



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

**ANÁLISE DESCRITIVA, AGRUPAMENTO E ANÁLISE DE TRILHA DE
CULTIVARES DE MAMONEIRA EM DOIS ANOS DE CULTIVO EM
CRUZ DAS ALMAS - BA**

ORLANDO MELO SAMPAIO FILHO

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
FEVEREIRO - 2009**

**ANÁLISE DESCRITIVA, AGRUPAMENTO E ANÁLISE DE TRILHA DE
CULTIVARES DE MAMONEIRA EM DOIS ANOS DE CULTIVO EM
CRUZ DAS ALMAS - BA**

ORLANDO MELO SAMPAIO FILHO

Engenheiro Agrônomo
Universidade Federal da Bahia, 2006

Dissertação submetida à Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Fitotecnia.

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

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

FICHA CATALOGRÁFICA

S192 Sampaio Filho, Orlando Melo.
Análise descritiva, agrupamento e análise de trilha de cultivares de mamoneira em dois anos de cultivo em Cruz das Almas - BA/ Orlando Melo Sampaio Filho. _ Cruz das Almas, BA, 2009.
73 f.;

Orientadora: Simone Alves Silva.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Curso Ciências Agrárias, concentração em Fitotecnia.

1. Mamona. 2. Mamoneira - cultivo. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. II. Título.

CDD: 634.651

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Simone Alves Silva
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB
(Orientadora)

Dr. Vagner Maximino Leite
Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S/A – EBDA

Prof^a. Dr^a. Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB

Dissertação homologada pelo Colegiado de Curso de Mestrado em Ciências Agrárias
em

Conferindo o Grau de Mestre em Ciências Agrárias em.

Aos meus pais Orlando Melo Sampaio (*in memoriam*) e Edinéia Floriano Sampaio.

Às minhas irmãs Luciene e Luciana Floriano Sampaio.

Por estarem representando, aqui, a ponte mais curta de mim para mim mesmo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Grande Arquiteto do Universo, Papai do Céu, Criador e Incriado, DEUS, por me permitir sempre, em suas mais diferentes formas;

À minha família, por serem o meu maior compromisso aqui;

Ao Programa de Pós-graduação da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia pela oportunidade concedida, e à todos os professores e funcionários que fazem parte deste programa e auxiliaram direta ou indiretamente para a construção deste documento;

À minha querida orientadora, Simone Alves Silva, não só pela orientação mas pela amizade e ensinamentos diários de como saber lidar com os momentos mais singulares de uma vida;

Ao meu co-orientador Carlos Ledo (“Black”) por além de ter auxiliado nas análises estatísticas se tornou um grande amigo, ser humano ao qual aprendi à admirar;

À Capes - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - pela concessão da bolsa de auxílio financeiro ao mestrado.

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

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

À todos os integrantes, professores e estagiários da família NBIO, por terem ajudado de forma direta ou indireta na execução dos trabalhos;

Aos colegas de mestrado, Bira, Léo, Juliana, Dário, Denis, Cássia, enfim, todos que conviveram comigo nestes dois anos, pelos momentos de “prosa” na busca de relaxar das tensões que o mestrado nos proporciona;

Aos meus amigos particulares, os quais me reservo o direito de não citar nomes para não ser “traído” pelo esquecimento, mas que sabem o quão foram, são e serão sempre importantes em todas as etapas da minha caminhada.

Meu muito obrigado!

“No Universo tudo pensa e tem vida, que se prova pelo movimento. Compreendê-la, só através do viver, que é ser e estar em relação com o todo do qual somos partes integrantes”.

Imutabilismo

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO	01
Capítulo 1	
ANÁLISE DESCRITIVA EM MAMONEIRA COMO CRITÉRIO DE SELEÇÃO DE CULTIVARES EM CONDIÇÕES DE SEQUEIRO E BAIXA ALTITUDE EM DOIS ANOS.....	21
Capítulo 2	
AGRUPAMENTO DE CULTIVARES DE MAMONEIRA EM DOIS ANOS DE CULTIVO NO RECÔNCAVO BAIANO.....	40
Capítulo 3	
ANÁLISE DE TRILHA EM CARACTERES AGRONÔMICOS DE CULTIVARES DE MAMONEIRA EM DOIS ANOS DE CULTIVO NO RECÔNCAVO BAIANO.....	58
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74

**ANÁLISE DESCRITIVA, AGRUPAMENTO E ANÁLISE DE TRILHA DE
CULTIVARES DE MAMONEIRA EM DOIS ANOS DE CULTIVO EM CRUZ DAS
ALMAS - BA**

Autor: Orlando Melo Sampaio Filho

Orientadora: Prof. Dr. Simone Alves Silva

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento agrônômico de quatro cultivares de mamoneira, BRS188 Paraguaçu, BRS149 Nordestina, EBDA MPA 17 e Sipeal 28 nas condições edafoclimáticas do recôncavo baiano em dois anos de cultivo. Os ensaios foram realizados em dois anos agrícolas, o primeiro ano entre os meses de abril de 2006 e fevereiro de 2007, e o segundo ano entre os meses de maio de 2007 e fevereiro de 2008 em área experimental. Foram avaliados os caracteres florescimento do racemo primário (FLO), altura de caule (AC), comprimento médio de internódios do caule (CMIC), número de internódios do caule (NIC), diâmetro de caule (DC), estatura de planta (EP), comprimento efetivo (útil) de racemo (CER), rendimento (REND), número de racemos colhidos por planta (NRC), número de racemos emitidos por planta (NREP), número de racemos abortados por planta (NRAP), comprimento de racemo (CR), comprimento de racemo sem enchimento (CRSE), peso de racemo (PR), peso de frutos por racemo (PFR), peso de sementes por racemo (PSR), número de frutos por racemo (NFR), número de sementes por racemo (NSR), estande final (EST), peso de frutos por parcela (PFP), o peso de frutos por planta (PFPL), peso de sementes por parcela (PSP) e peso de sementes por planta (PSPL). As cultivares não diferiram para o caráter rendimento de grãos, apresentando proporcionalmente rendimento maior no primeiro ano quando comparado com o segundo ano de cultivo, não ocorrendo interação genótipo x ambiente, apresentando estabilidade nos dois anos avaliados. As cultivares demonstraram variabilidade para NRAP, NREP, CR, NSR, AC, CMIC, CER, PR, PSR e EP, sendo os caracteres PSR e EP de elevado efeito direto sobre o rendimento e os caracteres NREP e NRAP os mais indicados para distinguir genótipos através da divergência genética.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., divergência genética, análise de trilha

DESCRIPTIVE ANALYSIS, GROWING AND TRAIL ANALYSIS OF CASTOR TREE CULTIVARS IN TWO YEARS OF CROOPING IN CRUZ DAS ALMAS

Author: Orlando Melo Sampaio Filho

Advisor: Simone Alves Silva

ABSTRACT: The purpose of this work was to study the behavior agronomic among four castor tree cultivars, BRS188 Paraguaçu, BRS149 Nordestina, EBDA MPA 17 and Sipeal 28 with the edafoclimatic conditions of the Bahia reconcavo in two years of cultivation. The experiments were carried out in two agricultural years, the first year from April, 2006 to February, 2007 and the second year from May, 2007 to February 2008 in experimental area. The characteristics studied were: primary raceme blossom (FLO), caulis height (AC), average length of the caulis internodes (CMIC), number of internodes per caulis (NIC), caulis diameter (DC), plant height (EP), effective (useful) length of the raceme (CER), performance (REND), number of racemes harvested per plant (NRC), number of racemes emitted per plant (NREP), number of racemes miscarried per plant (NRAP), racemes length (CR), racemes without filling length (CRSE), racemes weight (PS), weight of fruit per raceme (PRF), weight of seeds per raceme (PSR), number of fruits per weight of fruit per raceme (NFR), number of seeds per raceme (NSR), final stand (EST), weight of fruits per part (PFP), the weight of fruits per plant (PFPL), weight of seeds per part (PSP) and weight of seeds per plant (PSPL). The cultivars don't distinguish to the character have incoming from the grains, the presenting proportionately higher income in the first year when compared with the second year of cultivation, don't occurring interaction genotype x enviroment, showing stability in two years studied. The cultivars showed variability for NRAP, NREP, CR, NSR, AC, CMIC, CER, PR, PSR and EP characters of high direct effect on yield and characters NREP and NRAP the most suitable to distinguish genotypes through's of genetic dissent.

Key-words: Ricinus communis L., genetic dissent, analysis track

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é um arbusto de cujo fruto se extrai um óleo de excelentes propriedades, de largo uso como insumo industrial.

Dentre as diversas matérias primas oleaginosas cultivadas no Brasil, a soja é a que apresenta a maior área cultivada, que atingiu em 2007 o total de 20,6 milhões de ha, vindo a seguir a mamona com 170 mil ha, o amendoim com 102,9 mil ha e o girassol com 75,4 mil ha. O caroço de algodão, de onde também se extrai o óleo, é um subproduto da cultura do algodão para produção da fibra, tendo sua oferta condicionada a procura da fibra. Diversas palmáceas, também produzem frutos dos quais se extrai óleo, como o dendê e o babaçu. Atualmente varias pesquisas vêm mostrando a possibilidade de culturas comerciais de palmáceas nativas, como o Buriti, o Acauá, o Tucuman, a Oiticica, a Pupunha e a Macaúba. Esta última, sobretudo, dada sua adaptação nas diversas regiões do país tem sido motivo de diversos estudos agronômicos visando sua utilização para produção de óleo vegetal e biodiesel (MORAES ; SILVA, 2008).

Entretanto, vale lembrar que, até recentemente, a procura de óleos vegetais, com exceção do óleo de mamona, estava quase que exclusivamente dedicada à alimentação humana. O uso como óleos secativos para a produção de tintas e vernizes era de pouca significação, perto do consumo como alimento. Somente com o advento do biodiesel como combustível vieram os óleos vegetais a serem procurados com objetivo de matérias primas para a produção de biocombustíveis (MORAES ; SILVA, 2008).

O aumento da freqüência das catástrofes naturais, notadamente furacões e tornados, em conjunto com o aumento gradativo da temperatura da atmosfera terrestre, traz a necessidade de se acelerar a substituição de combustíveis fósseis pelos renováveis. Países como EUA, Alemanha, França e Itália já utilizam, há algum tempo, este combustível obtido de culturas de ciclo rápido, como a colza.

A possibilidade de produção de biodiesel, a partir do óleo de mamona, criou um novo mercado para esta espécie.

Fisiologia da mamoneira

A altitude tem sido um dos importantes critérios utilizados para a realização do zoneamento da mamoneira, o qual prevê que o ótimo ecológico em que a planta pode expressar seu potencial produtivo está na faixa de 300 a 1.500m de altitude (Beltrão, 2003), possivelmente interfere no balanço de hormônios em especial as giberelinas, que podem alterar as taxas de flores masculinas: femininas. Os trabalhos desenvolvidos por Bahia et. al., (2008) e Cerqueira (2008) mostram o bom desempenho de cultivares em baixas altitudes. Anjos e Silva et. al., (2004), também citam que trabalhos realizados em Pelotas – RS, revelam rendimentos superiores para a cultura quando comparado com outras Regiões do Brasil.

A altitude pode influenciar a planta da mamoneira por diversos fatores, mas principalmente pela temperatura, a qual tende a decrescer à medida que a altitude aumenta. A temperatura tem grande impacto sobre a fotossíntese e respiração da planta, pois influencia diversas reações bioquímicas ligadas a estes dois processos fisiológicos (MELO et. al., 2008).

Altas temperaturas noturnas fazem com que a planta tenha intenso metabolismo respiratório durante a noite, o que provoca consumo da reserva acumulada durante o dia através da fotossíntese. Por essa razão, é desejável que as plantas estejam sob temperatura mais alta durante o dia, favorecendo a fotossíntese e temperaturas mais baixas durante a noite o que diminui a respiração.

A mamoneira requer temperaturas médias, entre 20 e 30 °C, com baixa umidade relativa do ar, entre 40 a 65 %, sendo o ótimo em torno de 55 % durante a fase de crescimento e de produção, para obter máxima produtividade (Weiss, 1983). Temperaturas elevadas, acima de 30 °C, promovem problemas de reversão de sexo havendo tendência a formação de mais flores masculinas (Oliveira et. al., 2008). Prefere ambientes mais secos (UR %), porém, com presença de orvalho, pois possivelmente retira um pouco de água deste fenômeno atmosférico, que representa entrada de energia no sistema.

É uma planta xerófila e heliófila, provavelmente originária da Ásia, explorada comercialmente entre as latitudes 40°N e 40°S. Apresenta crescimento do tipo

indeterminado, especificamente denominado de dicotômico, sendo do padrão heteroblástico, alométrico e desenvolvimento do tipo heterogônico. Tem fotossíntese do tipo C3, com elevada taxa de fotorrespiração e baixa eficiência no uso da água e no nitrogênio (AMORIM NETO et al., 2001).

Apesar de apresentar este mecanismo de fixação carbônica, a espécie é de fácil adaptação às diferentes condições de clima e solo, tolerante à seca e exigente em calor e luminosidade (AMORIM NETO et al., 2001). De acordo com Beltrão e Silva (1999), precipitação pluvial de 600 - 700 mm são suficientes para que se obtenham rendimentos de até 1.500 kg ha⁻¹. A época de plantio adequada é aquela em que se aproveita ao máximo o período chuvoso, mas realiza-se a colheita no período seco.

A maior exigência de água no solo ocorre durante a fase reprodutiva, com maior chance de obtenção de produção economicamente viável em áreas onde a precipitação mínima até o início da floração seja em torno de 400 – 500 mm (BAHIA, 1995). É fotoperiódica, de dias longos, necessitando de pelos menos 12 horas de luz por dia para produzir bem, e pode produzir satisfatoriamente com no mínimo 9 horas (OLIVEIRA et. al., 2008).

Com relação às condições edáficas, a mamoneira se desenvolve e produz em diversos tipos de solos, com exceção daqueles de textura argilosa e drenagem deficiente. Os solos ideais são profundos, descompactados, de textura média, bem estruturados, com boa drenagem e nível médio de fertilidade (Azevedo et al., 1997). A mamoneira produz pouco em solos de baixa fertilidade, sendo uma planta sensível à acidez do solo, desenvolvendo-se e produzindo adequadamente em solos com pH próximo à neutralidade (AZEVEDO et al., 1998).

Importância da espécie *Ricinus communis* L.

Apesar de sua origem ser provável da Ásia, é encontrada de forma espontânea em várias regiões do Brasil, desde o Amazonas até o Rio Grande do Sul (Costa et al., 2006). No Brasil a mamona é conhecida desde a era colonial quando o óleo era utilizado para lubrificar as engrenagens e os mancais dos inúmeros engenhos de cana e carros de boi.

Seu óleo, principal produto, também é conhecido como óleo de rícino, possui teor variando de 35 a 55% (Vieira et al., 1997), mas a maior parte das cultivares plantadas comercialmente no Brasil possuem teor de óleo variando entre 45% e 50% apresentando grande potencial de uso, como na fabricação de tintas, vernizes, óleo secativo, solventes, nylon, lubrificantes, fluidos hidráulicos, plastificantes, graxas especiais, espumas, cosméticos, resinas alquídicas, ceras, emulsificantes, próteses, dentre outros (FREIRE et al., 2006).

O subproduto torta é utilizado como fertilizante orgânico com grande capacidade de restauração de solos desgastados, além de servir na alimentação animal, se desintoxicada, via vapor (30 minutos a 130°C), a fim de neutralizar a proteína tóxica ricina (SANTOS et al., 2001).

Em todos os países produtores de mamona, esta cultura tem grande importância social por empregar mão-de-obra de trabalhadores rurais, principalmente para o plantio, controle de plantas daninhas e colheita. Em média, emprega-se aproximadamente um trabalhador rural para cada quatro hectares de plantio de mamona (EMBRAPA ALGODÃO, 2008).

Por isso, o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel traz uma grande oportunidade aos agricultores familiares de aumentarem sua renda e inclusão social, tendo em vista que este já exige a inclusão de 3 % em 2008 em volume do combustível vegetal no mineral (diesel).

A Lei No 11097 (jan./2005) definiu a inclusão definitiva do biodiesel na matriz energética brasileira. O governo brasileiro implantou o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel. Biodiesel é acima de tudo um combustível biodegradável, renovável que pode ser fabricado por reações químicas entre óleos vegetais e animais e álcoois de baixo peso molecular (TORRES, 2006).

A cada 1% de participação da agricultura familiar no mercado de B5 (biodiesel a 5%) no Brasil seria possível gerar aproximadamente 45 mil empregos no campo, com custo médio de R\$ 4.900,00/emprego. A participação de apenas 6% da agricultura familiar no mercado do biodiesel (B5) seria possível gerar 1 milhão de empregos, dos quais 270 mil no campo e 810 mil na indústria, comércio e distribuição (Cartaxo, 2008).

No nordeste brasileiro é quase consenso que a mamoneira é a matéria-prima mais apropriada para uso no programa Biodiesel. Dentre várias oleaginosas, a mamona se apresenta como uma excelente alternativa, uma vez que já houve, no nordeste, grandes plantações no século passado e por ser uma planta que se adéqua bem às condições climáticas da região e ao cultivo com base na agricultura familiar, garantindo emprego e renda ao homem nordestino.

Ao estabelecer o percentual mínimo de 3% para adição do biodiesel puro ao diesel consumido no Brasil, o PNPB criou uma demanda anual de 840 milhões de litros, valor que foi acrescido em 420 milhões de litros em 2008, com a majoração do percentual de mistura para 3%, a partir de 01 de julho de 2008, conforme Resolução n. 04/2008 do Conselho Nacional de Política Energética, publicada no Diário Oficial da União de 14 de março de 2008 (BRASIL, 2008).

A capacidade instalada de produção atual brasileira de biodiesel é de 2.505,5 milhões de litros, ou seja, a capacidade de oferta supera em 2,0 vezes a quantidade demandada, mesmo assim, a produção de biodiesel não tem atendido ao volume até agora arrematado nos leilões promovidos entre 2005 e 2007 para abastecimento do mercado até o início de 2008 (ANP, 2007).

Segundo Severino et al. (2006), no contexto nacional a Região Nordeste é a principal produtora de mamona, sendo responsável por mais de 75% da produção Nacional. Entretanto, essa cultura pode ser cultivada em várias regiões do País, encontrando-se plantios comerciais nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

A região Nordeste sempre foi à principal região produtora de mamona no Brasil. Dentre os Estados do Nordeste a Bahia se destaca, mais especificamente, a microrregião de Irecê.

Na safra 2004/2005 o nordeste alcançou uma produção de 143,3 mil toneladas, o Brasil produziu 147,9 mil toneladas, ou seja, o nordeste produziu aproximadamente 97% da safra nacional. A produção baiana para este período foi de 129 mil toneladas, o que significa 87% da produção nacional (Amorim, 2005).

Segundo Bandeira et al. (2004) a produção em escala comercial e tradicional da mamona no semi-árido brasileiro, na última década, está concentrada no estado da Bahia, onde na safra de 2003/2004 foram plantadas mais de 140.000 hectares. A

partir da safra de 2001/2002, graças ao grande interesse mundial pelas fontes renováveis de energia, para substituição gradual das fontes minerais originárias do petróleo, tornou evidente um programa nacional de estruturação da cadeia produtiva da mamona nos estados do semi-árido brasileiro.

Líder absoluto na produção nacional de mamona, a Bahia conquista um novo status de terceiro maior produtor mundial da oleaginosa, perdendo apenas para China e Índia. O reconhecimento foi consolidado no 3º Congresso Brasileiro de Mamona, que aconteceu em agosto de 2008 na Bahia (AGECOM, 2008).

No Quadro 1 são apresentados números correspondentes as safras de 2006/2007 e 2007/2008.

Quadro 1. Área, produtividade e produção da mamoneira em diversos Estados brasileiros. Safras 2006/2007 e 2007/2008.

REGIÃO/UF	Área em mil ha			Produtividade em kg.ha ⁻¹			Produção em mil t		
	Safra 06/07	Safra 07/08	Var. (%)	Safra 06/07	Safra 07/08	Var. (%)	Safra 06/07	Safra 07/08	Var. (%)
	NORDESTE	151,2	165,7	9,6	5 75	8 44	46,8	8 6,9	139,8
PI	13,4	7,1	47,0	338	687	103,3	4,5	4,9	8,9
CE	9,6	10,2	6,3	614	673	9,6	5,9	6,9	16,9
RN	0,7	0,6	11,3	630	678	7,6	0,4	0,4	-
PE	6,4	6,7	5,2	530	524	1,1	3,4	3,5	2,9
BA	121,1	141,0	16,5	600	880	46,7	72,7	124,1	70,7
SUDESTE	4,3	4,3	0,2	1.534	1.452	5,3	6,6	6,2	6,1
MG	2,4	2,4	0,3	1.500	1.358	9,5	3,6	3,2	11,1
SP	1,9	1,9	-	1.576	1.571	0,3	3,0	3,0	-
SUL	0,1	-	100,0	1.670	-	100,0	0,2	-	100,0
PR	0,1	-	100,0	1.670	-	100,0	0,2	-	100,0
NORTE/NORDESTE	151,2	165,7	9,6	5 75	8 44	46,8	86,9	139,8	60,9
CENTRO-SUL	4,4	4,3	2,5	1.537	1.452	5,5	6,8	6,2	8,8
BRASIL	155,6	170,0	9,3	6 02	8 59	42,7	93,7	146,0	55,8

FONTE: CONAB - Ago/2008.

Apesar disso, a cadeia produtiva ainda necessita de ajustes no que concerne à obtenção de produtividades mais elevadas (Souza e Távora, 2006). Segundo Cartaxo et al. (2004), mais de quinhentos municípios estão situados no ótimo ecológico para a produção de mamona, conferindo ao Brasil posição de destaque frente a países produtores tradicionais como a Índia e a China.

Sendo assim, o Brasil pode fornecer a matéria prima necessária ao incremento do programa Biodiesel utilizando melhores tecnologias agrícolas como fertilizantes, sementes geneticamente melhoradas e preparo do solo (SANTOS et. al., 2001).

Para alcançar esta meta, os programas de melhoramento devem identificar e/ou sintetizar genótipos de mamoneira que se adaptem às condições edafoclimáticas do Nordeste, visando a distribuição de cultivares mais produtivas, semideiscentes, de porte médio, precoce, elevado teor de óleo na semente e resistentes às principais doenças da região (VIEIRA et al, 1997).

Todavia, Moreira et al, (1996) ressaltaram que a maior dificuldade na exploração racional da mamona, no Nordeste do Brasil, está na baixa disponibilidade de sementes certificadas e/ou fiscalizadas e de cultivares adaptadas, produtivas, com elevado teor de óleo e tolerantes a pragas e doenças.

Essas características identificadas e transferidas em programas de melhoramento que envolvam hibridações, resultam em práticas seletivas, ou ainda, na obtenção de híbridos de expressivo vigor, ou heterose, decorrente do cruzamento entre dois genótipos de elevada capacidade combinatória e acentuada divergência genética entre si (FIGUEIREDO NETO et. al 2001).

Melhoramento genético no Brasil

No Brasil, o primeiro programa de melhoramento genético da mamoneira foi iniciado em São Paulo, pelo Instituto Agronômico de Campinas – IAC, em 1936 (KRUG et al., 1943). O objetivo inicial foi o de selecionar cultivares mais produtivas, com maior resistência à incidência de doenças e ao ataque de pragas. Em 1937 começaram os primeiros ensaios de competição com genótipos de portes altos e anãos com as cultivares Zanzibar e Sanguínea. Em 1957 foi lançada em São Paulo e

Minas Gerais a cultivar IAC 38. Posteriormente foram realizados estudos para eliminar a deiscência da IAC 38 através do cruzamento IAC x Cimarrom surgindo daí a cultivar Campinas, com alto grau de indeiscência. Cruzamentos subsequentes entre a Campinas x Preta resultaram na cultivar Guarani com indeiscência menos pronunciada que a Campinas e 50% mais produtiva. Posteriormente vieram a IAC 80, IAC 226 (VIEIRA et al., 1997), IAC 2028 é a cultivar mais recentemente lançada pelo IAC.

Já em 1940, o Brasil atingia a condição de primeiro produtor mundial de mamona, com a área plantada anualmente elevada, chegando a mais de 370 mil hectares/ano no período entre 1969 a 1981 e mais de 300.000 t de bagas/ano de produção (BELTRÃO, 2006a). Porém, com o investimento de tecnologia avançada na produção de híbridos de altas produtividades a China juntamente com a Índia ultrapassaram o Brasil em produtividade de mamoneira.

No estado da Bahia, os trabalhos envolvendo melhoramento genético da mamoneira foram iniciados na década de 60 pelo Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Leste – IPEAL, com sede em Cruz das Almas. Esse órgão foi extinto, alocado posteriormente para a fundação do Centro de Mandioca e Fruticultura Tropical da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), os trabalhos passaram então a ser conduzidos a partir de 1974 pela Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia – EPABA, que depois foi transformada na EBDA - Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola, sendo conduzidos em sede da empresa em Itaberaba, a qual passou a conduzir os experimentos a partir da década de 80. Como resultante destes trabalhos, várias cultivares foram lançadas no mercado, em que as principais são: Sipeal 1, Sipeal 9, Sipeal 28 e 12 e Epaba 2 (CERQUEIRA, 2008).

A de maior destaque foi a Sipeal 28 que tem porte médio, caule roxo, sem cera, frutos deiscentes, sementes de cor preta, floração do primeiro cacho com 55 dias, teor de óleo nas sementes de 47,3% e produtividade média em condições de sequeiro de 1300 kg/ha de bagas (Beltrão, 2006b). Em 2008 a Secretaria da Agricultura (Seagri) lançou duas novas variedades da espécie (MPB1 e MPA 11), que

vão garantir a mecanização da produção para o agronegócio e a consorciação, destinada à produção familiar (SANTIAGO et. al., 2008a ; 2008b).

Estas cultivares foram produzidas pela Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA) em parceria com a Universidade Federal do Recôncavo Baiano (UFRB) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) para multiplicação e, posteriormente, venda e distribuição (AGECOM, 2008).

No ano de 1987, a EMBRAPA Algodão, localizada em Campina Grande-PB, iniciou seu trabalho, desenvolvendo cultivares adaptados ao semi-árido do Nordeste, com destaque para as BRS 149 Nordestina e BRS 188 Paraguaçu. Mais recentemente, no ano de 2008, lançou a cultivar BRS Energia que possui um ciclo de até 100 dias, altura de 1,4 metros e rendimento de 2.200 kg/ha. Em 2005 a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB – localizada em Cruz das Almas, iniciou seus trabalhos, e desde então vem procurando compor seu programa por meio da seleção e hibridização de materiais de elevado potencial produtivo e adaptados à altitude abaixo de 300m (CERQUEIRA, 2008).

Os ensaios de competição de cultivares e cruzamentos dos indivíduos selecionados realizados no Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia da UFRB após três anos de trabalho, apresentam resultados positivos para as cultivares Sipeal 28, BRS Nordestina, EBDA MPA 17 e BRS Paraguaçu e surgimento de populações segregantes com indivíduos potenciais para condução e posterior seleção de melhores indivíduos.

Outras Instituições de pesquisa como a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, a Universidade Federal de Viçosa – UFV, a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará – EPACE e a Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, também, participam ativamente das redes de competição de cultivares de portes anão, médio e alto, que culminou com o lançamento das cultivares BRS 149 Nordestina e BRS 188 Paraguaçu, respectivamente em 1998 e 1999, para toda a área zoneada para a mamona no Nordeste e Norte de Minas Gerais (AZEVEDO ; LIMA, 2001).

A mamona é uma planta considerada do tipo intermediário (misto) quanto ao sistema reprodutivo, ocorrendo tanto a autofecundação como o cruzamento natural, com taxas de alogamia pronunciada e parcialmente autógena variando com o seu porte. É monóica, possui os dois sexos na mesma inflorescência, o que possibilita a obtenção de plantas homozigotas através da polinização controlada. Desse modo, o controle parental é mais rígido e conseguem-se populações de plantas com pureza genética, sendo mantida a variabilidade individual (SAVY FILHO, 1999).

As populações mistas diferem daquelas com alogamia ou autogamia completa, pois consistem de uma mistura de indivíduos que apresentam diferentes graus de endogamia. Deste modo o efeito da seleção é bem mais complexo nestas populações (VENCOVSKY et al, 2001).

Devido a natureza reprodutiva da mamoneira, a autofecundação repetida continuamente pode levar a endogamia. Em populações de polinização livre, Krieger et al. (2006) verificaram redução da produtividade em 10% com uma geração de autofecundação.

Quanto ao desenvolvimento de sementes híbridas de mamona, no Brasil, ainda é insipiente em programas de melhoramento ocasionado pelo pouco interesse por parte dos produtores, em decorrência do baixo nível tecnológico utilizado no cultivo da mamoneira (SAVY FILHO, 1999).

Atualmente, nos Estados de Mato Grosso e Goiás, quatro híbridos comerciais vêm sendo cultivados como cultura de "safrinha", em sucessão à soja ou ao milho (SAVY FILHO, 2005). Em países de agricultura desenvolvida, como os Estados Unidos e Índia, a produção de híbridos comerciais de mamoneira é muito utilizada (FREIRE et al., 2001; MOREIRA et al., 1996).

Todos estes estudos darão suporte ao zoneamento agroecológico para a cultura da mamoneira.

Zoneamento climático

O zoneamento é um estudo técnico que pretende orientar os produtores e amenizar os riscos na produção (MITIDIERI, 2007). Até o momento, somente quem

foi zoneado tem benefícios de receber orientações do Mapa – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, e pela SDA – Secretária de Desenvolvimento Agrário, receber sementes, assistência técnica e, o mais importante, ter garantia de financiamentos bancários (FEITOSA, 2007).

Além disso, pode ter o enquadramento de operações de custeio no seguro do Banco Central, PROAGRO - Programa de Garantia da Atividade Agropecuária. Enquanto isso, os municípios “descartados” pelo estudo buscam crédito e confiança do mercado para implementar seus cultivos, só planta com recurso próprio, e o produtor assume o risco (FEITOSA, 2007).

Embora a mamona tenha elevada plasticidade fenotípica e ampla adaptação a vários ambientes (Weiss, 2000), as variações ambientais influenciam o desempenho agrônômico da cultura.

A produtividade da mamona está diretamente relacionada com a disponibilidade hídrica, temperatura, fotoperíodo e umidade relativa do ar, principalmente durante a fase reprodutiva, desde a floração dos racemos primários até a maturação dos terciários (KUMAr, 2007; MOSHKIN, 1986).

Informações da CONAB registram que na safra de 2004 foram utilizados apenas 161 mil hectares e no zoneamento agrícola realizado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Algodão da Embrapa, constatou-se que o Nordeste brasileiro conta com mais de 400 municípios aptos para o plantio de mamona em regime de sequeiro (BELTRÃO, 2003). No entanto, devido ao avanço das pesquisas em regiões de baixas altitudes, se faz necessário um novo estudo para reformulação do zoneamento não só para o Nordeste, mas também para as outras regiões brasileiras.

Foram observadas, nas condições climáticas de Teresina, PI, com altitude de 74 m, que as linhagens CNPAM 2000-73 e CNPAM 2000-47 apresentaram produtividades de bagas superiores a 1.000 kg.ha⁻¹ (Melo et al., 2004). No estado do Piauí, cinquenta por cento de seu território apresenta altitude inferior a 300 m, condição restritiva para o cultivo das variedades atualmente lançadas e recomendadas pelo zoneamento da mamona para o estado do Piauí (ANDRADE JÚNIOR et al., 2004).

Aires et al. (2008) obtiveram na safra 2006/07 em campo experimental da Embrapa Clima Temperado em Pelotas - RS, latitude 31°41' Sul, longitude 52°21' Oeste e altitude de 60m, produtividade média de 1.201 kg ha⁻¹. As cultivares utilizadas foram IAC 80, AL Guarany 2002, Mara e Lyra.

Bahia (2007), Silva (2008) e Cerqueira (2008) estudaram 5 cultivares de mamoneira no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas, entre os meses de abril de 2006 e fevereiro de 2007. O município está situado na região fisiográfica do Recôncavo Baiano, apresentando as coordenadas geográficas de 12° 40' 19" latitude sul, 39° 06' 23" de longitude oeste de Greenwich e altitude média de 220m. Constataram produtividades entre 900 a 1.400 kg ha⁻¹ em pelo menos 04 (quatro) delas (Nordestina, Paraguaçu, Sipeal 28 e EBDA MPA 17), produtividade esta, acima da média nacional que é de aproximadamente 800 kg ha⁻¹.

Severino et al. (2006) avaliando dez genótipos de mamoneira em função da altitude nos municípios de Carnaubais, RN (60m), Maranguape, CE (140m) e Quixeramobim, CE (280m), obtiveram produtividade variando 499,7 kg ha⁻¹ a 2.583,9 kg ha⁻¹, com média de 1.402,4 kg ha⁻¹.

Análise Multivariada

As técnicas de análise multivariadas têm sido regularmente aplicadas em várias investigações científicas nas mais diversas áreas de pesquisa, com maior ou menor frequência (SARTORIO, 2008).

No melhoramento de plantas é necessário, após o final de uma geração, selecionar aquelas plantas que serão os genitores da geração seguinte. A seleção deve ser realizada de maneira que a próxima geração seja melhor que a anterior em relação à resposta média de uma série de características.

Desta maneira, o objetivo do melhorista consiste em maximizar o ganho genético em um espaço mínimo de tempo. A análise fatorial, ou a análise de componentes principais, por exemplo, podem ser usadas para converter os valores

de uma série de características em um índice, que é utilizado para a escolha dos futuros pais (LEDO et. al., 2003).

A Estatística Multivariada é definida como um conjunto de métodos estatísticos utilizados em situações nas quais vários caracteres são medidos simultaneamente em cada unidade experimental. Os métodos de análise de dados multivariados permitem um estudo global destes caracteres, colocando em evidência as ligações, semelhanças ou diferenças entre elas, perdendo o mínimo de informação (SARTORIO, 2008).

As técnicas multivariadas podem ser classificadas de diversas maneiras. De acordo com Mingoti (2005), a estatística multivariada pode ser dividida em: a) Técnicas Exploratórias: promovem a simplificação da estrutura de variabilidade dos dados. Esses métodos têm um apelo prático muito interessante, pois em sua grande maioria independem do conhecimento da forma matemática da distribuição de probabilidades geradora dos dados amostrais. Quando esta distribuição é conhecida pode-se fazer inferências sobre os resultados obtidos. Algumas das técnicas exploratórias são: Análise de Componentes Principais (ACP); Análise Fatorial (AF); Análise de Correlação Canônica (ACC); Análise de Agrupamentos (AA); Análise Discriminante (AD) e Análise de Correspondência (AC); b) Técnicas de Inferência Estatística: permitem que conclusões sejam tiradas acerca da população usando informações de uma amostra multivariada. Dentre elas estão a Análise de Variância Multivariada (MANOVA) e a Análise de Regressão Multivariada.

Já para Hair Jr. et al. (2006), é possível dividir as técnicas multivariadas em: a) Técnicas de Dependência: são aquelas em que uma variável ou conjunto de variáveis é identificado como a variável dependente a ser predita ou explicada por outras variáveis conhecidas como variáveis independentes. Por exemplo: MANOVA e AD; b) Técnicas de Interdependência: são aquelas em que nenhuma variável ou grupo de variáveis é definida(o) como independente ou dependente. Neste caso, o procedimento envolve a análise simultânea de todas as variáveis no conjunto. Exemplos: ACP e AF.

Independente da divisão adotada existem vários métodos de análise multivariada com finalidades bem diversas entre si. Portanto, é preciso saber que

conhecimento se pretende gerar, ou melhor, o que se pretende afirmar a respeito dos dados. Reis (1997) relata que o truque na estatística multivariada, se existe, não está nos cálculos, fácil e rapidamente feitos num computador com software adequado. O truque consiste em escolher o método apropriado ao tipo de dados, usá-lo corretamente, saber interpretar os resultados e retirar deles as conclusões corretas.

Análise de Componentes Principais (*Principal Components Analysis*) teve origem em 1901, com Karl Pearson sendo consolidada somente em 1933 com Hottelling. Segundo Morrison (1976), a Análise de Componentes Principais (ACP) surge da necessidade de se conhecer as estruturas de dependência das variáveis e a *priori* não é encontrado nenhum padrão de causalidade. Mingoti (2005) afirma que, seu objetivo principal é o de explicar a estrutura de variâncias e covariâncias de um vetor aleatório composto de p variáveis aleatórias iniciais, podendo-se resumir sua informação.

Encontrar nos dados uma estrutura natural de agrupamento é uma importante técnica exploratória, e é exatamente este o propósito da Análise de Agrupamentos (AA). Segundo Barroso e Artes (2003), a AA é o nome dado a um conjunto de técnicas utilizadas na identificação de padrões de comportamento em bancos de dados através da formação de grupos homogêneos de casos. Esta análise também é conhecida como *análise de conglomerados*, *classificação* ou *cluster analysis*.

Para Cruz e Regazzi (1997), a AA tem por finalidade reunir, por algum critério de classificação pré-determinado, as unidades amostrais em vários grupos, de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre os grupos. Segundo Hair Jr. et al. (2006) a idéia é maximizar a homogeneidade de objetos dentro de grupos, ao mesmo tempo em que se maximiza a heterogeneidade entre os grupos. A AA permite uma avaliação da similaridade (ou dissimilaridade) entre objetos levando em consideração várias características concomitantemente.

Análise de Trilha

Nos programas de melhoramento genético, utiliza-se a correlação entre caracteres, e sua importância reside no fato de se poder avaliar o quanto da alteração

de um caráter pode afetar os demais, no decurso da seleção (SANTOS et al., 2000). Por meio do conhecimento da magnitude do desempenho de uma característica, pode-se avaliar a influência sobre outra característica.

Entretanto, podem ocorrer alguns equívocos nas estratégias de seleção das características avaliadas, a partir da quantificação da magnitude das correlações entre as variáveis. Assim, apesar da utilidade dessas estimativas, no entendimento de um caráter de herança quantitativa como o rendimento de grãos, elas não determinam a importância relativa das influências diretas e indiretas dos caracteres que compõem o rendimento. A quantificação e a interpretação da magnitude do coeficiente de correlação, entre dois caracteres, podem levar a equívocos de seleção, pois a elevada correlação pode ser resultante do efeito de um terceiro ou de um grupo de caracteres (CRUZ ; CARNEIRO, 2003).

Para entender melhor as associações entre diferentes caracteres, Wright (1921) propôs um método de desdobramento das correlações estimadas, em efeitos diretos e indiretos das variáveis sobre uma variável básica. Este método é denominado análise de trilha ou análise de caminamento.

O sucesso da análise de trilha reside basicamente na formulação do relacionamento de causa e efeito entre as variáveis. Além disso, o desdobramento de correlações é dependente do conjunto de caracteres estudados, que normalmente é estabelecido pelo conhecimento prévio do pesquisador, de sua importância e de possíveis inter-relações expressas em diagramas de trilha (CRUZ ; REGAZZI, 1997).

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi estudar o comportamento de quatro cultivares de mamoneira, BRS188 Paraguaçu, BRS149 Nordestina, EBDA MPA 17 e Sipeal 28 com as condições edafoclimáticas de Cruz das Almas – BA, em dois anos de cultivo, estimar a divergência genética dos mesmos através da análise multivariada, avaliar a correlação fenotípica através da análise de trilha, para entender a relação direta e indireta existente entre os caracteres.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSESSORIA GERAL DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DO GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA. **Mamona**. Disponível em: <
<http://www.comunicacao.ba.gov.br/noticias/2008/08/08/bahia-e-terceiro-maior-produtor-de-mamona-do-mundo>>. Acesso em: 22 ago. 2008.

AIRES, R. F. et al. Épocas de semeadura de mamona conduzida por duas safras em Pelotas – RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Anais...** Salvador: Governo da Bahia; Campina Grande: Embrapa Algodão 2008. 1 CD-ROM.

AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, A. E. de; BELTRÃO, N. E. de M. Clima e solo. In: AZEVÊDO, D. M. P. de; Lima, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. p. 63-88.

AMORIM, P. Q. R. de. **Perspectiva histórica da cadeia da mamona e a introdução da produção de biodiesel no semi-árido brasileiro sob o enfoque da teoria dos custos de transação**. 2005. 95 f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2005

ANDRADE JÚNIOR, A. S. et al. **Zoneamento de aptidão e de risco climático para a cultura da mamona no Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. (Documentos, 94).

ANJOS e SILVA, S. D. dos. Avaliação de cultivares de mamona em Pelotas – RS, **Safra 2003/04**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

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

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

BAHIA. Secretaria da Indústria, Comércio e Mineração. **Diagnósticos e oportunidades de investimento: mamona**. Salvador: SEBRAE, 1995. 63 p. (Série oleaginosas, 5)

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

BANDEIRA, P. A.; CARTAXO, W. V.; SEVERINO, L. S. **Resíduo industrial da mamona como fonte alternativa na alimentação animal**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p.37.

BARROSO, L. P.; ARTES, R. Análise multivariada. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 10. :RBRAS - REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 48., 2003, Lavras. **Minicurso...** Lavras: UFLA, 2003. 156p.

BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, L. C. Os múltiplos usos do óleo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) e a importância do seu cultivo no Brasil. **Fibras e Óleos**, Campina Grande, n. 31, p.7, 1999.

BELTRÃO, N. E. de M. **Crescimento e desenvolvimento da mamoneira (*Ricinus communis* L.)**. Campina Grande: Embrapa – CNPA. 4 p., 2003 (Comunicado técnico, 146).

_____. **A cadeia da mamona no Brasil, com ênfase para o segmento P & D: estado da arte, demandas de pesquisa e ações necessárias para o desenvolvimento**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006a (Documentos).

_____ et al. **O cultivo sustentável da mamona no semi-árido brasileiro**. 2.ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006b. 24p. (Circular técnica, 84)..

BRASIL. Resolução CNPE nº 2, de 13 de março de 2008. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Disponível em: <<http://www.notadez.com.br/content/normas.asp?id=61093>>. Acesso em: 18 mar. 2008

CARTAXO, W. V.; et. al. **O cultivo da mamona no semi-árido brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 20 p. (Circular técnica, 77).

_____ Produção de mamona na agricultura familiar. desafios x perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA. 3., 2008, Salvador. **Anais...** Salvador: Governo da Bahia; Embrapa Algodão 2008. 1 CD-ROM.

CERQUEIRA, L. S. **Variabilidade genética e teor de óleo em mamoneira visando ao melhoramento para região de baixa altitude**. 2008. 59 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2008.

COSTA, M. N. da; et. al. 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.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV, 1997. 390p

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2003. 585p.

EMBRAPA ALGODÃO. **Cadeia produtiva** : óleo de mamona e biodiesel. Disponível em:

<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/cadeia_produtiva_biodiesel.html>. Acesso em: 24 ago. de 2008.

FEITOSA, V. Ceará: zoneamento exclui 47% dos municípios. **Diário do Nordeste**. mar. 2007. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/mamona/ceara-zoneamento-exclui-47-municipios-28-03-07.htm>>. Acesso em: 28 jul. 2008.

FIGUEIREDO NETO, A. et al. Melhoramento genético. In: AZEVÊDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. p. 230-256.

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**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. p. 229-256.

FREIRE, R. M. M.; SEVERINO, L. S.; MACHADO, O. L. T. Ricinoquímica e co-produtos. In: AZEVÊDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M.. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. Cap. 13

HAIR JR., et. al.. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 593 p.

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

KUMAR, N. et. al. QTL mapping for yield and yield contributing traits in two mapping populations of bread wheat. **Molecular Breeding**, v.19, p.163-177, 2007.

LEDO, C.A. da S.; FERREIRA, D. F.; RAMALHO, M.A.P. Análise de variância multivariada para os cruzamentos dialéticos. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1214-1221, dez. 2003.

MELO, F. de B. et al. Competição de genótipos de mamoneira em baixas altitudes: resultados preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

MELO, F. de B. et al. Comportamento produtivo de genótipos de mamoneira em baixa altitude em monocultivo e consorciados com feijão-caupi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Anais...** Salvador: Governo da Bahia; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 1 CD-ROM.

MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 295p.

MITIDIARI, F. J. In: VASCONCELOS, C.. Ceará: zoneamento exclui 47% dos municípios. **Diário do Nordeste**, mar. 2007. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/mamona/ceara-zoneamento-exclui-47-municipios-28-03-07.htm>>. Acesso em: 25 jul. 2008.

MORAES E SILVA, R. D. de. Produção de biodiesel em pequena escala com aproveitamento de co-produtos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA MAMONA, BA, 3. , 2008. Salvador. **Mini-curso...** Salvador: Governo da Bahia: Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 1 CD-ROM.

MOREIRA, J. A. N.; et. al . **Melhoramento da mamoneira (*Ricinus communis* L.)**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1996. 30p. (Documentos, 44).

MORRISON, D.F. **Multivariate statistical methods**. 2. ed. New York: McGraw-Hill Company, 1976. 415p.

MOSHKIN, V. A. **Castor**. New Delhi: Oxonian Press, 1986. 315 p.

OLIVEIRA, M. I. P. de et al. Fatores que podem influenciar o crescimento e desenvolvimento da Mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA MAMONA, BA, 3. , 2008. **Anais...** Salvador: Governo da Bahia; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 1 CD-ROM.

REIS, E. **Estatística multivariada aplicada**. Lisboa: Silabo, 1997. 343p.

SANTIAGO, A. N. et al. EBDA MPA 11: nova cultivar de mamona com potencial agrônomo para o estado da Bahia e Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA ENERGIA E RICINOQUÍMICA, 3., 2008, Salvador. **Anais...** Campina Grande - PB : Embrapa Algodão, 2008a. v. 01. p. 1-143.

SANTOS, R. C. dos.; CARVALHO, L. P. de.; SANTOS, V. F. dos. Análise do coeficiente de trilha para os componentes de produção em amendoim. **Ciência Agropecuária**, v.24, n.1, p.13-16, 2000.

SANTOS, R. F. et al.. Análise econômica. In: AZEVEDO, D.M.P. de.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. p.17-35.

SARTORIO, S. D. **Aplicações de técnicas de análise multivariada em experimentos agropecuários usando o software R**. 2008. 131 f.Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

SAVY FILHO, A. Melhoramento da mamona. In: BOREM, A. (Org.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p. 385-407.

_____. **Mamona: tecnologia agrícola**. Campinas: Emopi, 2005. 105 p.

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

SOUZA, A. dos S.; TÁVORA, F. J. A. F. Florescimento e produtividade da mamoneira cultivada em diferentes épocas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão; Local: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006.

TORRES, E. A. et. al. Biodiesel: o combustível para o novo século. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 16, n. 1, p. 89-95, jun. 2006.

VENCOVSKY, R. et al. Genética e melhoramento de populações mistas. In: NASS, L. L. et al. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001, p. 231-281.

VIEIRA, R. M.; LIMA, E F.; BATISTA, F. A. S.. Diagnóstico e perspectivas da mamoneira no Brasil. In: REUNIÃO TEMÁTICA MATÉRIAS-PRIMAS OLEAGINOSAS NO BRASIL. 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 1997. p.139-150 (Documentos, 63).

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

_____. _____. London: Longman, 2000. 660p.

WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, v.20, p.557-585, 1921.

CAPÍTULO I

ANÁLISE DESCRITIVA EM MAMONEIRA COMO CRITÉRIO DE SELEÇÃO DE CULTIVARES EM CONDIÇÕES DE SEQUEIRO E BAIXA ALTITUDE EM DOIS ANOS¹

¹Artigo ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Pesquisa Agropecuária Brasileira.

ANÁLISE DESCRITIVA EM MAMONEIRA COMO CRITÉRIO DE SELEÇÃO DE CULTIVARES EM CONDIÇÕES DE SEQUEIRO E BAIXA ALTITUDE EM DOIS ANOS

RESUMO: Esta pesquisa teve por objetivo estudar a interação entre quatro genótipos de mamoneira em dois anos de estudo nas condições edafoclimáticas do recôncavo baiano, observando a estabilidade fenotípica, com o auxílio da análise conjunta, com a finalidade de identificar genótipos que reúnam características de alta produtividade permitindo assim recomendações regionalizadas. Os ensaios foram realizados em dois anos agrícolas distintos e consecutivos: entre os meses de abril de 2006 e fevereiro de 2007, e entre os meses de maio de 2007 e fevereiro de 2008 em área experimental no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas. As variáveis estudadas foram altura de caule (AC), comprimento médio de internódios do caule (CMIC), número de internódios do caule (NIC), diâmetro de caule (DC), estatura de planta (EP), comprimento efetivo (útil) de racemo (CER), rendimento (REND), número de racemos colhidos por planta (NRC), número de racemos emitidos por planta (NREP), número de racemos abortados por planta (NRAP), comprimento de racemo (CR), comprimento de racemo sem enchimento (CRSE), peso de racemo (PR), peso de sementes por racemo (PSR), número de sementes por racemo (NSR), estande final (EST). As diferenças climáticas entre os dois anos evidenciaram uma expressão bem distinta para os genótipos dentro de cada ano, mostrando a flexibilidade dos materiais de se adaptarem às flutuações das condições ambientais. Foi observado que a cultivar SIPEAL 28 obteve os melhores rendimentos para os dois anos em estudo, demonstrando a possibilidade de utilização deste material para cultivo em baixas altitudes.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., estabilidade fenotípica, análise conjunta

DESCRIPTIVE ANALYSIS OF CASTOR TREE AS SELECTION CRITERIA OF BREEDING IN UPLAND AND LOW ALTITUDES CONDITIONS WHITIN TWO YEARS

ABSTRACT: This research aimed to study the interaction among four castor tree genotypes in two years of study in the edafoclimáticas conditions of the Bahia reconcavo, watching the phenotypic stability, using combined analysis, aiming to identify the genotypes which gather high productivity characteristics allowing regionalized recommendations. The experiments were carried out in two distinct and consecutive agricultural years: from April, 2006 to February, 2007 and from May, 2007 to February 2008 in an experimental area on the Agricultural Environmental and Biological Sciences Center (CCAAB) of the Bahia Reconcavo Federal University, in Cruz das Almas. The variables studied were: caulis height (AC), average length of the caulis internodes (CMIC), number of caulis internodes (NIC), caulis diameter (DC), plant height (EP), effective (useful) length of the raceme (CER), performance (REND), number of racemes harvested per plant (NRC), number of racemes emitted per plant (NREP), number of racemes miscarried per plant (NRAP), racemes length (CR), racemes without filling length (CRSE), racemes weight (PR), weight of seeds per raceme (PSR), number of seeds per raceme (NSR), final stand (EST). The weather differences between the two years evidenced a clearly distinct expression between both genotypes within each year, demonstrating the materials' flexibility to adapt to the variation of the environmental conditions. The cultivar SIPEAL 28 achieved the best performance to the two years of the study, showing the possibility of using this material to low altitude growing.

Key words: *Ricinus communis* L., phenotypic stability, combined analysis

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é um arbusto de cujo fruto se extrai um óleo de excelentes propriedades, de amplo uso como insumo industrial.

Em todos os países produtores de mamona, esta cultura tem grande importância social por empregar mão-de-obra de trabalhadores rurais, principalmente para o plantio, controle de plantas daninhas e colheita. Em média, emprega-se aproximadamente um trabalhador rural para cada quatro hectare de plantio de mamona (EMBRAPA ALGODÃO, 2008).

Através da Lei N° 11097 (jan./2005) houve a inclusão definitiva do biodiesel na matriz energética brasileira. O governo brasileiro implantou o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, que é um combustível biodegradável e renovável, que pode ser fabricado por reações químicas entre óleos vegetais e animais e álcoois de baixo peso molecular (TORRES, 2006).

Segundo Severino et al. (2006), a Região Nordeste, no contexto nacional, é a principal produtora de mamona, sendo responsável por mais de 90% da produção Nacional. Entretanto, essa cultura pode ser cultivada em várias regiões do País, encontrando-se, também, plantios comerciais nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

O Recôncavo Baiano pode se constituir em importante alternativa para ampliação da área cultivada com mamona, devido alguns aspectos importantes. Seu período chuvoso difere das principais regiões produtoras, portanto, a região do Recôncavo poderá contribuir para o abastecimento do mercado no período de entressafra. Sua proximidade das usinas produtoras de biodiesel localizada em Candeias reduzirá o custo do frete, tornando a matéria prima mais competitiva, (SILVA, 2008).

Além disso, o clima do município de Cruz das Almas, localizada no Recôncavo baiano, é do tipo tropical quente e úmido (Am) com altitude de 220 m acima do nível do mar, o que possibilita a manipulação genética da mamoneira para seu ajuste a ambientes de baixa altitude e com resistência à doenças fúngicas, a exemplo do

mofo-cinzento, além de promover alternativa de cultivo na diversificação de culturas nesta região onde predomina a agricultura familiar.

Segundo Cartaxo et al. (2004) mais de quinhentos municípios estão situados no ótimo ecológico para a produção de mamona, conferindo ao Brasil posição de destaque frente a países produtores tradicionais como a Índia e a China. Todavia, Moreira et al (1996) ressaltaram que a maior dificuldade na exploração racional da mamona, no Nordeste do Brasil, está na baixa disponibilidade de sementes certificadas e de cultivares adaptadas, produtivas, com elevado teor de óleo e tolerantes a pragas e doenças.

De acordo com Beltrão e Silva (1999), precipitação pluvial de 600 - 700 mm são suficientes para que se obtenham rendimentos de até 1.500 kg ha⁻¹. A altitude tem sido um dos importantes critérios utilizados para a realização do Zoneamento da Mamoneira, o qual prevê que o ótimo ecológico em que a planta pode expressar seu potencial produtivo está na faixa de 300 a 1.500m de altitude (Beltrão, 2003), possivelmente interfere no balanço de hormônios, em especial as giberelinas, que podem alterar as taxas de flores masculinas : femininas.

A altitude pode influenciar a planta da mamoneira por diversos fatores, mas principalmente pela temperatura, a qual tende a decrescer à medida que a altitude aumenta. A temperatura tem grande impacto sobre a fotossíntese e respiração da planta, pois influencia diversas reações bioquímicas ligadas a estes dois processos fisiológicos. A mamoneira requer temperaturas médias, entre 20 e 30 °C, com baixa umidade relativa do ar, entre 40 a 65 %, sendo o ótimo em torno de 55 % durante a fase de crescimento e de produção, para obter máxima produtividade. Temperaturas elevadas, acima de 30 °C , promovem problemas de reversão de sexo, havendo tendência a formação de mais flores masculinas (WEISS, 2000).

O objetivo deste capítulo visa estudar a interação entre os genótipos observando a estabilidade fenotípica dos caracteres em dois anos de estudo nas condições edafoclimáticas de Cruz das Almas - BA, com a finalidade de identificar cultivares que reúnam caracteres promissores de alta produtividade em dois anos consecutivos na região, para avaliação do potencial produtivo destas, em ambiente de baixa altitude.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas. Segundo Nacif et al. (2008), o município localiza-se na microrregião geográfica Santo Antônio de Jesus, região econômica Recôncavo Sul. Situada no planalto pré-litorâneo, Cruz das Almas apresenta clima tropical quente e úmido (Am), segundo a classificação de Köppen e altitude de 220 m acima do nível do mar. Com pluviosidade média anual de 1.170mm, com variações entre 900 e 1.300mm, sendo os meses de março a agosto os mais chuvosos e de setembro a fevereiro os mais secos. A temperatura média anual é de 24,1°C.

Os ensaios foram realizados em dois anos agrícolas consecutivos, sendo o primeiro ano referente ao período entre os meses de abril de 2006 e fevereiro de 2007, e o segundo ano entre os meses de maio de 2007 e fevereiro de 2008 em área experimental pertencente ao Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) do CCAAB.

O material vegetal utilizado para o plantio foi composto por sementes provenientes de quatro cultivares, EBDA MPA 17, Sipeal 28, BRS 188 Paraguaçu, BRS 149 Nordestina, materiais já cultivados em alguns locais do Estado, desenvolvidas pela Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA) e EMBRAPA Algodão, sendo obtidas junto ao Banco Ativo de Germoplasma de mamona da EBDA, estação experimental de Iraquara (BA).

Para a correção do solo, seguiu as recomendações da análise de fertilidade química, 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 P₂O₅ e 40 kg.ha⁻¹ de K₂O. O controle de ervas daninhas foi realizado mensalmente com capina manual.

A condução da cultura foi realizada em regime de sequeiro e o delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco repetições e quatro tratamentos, constituídos pelas cultivares BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, EBDA MPA-17 e Sipeal 28. Cada parcela teve as dimensões 12,0m x 15,0m, com as linhas

laterais constituindo as bordaduras, e a área útil abrangendo as dimensões de 9,0m x 10,0m.

O espaçamento entre fileiras foi de 3,0m e entre covas de 1,0m, resultando em cinco fileiras com 12 covas e 30 covas na área útil do experimento. Foram semeadas três sementes por cova e o desbaste foi realizado aos 10 dias após a emergência, deixando uma planta por cova.

Foram avaliados em cada ano agrícola vinte e três variáveis com o intuito de obter o máximo de informações possíveis à respeito do desempenho das cultivares. Os caracteres florescimento do racemo primário (FLO), altura de caule (AC), comprimento médio de internódios do caule (CMIC), número de internódios do caule (NIC), diâmetro de caule (DC), estatura de planta (EP), comprimento efetivo (útil) de racemo (CER) e rendimento (REND) foram aferidos de acordo com descritores utilizados pela Embrapa Algodão, descritos por Freire et al. (2001).

Para avaliar número de racemos colhidos por planta (NRC), número de racemos emitidos por planta (NREP) e o número de racemos abortados por planta (NRAP) foram realizadas contagens periódicas durante todo o ciclo da cultura. Para estas aferições, foi considerado racemo abortado aquele que não apresentou frutos ou encontrava-se deformado ou mal-formado com número de frutos inferior a três.

Os caracteres comprimento de racemo (CR) e comprimento de racemo sem enchimento (CRSE) foram medidos com auxílio de régua milimetrada quando o mesmo encontrava-se com sua maturação plena. Estes caracteres, acrescido do comprimento efetivo do racemo (CER), peso de racemo (PR), peso de frutos por racemo (PFR), peso de sementes por racemo (PSR), número de frutos por racemo (NFR) e número de sementes por racemo (NSR) foram realizados nos três primeiros racemos de cada planta e em 10 plantas ao acaso, utilizando régua e balança digital de precisão.

O estande final (EF) foi determinado contando-se o número de plantas vivas aptas para colheita. Foram realizadas colheitas periódicas a fim de se evitar perdas com deiscência de algumas cultivares, entretanto, a colheita final foi efetuada no mesmo período para todas as cultivares. Os racemos colhidos tiveram os frutos retirados e pesados para determinação do peso de frutos por parcela (PFP).

O peso de frutos por planta (PFPL) foi determinado pela pesagem dos frutos em cada planta. Após secagem ao sol em terreiro, as sementes que não foram removidas dos frutos por deiscência, foram retiradas através de batidas em sacos de alinhagem e as que ainda apresentavam casca aderida, extraídas com alicate de poda manualmente. As sementes foram pesadas para determinação do peso de sementes por parcela (PSP) e a partir deste o rendimento (REND) foi mensurado em função do número de covas da área útil e tamanho da área útil. O peso de sementes por planta (PSPL) foi determinado pela pesagem das sementes de cada planta.

Para a análise descritiva utilizou-se 16 caracteres e posteriormente foram submetidos à análise de variância sendo os valores médios ordenados segundo o teste de Scott e Knott, ao nível de 1% e 5% de probabilidade ($\alpha = 0,01$ e $0,05$). As análises foram conduzidas com auxílio dos programas Genes (2001) e SAS System (2001).

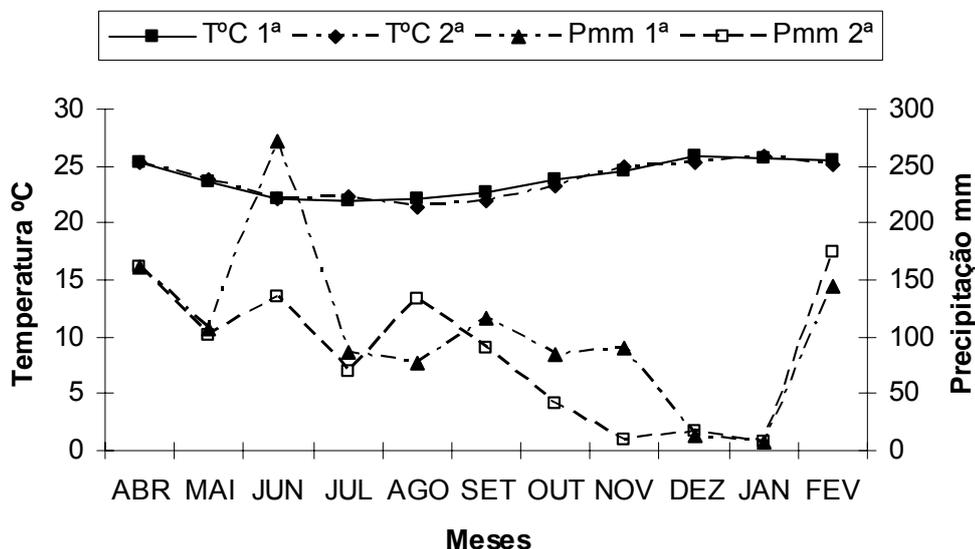
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como mostrado na Figura 1, a temperatura média mensal foi de 24° C para o ano agrícola 2006-2007 e 23° C para o ano agrícola 2007-2008. A pluviosidade acumulada durante o período de crescimento no primeiro ano de cultivo foi de 1065 mm, valor que está acima do recomendado por Amorim Neto et al. (2001) que é de 500 a 800 mm, fato este freqüentemente observado na Região e favorável ao desenvolvimento das plantas.

Foi observado uma drástica redução no índice pluviométrico no segundo ano de cultivo, sendo um ano atípico para a região em termos climáticos onde foi observada uma pluviosidade acumulada dos meses de abril à dezembro de 594,5 mm, sendo os meses de julho à novembro os que menos choveram, período em que a planta estava no ápice do seu estado vegetativo.

Portanto, as condições climáticas experimentadas ao longo do ano agrícola de 2007-2008, no município de Cruz das Almas - BA foram, em partes, insatisfatórias para a potencialização das cultivares de mamoneira avaliadas, sugerindo ajuste nas

constituições genéticas da mamoneira para seleção de novos genótipos, adaptados às condições climáticas da região.



Fonte: Embrapa Mandioca e Fruticultura

Figura 1. Valores médios mensais de temperatura do ar (°C) e precipitação pluviométrica total (mm) durante os meses de abril de 2006 a fevereiro de 2007 (1ª época) e maio de 2007 a fevereiro de 2008 (2ª época), nas condições climáticas de Cruz das Almas, BA.

Os resultados para as estatísticas descritivas dos caracteres físicos avaliados estão apresentados na Tabela 1 com as estimativas da média, coeficiente de variação e valores máximos e mínimos para os dois anos de cultivo.

Para o cultivar Paraguaçu, o caráter NREP variou entre 25,6 e 31,3, tendo o maior valor dentre os cultivares nos dois períodos de estudo com um coeficiente de variação de 8,85 para o primeiro ano e 22,12 para o segundo ano de cultivo. A utilização do caráter número de racemo emitido por planta é recomendada por Freire et al. (2001) quando se deseja selecionar cultivares mais produtivas. O valor máximo dentre as cultivares nos dois anos de estudo para o caráter NRC foi de 22,8 para a cultivar Sipeal 28.

Tabela 1. Caracterização física de cultivares de mamoneiras nas condições do Recôncavo Baiano, 2006-2007 / 2007-2008.

Nordestina										
Variável	Ano 1					Ano 2				
	Média	Min.	Max.	DP	CV%	Média	Min.	Max.	DP	CV%
NREP	23,62	16,30	28,40	5,43	22,98	6,12	3,70	8,60	1,80	29,42
NRC	16,10	11,40	20,50	3,81	23,67	5,24	3,30	6,50	1,22	23,28
NRAP	7,52	3,20	9,70	2,52	33,53	0,88	0,40	2,10	0,71	80,91
CER (cm)	18,01	16,20	20,70	1,69	9,39	17,14	15,00	21,65	2,70	15,73
CR (cm)	24,14	22,90	26,40	1,39	5,77	25,50	24,50	26,88	0,95	3,74
CRSE (cm)	6,13	5,30	6,70	0,60	9,82	9,55	8,80	10,88	0,83	8,65
PR	96,16	90,95	109,03	7,38	7,67	99,30	83,34	112,60	10,91	10,98
PSR	49,52	47,45	51,51	1,87	3,78	54,61	43,87	64,30	7,89	14,44
NSR	71,94	67,40	79,70	4,79	6,65	99,20	92,30	107,40	5,45	5,50
AC (cm)	58,76	50,72	63,55	5,42	9,23	58,08	55,90	64,10	3,39	5,84
EP (cm)	194,60	158,00	238,00	0,33	16,93	103,14	90,80	118,00	10,08	9,77
DC (mm)	52,04	47,46	55,95	3,37	6,49	39,12	29,50	69,41	17,02	43,51
CMIC (cm)	3,93	3,13	4,66	0,55	14,12	3,48	3,16	3,91	0,31	8,93
NIC	15,76	14,00	17,80	1,59	10,12	17,08	15,60	17,90	0,91	5,34
EF	14,40	10,00	21,00	5,59	38,85	26,60	20,00	30,00	4,77	17,95
REND (Kg.ha ⁻¹)	968,89	648,89	1347,78	318,90	32,91	516,73	406,29	635,88	107,60	20,82
Paraguaçu										
Variável	Ano 1					Ano 2				
	Média	Min.	Max.	DP	CV%	Média	Min.	Max.	DP	CV%
NREP	28,10	25,60	31,30	2,49	8,85	6,86	5,30	8,90	1,52	22,12
NRC	18,80	15,30	21,40	2,32	12,33	5,64	4,00	7,90	1,61	28,52
NRAP	9,30	7,40	12,30	2,00	21,55	1,24	1,00	1,50	0,19	15,72
CER (cm)	14,86	13,80	17,30	1,42	9,54	11,80	8,13	13,83	2,48	21,06
CR (cm)	19,40	17,50	21,60	1,70	8,78	19,85	14,87	23,77	3,50	17,64
CRSE (cm)	4,54	3,50	5,90	0,96	21,22	8,63	6,73	12,65	2,32	26,91
PR	92,77	79,78	104,02	9,61	10,36	76,64	52,66	94,10	17,82	23,26
PSR	52,38	45,97	58,63	5,87	11,21	43,61	30,32	55,18	10,61	24,33
NSR	67,58	61,50	74,10	5,81	8,59	79,26	63,00	98,10	14,71	18,56
AC (cm)	57,42	50,75	64,30	6,30	10,96	55,03	50,20	59,40	3,70	6,73
EP (cm)	219,60	188,00	252,00	0,26	11,67	109,14	91,10	130,40	15,17	13,90
DC (mm)	49,49	45,43	54,76	3,38	6,82	31,37	28,63	35,00	3,21	10,23
CMIC (cm)	4,19	3,85	4,71	0,34	8,07	3,54	3,32	3,87	0,21	5,81
NIC	14,14	12,80	15,00	0,92	6,47	15,90	15,10	16,80	0,78	4,91
EF	18,60	14,00	22,00	3,78	20,33	26,40	20,00	30,00	4,10	15,53
REND (Kg.ha ⁻¹)	1123,33	930,00	1271,11	149,12	13,28	419,34	269,71	608,02	121,09	28,88

Tabela 1. (continuação)

EBDA MPA 17										
Variável	Ano 1					Ano 2				
	Média	Min.	Max.	DP	CV%	Média	Min.	Max.	DP	CV%
NREP	15,20	12,40	22,90	4,34	28,57	4,40	3,20	5,50	0,90	20,52
NRC	11,36	7,20	18,80	4,43	39,00	3,82	2,60	5,00	0,86	22,63
NRAP	3,84	1,80	6,20	1,67	43,37	0,60	0,10	1,10	0,36	60,09
CER (cm)	18,50	15,80	20,50	1,93	10,45	14,73	12,07	17,61	2,23	15,11
CR (cm)	25,14	21,70	26,70	1,99	7,92	22,62	19,67	27,02	2,80	12,37
CRSE (cm)	6,64	5,60	8,20	1,08	16,31	8,13	6,73	9,31	0,97	11,93
PR	97,50	73,16	120,04	20,01	20,52	66,63	49,61	91,37	16,55	24,83
PSR	54,44	41,87	67,59	10,48	19,26	35,03	25,16	49,76	9,66	27,58
NSR	97,04	78,70	114,20	12,66	13,05	90,61	72,68	115,70	17,96	19,82
AC (cm)	66,65	57,38	76,45	7,17	10,76	58,90	47,80	67,00	7,48	12,70
EP (cm)	208,20	179,00	244,00	0,24	11,65	92,38	72,40	102,80	13,26	14,35
DC (mm)	49,86	43,22	63,21	7,72	15,49	30,83	23,17	39,55	5,90	19,14
CMIC (cm)	4,81	4,12	5,07	0,40	8,32	3,60	2,23	4,25	0,80	22,16
NIC	14,26	13,60	15,40	0,68	4,75	16,06	15,20	17,60	0,91	5,67
EF	20,20	16,00	25,00	3,27	16,19	29,40	28,00	30,00	0,89	3,04
REND (Kg.ha ⁻¹)	1086,45	743,33	1716,67	388,38	35,75	282,23	175,49	465,61	120,34	42,64

Sipeal										
Variável	Ano 1					Ano 2				
	Média	Min.	Max.	DP	CV%	Média	Min.	Max.	DP	CV%
NREP	19,28	13,70	23,60	4,28	22,22	6,74	3,70	8,90	1,91	28,36
NRC	17,44	12,30	22,80	4,39	25,17	5,80	3,10	7,60	1,73	29,89
NRAP	1,84	0,80	2,60	0,76	41,14	0,94	0,60	1,30	0,27	28,74
CER (cm)	18,12	16,00	19,50	1,35	7,47	16,82	8,93	24,10	5,55	33,01
CR (cm)	23,90	20,50	25,30	1,95	8,15	26,74	18,24	32,37	5,41	20,24
CRSE (cm)	5,78	4,50	7,60	1,25	21,68	9,99	8,53	12,53	1,64	16,41
PR	107,44	83,60	122,40	15,84	14,74	102,84	80,48	115,49	16,45	15,99
PSR	63,66	51,76	76,04	8,79	13,81	57,48	38,71	67,35	11,72	20,39
NSR	79,14	65,60	89,00	10,27	12,97	88,21	71,62	98,35	11,61	13,16
AC (cm)	59,81	54,50	66,40	4,59	7,68	61,00	56,00	68,60	5,41	8,87
EP (cm)	233,60	215,00	253,00	0,14	5,80	139,50	115,90	162,80	21,61	15,49
DC (mm)	50,63	43,62	58,21	5,32	10,51	34,44	31,75	39,06	2,98	8,65
CMIC (cm)	4,69	4,21	5,12	0,41	8,76	4,05	3,84	4,45	0,24	5,92
NIC	13,26	11,40	14,30	1,26	9,52	14,76	13,90	15,70	0,81	5,50
EF	19,40	12,00	25,00	5,98	30,84	29,00	25,00	30,00	2,24	7,71
REND (Kg.ha ⁻¹)	1347,33	1100	1925,56	353,35	26,23	636,42	309,19	828,73	204,42	32,12

(1) NREP: número de racemos emitidos por planta; NRC: número de racemos colhidos por planta; NRAP: número de racemos abortados por planta; CER: comprimento efetivo de racemo; CR: comprimento de racemo; CRSE: comprimento de racemo sem enchimento; PR: peso de racemo; PSR: peso de sementes por racemo; NSR: número de sementes por racemo; AC: altura de caule; EP: estatura de planta; DC: diâmetro de caule; CMIC: comprimento médio de internódios do caule; NIC: número de internódios do caule; EST: estande final; REND: rendimento.

Segundo Bahia (2007) e Bahia et al. (2008), os cultivares Sipeal 28 e EBDA MPA-17 apresentaram os menores NRAP (1,84 e 3,84, respectivamente) no primeiro ano de estudo. No segundo ano de cultivo a EBDA MPA-17 continuou com um valor inferior às demais cultivares com 0,60.

Para o comprimento de racemos a maior média encontrada foi de 26,74 para o cultivar Sipeal 28 no segundo ano, valor abaixo da média encontrada por Ramos et al. (2008) em Pindorama-SP quando trabalhou com o híbrido Lyra de mamona, demonstrando potencial de aumento deste caráter na mamoneira para o Recôncavo baiano.

A estatura de plantas é uma das características morfológicas mais importantes para a mamoneira, pois tem influência direta na tecnologia de produção da cultivar. Azevedo et al. (1997) descreveram que até 1,80 m a planta é considerada anã, sendo 2,00 m considerada média e acima de 2,50 m é uma planta alta. Em geral, planta de porte médio ou alto, tem maior rusticidade, adequando-se ao baixo nível de tecnologia (FREIRE et al. 2001; SAVY FILHO, 1999).

A maior média dentre os dois anos de cultivo para o caráter estatura de plantas foi observada na cultivar Sipeal 28. No primeiro ano com um valor médio de 233,6 cm, apresentando um coeficiente de variação de 5,80% e no segundo ano um valor médio de 139,50 cm com CV de 15,49 que é bastante aceitável mostrando uma homogeneidade dentro do cultivar para esta característica.

Ramos et al. (2008) avaliando o mesmo trabalho, encontrou valores bem abaixo para a Sipeal 28 com uma média de 85,81 cm e um CV de 9,89%.

As cultivares BRS 188 Paraguaçu e BRS 149 Nordestina obtiveram valores médios de 219,6 cm e 194,6 cm respectivamente para o primeiro ano e 109,14 cm e 103,14 cm respectivamente para o segundo ano. A menor estatura foi observada na cultivar EBDA MPA 17 com 208,2 e 92,38 para o primeiro e segundo ano respectivamente.

As quatro cultivares avaliadas possuem estatura de planta considerada de médio a alto porte e sensível às mudanças climáticas, portanto, um caráter adaptativo necessário a ajuste conforme o ambiente, obtendo valores inferiores no segundo ano de cultivo.

Costa et al. (2006), no município de Areia – PB, observaram estatura média de 2,32m e 2,50m na BRS 188 Paraguaçu e BRS 149 Nordestina, respectivamente, mais próximo dos valores observados no Recôncavo Baiano.

Para o caráter diâmetro de caule (DC), os valores médios entre todas as cultivares variaram de 52,04 cm a 49,49 cm no primeiro ano e de 39,12 cm a 30,83 cm no segundo ano. Valores estes acima do encontrado por Beltrão et al. (2005), analisando as cultivares BRS 149 (Nordestina) e BRS 188(Paraguaçu), em condições de sequeiro na cidade de Missão Velha, CE, valores de diâmetro de caule de 26,78 e 23,82 respectivamente, sendo inferiores às médias encontradas para todas as cultivares estudadas nos dois anos no trabalho apresentado, sendo que a cultivar Nordestina apresentou as maiores médias para este caráter nos dois anos de cultivo.

O rendimento variou de 282,23 kg ha⁻¹ á 1347,33 kg ha⁻¹ nos dois anos, sendo essa variação atribuída às diferenças ambientais nas duas situações.

No primeiro ano o maior rendimento foi observado na cultivar Sipeal 28 com 1.347,33 Kg.ha⁻¹ sendo o menor valor encontrado para a cultivar Nordestina com 968,86 Kg.ha⁻¹. No segundo ano o maior valor se manteve na cultivar Sipeal 28 com 636,42 Kg.ha⁻¹ e o menor valor para a cultivar EBDA MPA 17 com 282,23 Kg.ha⁻¹.

Brito et al. (2004), também avaliaram genótipos de mamoneira plantados em baixa altitude e obtiveram produtividades variando de 654 kg ha⁻¹ a 1.210 kg.ha⁻¹, com média de 896,3 kg.ha⁻¹.

Desta forma, foi possível observar elevados desvio padrão e coeficientes de variação nas análises descritivas dos caracteres para as quatro cultivares nos dois anos de cultivo, sendo necessário uma análise de variância conjunta, possibilitando verificar o efeito significativo de genótipos, ambientes e também da interação genótipos x ambientes (Tabela 2 e 3).

Verifica-se que a maioria dos componentes de rendimento (NREP, NRC, CER, CR, CRSE, PR, PSR, NSR) e dos caracteres adaptativos (NRAP, AC, EP, DC, CMIC, NIC e EF) apresentaram comportamentos significativos entre os genótipos nos dois anos de cultivo.

Tabela 2. Análise de variância conjunta dos caracteres número de racemos emitidos por planta (NREP), número de racemos colhidos (NRC), número de racemos abortados por planta (NRAP), comprimento efetivo do racemo (CER), comprimento do racemo (CR), comprimento do racemo sem enchimento (CRSE), peso do racemo (PR), peso de semente por racemo (PSR), Cruz das Almas, Recôncavo Baiano, 2006-2007 / 2007-2008.

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.							
		NREP	NRC	NRAP	CER	CR	CRSE	PR	PSR
Bloco dentro Ano	8	12,04	8,77	2,14	2,98	1,82	1,02	82,10	54,62
Genótipo	3	104,37**	42,36**	31,67**	39,74 [†]	67,30**	3,66 ^{ns}	1189,31*	468,44**
Ano	1	2408,70**	1166,40**	221,84**	50,60**	2,80 ^{ns}	109,03**	1467,61**	534,80*
Genótipo x Ano	3	56,50**	14,09 ^{ns}	26,35**	4,82 ^{ns}	12,76 ^{ns}	3,96 ^{ns}	547,68 ^{ns}	252,90*
Resíduo	24	9,80	8,18	1,70	8,95	9,87	1,95	269,10	86,90
CV (%)		22,69	27,17	39,83	18,42	13,42	18,82	17,75	18,16
Média		13,79	10,52	3,27	16,25	23,41	7,42	92,41	51,34

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Entretanto, o rendimento de sementes não apresentou diferença significativa dentro dos dois anos de cultivo e entre as quatro cultivares (Tabela 3).

Isso permite dizer que as quatro cultivares possuem comportamentos similar entre elas e dentro dos dois anos avaliados demonstrando estabilidade de rendimento nas diferentes condições climáticas estudadas na região de Cruz das Almas.

A variação observada nos diferentes anos se deve principalmente pela ocorrência de estresses abióticos, com predominância de irregularidade pluviométrica e presença de veranicos, comuns na Região Nordeste. Entretanto, a variação do ambiente não interferiu intensamente sobre o comportamento das

cultivares, visto que as quatro mantiveram comportamento proporcional nos dois anos para a maioria dos caracteres, com exceção do NREP, NRAP, PSR e NSR com presença da interação genótipos x ambientes.

Tabela 3. Análise de variância conjunta dos caracteres número de semente por racemo (NSR), altura de caule (AC), estatura de planta (EP), diâmetro de caule (DC), comprimento médio de internódios do caule (CMIC), número de internódios do caule (NIC), estande final (EF) e rendimento (REND). Cruz das Almas, Recôncavo Baiano, 2006-2007 / 2007-2008.

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.							
		NSR	AC	EP	DC	CMIC	NIC	EF	REND
Bloco dentro Ano	8	32,132	288,58	431,95	41,01	0,19	2,19	19,51	35292,21
Genótipo	3	703,40*	234,16 ^{ns}	3059,02**	60,34 ^{ns}	0,94*	9,77**	37,27 ^{ns}	180879,50 ^{ns}
Ano	1	1080,56**	57,86 ^{ns}	106048,80**	2742,17**	5,45**	25,44**	940,90**	4459855,60 ^{ns}
Genótipo x Ano	3	475,746*	111,12 ^{ns}	360,86 ^{ns}	18,24 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,13 ^{ns}	8,43 ^{ns}	56899,42 ^{ns}
Resíduo	24	160,25	719,28	438,77	62,07	0,20	0,66	16,41	68591,91
CV (%)		15,05	9,21	12,89	18,66	11,14	5,38	17,61	32,84
Média		84,12	59,46	162,53	42,22	4,04	15,15	23	797,59

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Desta forma, é possível mencionar que a manipulação da constituição genética destes genótipos, através de seleção dos demais caracteres, pode ser realizada com grandes possibilidades de sucesso. Os caracteres NREP, NRC, NRAP, CER, CR, PR, PSR, NSR, EP, CMIC e NIC apresentaram diferença significativa entre as quatro cultivares, e os caracteres CRSE, AC, DC, EF e REND

não apresentaram diferença significativa entre os genótipos nos dois anos de estudo. Estes valores demonstram a necessidade de realização da comparação das médias entre os genótipos para os dois anos de cultivo.

Na Tabela 4 encontram-se as médias e sua comparação pelo teste de Scott-Knott dos caracteres em cada genótipo nos dois anos de cultivo.

Tabela 4. Médias das características agrônômicas de quatro cultivares de mamoneira avaliadas em Cruz das Almas - BA, Recôncavo Baiano, 2006-2007 / 2007-2008.

	ANO 01				ANO 02			
	Nordestina	Paraguaçu	EBDA MPA 17	Sipeal	Nordestina	Paraguaçu	EBDA MPA 17	Sipeal
NREP	23.62b	28.10a	15.20c	19.28c	6.12a	6.86a	4.40a	6.74a
NRC	16.10a	18.80a	11.36b	17.44a	5.24a	5.64a	3.82a	5.80a
NRAP	7.52 c	9.30a	3.84b	1.84d	0,88a	1,24a	0,60a	0,94a
CER	18,01a	14,86a	18,50a	18,12a	17,14a	11,80b	14,73a	16,82a
CR	24,14a	19,40b	25,14a	23,90a	25,50a	19,85b	22,62b	26,74a
CRSE	6,13a	4,54a	6,64a	5,78a	9,55a	8,63a	8,13a	9,99a
PR	96,16a	92,77a	97,50a	107,44a	99,30a	76,64b	66,63b	102,84a
PSR	49,52a	52,37a	54,44a	63,66a	54,61a	43,61b	35,03b	57,48a
NSR	71,94b	67,58b	97,04a	79,14b	99,20a	79,26a	90,61a	88,21a
AC	58,76b	57,42b	66,65a	59,81b	58,08a	55,03a	58,90a	61,00a
EP	194,58a	219,58a	208,26a	233,66a	103,14b	109,14b	92,38b	139,50a
DC	52,04a	49,48a	49,86a	50,63a	39,12a	31,37a	30,83a	34,44a
CMIC	3,93b	4,19b	4,81a	4,69a	3,48a	3,54a	3,60a	4,05a
NIC	15,76a	14,14b	14,26b	13,26b	17,08a	15,90b	16,06b	14,76c
EF	14,40a	18,60a	20,20a	19,40a	26,60a	26,40a	29,40a	29,00a
REND	968,89a	1123,33a	1086,45a	1347,33a	516,73a	419,34a	282,23a	636,42a

(1) NREP: número de racemos emitidos por planta; NRC: número de racemos colhidos por planta; NRAP: número de racemos abortados por planta; CER: comprimento efetivo de racemo; CR: comprimento de racemo; CRSE: comprimento de racemo sem enchimento; PR: peso de racemo; PSR: peso de sementes por racemo; NSR: número de sementes por racemo; AC: altura de caule; EP: estatura de planta; DC: diâmetro de caule; CMIC: comprimento médio de internódios do caule; NIC: número de internódios do caule; EST: estande final; REND: rendimento; médias seguidas de letras iguais, na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

No primeiro ano houve diferença entre os cultivares para NREP, o mesmo não ocorre no segundo ano. Como estudado por Bahia (2008), houve formação de pelo menos dois grupos em quase todos os caracteres avaliados no primeiro ano. O número de racemos abortados, a altura do caule, o número de internódios do caule e o peso de sementes por racemo foram representados por três grupos. Observa-se

ainda a formação de quatro grupos quanto ao caractere número de sementes por racemo, sendo este o maior número possível. Nesta análise verifica-se no segundo ano apenas sete caracteres obtiveram diferença significativa sendo eles o CER, CR, PR, PSR, AC, EP, NIC, onde a maioria formaram dois grupos e apenas o NIC formou três grupos.

CONCLUSÕES

1. O primeiro ano de cultivo proporcionou maior rendimento para todas as cultivares e observa-se que a cultivar SIPEAL 28 obteve os melhores rendimentos para os dois anos em estudo, demonstrando a possibilidade de utilização deste material para cultivo em baixas altitudes.
2. As quatro cultivares possuem comportamento similar dentro de cada ano para o caráter rendimento de sementes, não ocorrendo interação genótipo x ambiente.
3. Existe variabilidade entre as cultivares para os caracteres NRAP, NREP, NRC, CR, NSR, AC, CMIC, CER, PR, PSR e EP, permitindo indicá-los como promissores para o melhoramento da espécie no ambiente em estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM NETO, M. da S. et al. Clima e solo. In: AZEVÊDO, D. M. P. de; Lima, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Algodão, 2001. p. 63-88.

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

BAHIA, H. F. **Avaliação e seleção de genótipos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) para fins de melhoramento genético no Recôncavo Baiano**. 2007. 66 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Centro de Ciências Agrárias,

Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2007.

_____ et al. Divergência genética entre cinco cultivares de mamoneira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.3, p.357-362, mar. 2008.

BELTRÃO, N. E. de M. **Crescimento e desenvolvimento da mamoneira (*Ricinus communis* L.)**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. 4.p. (Comunicado técnico, 146).

_____; SILVA, L. C. Os múltiplos usos do óleo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) e a importância do seu cultivo no Brasil. **Fibras e Óleos**, Campina Grande, n. 31, p.7, 1999.

_____ et al. Estimativa da produtividade primária e partição de assimilados na cultura da mamona no semi-árido Brasileiro. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras**, Campina Grande, v.9, n.1/3, p.925-930, jan./dez. 2005.

BRITO, F. B. et. al. Competição de genótipos de mamoneira em baixas altitudes: resultados preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

CARTAXO, W. V.; et. al. **O cultivo da mamona no semi-árido brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 20 p. (Circular técnica, 77).

COSTA, M. N. da; et. al. 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.

EMBRAPA ALGODÃO. **Cadeia produtiva** : óleo de mamona e biodiesel. Disponível em:
<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/cadeia_produtiva_biodiesel.html>.
Acesso em: 24 ago. de 2008.

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

MOREIRA, J. A. N.; et. al. **Melhoramento da mamoneira (*Ricinus communis* L.)**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1996. 30p. (Documentos, 44).

NACIF, P. G. S; et. al.. Efeitos da subsolagem em propriedades físico-hídricas de um latossolo amarelo distrocoeso do estado da Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 20, n. 2, p. 186-192, abr./ jun., 2008.

RAMOS, N. P.; et. al. Semeadura do híbrido Iyra de mamona (*ricinus communis* L.) sob plantio direto. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 481-486, mar./abr., 2008

SAVY FILHO, A. Melhoramento da mamona. In: BORÉM, A. (Org.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p. 385-407.

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

SILVA, V. **Características fisiológicas de cultivares de mamoneira (*ricinus communis* L.) no recôncavo baiano**. 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) –Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2008.

TORRES, E. A. et al. Biodiesel: o combustível para o novo século. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 16, n. 1, p. 89-95, jun. 2006.

WEISS. E. A.. **Oilseed crops**. London: Longman, 2000. 660p.

CAPÍTULO II

AGRUPAMENTO DE CULTIVARES DE MAMONEIRA EM DOIS ANOS DE CULTIVO NO RECÔNCAVO BAIANO¹

¹Artigo ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Pesquisa Agropecuária Brasileira.

AGRUPAMENTO DE CULTIVARES DE MAMONEIRA EM DOIS ANOS DE CULTIVO NO RECÔNCAVO BAIANO

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estimar a divergência genética entre quatro cultivares de mamoneira, BRS188 Paraguaçu, BRS149 Nordestina, EBDA MPA 17 e Sipeal 28 em dois anos de cultivo, através da análise multivariada. Os ensaios foram realizados em dois anos agrícolas distintos e consecutivos: entre os meses de abril de 2006 e fevereiro de 2007, e entre os meses de maio de 2007 e fevereiro de 2008 em área experimental no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas. Os caracteres estudados foram altura de caule (AC), comprimento médio de internódios do caule (CMIC), número de internódios do caule (NIC), diâmetro de caule (DC), estatura de planta (EP), comprimento efetivo (útil) de racemo (CER), rendimento (REND), número de racemos colhidos por planta (NRC), número de racemos emitidos por planta (NREP), número de racemos abortados por planta (NRAP), comprimento de racemo (CR), comprimento de racemo sem enchimento (CRSE), peso de racemo (PR), peso de sementes por racemo (PSR), número de sementes por racemo (NSR), estande final (EST). As análises foram conduzidas com auxílio dos programas Genes (2001) e Statistica. A avaliação da divergência genética entre os quatro genótipos com base nos escores dos dois primeiros componentes principais e nas duas primeiras variáveis canônicas foi satisfatória, sendo que os caracteres NREP e NRAP foram os que mais contribuíram para a constatação desta divergência. As condições climáticas afetaram o comportamento dos genótipos dentro dos grupos nos dois anos de estudo, sendo a cultivar Sipeal 28 e Nordestina a mais divergente no primeiro ano e a EBDA MPA 17 e Nordestina no segundo ano de cultivo.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., análise multivariada, divergência genética

MAMONEIRA CULTIVARS GROUPING IN TWO YEARS OF CULTIVATION IN THE BAHIA RECONCAVO

ABSTRACT: The purpose of this study was to estimate the genetic divergence among four castor tree cultivars: BRS188 Paraguaçu, BRS149 Nordestina, EBDA MPA 17 and Sipeal 28 in two years of cultivation, through multi-varied analysis. The experiments were carried out in two distinct and consecutive agricultural years: from April, 2006 to February, 2007 and from May, 2007 to February 2008 in an experimental area on the Agricultural Environmental and Biological Sciences Center (CCAAB) of the Bahia Reconcavo Federal University, in Cruz das Almas. The variables studied were: caulis height (AC), average length of the caulis internodes (CMIC), number of caulis internodes (NIC), caulis diameter (DC), plant height (EP), effective (useful) length of the raceme (CER), performance (REND), number of racemes harvested per plant (NRC), number of racemes emitted per plant (NREP), number of racemes miscarried per plant (NRAP), racemes length (CR), racemes without filling length (CRSE), racemes weight (PR), weight of seeds per raceme (PSR), number of seeds per raceme (NSR), final stand (EST). The analyses were conducted with the aid of programs Genes (2001) and Statistic. The evaluation of the genetic divergence among the four genotypes based on scores of the two first main components and on the first canon variables was satisfactory, and the characters NREP and NRAP were those which contributed the most to notice this divergence. The weather conditions affected the genotypes behavior in the groups in the two years of the study, and to cultivate Sipeal 28 and Nordestina to more divergent in the first year and EBDA MPA 17 and Nordestina in the second year of cultivation.

Key words: *Ricinus communis* L., multi-varied analysis, genetic divergence

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é encontrada de forma espontânea em várias regiões do Brasil, desde o Amazonas até o Rio Grande do Sul (COSTA et al., 2006). Segundo Severino et al. (2006), a Região Nordeste, no contexto nacional, é a principal produtora de mamona, sendo responsável por mais de 90% da produção Nacional. Entretanto, essa cultura pode ser cultivada em várias regiões do País, encontrando-se, também, plantios comerciais nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

As técnicas de análise multivariadas têm sido regularmente aplicadas em várias investigações científicas nas mais diversas áreas de pesquisa, com maior ou menor frequência (Sartorio, 2008). Entretanto, a avaliação da divergência genética como critério de escolha de genitores nos programas de melhoramento genético da mamoneira tem sido pouco realizada e demonstrando pequena dissimilaridade entre as cultivares, Figueiredo Neto et al. (2004), Costa et al. (2006) e Bahia et al (2008). A técnica de divergência genética aplicada no melhoramento de plantas é importante para selecionar plantas que serão os genitores em hibridizações para compr a geração seguinte.

Desta maneira, o objetivo do melhorista consiste em maximizar o ganho genético em um espaço mínimo de tempo, o que para isso é necessário genótipos divergentes e com comportamento superior (Bahia et. al., 2008). Para Cruz e Carneiro (2006) é mais interessante selecionar como pais, dois genótipos que apresentam bom desempenho, mas geneticamente distantes entre si, pois devido aos seus não-relacionamentos, contribuiriam com um arranjo genético diferente e mais proveitoso. Para avaliar comportamento de cultivares em ambientes específicos são utilizados métodos preditos de divergência genética.

Por dispensarem a obtenção prévia das combinações híbridas, os métodos preditos da divergência entre genitores têm merecido considerável ênfase pois tomam por base as diferenças morfológicas, fisiológicas, etc., apresentados pelos genitores na determinação da divergência, que é geralmente quantificada por uma medida de dissimilaridade, a exemplo da distância Euclidiana ou de Mahalanobis

(Cruz & Regazzi, 1997). Diversos métodos são adotados na predição da divergência genética, como a análise por componentes principais, por variáveis canônicas e os métodos por análise de agrupamento.

A análise de componentes principais, por exemplo, podem ser usadas para converter os valores de uma série de características em um índice, que é utilizado para a escolha dos futuros pais (LEDO; FERREIRA; RAMALHO,2003). Visto que, segundo Cruz e Regazzi (1997) tem a vantagem de possibilitar a avaliação da importância de cada caráter sobre a variação total disponível com a possibilidade de se descartarem caracteres que contribuem pouco para a discriminação do material avaliado, reduzindo mão-de-obra, tempo e custo despendidos na experimentação agrícola.

Em geral os primeiros componentes principais em estudo da divergência genética, têm sido utilizados quando eles envolvem pelo menos 80% da variação total (CRUZ, 1990; CRUZ ; REGAZZI, 1997).

A análise de agrupamento visa reunir os genitores em vários grupos mantendo homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos (CRUZ ; REGAZZI, 1997; E HAIR JR. et al., 2006). Envolve basicamente duas etapas, sendo a primeira a estimação de uma medida de similaridade (ou dissimilaridade) entre genitores, e a segunda a adoção de uma técnica de agrupamento para a formação de grupos (CRUZ ; REGAZZI, 1997).

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi estimar a divergência genética entre quatro cultivares de mamoneira, BRS188 Paraguaçu, BRS149 Nordestina, EBDA MPA 17 e Sipeal 28 em dois anos de cultivo, através da análise multivariada.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas. Segundo Nacif et al. (2008), o município localiza-se na microrregião

geográfica Santo Antônio de Jesus, região econômica Recôncavo Sul. Situada no planalto pré-litorâneo, Cruz das Almas apresenta clima tropical quente e úmido (Am), segundo a classificação de Köppen e altitude de 220 m acima do nível do mar. Com pluviosidade média anual de 1.170mm, com variações entre 900 e 1.300mm, sendo os meses de março a agosto os mais chuvosos e de setembro a fevereiro os mais secos. A temperatura média anual é de 24,1°C.

Os ensaios foram realizados em dois anos agrícolas consecutivos, sendo o primeiro ano referente ao período entre os meses de abril de 2006 e fevereiro de 2007, e o segundo ano entre os meses de maio de 2007 e fevereiro de 2008 em área experimental pertencente ao Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) do CCAAB.

O material vegetal utilizado para o plantio foi composto por sementes provenientes de quatro cultivares, EBDA MPA 17, Sipeal 28, BRS 188 Paraguaçu, BRS 149 Nordestina, materiais já cultivados em alguns locais do Estado, desenvolvidas pela Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA) e EMBRAPA Algodão, sendo obtidas junto ao Banco Ativo de Germoplasma de mamona da EBDA, estação experimental de Iraquara (BA).

Para a correção do solo, seguiu as recomendações da análise de fertilidade química, 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 P₂O₅ e 40 kg.ha⁻¹ de K₂O. O controle de ervas daninhas foi realizado mensalmente com capina manual.

A semeadura foi realizada em regime de sequeiro e o delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco repetições e quatro tratamentos, constituídos pelas cultivares BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, EBDA MPA-17 e Sipeal 28. Cada parcela teve as dimensões 12,0m x 15,0m, com as linhas laterais constituindo as bordaduras, e a área útil abrangendo as dimensões de 9,0m x 10,0m.

O espaçamento entre fileiras foi de 3,0m e entre covas de 1,0m, resultando em cinco fileiras com 12 covas e 30 covas na área útil do experimento. Foram semeadas três sementes por cova e o desbaste foi realizado aos 10 dias após a emergência, deixando uma planta por cova.

Foram avaliados em cada ano agrícola vinte e três variáveis com o intuito de obter o máximo de informações possíveis à respeito do desempenho da cultura. Os caracteres florescimento do racemo primário (FLO), altura de caule (AC), comprimento médio de internódios do caule (CMIC), número de internódios do caule (NIC), diâmetro de caule (DC), estatura de planta (EP), comprimento efetivo (útil) de racemo (CER) e rendimento (REND) foram aferidos de acordo com descritores utilizados pela Embrapa Algodão, descritos por Freire et al. (2001).

Para avaliar número de racemos colhidos por planta (NRC), número de racemos emitidos por planta (NREP) e o número de racemos abortados por planta (NRAP) foram realizadas contagens periódicas durante todo o ciclo da cultura. Para estas aferições, foi considerado racemo abortado aquele que não apresentou frutos ou encontrava-se deformado ou mal-formado com número de frutos inferior a três.

Os caracteres comprimento de racemo (CR) e comprimento de racemo sem enchimento (CRSE) foram medidos com auxílio de régua milimetrada quando o mesmo encontrava-se com sua maturação plena. Estes caracteres, acrescido do comprimento efetivo do racemo (CER), peso de racemo (PR), peso de frutos por racemo (PFR), peso de sementes por racemo (PSR), número de frutos por racemo (NFR) e número de sementes por racemo (NSR) foram realizados nos três primeiros racemos de cada planta e em 10 plantas ao acaso, utilizando régua e balança digital de precisão.

O estande final (EF) foi determinado contando-se o número de plantas vivas aptas para colheita. Foram realizadas colheitas periódicas a fim de se evitar perdas com deiscência de algumas cultivares, entretanto, a colheita final foi efetuada no mesmo período para todas as cultivares. Os racemos colhidos tiveram os frutos retirados e pesados para determinação do peso de frutos por parcela (PFP).

O peso de frutos por planta (PFPL) foi determinado pela pesagem dos frutos em cada planta. Após secagem ao sol em terreiro, as sementes que não foram removidas dos frutos por deiscência, foram retiradas através de batidas em sacos de alinhagem e as que ainda apresentavam casca aderida, extraídas com alicate de poda manualmente. As sementes foram pesadas para determinação do peso de sementes por parcela (PSP) e a partir deste o rendimento (REND) foi mensurado em

função do número de covas da área útil e tamanho da área útil. O peso de sementes por planta (PSPL) foi determinado pela pesagem das sementes de cada planta.

Para a análises multivariada dos dados a fim de determinar a distância genética entre genitores, foi utilizada a Distância Euclidiana Média e a análise de agrupamento ou de cluster e a análise de componentes principais. A distância euclidiana média foi estimada a partir dos escores dos dois primeiros componentes principais, que apresentaram a maior proporção da variação total dos dados, de acordo com: $d_{ii'} = \sqrt{1/n(Y_{i1} - Y_{i'1})^2 + (Y_{i2} - Y_{i'2})^2}$, em que: $d_{ii'}$ é a distância euclidiana média; n é o número de componentes principais; Y_{i1} é o escore do indivíduo i para o componente principal 1 (CP1); $Y_{i'1}$ é o escore do indivíduo i' para CP1; Y_{i2} é o escore do indivíduo i para o componente principal 2 (CP2); $Y_{i'2}$ é o escore do indivíduo i' para CP2. Além disso, os componentes principais foram utilizados para obtenção de um gráfico de dispersão bidimensional, representando o CP1 no eixo X e o CP2 no Y. O método de agrupamento utilizado foi o método hierárquico, de ligação média ("Average Linkage").

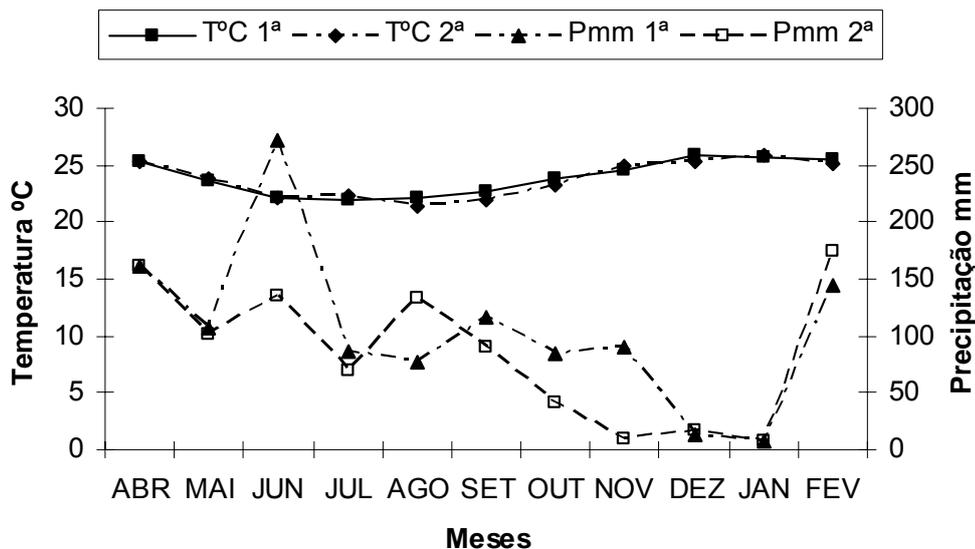
As análises foram conduzidas com auxílio dos programas Genes (2001) e Statistica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como apresentada na Figura 1, a temperatura média mensal foi de 24° C para o ano agrícola 2006-2007 e 23° C para o ano agrícola 2007-2008. A pluviosidade acumulada durante o período de crescimento no primeiro ano de cultivo foi de 1065 mm, valor que está acima do recomendado por Amorim Neto et al. (2001) que é de 500 a 800 mm, fato este freqüentemente observado na Região e favorável ao desenvolvimento das plantas.

Foi observado uma drástica redução no índice pluviométrico no segundo ano de cultivo, sendo um ano atípico para a região em termos climáticos onde foi observada uma pluviosidade acumulada dos meses de abril à dezembro de 594,5 mm, sendo os meses de julho à novembro os que menos choveram, período em que a planta está no ápice do seu estado vegetativo.

Portanto, as condições climáticas experimentadas ao longo do ano agrícola de 2007-2008, no município de Cruz das Almas - BA foram, em partes, insatisfatórias para a potencialização das cultivares de mamoneira avaliadas sugerindo ajuste nas constituições genéticas da mamoneira para seleção de novos genótipos, adaptados às condições climáticas da região.



Fonte: Embrapa Mandioca e Fruticultura

Figura 1. Valores médios mensais de temperatura do ar (°C) e precipitação pluviométrica total (mm) durante os meses de abril de 2006 a fevereiro de 2007 e maio de 2007 a fevereiro de 2008, nas condições climáticas de Cruz das Almas, BA.

A tabela 1 apresenta a contribuição relativa de cada caráter para o estudo da variabilidade, identificando os que mais contribuíram para a divergência genética afim de evitar dados invariantes ou redundantes.

Contribuindo na constatação da distância genética entre os materiais em estudo podemos citar que o comportamento das variáveis NREP e NRAP se manteve semelhante no segundo ano, sendo que no ano 1 para o CP1 e no ano 2 para o CP2 incorporado ao número de sementes por racemo (NSR). As variáveis

comprimento do racemo sem enchimento (CRSE), rendimento (REND), e peso do racemo (PR) foram as que menos variaram no CP1 (Tabela 1).

Tabela 1. Contribuição relativa dos caracteres em dois anos, 2006-2007 / 2007-2008, para os componentes principais 1 e 2, de quatro cultivares de mamoneira em Cruz das Almas- BA, 2009.

Variáveis	Ano 1 (2006-2007)		Ano 2 (2007-2008)	
	CP 1	CP 2	CP 1	CP 2
NREP	0,1114	0,0180	0,0483	0,1332
NRC	0,0503	0,0789	0,0631	0,1073
NRAP	0,1106	0,0023	0,0053	0,2089
CER	0,0664	0,0575	0,0600	0,1035
CR	0,0643	0,0713	0,0850	0,0686
CRSE	0,0567	0,0962	0,1224	0,0001
PR	0,0613	0,0191	0,1170	0,0000
PSR	0,0587	0,0727	0,1166	0,0028
NSR	0,0929	0,0206	0,0104	0,1243
AC	0,0757	0,0317	0,0418	0,1109
EP	0,0159	0,1572	0,0880	0,0150
DC	0,0036	0,0634	0,0533	0,0094
CMIC	0,1063	0,0129	0,0529	0,0021
NIC	0,0376	0,1259	0,0160	0,0058
EF	0,0542	0,0541	0,0000	0,1010
REND	0,0341	0,1180	0,1198	0,0071

(1) NREP: número de racemos emitidos por planta; NRC: número de racemos colhidos por planta; NRAP: número de racemos abortados por planta; CER: comprimento efetivo de racemo; CR: comprimento de racemo; CRSE: comprimento de racemo sem enchimento; PR: peso de racemo; PSR: peso de sementes por racemo; NSR: número de sementes por racemo; AC: altura de caule; EP: estatura de planta; DC: diâmetro de caule; CMIC: comprimento médio de internódios do caule; NIC: número de internódios do caule; EST: estande final; REND: rendimento.

No entanto, foi revelado que no primeiro ano houve uma maior diluição das importâncias dos caracteres entre si, fato este que pode ser explicado pelas condições climáticas mais favoráveis para a cultura neste período, principalmente a quantidade de chuva neste ano.

No ano 1, o primeiro componente principal explicou 50,43% (Tabela 2) da variância total e representa o percentual dissolvido entre as variáveis em estudo, das quais as variáveis que mais contribuíram para a divergência genética neste componente foram o número de racemos emitidos por planta (NREP), número de

racemos abortados por planta (NRAP) e o comprimento médio de internódio do caule (CMIC) sendo estes de relevância para a variabilidade entre os acessos (Tabela 2).

O segundo componente principal explicou 34,19%, observando que as variáveis que mais contribuíram para a divergência genética neste componente foram a estatura de plantas (EP), o número de internódios do caule (NIC) e o rendimento (REND), sendo estes de relevância para a variabilidade entre os acessos.

Tabela 2. Componentes principais, obtidas a partir da análise de dezesseis caracteres estudados em quatro cultivares de mamoneira, em dois anos de cultivo, 2006-2007/ 2007-2008, Cruz das Almas - BA, 2009.

Componente principal	Variância (autovalor)	Variância (%)	Variância acumulada (%)
Ano 1 (2006-2007)			
CP1	8,0683	50,4271	50,4271
CP2	5,4707	34,1922	84,6193
CP3	2,4609	15,3807	100,0000
Ano 2 (2007-2008)			
CP1	8,0739	50,4616	50,4616
CP2	4,5529	28,4557	78,9173
CP3	3,3732	21,0827	100,0000

Os dois primeiros componentes principais explicaram 84,62% da variação total acumulada (Tabela 2). Este valor é considerado satisfatório, pois os componentes principais explicaram mais de 80% da variância contida no conjunto de caracteres analisados (Cruz, 1990; Cruz e Regazzi, 1997), viabilizando o agrupamento entre as cultivares e a construção de uma dispersão em função da diversidade observada (Figuras 2 e 3).

No segundo ano de cultivo (2007-2008) houve uma pequena redução no percentual da variância acumulada nos dois primeiros componentes principais (78,92), fato este que não afetou a constatação da divergência genética observada no agrupamento dos genótipos assim como sua dispersão gráfica dos dados referentes aos caracteres avaliados nos quatro cultivares.

Em estudo de divergência em acessos de mamoneira (*Ricinus communis* L.), Figueiredo Neto (2000) observou que 72,18% da variância total foram retidas pelos dois primeiros componentes principais a partir da avaliação das características altura da planta, diâmetro do caule, dias para a floração, número de racemos por planta e número de frutos por racemo.

Na figura 2, encontra-se a dispersão gráfica dos dados referentes aos dezesseis caracteres avaliados nos cultivares. Os escores foram plotados em espaço bidimensional, com a distância desses pontos proporcional ao grau de dissimilaridade entre os genótipos.

A retenção de 84,62% da variância total dos dados originais no ano 1 e 78,92% no ano 2, pelos dois primeiros componentes principais (Tabela 2), possibilitou a transposição da divergência genética do espaço p-dimensional ($p=16$) para bidimensional, com grau de distorção desprezível. Resultado semelhante foi obtido por Vidigal et al. (1997) em relação à mandioca e Costa et al. (2006) em mamoneira.

Levando em consideração o primeiro ano de cultivo, a distribuição dos cultivares, no gráfico de dispersão (Figura 2), permitiu identificar como menos divergentes entre si a cultivar SIPEAL 28 e a EBDA MPA 17 e, como os mais divergentes, a cultivar SIPEAL 28 e Nordestina. Estes resultados estão de acordo com os obtidos pelo agrupamento de Tocher, o que os indica como confiáveis na identificação de genitores divergentes.

Entretanto, ao observar a dispersão gráfica dos genótipos no segundo ano (Figura 3), o comportamento se apresenta com uma geometria diferente do primeiro ano. Observa-se que as cultivares Nordestina e Sipeal 28 fazem parte do mesmo quadrante no plano, enquanto que a Paraguaçu e EBDA MPA 17 estão mais distantes das citadas anteriormente apresentando uma relativa proximidade entre si. Este resultado está de acordo com Silva (2008) que relata a interferência dos ambientes distintos sobre a expressão fenotípica dos indivíduos, mostrando mais uma vez a necessidade de se estudar o comportamento de parentais em mais de um ambiente.

Verificou-se a formação de apenas dois grupos no agrupamento pelo método de Tocher nos dois anos de cultivo, os quais são apresentados na figura 4 e 5.

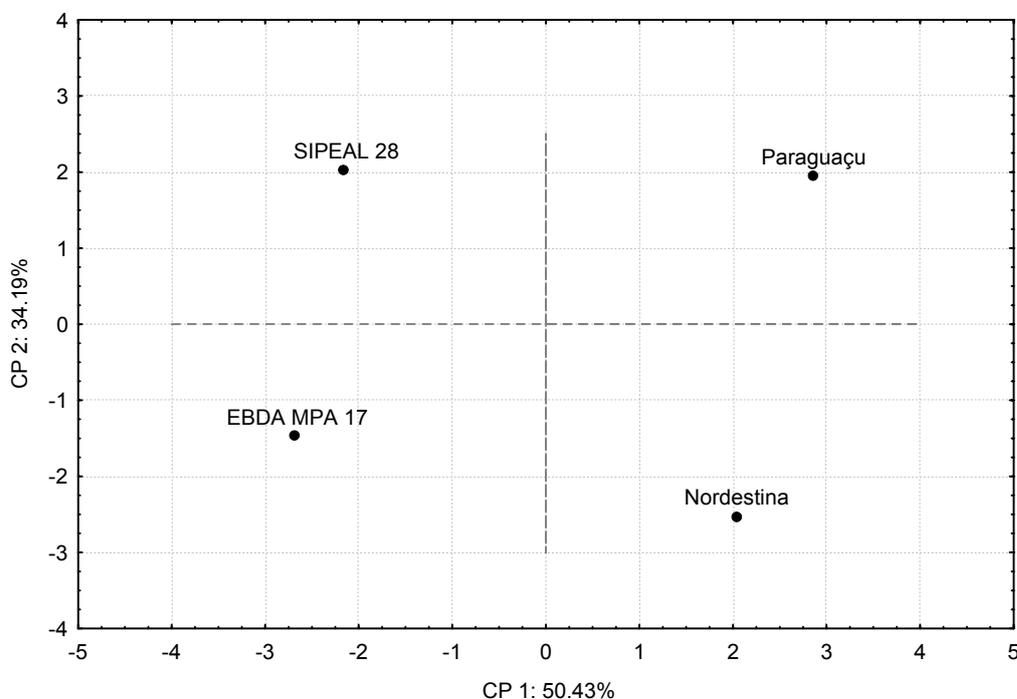


Figura 2. Dispersão gráfica dos escores de quatro genótipos de mamona em relação aos componentes principais 1 e 2, ano 1 (2006-2007), Cruz das Almas - BA, 2009.

No primeiro ano, o grupo I foi representado pelos cultivares BRS 188 Paraguaçu, BRS 149 Nordestina, e o grupo II foi representado pelos cultivares EBDA MPA 17 e Sipeal 28, assemelhando-se aos grupos encontrados por Bahia et al. (2008) trabalhando com as mesmas cultivares. A distância intergrupos foi de aproximadamente 5,98.

Os melhores resultados devem ser alcançados de combinações entre os indivíduos do grupo I e os indivíduos do grupo II, por apresentarem maior distância e, conseqüentemente, menor similaridade.

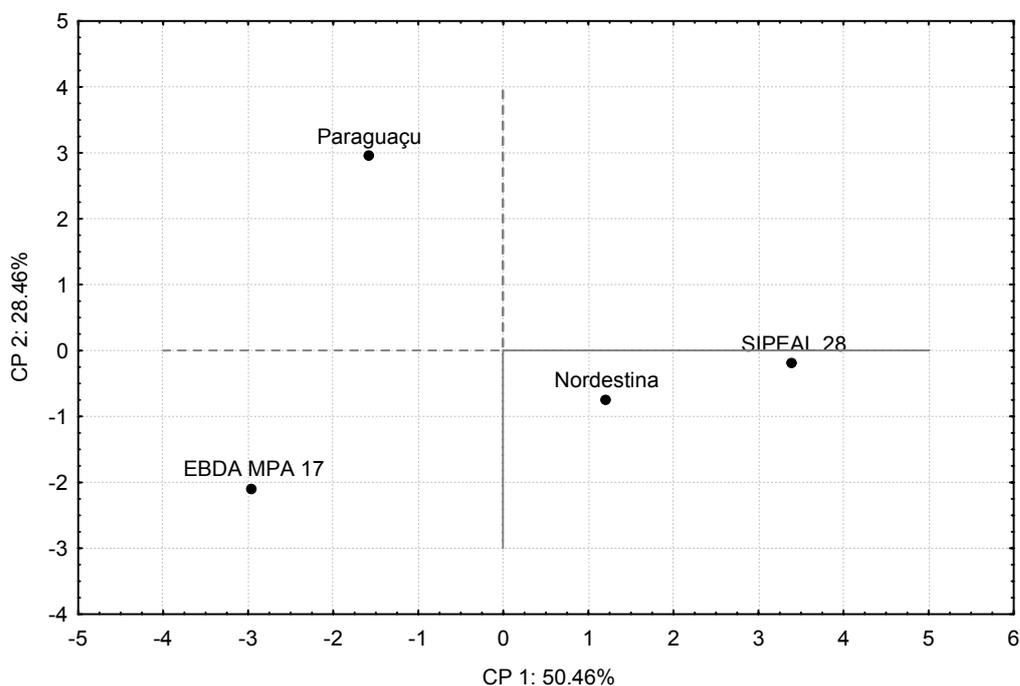


Figura 3. Dispersão gráfica dos escores de quatro genótipos de mamona em relação aos componentes principais 1 e 2, ano 2 (2007-2008), Cruz das Almas - BA, 2009.

Mesmo estando pertencentes ao mesmo grupo (Figura 4), consideráveis distâncias foram observadas entre BRS 188 Paraguaçu, BRS 149 Nordesteina. Cruz et al. (2003) sugerem o não envolvimento de indivíduos de mesmo padrão de dissimilaridade nos cruzamentos, de modo a não restringir a variabilidade genética e assim evitar reflexos negativos nos ganhos a serem obtidos pela seleção. Conforme relatado por Abreu et al. (2002) e Carpentieri-Pípulo et al. (2000), as melhores combinações híbridas, a serem testadas em um programa de melhoramento, devem envolver parentais tanto divergentes como de elevada performance média.

Fora observado, no segundo ano de cultivo (Figura 5) a mudança nos componentes dos grupos formados, onde o grupo I está representado pelas cultivares Nordesteina e Sipeal 28, e o grupo II formado pelas cultivares Paraguaçu e EBDA MPA 17, mostrando uma mudança no comportamento dos agrupamentos, distanciados entre si de 5,91.

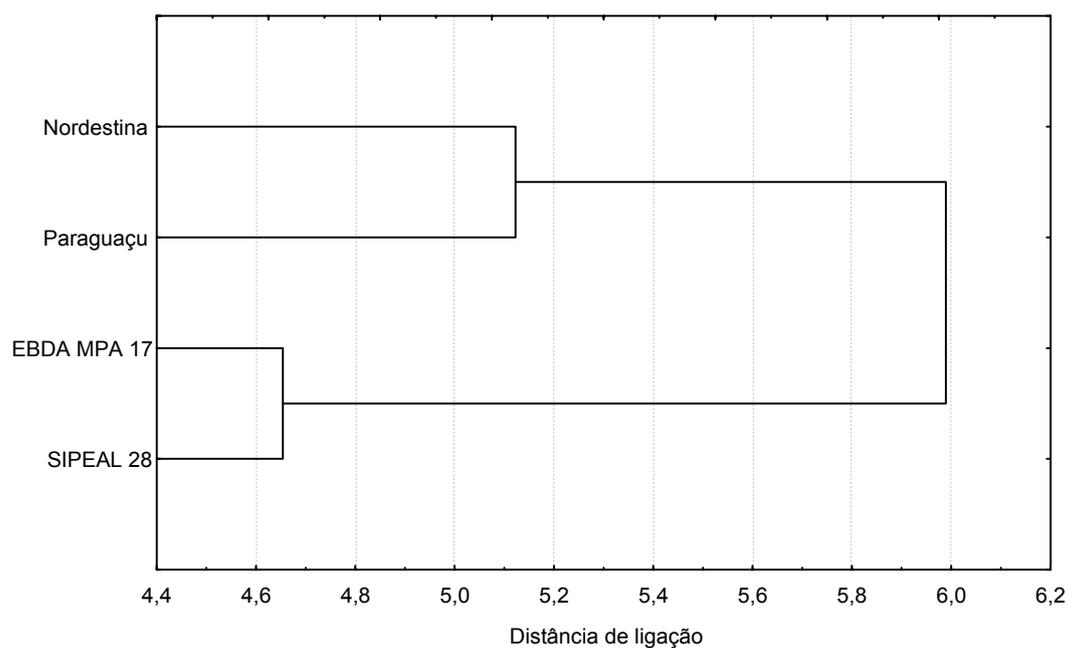


Figura 4. Dendrograma obtido a partir de 16 caracteres agrônômicos, avaliados em quatro genótipos de mamoneira, obtido pelo método da Ligação Média com base na distância Euclidiana Média, ano 1 (2006-2007), Cruz das Almas - BA, 2009.

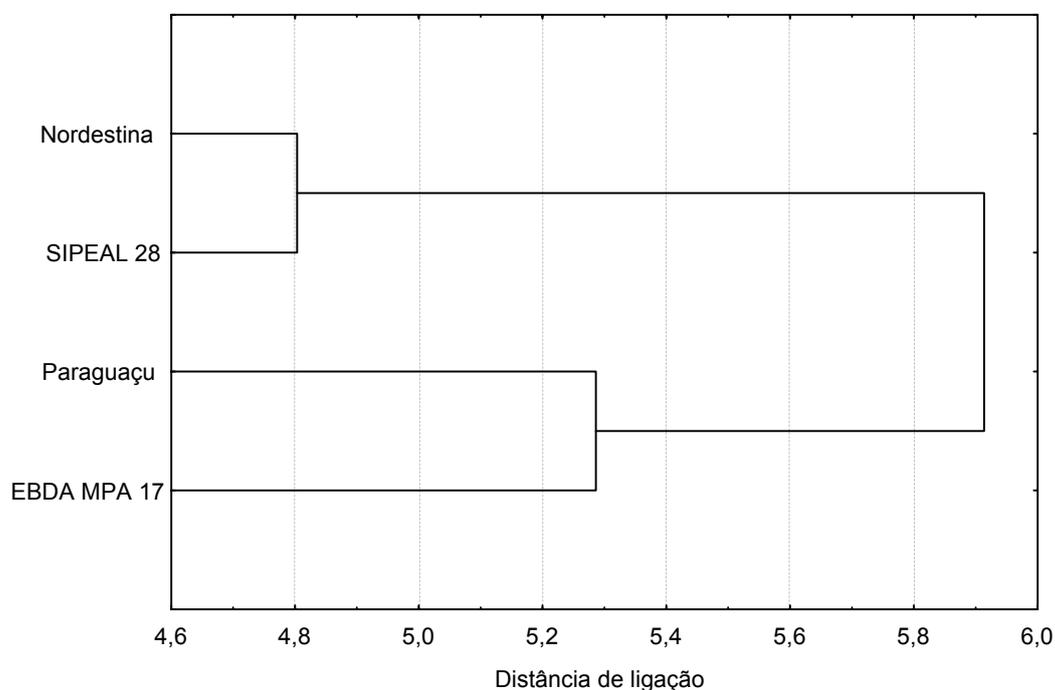


Figura 5. Dendrograma obtido a partir de 16 caracteres agrônômicos, avaliados em quatro genótipos de mamoneira, obtido pelo método da Ligação Média com base na distância Euclidiana Média, ano 2 (2007-2008), Cruz das Almas - BA, 2009.

A combinação EBDA MPA 17 x BRS Nordestina, é considerada a melhor quando se pensa em obter maior variabilidade para fins de seleção, contudo, de acordo com CRUZ (1990), a escolha de parentais deve levar em consideração não apenas a divergência, mas também o desempenho superior dos mesmos em relação às principais características de importância econômica.

Costa et al. (2006) salientam que estudos relacionados à divergência genética fornecem parâmetros para a identificação de genitores favoráveis à obtenção de populações segregantes, em programas de hibridação.

A determinação de altos percentuais de acessos divergentes, dentro do germoplasma estudado, é importante para programas de hibridação, levando-se em conta as características analisadas. Alguns autores ressaltam que, em caso de divergência acentuada, tal informação é útil para se restringir o número de genitores a ser escolhido.

CONCLUSÕES

1. A avaliação da divergência genética entre os quatro genótipos foi satisfatória;
2. Os caracteres NREP e NRAP foram os que mais contribuíram para a divergência genética dos parentais nos dois anos de estudo;
3. No primeiro ano de cultivo as cultivares Sipeal 28 e Nordestina foram as mais divergentes, e no segundo as cultivares EBDA MPA 17 e Nordestina apresentaram maiores divergências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, V.M.N.; et. al. Desempenho e predição de híbridos e análise de agrupamento de características de matrizes de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 617-626, 2002.

AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, A. E. de; BELTRÃO, N. E. de M. Clima e solo. In: AZEVÊDO, D. M. P. de; Lima, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. . p. 63-88.

BAHIA, H. F. et al. Divergência genética entre cinco cultivares de mamoneira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.3, p.357-362, mar. 2008.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; et. Al. Seleção de genótipos parentais de acerola com base na divergência genética multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, p.1613-1619, 2000.

COSTA, M. N. da; et. al. 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. **Aplicações de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. 1990. 188 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

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

_____. _____. 3.ed. Viçosa: UFV, 2006.

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

FIGUEREDO NETO, A. **Caracterização morfológica e estudo da divergência genética em acessos de mamona (*Ricinus communis*)**. 2000. 44 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2000.

FIGUEREDO NETO, A. et. al. Divergência genética em acessos de mamona (*Ricinus communis* L.) baseada nas características de semente. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.4, p.1-10, 2004.

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

HAIR JR., et. al.. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 593 p.

LEDO, C.A. da S.; FERREIRA, D. F.; RAMALHO, M.A.P. Análise de variância multivariada para os cruzamentos dialéticos. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1214-1221, dez. 2003

NACIF, P. G. S. et. al.. Efeitos da subsolagem em propriedades físico-hídricas de um latossolo amarelo distrocoeso do estado da Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 20, n. 2, p. 186-192, abr./ jun., 2008.

SARTORIO, S. D. **Aplicações de técnicas de análise multivariada em experimentos agropecuários usando o software R**. 2008. 131 f.Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

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

SILVA, G. O. da et. al. Importance of characters in the dissimilarity of potato progênies in early generations. **Bragantia**, v. .67, n. 1, 2008.

VIDIGAL, M.C.G.; et. al. Divergência genética entre cultivares de mandioca por meio de estatística multivariada. **Bragantia**, v.56, p.263-271, 1997.

CAPÍTULO III

ANÁLISE DE TRILHA EM CARACTERES AGRONÔMICOS DE CULTIVARES DE MAMONEIRA EM DOIS ANOS DE CULTIVO NO RECÔNCAVO BAIANO¹

¹Artigo ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Pesquisa Agropecuária Brasileira.

ANÁLISE DE TRILHA EM CARACTERES AGRONÔMICOS DE CULTIVARES DE MAMONEIRA EM DOIS ANOS DE CULTIVO NO RECÔNCAVO BAIANO

RESUMO: Objetivou-se, nesta pesquisa, desdobrar as correlações fenotípicas por meio da análise de trilha em efeitos diretos e indiretos para obter informações sobre quais variáveis estão envolvidas no rendimento de grãos, assim como inferir a respeito da influência do ambiente na manifestação dos diagramas de encaminhamento. Os ensaios foram realizados em dois anos agrícolas distintos e consecutivos: entre os meses de abril de 2006 e fevereiro de 2007, e entre os meses de maio de 2007 e fevereiro de 2008 em área experimental no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas. Eliminando-se os caracteres que mais contribuíram para o aparecimento de multicolinearidade moderada ou severa na matriz ($X'X$) de correlações entre as variáveis independentes, optou-se por estudar as variáveis número de racemos emitidos por planta (NREP), comprimento efetivo do racemo (CER), peso de sementes por racemo (PSR), estatura de planta (EP) e comprimento médio de internódios do caule (CMIC). O grau de multicolinearidade da matriz $X'X$ foi estabelecido com base no seu número de condição (NC), que é a razão entre o maior e o menor autovalor da matriz. Os caracteres agronômicos avaliados têm influência variável no rendimento de grãos, dependendo da época de semeadura e do ano, sendo que o peso de sementes por racemo (PSR) e estatura de planta (EP) foram capazes de explicar melhor o rendimento de grãos, atuando, respectivamente, de forma direta sobre a variável básica, alterando-se em função das condições ambientais ocorridas durante os dois anos de cultivo.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., correlações fenotípicas, multicolinearidade

TRACK ANALYSIS IN AGRONOMIC CHARACTERS OF CASTOR TREE IN TWO YEARS OF CULTIVATION IN THE BAHIA RECONCAVO

ABSTRACT: This research aimed to unfold the phenotypic correlations by a track analysis in direct and indirect effects to achieve information about which variables are involved in the grain production, so as infer about the influence of the environment in the data of the leading diagrams. The experiments were carried out in two distinct and consecutive agricultural years: from April, 2006 to February, 2007 and from May, 2007 to February 2008 in an experimental area on the Agricultural Environmental and Biological Sciences Center (CCAAB) of the Bahia Reconcavo Federal University, in Cruz das Almas. Eliminating the characteristics which contribute the most to the moderate or severe multicollinearity in the matrix ($X'X$) of the correlations between independent variables, the option taken was studying the variables: number of racemes emitted per plant (NREP), effective length of the raceme (CER), weight of seeds per raceme (PSR), plant height (EP) and average length of the caulis internodes (CMIC). The multicollinearity level in the matrix ($X'X$) was established according to their condition number (NC), which is the division of the highest by the lowest auto-value of the matrix. The evaluated agronomic characteristics have a variable influence in the grain production, depending on the season of seeding and of the year. The weight of seeds per raceme (PSR) and plant height (EP) were the better to justify the grain production, acting, respectively, directly in the basic variable, changing according to the environmental conditions occurred during the two years of cultivation.

Key words: *Ricinus communis* L., phenotypic correlations, multicollinearity

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma planta rústica, heliófila, resistente à seca, pertencente à família das Euforbiáceas, disseminada por diversas regiões do globo terrestre e cultivada comercialmente entre os paralelos 52° N e 40° S (Lima et al., 2008).

É encontrada de forma espontânea em várias regiões do Brasil, desde o Amazonas até o Rio Grande do Sul (Costa et al., 2006).

Com a ampliação da utilização do óleo de mamona extraído de seus grãos, produção da matéria-prima precisa aumentar (Oliveira et. al., 2008), visto que a produção de grãos na Bahia está muito aquém da necessidade industrial instalada.

Embora tenha importância socioeconômica, a espécie conta com poucas cultivares melhoradas para o Nordeste, mesmo com sua ampla variabilidade genética e que seu melhoramento na Região ocorra desde a década de 1960 (Bahia et al., 2008).

Existem perspectivas para obtenção de cultivares que possam aumentar a produtividade do fruto (Bahia et. al., 2008), e o teor de óleo dos grãos (Cerqueira, 2008) e permitir a identificação de fontes de resistência às principais pragas e doenças da cultura, já que sua diversidade é ainda pouco explorada (Carvalho, 2005).

O conhecimento das correlações entre os caracteres é muito importante, pois o melhorista tem condições de orientar a seleção, principalmente no que se refere à intensidade a ser aplicada em cada caráter (Cavalcante et al., 2006).

A correlação é apenas uma medida de associação; portanto não permite conclusões sobre causa e o efeito, não possibilitando inferências sobre o tipo de associação que governa o par de caracteres Y/X (Coimbra et al., 2005), sendo necessário seu desdobramento, feito por meio da análise de trilha.

Foram idealizados por Wright (1921) os estudos da análise de trilha (path coefficients ou path analysis), que é um desdobramento das correlações estimadas em efeitos diretos e indiretos sobre uma variável básica. De modo contextualizado, um coeficiente de trilha ou análise de causa e efeito pode ser definido como um

coeficiente de regressão estandardizado ou padronizado; sendo que a análise de trilha é composta por uma expansão da regressão múltipla quando estão envolvidas inter-relações complexas (Cruz e Carneiro, 2003).

Esse método foi inicialmente proposto em plantas por Dewey e Lu (1959), sendo atualmente muito utilizado em diversas culturas (Severino et al., 2002; Gomes et al., 2003; Montardo et al., 2003; Silva et al., 2005).

Silva et al. (2005) mencionam que esta análise proporciona um conhecimento detalhado das influências dos caracteres envolvidos, e justificam a existência de correlações positivas e negativas, de alta e baixa magnitude, entre os caracteres estudados.

Dessa forma, neste trabalho, objetivou-se desdobrar as correlações fenotípicas por meio da análise de trilha em efeitos diretos e indiretos para obter informações sobre quais variáveis estão envolvidas no rendimento de grãos, assim como inferir a respeito da influência do ambiente na manifestação dos diagramas de encaminhamento em dois anos de cultivo da mamona em Cruz das Almas - BA.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas. Segundo Nacif et al. (2008), o município localiza-se na microrregião geográfica Santo Antônio de Jesus, região econômica Recôncavo Sul. Situada no planalto pré-litorâneo, Cruz das Almas apresenta clima tropical quente e úmido (Am), segundo a classificação de Köppen e altitude de 220 m acima do nível do mar. Com pluviosidade média anual de 1.170mm, com variações entre 900 e 1.300mm, sendo os meses de março a agosto os mais chuvosos e de setembro a fevereiro os mais secos. A temperatura média anual é de 24,1°C.

Os ensaios foram realizados em dois anos agrícolas consecutivos, sendo o primeiro ano referente ao período entre os meses de abril de 2006 e fevereiro de 2007, e o segundo ano entre os meses de maio de 2007 e fevereiro de 2008 em área

experimental pertencente ao Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) do CCAAB.

O material vegetal utilizado para o plantio foi composto por sementes provenientes de quatro cultivares, EBDA MPA 17, Sipeal 28, BRS 188 Paraguaçu, BRS 149 Nordestina, materiais já cultivados em alguns locais do Estado, desenvolvidas pela Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA) e EMBRAPA Algodão, sendo obtidas junto ao Banco Ativo de Germoplasma de mamona da EBDA, estação experimental de Iraquara (BA).

Para a correção do solo, seguiu as recomendações da análise de fertilidade química, 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 . O controle de ervas daninhas foi realizado mensalmente com capina manual.

A semeadura foi realizada em regime de sequeiro e o delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco repetições e quatro tratamentos, constituídos pelas cultivares BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, EBDA MPA-17 e Sipeal 28. Cada parcela teve as dimensões $12,0\text{m} \times 15,0\text{m}$, com as linhas laterais constituindo as bordaduras, e a área útil abrangendo as dimensões de $9,0\text{m} \times 10,0\text{m}$.

O espaçamento entre fileiras foi de $3,0\text{m}$ e entre covas de $1,0\text{m}$, resultando em cinco fileiras com 12 covas e 30 covas na área útil do experimento. Foram semeadas três sementes por cova e o desbaste foi realizado aos 10 dias após a emergência, deixando uma planta por cova.

Foram avaliados em cada ano agrícola vinte e três variáveis com o intuito de obter o máximo de informações possíveis à respeito do desempenho da cultura. Os caracteres florescimento do racemo primário (FLO), altura de caule (AC), comprimento médio de internódios do caule (CMIC), número de internódios do caule (NIC), diâmetro de caule (DC), estatura de planta (EP), comprimento efetivo (útil) de racemo (CER) e rendimento (REND) foram aferidos de acordo com descritores utilizados pela Embrapa Algodão, descritos por Freire et al. (2001).

Para avaliar número de racemos colhidos por planta (NRC), número de racemos emitidos por planta (NREP) e o número de racemos abortados por planta (NRAP) foram realizadas contagens periódicas durante todo o ciclo da cultura. Para

estas aferições, foi considerado racemo abortado aquele que não apresentou frutos ou encontrava-se deformado ou mal-formado com número de frutos inferior a três.

Os caracteres comprimento de racemo (CR) e comprimento de racemo sem enchimento (CRSE) foram medidos com auxílio de régua milimetrada quando o mesmo encontrava-se com sua maturação plena. Estes caracteres, acrescido do comprimento efetivo do racemo (CER), peso de racemo (PR), peso de frutos por racemo (PFR), peso de sementes por racemo (PSR), número de frutos por racemo (NFR) e número de sementes por racemo (NSR) foram realizados nos três primeiros racemos de cada planta e em 10 plantas ao acaso, utilizando régua e balança digital de precisão.

O estande final (EF) foi determinado contando-se o número de plantas vivas aptas para colheita. Foram realizadas colheitas periódicas a fim de se evitar perdas com deiscência de algumas cultivares, entretanto, a colheita final foi efetuada no mesmo período para todas as cultivares. Os racemos colhidos tiveram os frutos retirados e pesados para determinação do peso de frutos por parcela (PFP).

O peso de frutos por planta (PFPL) foi determinado pela pesagem dos frutos em cada planta. Após secagem ao sol em terreiro, as sementes que não foram removidas dos frutos por deiscência, foram retiradas através de batidas em sacos de alinhagem e as que ainda apresentavam casca aderida, extraídas com alicate de poda manualmente. As sementes foram pesadas para determinação do peso de sementes por parcela (PSP) e a partir deste o rendimento (REND) foi mensurado em função do número de covas da área útil e tamanho da área útil. O peso de sementes por planta (PSPL) foi determinado pela pesagem das sementes de cada planta.

Estimativas das correlações fenotípicas (r_f) entre os caracteres foram obtidas como descrito por Mode & Robinson (1959). Foi feito o desdobramento dessas correlações em efeitos diretos e indiretos dos caracteres (variáveis independentes do modelo de regressão) sobre o rendimento de grãos (variável básica) por meio da análise de trilha (Wright, 1921).

As estimativas dos coeficientes de trilha necessários para mensurar os efeitos diretos e indiretos dos caracteres analisados sobre o rendimento foram realizadas eliminando-se as que mais contribuíram para o aparecimento de multicolinearidade

moderada ou severa na matriz ($X'X$) de correlações entre as variáveis independentes (Carvalho et al., 1999), e optou-se por estudar as variáveis número de racemos emitidos por planta (NREP), comprimento efetivo do racemo (CER), peso de sementes por racemo (PSR), estatura de planta (EP), comprimento médio de internódios do caule (CMIC) após utilização do fator “k” em todos os caracteres e escolha das que melhor representaram o estudo. O grau de multicolinearidade da matriz $X'X$ foi estabelecido com base no seu número de condição (NC), que é a razão entre o maior e o menor autovalor da matriz (Montgomery e Peck, 1981). Se $NC < 100$, a multicolinearidade foi tida como fraca e não constituiu problema sério na análise. Se $100 \geq NC < 1.000$, a multicolinearidade foi considerada de moderada a forte, e $NC \geq 1.000$ foi indicativo de multicolinearidade severa. A análise dos autovalores da matriz foi feita para identificar a natureza aproximada da dependência linear existente entre os caracteres, detectando aqueles que contribuíram para o aparecimento da multicolinearidade (Belsley et al., 1980). Os caracteres que apresentaram os maiores elementos nos autovetores associados aos menores autovalores foram os que mais contribuíram para este aparecimento. A diagnose de multicolinearidade e as outras análises deste estudo foram efetuadas utilizando-se o programa computacional Genes (Cruz, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diagnóstico de multicolinearidade para as duas épocas em estudo está apresentado nas Tabelas 1 e 2, onde consta os elementos dos autovetores e as proporções da decomposição da variância. É possível verificar a existência de problemas proporcionados pela multicolinearidade entre os caracteres estudados, através da observação de VIFs de magnitude, em valor absoluto que superam 10, assim como valores singulares pequenos e índice de condição elevado. Para Cruz e Carneiro (2006) estas são condições de existência de problemas proporcionados pela multicolinearidade entre os caracteres avaliados.

O número de condição, resultado da razão entre o maior e menor autovalor é de 542692,61617 no ano 1 e de 542692,61617 no ano 2, caracterizando a colinearidade severa, segundo critério de Montgomery e Peck (1981). Os resultados apontaram que um atraso na época de semeadura afetou a manifestação da multicolinearidade, ocasionando um aumento no grau da mesma.

Este fato pode ser explicado pelo desempenho contrastante dos cultivares frente às oscilações de ambiente, o que era esperado, uma vez, que a correlação estimada no estudo foi a fenotípica que sofre influência do genótipo, ambiente e da interação dos mesmos. Por exemplo, no ambiente dois, o caráter NREP apresentou coeficiente de correlação positivo com a maioria dos caracteres avaliados, com exceção apenas do CER; no ambiente um o mesmo não revelou correlação positiva com nenhum dos caracteres aferidos. Neste momento, cabe ressaltar que este grau de multicolinearidade foi obtido por meio dos dados coletados, sem nenhuma transformação ou indução.

Tabela 1. Diagnóstico de multicolinearidade da matriz de correlação envolvendo os caracteres número de racemo emitido por planta (NREP), comprimento efetivo do racemo (CER), peso de semente por racemo (PSR), estatura de planta (EP), comprimento médio de internódio do caule (CMIC) e rendimento (REND) para o primeiro ano de cultivo, Cruz das Almas – BA, 2009.

Ordem	Autovalor	Valor Singular	Índice de Condição	VIF _k
1	3,682102	1,9189	1,0000	11554,4985
2	1,955181	1,3983	1,3723	-1838,6241
3	0,362683	0,6022	3,1863	-6728,0369
4	0,000064	0,0080	240,0929	10029,5625
5	0,00028	0,0053	363,8824	7760,0218
6	-0,00058	0,0076	252,1208	13578,8042

Número de condição: 132410,225 (multicolinearidade severa).

Coimbra et al. (2005) encontraram, em estudo com canola, resultados semelhantes entre os caracteres por ele utilizado em duas épocas de semeadura.

Para obtenção dos efeitos diretos e indiretos da análise de trilha, é necessário que a matriz $X'X$ esteja bem condicionada. Problemas da multicolinearidade podem torná-la não-singular, fazendo, conseqüentemente, com que as estimativas de mínimos quadrados não sejam confiáveis (CRUZ, 2001); na presença da multicolinearidade, o estimador de mínimos quadrados, obtido $(X'.X)\beta = X'Y$, pode estar associado a uma variância muito alta e para atenuar esse efeito adverso pode ser utilizada uma constante k na diagonal da matriz $X'.X$. De modo geral, procura-se atenuar esse efeito adverso, modificando ligeiramente o sistema de equações normais, pela adição de uma constante k na diagonal da matriz. Carvalho (1995) ressalta que deve ser escolhido o menor valor de k , para o qual a maioria dos coeficientes de trilha, associados aos vários caracteres, estejam estabilizados. Com base em gráficos, pode ser estabelecido o valor de k facilmente.

Tabela 2. Diagnóstico de multicolinearidade da matriz de correlação envolvendo os caracteres número de racemo emitido por planta (NREP), comprimento efetivo do racemo (CER), peso de semente por racemo (PSR), estatura de planta (EP), comprimento médio de internódio do caule (CMIC) e rendimento (REND) para o segundo ano de cultivo, Cruz das Almas – BA, 2009.

Ordem	Autovalor	Valor Singular	Índice de Condição	VIF _k
1	4,076178	2,0190	1,0000	36338,1487
2	1,133723	1,0648	1,8962	8545,5109
3	0,790126	0,8889	2,2713	20381,4902
4	0,000032	0,0057	355,1541	55093,5450
5	0,000008	0,0027	736,6769	31672,1583
6	-0,000067	0,0082	246,0748	-2801,8074

Número de condição: 542692,61617 (multicolinearidade severa).

Na tabela 3, consta a análise de trilha na qual foram analisados dados de correlação com multicolinearidade severa, procedeu-se uma análise de trilha com colinearidade corrigindo este problema utilizando um valor de k de 0,0544 para o primeiro ano e 0,0474 para o segundo ano (determinado de modo idêntico como descrito acima, por meio do Programa Computacional Genes).

Coimbra et al. (2005) observaram, em seu trabalho, que os valores diretos e indiretos dos coeficientes de trilha apresentaram magnitude superior a unidade, tanto positiva quanto negativa, evidenciando novamente que uma multicolinearidade severa leva a uma superestimativa dos coeficientes de correlação e de trilha (efeitos diretos e indiretos). Quanto maior for o grau de multicolinearidade, maiores serão os valores das estimativas dos coeficientes de correlações e, conseqüentemente, menor será a precisão em sua estimativa (Freund & Littell, 1981).

Os coeficientes de determinação (R^2) fenotípicos das análises de trilha foram 0,97 e 0,98, respectivamente. Nas análises envolvendo correlações fenotípicas a contribuição do erro residual foi inferior ao R^2 , indicando, assim, que as variáveis independentes influenciaram bastante o rendimento e, dependendo do grau de influência, podem ser utilizadas em um índice de seleção.

Resultados parecidos foram encontrados por CARVALHO et al. (2002) ao analisar linhagens de soja em diferentes época usando o coeficiente de determinação genotípica.

Neste caso, pode ser observado que o caráter NREP evidenciou efeito direto positivo sobre a variável rendimento de grãos, com magnitude de 0,0792 e 0,3039 nos anos 1 e 2, respectivamente. Este valor reduzido no ano 1 é explicado pela presença de efeitos indiretos negativos das outras variáveis sobre o NREP. Neste caso, a presença de efeitos indiretos negativos via CER, PSR e CMIC são um indicativo de possíveis dificuldades que os melhoristas de mamona se defrontam para selecionar com base nestes caracteres. Dificuldades estas que podem ser mais acentuadas se os dados não forem analisados de forma correta.

O ano 2 apresenta um efeito direto um pouco maior do NREP sobre o rendimento, mas ainda assim se mantém abaixo do coeficiente de correlação fenotípica. Ao observar-se a análise de trilha na Tabela 3, o CER revelou baixa

correlação positiva (0,0421) e (0,227), baixo efeito direto com o rendimento (0,0441) e médio efeito (0,5608) no primeiro e segundo anos, respectivamente.

Tabela 3. Estimativas de efeitos diretos e indiretos nos dois anos de cultivo dos caracteres número de racemo emitido por planta (NREP), comprimento efetivo do racemo (CER), peso de semente por racemo (PSR), estatura de planta (EP) e comprimento médio de internódio do caule (CMIC) sobre o rendimento (REND), obtidas pelo método baseado em análise de regressão em crista, Cruz das Almas – BA, 2009.

Característica	Ano 1 (2006/2007)		Ano 2 (2007/2008)	
	Efeito	VIF	Efeito	VIF
NREP				
Efeito direto	0,0792	11,3687	0,3039	8,7951
Efeito indireto via CER	-0,0376	4,2261	-0,0200	0,0447
Efeito indireto via PSR	-0,2283	1,5980	0,2783	5,4232
Efeito indireto via EP	-0,0204	0,0165	0,1574	6,4040
Efeito indireto via CMIC	-0,0294	4,3965	0,0209	0,5782
Correlação	-0,2322		0,7549	
CER				
Efeito direto	0,0441	6,4641	0,2277	6,3753
Efeito indireto via NREP	-0,0675	7,4327	-0,0267	0,0617
Efeito indireto via PSR	0,1506	0,6951	0,2537	4,5084
Efeito indireto via EP	-0,1030	0,4276	0,0690	1,2313
Efeito indireto via CMIC	0,0155	1,2222	0,0263	0,9185
Correlação	0,0421		0,5608	
PSR				
Efeito direto	0,5216	9,2766	0,3944	11,9471
Efeito indireto via NREP	-0,0347	1,9584	0,2145	3,9924
Efeito indireto via CER	0,0127	0,4844	0,1465	2,4058
Efeito indireto via EP	0,4149	6,9351	0,1671	7,2210
Efeito indireto via CMIC	0,0258	3,3915	0,0334	1,4815
Correlação	0,9687		0,9747	
EP				
Efeito direto	0,4767	10,1791	0,2238	14,2048
Efeito indireto via NREP	-0,0034	0,0184	0,2137	3,9651
Efeito indireto via CER	-0,0095	0,2715	0,0702	0,5526
Efeito indireto via PSR	0,4540	6,3202	0,2945	6,0733
Efeito indireto via CMIC	0,0120	2,0309	0,0634	5,3340
Correlação	0,9636		0,8764	

CMIC				
Efeito direto	0,0364	7,5031	0,0722	7,5880
Efeito indireto via NREP	-0,0639	6,6616	0,0879	0,6702
Efeito indireto via CER	0,0188	1,0530	0,0830	0,7717
Efeito indireto via PSR	0,3698	4,1932	0,1825	2,3326
Efeito indireto via EP	0,2615	2,7552	0,1965	9,9854
Correlação	0,6245		0,6253	
Coefficiente de determinação		0,9708		0,9827
Valor de k		0,0544		0,0474
Efeito Residual		0,1708		0,1314
Determinante da matriz X'X		$6,0 \times 10^{-3}$		$6,7 \times 10^{-3}$

Nota-se que as variáveis PSR e EP apresentaram os maiores efeitos diretos nos dois anos de estudo assim como correlações positivas altas com o rendimento, alterando-se em função das condições ambientais ocorridas durante os dois anos de cultivo, o que indica que a seleção com estes caracteres pode proporcionar ganho genético satisfatório.

Por meio da análise dos dados, inseridos na Tabela 2, pode ser observado que os efeitos diretos tiveram o mesmo sinal dos coeficientes de correlações fenotípica, exceção apenas para o NREP no primeiro ano, onde suas magnitudes foram baixas, tal como Coimbra et al. (2005). Tal fato evidencia que a variável auxiliar é a mais determinante das variações na variável resposta e, conseqüentemente, prediz que a seleção indireta será eficaz.

O CMIC teve média correlação positiva (0,6245) e (0,6253) no primeiro e segundo anos, mas seu efeito direto sobre o rendimento foi baixo (0,0364) e (0,0722).

De modo geral, os cinco caracteres estudados diferiram em seu grau de influência direta sobre o rendimento de grãos. Entre eles, o PSR foi o que teve efeito positivo e relativamente alto, o que indica a presença de causa e efeito. Esse caráter está relacionado a ganhos no rendimento de mamoneira.

CONCLUSÕES

1. Os caracteres agronômicos avaliados têm influência diferenciada no rendimento de grãos, dependendo do ano;
2. Os caracteres peso de sementes por racemo (PSR) e estatura de planta (EP) foram capazes de explicar melhor o rendimento de grãos, atuando, de forma direta, sobre o rendimento, indicando que a seleção para estes caracteres pode proporcionar ganhos genéticos promissores.
3. Os efeitos indiretos negativos via comprimento efetivo do racemo (CER), peso de sementes por racemo (PSR) e comprimento médio de internódio do caule (CMIC) são um indicativo de possíveis dificuldades no melhoramento para seleção com base nestes caracteres.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAHIA, H. F. **Avaliação e seleção de genótipos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) para fins de melhoramento genético no Recôncavo Baiano**. 2007. 66 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2007.

_____ et al. Divergência genética entre cinco cultivares de mamoneira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.3, p.357-362, mar. 2008.

BELSLEY, D. A.; KUH, E.; WELCH, R. E. **Regression diagnostics: identifying data and sources of colinearity**. New York: J. Wiley, 1980. 292 p.

CARVALHO, B.C.L. **Manual de cultivo da mamona**. Salvador: EBDA, 2005. 65p.

CARVALHO, C. G. P. de et al. Análise de trilha sob multicolinearidade em pimentão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 603-613, abr. 1999.

_____. Correlações e análise de trilha em linhagens e soja semeadas em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.311-320, 2002.

- CARVALHO, S.P. de. **Métodos alternativos de estimação de coeficientes de trilha e índices de seleção sob multicolinearidade**. Viçosa : UFV, 1995. 163p.
- CAVALCANTE, J. T. et al. Análise de trilha em caracteres de rendimento de clones de batata-doce (Ipomoea batatas (L.) Lam). **Acta Science Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 261-266, abril/june, 2006.
- CERQUEIRA, L. S. **Variabilidade genética e teor de óleo em mamoneira visando ao melhoramento para região de baixa altitude**. 2008. 59 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2008.
- COIMBRA, J. L. M. et al. Conseqüências da multicolinearidade sobre a análise de trilha em canola. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 35 n. 2, mar./abr. 2005
- COSTA, M. N. da; et. al. 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. **Programa GENES: versão Windows, aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa : UFV, 2001. 648p.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 2003. 585p.
- _____. _____. 2.ed. Viçosa: UFV, 2006.
- DEWEY, D.R.; LU, K.H. A correlation and path-coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. **Agronomy Journal**, v. , 51, p.515-518,
- 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**. Campina Grande: : Embrapa Algodão, 2001. . p. 229-256.
- FREUND. R.J.; LITTELL, R.C. **Sas for linear models**. Cary: SAS Institute, 1981. 229p.
- GOMES, J.E. et al. Correlações e efeitos diretos e indiretos no processo seletivo de genótipos de aceroleira (Malpighia emarginata Sessé & Moc. Ex DC.). **Científica**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 57-68, 2003.

LIMA, C. B. E. et al. Desenvolvimento da mamoneira, cultivada em vasos, sob diferentes níveis de salinidade da água em latossolo vermelho-amarelo eutrófico. **Caatinga**, Mossoró, RN, v.21, n.5, p.50-56, dez. 2008. Número especial.

MODE, J. C.; ROBINSON, H. F. Pleiotropism and the genetic variance and covariance. **Biometrics**, Washington, v. 15, n. 4, p. 518-537, dec. 1959.

MONTARDO, D.P. et al. Análise de trilha para rendimento de sementes em trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.). **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 32, p. 1076-1082, 2003.

MONTGOMERY, D.C.; PECK, E.A. **Introduction to linear regression analysis**. New York : J. Wiley, 1981. 504p.

NACIF, P. G. S; et. al.. Efeitos da subsolagem em propriedades físico-hídricas de um latossolo amarelo distrocoeso do estado da Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 20, n. 2, p. 186-192, abr./ jun., 2008.

OLIVEIRA, I. JUNIOR de; ZANOTTO, M. D. Eficiência da seleção recorrente para redução da estatura de plantas em mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.4, jul./ago. 2008.

SEVERINO, L.S. et al. associação da produtividade com outras características agronômicas do café (*Coffea arábica* L. "Catimor"). **Acta Sci.**, Maringá, v. 24, n. 5. p.1467-1471, 2002.

SILVA, S.A. et al. Análise de trilha para os componentes de rendimento de grãos em trigo. **Bragantia**, v. 64, p.191-196, 2005.

WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, v.20, p.557-585, 1921.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) se constitui de elevado valor econômico-social e 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, ao elevado nível produtivo e alto teor de óleo.

O melhoramento genético da mamoneira visa à obtenção de cultivares com alta produtividade, de porte médio, precoces e com elevados teores de óleo. Estas características, no entanto, podem ser identificadas e transferidas em programas de melhoramento que envolvam hibridações, para obtenção de novas constituições genéticas onde preferencialmente envolvam genótipos divergentes e a seleção aplicada em caracteres que possuem alta correlação com o rendimento de grãos.

Todavia, a aplicação de técnicas eficientes para o reconhecimento e avaliação desses materiais faz-se necessária, uma vez que permite a obtenção de ganhos genéticos promissores.

No ano de 2005 teve início o programa de melhoramento genético da mamoneira na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, através do NBio (Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia), que desde então vem procurando selecionar materiais de elevado potencial produtivo e adaptados às condições ambientais vigentes, principalmente no que diz respeito à altitude abaixo de 300m, critério que exclui Cruz das Almas da relação de locais aptos à produção dessa cultura.

Ao longo do programa foi observado que a cultivar SIPEAL 28 obteve os melhores rendimentos para os dois anos em estudo, demonstrando a possibilidade de utilização deste material para cultivo em baixas altitudes não excluindo as cultivares BRS 149 Nordestina, EBDA MPA 17 e BRS 188 Paraguaçu, onde não apresentou diferenças estatísticas demonstrando opções para cultivo diversificado com a cultura na região (capítulo I).

Embora as cultivares não diferiram para o caráter rendimento de grãos, todas elas apresentaram média de rendimento maior no primeiro ano quando comparado com o

segundo ano de cultivo, não ocorrendo interação genótipo x ambiente e com isso apresentou estabilidade nos dois anos avaliados. Entretanto, estas cultivares demonstraram variabilidade para os caracteres número de racemos abortados por planta (NRAP), número de racemos emitidos por planta (NREP), comprimento de racemo (CR), número de sementes por racemo (NSR), altura de caule (AC), comprimento médio de internódio do caule (CMIC), comprimento efetivo do racemo (CER), peso do racemo (PR), peso de sementes por racemo (PSR) e estatura de planta (EP) (capítulo I), permitindo indicá-los como promissores para o melhoramento da espécie no ambiente em estudo. Assim como, entre estes caracteres o PSR e EP merecem destaque, pelo elevado efeito direto sobre o rendimento (capítulo III) e os caracteres NREP e NRAP também são importantes quando se pretende distinguir genótipos através da divergência genética visto serem estes dois caracteres os que mais contribuíram para distinguir as cultivares em estudo (capítulo II).