

* Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Tabela 7. Comparação de médias do caráter comprimento de parte aérea (CPA). CGF/FAEM/UFPel, Pelotas, 2007.

FV (Dose de AG ₃)	CPA (cm)
0	10,23 b
100	13,18 a

Médias do caráter seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de dms de Fischer a 5% de probabilidade de erro.

ETAPA 2

Os resultados demonstraram que houve significância apenas para dose nos caracteres comprimento da raiz principal (CRP), recrescimento da raiz secundário (RRS) e comprimento da parte aérea (CPA).

A equação de regressão polinomial de primeiro grau foi a que melhor se ajustou para todos os caracteres em questão. Para o CRP o coeficiente de determinação foi superior a $R^2 = 0,99$. As cultivares apresentaram comportamentos semelhantes nas quatro doses avaliadas, observando-se uma redução progressiva no crescimento radicular com o aumento das concentrações de Al^{+3} . Esses resultados confirmam os obtidos por Degenhardt et al. (1998) que destacaram a redução do crescimento da raiz como efeito primário da toxicidade do alumínio, inviabilizando um maior volume de raiz a profundidades maiores, tendo como consequência a deficiência de água e nutrientes. Estas raízes se desenvolvem na superfície do solo, explorando um menor volume de solo pelas plantas, representando um fator de risco nas épocas de estiagem (Figura 5A). Entretanto, as doses de 0, 60, 90 e 120 mg L⁻¹ de Al^{+3} permitiram sobrevivência das quatro cultivares, com aumento de danos paralelo ao aumento das doses em todas as cultivares. Novas doses precisam ser testadas a fim de identificar aquela que permita diferenciar o comportamento entre genótipos e promover a seleção de indivíduos mais tolerantes.

O caráter RRS tendeu a uma elevação com o decorrer do aumento das concentrações. Após submissão das plântulas ao alumínio tóxico ocorre uma paralisação do crescimento radicular e este volta a se desenvolver em materiais considerados tolerantes quando novamente expostos à solução contendo os nutrientes essenciais à espécie. Em termos gerais, ocorre redução do crescimento da raiz e um possível surgimento de um recrescimento que se desenvolve no ponto em que se forma a injúria ou calose (KAUSS, 1990). O coeficiente de determinação para este caráter foi superior a $R^2 = 0,65$ (Figura 5B).

A redução do crescimento da parte aérea é considerada o efeito secundário da fitotoxicidade do alumínio, sendo consequência dos danos ocorridos no sistema radicular. A representação linear do gráfico de regressão destaca uma tendência a um decréscimo da parte aérea com o aumento das doses de Al^{+3} . O coeficiente de determinação foi superior a $R^2 = 0,73$ (Figura 5C).

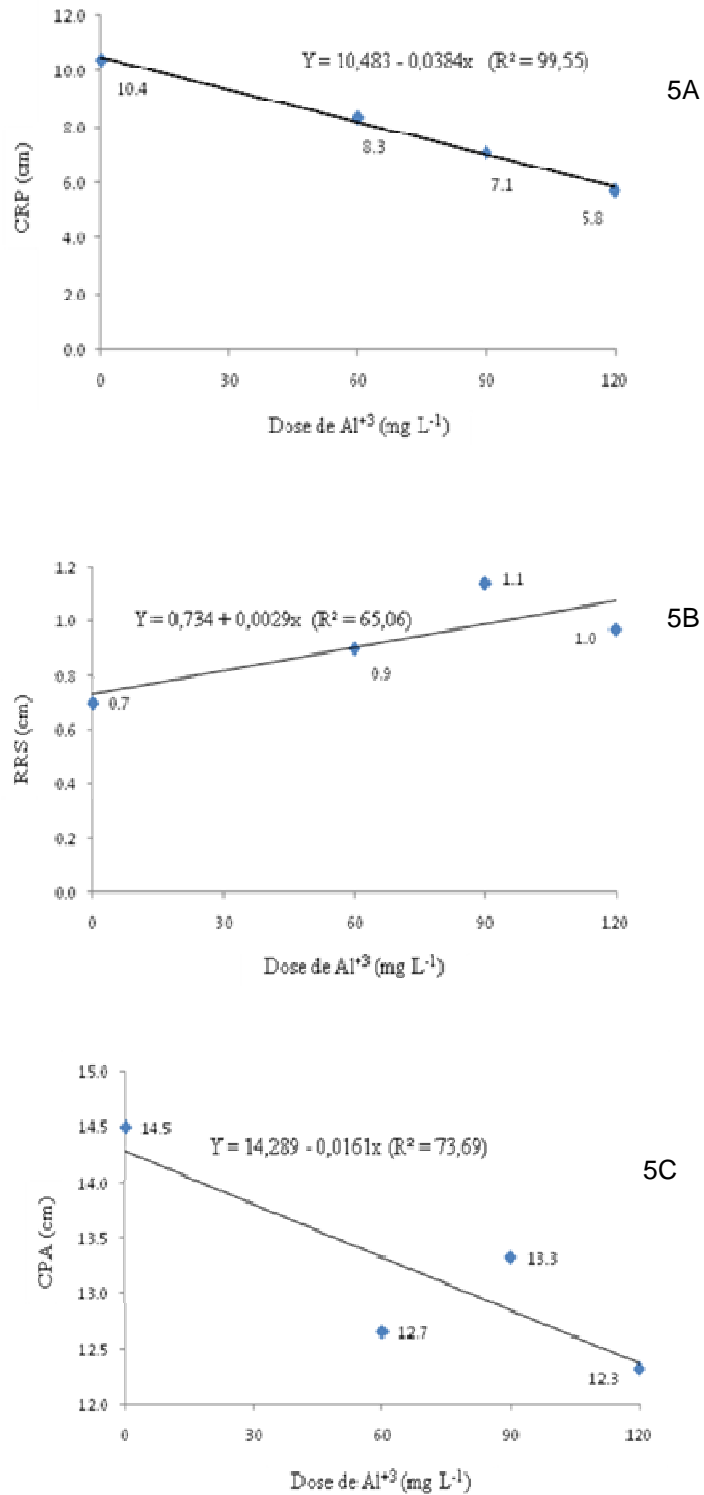


Figura 5. Linhas e equações de regressão dos caracteres comprimento da raiz principal (CRP) - A, recrescimento da raiz secundária (RRS) – B e comprimento de parte aérea (CPA) - C, avaliados em quatro genótipos de mamoneira sob distintas doses de Al^{+3} (0, 60, 90 e 120 $mg L^{-1}$ de Al^{+3}). NBIO/CCAAB/UFRB/, Cruz das Almas - BA, 2009.

CONCLUSÕES

1. O comprimento da raiz principal, bem como o recrescimento da raiz principal e secundária foi drasticamente reduzido em função do aumento das concentrações de Al^{+3} para todas as cultivares na etapa 1. As doses 56 e 112 mg L⁻¹ de Al^{+3} foram as mais adequadas para identificação precoce de genótipos tolerantes ao Al^{+3} . Nos experimentos realizados da etapa 2, o recrescimento primário não foi observado, entretanto o crescimento secundário demonstrou evidências da tolerância à toxidez por Al.
2. Ocorreu efeito significativo entre as doses 0 e 100 mg L⁻¹ de AG_3 , entretanto, estas doses não identificaram precocemente os genótipos utilizados de mamoneira para insensibilidade ao AG_3 , indicando ausência dos genes Rht nas cultivares testadas.
3. As quatro cultivares responderam igualmente às concentrações de 0 a 120 mg L⁻¹ de Al^{+3} , com redução do crescimento radicular e da parte aérea com o aumento das concentrações. Novas doses precisam ser testadas a fim de estabelecer o ponto ótimo para diferenciar o comportamento entre genótipos e promover a seleção de indivíduos mais tolerantes.

Referências Bibliográficas

- BIODISEL**. Disponível em <http://www.biodiesel.gov.br>. Acesso em: 18 de mar. 2007.
- CAMARGO, O. C. E.; OLIVEIRA, O. F. Tolerância de cultivares de trigo a diferentes níveis de alumínio em solução nutritiva e no solo. **Bragantina**, Paraná, v.40, p.21 – 23, 1981.
- CUSTÓDIO, C. C.; BOMFIM, D. C.; SATURNINO, S. M.; MACHADO NETO, N. B. Estresse por alumínio e por acidez em cultivares de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.1, p.145-153, 2002.
- DEGENHARDT, J.; LARSEN, P. B; HOWELL, S. H; KOCHIAN, L. V. Aluminum resistance in the Arabidopsis mutant alr-104 is caused by an aluminum-induced increase in rhizosphere pH. **Plant Physiology** , p.19-27. 1998.
- DORNELLES, A. L. C. **O uso da cultura de tecidos na geração de variabilidade para tolerância à toxicidade do alumínio e sensibilidade ao ácido giberélico em trigo (*Triticum aestivum* L.)**. 1994. 102f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 1994.

DORNELLES, A. L. C.; CARVALHO, F. I. F.; FEDERIZZI, L. C. et al. Avaliação simultânea para tolerância ao alumínio e sensibilidade ao ácido giberélico em trigo hexaplóide. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.9, p. 32-35, 1997.

ECHART, C. L.; CAVALLI-MOLINA, S. Fitotoxicidade do alumínio: efeitos, mecanismo de tolerância e seu controle genético. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.3, p.531-541, 2001.

FOY, C. D. Tolerance of barley cultivars to an acid, aluminum-toxic subsoil related to mineral element concentrations in their shoots. **Jurnal Plant Nutr**, n.19, p.1361–1380. 1996.

FOY, G. D.; CHANEY, R. L.; WHITE, M. C. The physiology of metal toxicity in plants. **Annual Review Plant Physiology**, v.29, p.511-566, 1978.

GALE, M.D.; GREGORY, R.S. A rapid method for early generation selection os dwarf genotypes in wheat. **Euphytica**, v.26, p.733-738, 1977.

KAUSS, H. Role of the plasma membrane in host-pathogen interaction. In: LARSSON, C., MOLLER, I.M. (eds.) **The plant plasma membrane, structure, function and molecular biology**. Berlin: Springer-Verlag, p.320-350. 1990.

KERRIDGE, P. C.; DAWSON, M. D.; DAVID, P. M. Separation of degrees of aluminium tolerance in wheat. **Agronomy Journal**, v.63, p.586-590, 1971.

RANGEL, L. E.; SUINAGA, F. A. **Uso de reguladores nas novas variedades do algodoeiro**. Campina Grande: EMBRAPA: CNPA, 16p., 2004 (Documentos 127).

RUTTY, T. W.; MACKOWN, C. T.; LAZOF, D. B.; CARTER, T. E. Effects of aluminium on nitrate uptake and assimilation. **Plant, Cell and Environment**, v.18, p.1325-1331, 1995.

SCHONINGER, E. L.; SILVANETO, J. A. **Introdução à análise estatística pelo programa Sisvar**. 2008.

SILVA, G. O. da; BERTAN, I.; CARVALHO, F. I. F. de; OLIVEIRA, A. C. de; SILVA, J. A. G. da; BENIN, G.; HARTWIG, I.; FINATTO, T. ; VALÉRIO, I. P. Parâmetros de avaliação da sensibilidade ao ácido giberélico em diferentes genótipos de aveia (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n.2, p. 155-159, 2005.

SILVA, S. A.; CARVALHO, F. I. F. de; SILVA, J. A. G. da; OLIVEIRA, A. C. de; CRUZ, P. J.; CAETANO, V. da R.; DIAMANTINO, M. S. A. S. Diamantino; PASSOS, A. R.; VIEIRA, E. A. V.; SIMIONI, D. Toxicidade do alumínio e efeito do ácido giberélico em linhas quase isogênicas de trigo com o caráter permanência verde e maturação sincronizada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.3, p.765-771, 2006.

WINSTAT. **Sistema de análise estatística para Windows**. Pelotas: UFPel, 2006.

CAPÍTULO 4

INFLUÊNCIA DA POLINIZAÇÃO CRUZADA E DA AUTOPOLINIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE *Ricinus communis* L.¹

¹Manuscrito ajustado e submetido à publicação no periódico científico *Bragantia*.

INFLUÊNCIA DA POLINIZAÇÃO CRUZADA E DA AUTOPOLINIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE *Ricinus communis* L.

RESUMO: *Ricinus communis* é uma espécie onde prevalece o sistema de autopolinização. Entretanto, a explosiva deiscência das anteras favorece a polinização cruzada realizada pelo vento e insetos. Este trabalho objetivou avaliar o efeito da autopolinização e polinização cruzada na produção de grãos de mamoneira. O experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, localizada no município de Cruz das Almas, Bahia, utilizando inflorescências das cultivares Nordeste BRS 149, Paraguaçu BRS 188, EBDA MPA 17, Mirante 10 e Sipeal 28. Durante o período de florescimento, foram separadas 10 inflorescências de cada genótipo, onde foram protegidas cinco inflorescências utilizando sacos no período de pré-antese das flores e as cinco demais foram deixadas abertas à visitação de insetos. Analisaram os caracteres número de flores (NFLOR), frutos formados (NFRUT), cachos por planta (CAPL) e peso dos frutos (PCA) em gramas, quando se permite apenas auto-fecundação e fecundação cruzada, utilizando um fatorial 5 x 2 (cinco genótipos e dois sistemas - flores cobertas e descobertas). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). O tratamento com flores descobertas apresentou-se mais eficiente, demonstrando que a influência dos agentes polinizadores viabiliza incrementos no número de flores, número de frutos e peso do cacho. A cultivar EBDA MPA 17 foi a que apresentou maior porcentagem de aumento no número de flores e de frutos.

.

Palavras-chave: Mamoneira, abelhas, Apoidea.

INFLUENCE OF THE CROSS-POLLINATION AND SELF-POLLINATION IN THE PRODUCTION OF SEEDS OF *Ricinus communis* L.

ABSTRACT: The *Ricinus communis* is a species where the self-pollination system prevails. However, the explosive opening of the anthers favors crossed pollination accomplished by wind and insects. The objective of this work was to evaluate the effect of the self-pollination and crossed pollination in the production of castor bean. The experiment was carried out in at the Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas of the “Universidade Federal do Recôncavo da Bahia” in the district of the Cruz das Almas, Bahia, Brazil, using inflorescences of the varieties Nordestina BRS 149, Paraguaçu BRS 188, EBDA MPA 17, Mirante 10 and Sipeal 28. During the flowering period, 10 inflorescences of each genotype, where 5 inflorescences were protected using bags during the pre-anthesis of the flowers and the 5 others were left uncovered allowing insect visitation, were separated. The characteristics analyzed were number of flowers (NFLOR), formed fruits (NFRUT), bunches for plant (CAPL) and fruits weight (PCA) in g, whenever permitted, self-pollination and crossing, were analyzed a factorial 5 x 2 (five genotypes and two systems - covered flowers and uncovered) was used. The data were submitted to the analysis of variance and the averages compared by the Tukey test ($P < 0,05$). The treatment with uncovered flowers was more efficient, demonstrating that the influence of the polinization agents allous increase in the number of flowers, fruit number and weight of the bunch. Cultivar EBDA MPA 17 showed the largest percentage increase in the number of flowers and fruits.

Key words: castor bean, bees, Apoidea.

INTRODUÇÃO

A mamoneira, *Ricinus communis*, é uma espécie da família Euphorbiaceae, em que prevalece a autopolinização, por se tratar de uma planta normalmente monóica, onde as flores unissexuais masculinas e femininas ocorrem numa mesma inflorescência de cada planta (MACÊDO; WAGNER, 1984). Contudo, devido à explosiva deiscência das anteras, o pólen pode ser lançado a grandes distâncias, favorecendo a polinização cruzada, realizada principalmente pelo vento. Além disso, observações de campo indicam que é muito visitada por uma variedade de insetos, que provavelmente coletam pólen e néctar e acabam por promover a polinização.

A mamoneira apresenta inflorescência do tipo panicular, denominada racemo, com flores dispostas em grupos sobre racemos terminais com 15 a 50 cm de comprimento, as femininas ocupando a parte superior e as masculinas a parte inferior do eixo da inflorescência (AZEVEDO et al., 1997; LORENZI; MATOS, 2002).

A espécie apresenta-se como autógama com freqüente alogamia onde a proporção entre flores femininas e masculinas é inconstante, observando-se desde 60:40% a 30:70%. Esse fator deve ser objeto de estudo, para fins de melhoramento, para proceder à seleção, necessitando condução de plantios visando aumentos da porcentagem de flores femininas (SAVY FILHO, 1999).

A polinização constitui-se atualmente em um fator de produção fundamental na condução de muitas culturas agrícolas ao redor do mundo. Além do aumento no número de vagens ou frutos vingados, a polinização bem conduzida também leva a um aumento no número de grãos por vagem, melhora a qualidade dos frutos e diminui os índices de malformação, aumenta o teor de óleos e outras substâncias extraídas dos frutos, encurta o ciclo de certas culturas agrícolas e ainda uniformiza o amadurecimento dos frutos, diminuindo as perdas na colheita (WILLIAMS et al., 1991).

Embora muitos vegetais tenham constituições anatômicas adequadas à autopolinização, a polinização cruzada apresenta algumas vantagens, pois favorece a manutenção ou aumenta o vigor híbrido das espécies, possibilita novas combinações de fatores hereditários e aumenta a produção de frutos e sementes (MARCHINI, 1994). Segundo Nogueira-Couto (1994 a,b) as características de um bom polinizador são totalmente preenchidas por abelhas, que visitam um grande número de flores de plantas de uma mesma espécie e carregam numerosos grãos de pólen em seus pêlos ramificados.

Desse modo, devido ao escasso estudo sobre a polinização entomófila na mamoneira e a possível influência da ação dos insetos no aumento e no vigor dos frutos, objetivou-se estudar o efeito da autopolinização e da polinização cruzada na produção de sementes desta Euphorbiaceae.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre 12/09/2006 e 30/01/2007, 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), localizada no município de Cruz das Almas – BA (coordenadas geográficas 40° 39' de latitude Sul e 39° 06' 23" de longitude oeste de Greenwich e a 220 m acima do nível do mar), utilizando inflorescências das cultivares BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, EBDA MPA 17, Mirante 10 e Sipeal 28.

Em cada cultivar foram separadas 10 inflorescências, sendo que cinco dessas inflorescências foram protegidas utilizando sacos de tecidos (voal) no período de pré-antese das flores e as cinco restantes foram deixadas livres à visitação de insetos. As inflorescências permaneceram cobertas por um período de 8 a 10 dias para que todas as flores fossem autofecundadas, sem a possibilidade de contaminação por pólen de outras cultivares (Figura 1).

Foram realizados todos os tratamentos culturais, bem como adubação de acordo com análise de solo e necessidades da planta.

Avaliou-se o número de flores (NFLOR), número de frutos (NFRUT), número de cachos por planta (CAPL) e peso dos frutos (PCA) em gramas, quando se permite apenas auto-fecundação e fecundação cruzada. O delineamento utilizado foi um fatorial 5 x 2 (cinco genótipos x flores cobertas e flores descobertas), submetidos os dados à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).



Figura 1. Experimento com flores cobertas e descobertas: a) Vista parcial do experimento; b) flores cobertas; c) experimento com flores cobertas e descobertas; d) inflorescência após retirada dos sacos entre 8 a 10 dias; e) cacho verde; f) cacho maduro (colheita).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As cultivares em que foram deixadas as inflorescências descobertas apresentaram valores superiores para número de frutos quando comparados às flores protegidas. A mamoneira, apesar do seu elevado percentual de autofecundação apresentou resultados que permitem inferir sobre influência da ação de agentes polinizadores como o vento e insetos que normalmente visitam as flores e acabam por promover a transferência de pólen que ficam depositados em suas estruturas.

Quando os insetos visitam as flores em busca de recursos tróficos, os grãos de pólen ficam aderidos a seus corpos e são levados, por sua vez, ao estigma das flores. Conseqüentemente, as flores receberão o pólen aderido ao corpo do visitante ocorrendo, assim, a fertilização cruzada. Dessa maneira, na natureza, as flores embora sendo de autopolinização, recebem normalmente pólen de outras flores através dos insetos visitantes (ALMEIDA, 1986).

Os caracteres número de flores e frutos por cacho não foram significativos para flores cobertas e descobertas para todos os genótipos avaliados. Entretanto, observou-se um incremento acima de 50% para a maioria dos genótipos avaliados nas flores deixadas abertas a visitação por insetos. Os resultados apresentados na tabela 1 permitiram constatar que a EBDA MPA 17 obteve um maior acréscimo em relação às demais para número de flores (71%) e número de frutos (69%), comparando flores protegidas e desprotegidas. O maior número de flores e a permanência destas viabilizam um aumento considerável no número de frutos e aumento significativo da produtividade da planta (Tabela 1).

O caráter número de cachos por planta (CAPL) não diferiu estatisticamente para todos os tratamentos utilizados conforme observado na Tabela 2. O número de cachos é um caráter que varia de acordo com a cultivar, sempre se modificando até o final do ciclo da planta, pois a mamona é uma espécie que apresenta floração descontínua (EMBRAPA, 2008).

O caráter peso do cacho é uma variável de maior importância na avaliação da eficiência da polinização. Desse modo, é possível prever a importância da ação dos insetos no rendimento de uma espécie quando esta apresenta um percentual de alogamia significativo. A mamona apresenta 60% de autogamia e em torno de 40% de alogamia. Os tratamentos com flores cobertas e descobertas não foram significativos, excetuando a Mirante 10 que apresentou valor inferior às demais

cultivares avaliadas. Entretanto, observou-se uma porcentagem de aumento em torno de 40% entre flores protegidas e desprotegidas, para todas as cultivares, para o caráter em questão, com exceção da Mirante 10 que apresentou valor abaixo dos obtidos pelas demais cultivares (Tabela 1).

Tabela 1. Médias de cinco genótipos para os caracteres agrônômicos em mamoneira. Cruz das Almas, BA, 2007.

Genótipos	Caracteres ¹							
	NFLOR		NFRUT		CAPL		PCA	
	C	D	C	D	C	D	C	D
BRS 149 Nordestina	16,2 a	27,8 ab	38,2 a	67,8 ab	11,0 a	16,6 a	22,1 a	55,3 a
BRS 188 Paraguaçu	19,2 a	26,8 ab	52,2 a	75,6 ab	14,8 a	17,8 a	23,6 a	57,1 a
EBDA MPA 17	19,2 a	37,0 a	54,2 a	100,0 a	16,0 a	13,0 a	21,5 a	52,4 a
Mirante 10	9,6 a	21,8 b	28,8 a	59,4 b	14,6 a	21,0 a	7,8 a	19,4 b
Sipeal 28	11,8 a	23,8 b	33,4 a	67,8 ab	12,6 a	13,0 a	16,4 a	59,8 a
CV (%)	28,31		31,72		49,37		29,74	

¹C: flores cobertas; D: flores descobertas; NFLOR – número de flores no cacho; NFRUT – número de frutos no cacho; CAPL – número de cachos por planta; PCA – peso do cacho, em g. Médias do caráter seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

CONCLUSÕES

O tratamento com flores descobertas apresentou-se mais eficiente, demonstrando que a influência dos agentes polinizadores viabiliza incrementos no número de flores, número de frutos e peso do cacho.

Dentre as variedades avaliadas a EBDA MPA 17 foi a que apresentou maior porcentagem de aumento no número de flores e de frutos.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, E. C. Biologia floral e mecanismo de reprodução em *Crotalaria mucronata* Desv. **Revista Ceres**, Viçosa, v.33, n.190, p.528-540, 1986.

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; BATISTA, F. A. S.; LIMA, E. F. **Arranjo de fileiras no consórcio mamona/milho**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1997. 21p.

EMBRAPA. **Centro de Mandioca e Fruticultura Tropical da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?menu=1&p=a_unidadelocalizacao.php&menu=1. Acesso: em 27 jan. 2008.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Ed. Nova cadessa, São Paulo, Instituto Plantarum, 512p. 2002.

MACÊDO, L. R.; WAGNER, W. J. **Revisão bibliográfica sobre a cultura da mamona**. Belém: SUDAM/DSP, 1984. 35p.

MARCHINI, L. C. Polinização entomófila em culturas de importância econômica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 10, 1994, Rio Quente. **Anais**. Rio Quente: Confederação Brasileira de Apicultura, 1994. p.19-25.

NOGUEIRA-COUTO, R. H. Polinização com abelhas africanizadas. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 1., 1994, Ribeirão Preto. **Anais**. Ribeirão Preto: USP-Legis Summa, 1994a. p. 101-117.

NOGUEIRA-COUTO, R. H. Polinização: aspectos gerais e resultados experimentais na região de Jaboticabal (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 10, 1994, Rio Quente. **Anais**. Rio Quente: Confederação Brasileira de Apicultura, 1994b. p.1-18.

SAVY FILHO, A. Hibridação em mamoneira. In **Hibridação artificial de plantas**. Borém, A. (Edt); Editora UFV, p.331-342. 1999.

WILLIAMS, I. H.; CORBET, S. A.; OSBORNE, J. L. Beekeeping, wild bees and pollination in the European Community. **Revista Bee World**, v. 72, n.4, p.170-180, 1991.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo genético e agrônômico da mamoneira viabiliza o conhecimento da cultura sobre diversos aspectos. A maior utilidade desses trabalhos está na escolha do método de melhoramento para condução de populações segregantes, viabilizando a obtenção de cultivares adaptadas às condições de baixa altitude. O programa de melhoramento desenvolvido na UFRB desde o ano de 2005 tem o objetivo de selecionar genótipos com caracteres adaptativos e de produção superiores aos encontrados nas cultivares estabelecidas, principalmente para os caracteres estatura de planta, precocidade de florescimento, peso e número de semente e teor de óleo na semente.

Alguns autores afirmam ser a mamoneira resistente à seca, entretanto tem-se observado que a deficiência hídrica é um dos fatores limitantes na cultura. Este problema acaba se intensificando com o desenvolvimento de cultivos em solos ácidos, tendo como consequência a redução do crescimento radicular e danos na raiz, podendo conduzir à deficiência mineral e hídrica. Essa situação se torna mais evidente e comprometedor nos períodos de estiagem com raízes se desenvolvendo na superfície (15-20 cm), impossibilitando a busca por água em maiores profundidades. Levando em consideração a necessidade de condução de plantios adequados para que a planta expresse o seu potencial máximo, a avaliação para a tolerância ao Al^{+3} e insensibilidade ao AG_3 permitiu observar que as cultivares BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, Sipeal 28 e EBDA MPA 17 apresentaram níveis semelhantes de tolerância, entretanto o aumento das doses conduziu a uma redução do sistema radicular. Em relação ao efeito do AG_3 , foi significativo entre as doses 0 e 100 mg L^{-1} , entretanto, estas doses não identificaram precocemente os genótipos utilizados de mamoneira para insensibilidade ao AG_3 , indicando ausência dos genes Rht nas cultivares testadas. Sugere-se a utilização de novas doses em populações segregantes a fim de se estabelecer o ponto ótimo para diferenciar o comportamento entre genótipos e promover a seleção de indivíduos mais tolerantes.

Observou-se que o caráter número de dias até o florescimento apresentou valores de herdabilidade superiores para a maioria dos cruzamentos avaliados, sugerindo ser este de fácil seleção. Entretanto, a seleção artificial deverá ser aplicada em gerações avançadas, pois o ambiente exerce uma forte influência na expressão fenotípica dos caracteres. Para controle do ambiente, é importante a utilização de métodos de melhoramento mais rebuscados, destacando o

Genealógico e SSD, para maximizar a expressão genética. Aliado a isto, o estudo da divergência genética nas populações F_2 permitiu identificar genótipos promissores e distintos em todos os cruzamentos avaliados, com formação de 03 a 05 grupos entre os cruzamentos avaliados.

Considerando o trabalho desenvolvido para avaliar a influência da polinização cruzada e da autofecundação na produção de sementes de mamoneira, e, embora os resultados não tenham sido significativos, observaram-se incrementos na produção para a maioria das cultivares, sinalizando a importância dos agentes polinizadores da mamoneira na eficiência do produto final. Esses resultados confirmam a importância desses agentes na manutenção ou aumento do vigor híbrido, constituindo em muitos casos fator de produção essencial na condução de muitas culturas agrícolas (MARCHINI, 1994).

Os trabalhos desenvolvidos até o momento pela Equipe de melhoramento da UFRB diagnosticaram problemas na germinação das sementes e sinalizaram para uso de técnicas que possam induzir e uniformizar a germinação. Essa etapa é fundamental para condução dos experimentos de campo e laboratório de forma tranqüila e com resultados promissores.

Nesse contexto, o programa de melhoramento da mamoneira desenvolvido pela UFRB, através do NBIO, visa conduzir as populações segregantes de mamoneira, a fim de selecionar genótipos mais adaptados às condições de baixa altitude, atendendo à demanda por óleo, em cultivares produtivas, viabilizando, desse modo, a exploração racional da cultura.