

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS E VEGETAIS  
CURSO DE MESTRADO**

**DESEMPENHO PRODUTIVO E MORFOFISIOLÓGICO DE  
LINHAGENS E CULTIVARES DE MAMONEIRA SOB  
SISTEMA SEQUEIRO E IRRIGADO**

**Irlan Silva de Almeida**

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
2016**

**DESEMPENHO PRODUTIVO E MORFOFISIOLÓGICO DE  
LINHAGENS E CULTIVARES DE MAMONEIRA SOB SISTEMA  
SEQUEIRO E IRRIGADO**

**Irlan Silva de Almeida**  
Engenheiro Agrônomo  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2013

Dissertação apresentada ao colegiado de Curso do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos e Vegetais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Recursos Genéticos e Vegetais.

**Orientador:** Prof. Dr. Deoclides Ricardo de Souza

**Coorientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simone Alves Silva

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA  
2016**

## FICHA CATALOGRÁFICA

A447d	<p>Almeida, Irlan Silva de. Desempenho produtivo e morfofisiológico de linhagens e cultivares de mamoneira sob sistema irrigado e de sequeiro / Irlan Silva de Almeida. _ Cruz das Almas, BA, 2016. 73f.; il.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Deoclides Ricardo de Souza Co-Orientador: Prof. Dr. Ossival Simone Alves Silva</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrária, Ambientais e Biológicas. Mestrado em Recurso Genéticos e Vegetais.</p> <p>1.Melhoramento Genético - Plantas. 2.Melhoramento Genético - Mamoneira 3. Melhoramento Genético - Produtividades. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrária, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p>CDD: 631.52</p>
-------	--

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS E VEGETAIS  
CURSO DE MESTRADO**

**DESEMPENHO PRODUTIVO E MORFOFISIOLÓGICO DE  
LINHAGENS E CULTIVARES DE MAMONEIRA SOB SISTEMA  
SEQUEIRO E IRRIGADO**

Comissão examinadora da defesa de dissertação de  
Irlan Silva de Almeida

Aprovado em 27 de Julio de 2016

Prof. Dr. Deoclides Ricardo de Souza  
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas – UFRB.  
(Orientador)

Dr<sup>a</sup>. Laurenice Araújo dos Santos  
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas – UFRB.  
(Examinador interno)

Prof. Dr. Rogério Ferreira Ribas  
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas – UFRB.  
(Examinador externo)

## **DEDICATORIA**

Primeiramente a Deus indiscutivelmente o responsável pela realização deste trabalho.

Aos meus pais José de Almeida e Ana da Silva de Almeida pelo incentivo a minha vida acadêmica.

A minha Irmã Irlene fonte de inspiração.

Ao amor de minha vida Sr.<sup>a</sup> Clarice Almeida, pelo seu carinho, amizade e paciência;

A meu filho lindo Heitor Almeida presente de Deus.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por me conceder o dom da vida, me ensinando a lutar sempre para que possa alcançar meus objetivos. Dando-me força, coragem, determinação e perseverança na busca dos meus ideais.

Aos meus pais José de Almeida e Ana de Almeida pelos ensinamentos, carinho, paciência e exemplo de vida.

A Minha esposa Clarice Almeida, meu filho Heitor e Irmã Irlene de Almeida Fonte de inspiração.

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB).

A FAPESB pela concessão da bolsa de Mestrado.

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

Ao meu orientador, Prof. Dr. Deoclides Ricardo Sousa e Coorientadora Pós Dr.<sup>a</sup> Simone Alves Silva, obrigado pelos ensinamentos e apoio para elaboração deste e outros trabalhos.

Ao Prof. Dr. Rogério Ribas, obrigado pela parceria, ensinamentos e pela amizade.

Ao grupo NBO, que contribuíram de forma significativa para o sucesso deste trabalho em especial aos colegas Mauricio, Augusto, Adielle, Adriana, Ciro, Gilmara, Karine, Vlademir, Laurenice, Tati, Helison, Vanessa, Alda, Tarcio, Alife, Karine, Simone.

A equipe de campo Francisco, Paulo, Ivan, André a todos que aqui não foram citados, mas que, de alguma forma, contribuíram para realização deste trabalho.

## DESEMPENHO PRODUTIVO E MORFOFISIOLÓGICO DE LINHAGENS E CULTIVARES DE MAMONEIRA SOB SISTEMA DE SEQUEIRO E IRRIGADO

**RESUMO:** A mamoneira vem se destacando como importante fonte de renda e matéria prima para a indústria química, bastante utilizada na composição de inúmeros produtos tais como o biodiesel. O trabalho teve como objetivos realizar a caracterização por descritores morfoagronômicos e fotossintéticos e o desempenho produtivo de 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira em sistemas de sequeiro e irrigado, bem como identificar qual o sistema mais apropriado para o cultivo da mamoneira no município de Cruz das Almas, BA. Os experimentos foram implantados em março de 2014, no campo experimental do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO), do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, Bahia. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, 54 tratamentos, constituído por 49 linhagens e cinco cultivares. Para a identificação da presença de variabilidade foi calculada as frequências percentuais e o nível de entropia dos descritores qualitativos pelo coeficiente de entropia de Renyi e o desempenho das linhagens. O estudo de divergência genética para os descritores qualitativos e quantitativos morfoagronômicos foi realizado pelo método Ward e a distancia de Gower. Para os descritores fotossintéticos pela distancia de Mahalanobis. Os descritores com maior nível de entropia são coloração do caule, estatura de planta e coloração do estigma em sistema de sequeiro e irrigado indicando variabilidade genética. Existe variabilidade genética para descritores morfoagronômicos e fotossintéticos e a formação de grupos com linhagens promissoras para futuro lançamento de cultivares. O sistema de sequeiro apresenta maior produtividade média, porém o sistema irrigado maior número de linhagens e cultivares com produtividade média acima de uma tonelada por hectare.

**Palavras-chave:** *Ricinus communis* L.; Fotossíntese; Divergência genética

## PRODUCTIVE AND MORPHOPHYSIOLOGICAL PERFORMANCE OF CASTOR LINES AND CULTIVARS UNDER IRRIGATION AND UPLAND SYSTEM

**ABSTRACT:** The castor bean has been highlighted as an important source of income and raw materials for the chemical industry, widely used in the composition of numerous products such as biodiesel. This study aimed to characterize by morphological and photosynthetic descriptors and productive performance of 49 lines and five cultivars of castor bean in upland and irrigated systems, and identify the most appropriate system for the cultivation of castor bean in Cruz das Almas, BA. The experiments were established in March 2014 in the experimental field of the Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO), do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, Bahia. The experimental design was a randomized block with four replications and 54 treatments, consisting on 49 lines and five cultivars. To identify the presence of the variation, the frequency percentage was calculated and the level of entropy for the qualitative Renyi descriptors entropy coefficient and the performance of the lines. The study of genetic diversity for the qualitative and quantitative morphological descriptors was conducted by Ward method and the Gower distance. For photosynthetic descriptors by the Mahalanobis distance. The descriptors with higher entropy are stem color, plant height and color of the stigma in upland and irrigated system indicating genetic variability. There is genetic variability for morphological and photosynthetic descriptors and the formation of groups with promising lines for future release of cultivars. Although the upland system had a greater average productivity irrigated system has a higher number of lines and cultivars with average productivity above one ton per hectare.

**Keywords:** *Ricinus communis* L.; Photosynthesis; Genetic divergence.



## SUMÁRIO

RESUMO	Página
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO.....	01
Capítulo 1	
CARACTERIZAÇÃO POR DESCRITORES MORFOAGRONÔMICOS DE LINHAGENS E CULTIVARES DE MAMONEIRA EM SISTEMA DE SEQUEIRO E IRRIGADO.....	16
Capítulo 2	
CARACTERIZAÇÃO POR DESCRITORES FOTOSSINTÉTICOS DE LINHAGENS E CULTIVARES DE MAMONEIRA EM SISTEMA DE SEQUEIRO E IRRIGADO.....	42
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63

## INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) pertence à família Euphorbiaceae. Planta herbácea ou arbustiva de relevante importância socioeconômica e ambiental, de cujas sementes se extraem um óleo de excelentes propriedades, servindo como base para a obtenção de uma diversificada linha de matéria-prima para a fabricação de plásticos e plastificantes, fibras sintéticas, tintas, esmaltes, coberturas protetoras, resinas, lubrificantes e fabricação de biodiesel, tornando a cultura de importante potencial econômico (FREITAS et al., 2010; GONELI et al., 2011; SOARES et al., 2013; FERRAZ et al., 2015).

Preocupações com o meio ambiente têm gerado pressão quanto ao uso de combustíveis fósseis, que contribuem para o efeito estufa e o aquecimento global, além de serem os grandes responsáveis pela emissão de gases poluentes na atmosfera (MEGDA et al., 2012). Neste sentido, a cultura da mamoneira vem se destacando como alternativa para a substituição dos combustíveis fósseis (RODRIGUES et al., 2009).

Segundo Marinho et al. (2010) a mamoneira é cultivada em diversos países. O Brasil aparece na quinta posição com uma produção de 12.526 mil toneladas de mamona (FAOSTAT, 2015). Os Estados Unidos, França, Alemanha e China são os principais consumidores desse óleo, que o utiliza como matéria prima na indústria química (EMBRAPA, 2015).

No Brasil, a mamoneira apresenta ampla distribuição geográfica e ocorre de forma frequente nas diversas regiões do país, por sua boa capacidade de adaptação a distintas condições de solo e manejo o que lhe garante viabilidade de adaptação e produção (NOBRE et al., 2012). Sua produção está concentrada no semiárido nordestino, sendo os Estados da Bahia e Ceará os principais produtores dessa cultura, onde tradicionalmente é cultivada por agricultores familiares (SILVA et al., 2011).

O estado da Bahia, apesar de dividir a primeira colocação na produção nacional de mamoneira em bagas com o Ceará, registra baixas produtividades (713 Kg ha<sup>-1</sup>), que advêm principalmente da baixa e irregular precipitação pluvial, pois, embora a mamoneira seja uma cultura adaptada ao semiárido, à produção de sementes pode ser reduzida pela quantidade de água disponível no solo (CONAB, 2015).

Apesar da sua rusticidade, o plantio comercial dessa espécie, para crescer, desenvolver e produzir satisfatoriamente necessita de suprimento hídrico diferenciado nas suas fases fonológicas e requer manejo compatível com sua capacidade de retirada de água na zona radicular (ALVES et al., 2012).

De acordo com Souza et al. (2007), a deficiência hídrica pode afetar o surgimento de novos cachos e causar queda na produção, já que a mamoneira é uma planta de crescimento indeterminado, mantendo seu crescimento, enquanto houver disponibilidade de água e nutrientes. O estresse hídrico na mamoneira afeta seu desenvolvimento e a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (SCHURR et al., 2000).

A mamoneira apresenta metabolismo fotossintético C<sub>3</sub>, exigente em luminosidade e temperatura. No que diz respeito às trocas gasosas, apresenta taxa fotossintética entre 18 e 27 mg CO<sub>2</sub> dm<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup> necessitam de pelo menos 2.900 graus-dia de calor para chegar à maturidade (FREITAS et al., 2011).

A mamoneira apresenta alta diversidade genética que favorece o desenvolvimento de cultivares com características agronômicas desejáveis, com produtividade de grãos e arquitetura de planta ajustada ao ambiente de cultivo em diferentes sistemas de manejo, garantindo retornos econômicos competitivos em relação a outras culturas (SILVA et al., 2012).

Sendo assim, o trabalho teve como objetivos realizar a caracterização por descritores morfoagronômicos e fotossintéticos e o desempenho produtivo de 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira em sistemas de sequeiro e irrigado, bem como identificar qual o sistema mais apropriado para o cultivo da mamoneira no município de Cruz das Almas - BA.

## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **1. Importância Econômica da Mamoneira**

A mamoneira é uma oleaginosa de importante papel socioambiental e econômico, notadamente pela possibilidade de sua utilização como matéria prima na geração de energias limpa (FERRAZ et al., 2015). Embora impróprio para o consumo humano, o seu valor econômico está relacionado principalmente ao óleo extraído de suas sementes, elas apresentam elevado

valor estratégico como matéria-prima em vários segmentos possibilitando diversificada utilização industrial (SOARES et al., 2013).

Seu alto potencial produtivo e sua composição única de ácidos graxos tornaram-na uma cultura economicamente competitiva. A mamoneira é cultivada economicamente em mais de 15 países, dentro dos quais se destaca a Índia, China, Moçambique. O Brasil aparece na quinta posição com uma produção de 12.526 mil toneladas de mamona (FAOSTAT, 2015). Os principais países consumidores são os Estados Unidos, França, Alemanha e China que utilizam o óleo como matéria prima na indústria química (EMBRAPA, 2015).

No Brasil há programas de pesquisa e desenvolvimento com a cultura da mamoneira sendo realizados nos estados de São Paulo, Paraíba e Bahia. Em São Paulo, o Instituto Agrônomo, em Campinas, vem desenvolvendo tecnologia de produção para a cultura da mamoneira desde 1936, sendo o pioneiro no Brasil em trabalhos com essa cultura. No Brasil, a produtividade média constatada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística foi de 737 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2015).

A região Nordeste se destaca como responsável pela produção de 85% da área plantada, abrangendo mais de 94,3% dos da produção nacional. A Bahia registra baixas produtividades 713 Kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2015).

O cultivo da mamona no semiárido surge como uma vertente de atuação nas áreas econômicas, ambiental e social. Gera emprego e renda, fortalecendo a economia agrícola, principalmente à agricultura familiar (SILVA et al., 2012). A mamona é tradicionalmente cultivada em sua maioria por agricultores familiares, que utiliza mão de obra continua no sistema de produção que pode ser consorciada com diversas culturas agrícolas (SILVA et al., 2011).

O melhoramento genético tem permitido importantes avanços na tecnologia de produção da mamoneira, tendo como uma das principais demanda a adaptação de genótipos a baixas altitudes (SILVA et al., 2012). A Universidade Federal do Recôncavo da Bahia através do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO/UFRB) vêm realizando pesquisas por meio do programa de melhoramento genético da mamoneira e tem utilizado cruzamentos normais e convergentes entre as cultivares Sipeal 28, BRS Nordestina, BRS Paraguaçu, Mirante 10 e EBDA MPA 17. (BRASILEIRO, 2014).

## **2. Sistema de Manejo da Mamoneira**

O sistema de produção da mamoneira utiliza mão de obra contínua e pode ser consorciada com diversas culturas. Além de ser uma planta rústica, a mamoneira se destaca por utilizar pouco agrotóxico e adapta-se a região semiárida (SILVA et al., 2012).

Dentre as causas atribuídas para baixa produção por área se destaca a baixa eficiência dos sistemas produtivos utilizados. Para cultivo em grande escala são exigidas tecnologias eficientes para que seja expresso o potencial produtivo (SCHLICK et al., 2011). Para o bom desenvolvimento e produção da mamoneira se faz necessário suprimento hídrico diferenciado nas suas fases fenológicas, requerendo manejo compatível com sua capacidade de retirada de água do solo (FREITAS et al., 2010).

Apesar de ser uma xerófita, a viabilidade de exploração econômica de todo seu potencial produtivo não poderá se realizar em sistema apenas de sequeiro, principalmente nas áreas do Nordeste brasileiro, pela grande instabilidade climática e ocorrência de longos períodos secos; tais condições torna-se necessário o uso da irrigação (CALVACANTE et al., 2005).

Desenvolve bem em clima tropical, exige solos férteis necessita de precipitação igual ou maior que 500 mm por ciclo, temperatura média de 25°C, e altitude de pelo menos 300 m, sendo seu ótimo ecológico de 650 metros de altitude (BELTRÃO et al., 2006). Entretanto, diversos trabalhos têm mostrado comportamento produtivo da mamoneira em altitude abaixo de 300 metros (BAHIA, 2008; PASSOS, 2009; OLIVEIRA, 2013).

Barros Júnior et al. (2008) comentam que a mamoneira apresenta elevada eficiência na transformação da água consumida, com elevada produção de fitomassa na ausência de déficit hídrico.

Diante disso, as condições ambientais da área de produção são importantes para maximizar o rendimento. Trabalhos relacionados ao cultivo da mamoneira em sistema de sequeiro, foram realizados por Zuchi et al. (2010), neles constataram que o local de cultivo e a época de semeadura condicionam as características morfológicas e o aparecimento de certas pragas e doenças na cultura da mamona.

Souza et al. (2007) verificaram em seus trabalhos que a antecipação da semeadura associada ao uso da irrigação suplementar aumentou a produção de grãos e o número de racemos por planta, os quais obtiveram maiores tamanhos, peso e número de frutos. A irrigação suplementar na mamoneira torna possível a antecipação do plantio pode favorecer os componentes de produção.

A produtividade da mamoneira está intimamente relacionada com a massa das sementes. Em alguns trabalhos tem sido verificado que em sistema irrigado, os valores desta característica são superiores aqueles de sequeiro. Freitas et al. (2010) avaliando o comportamento de cultivares de mamona em níveis de irrigação por gotejamento verificaram que o uso da irrigação promoveu incremento significativo na produtividade da mamoneira.

### **3. Ecofisiologia da Mamoneira**

A mamoneira é uma planta com características de xenofilismo e heliofismo, em geral apresenta um comportamento herbáceo de crescimento rápido, dicotômico e indeterminado além de fortemente alométrico e heregônico, com grandes variações na estatura, ciclo reprodutivo e sexualidade (BELTRÃO et al., 2007). O florescimento da mamoneira é classificado pela botânica como simpodial, com determinado intervalo entre a emissão das inflorescências primárias e secundárias (FILHO, 2005).

A haste principal cresce verticalmente sem ramificações até o surgimento da primeira inflorescência, que tem a denominação depois da fecundação das flores em no racemo, com um numero variável de frutos, dependendo da cultivar e do ambiente. O nó, no qual o primeiro racemo aparece é uma importante característica agrônômica, associada à maturidade da planta (BELTRÃO, 2002).

Segundo Beltrão et al. (2003) essa Euforbiácea apresenta metabolismo fotossintético do tipo C<sub>3</sub>. O sistema radicular é pivotante, podendo atingir profundidades superiores a três metros (NASCIMENTO, et al., 2010).

A estrutura da planta da mamoneira é complexa, pois mesmo dentro de cada ano, a maturidade é desuniforme e a cultura pode recrescer, dependendo das condições do ambiente (MOSHKIN,1986). Desta forma mesmo terminando a maturidade, a planta (algumas de suas partes) continua crescendo e assim

não há determinação do período vegetativo, nem reprodutivo, e a maturação depende da ordem de cada cacho das plantas.

Segundo Eicholz et al. (2011) a mamoneira apresenta várias ordens de racemos que podem atingir a maturação em épocas diferentes, dependendo da posição na planta. O primeiro racemo é o maior e denominado principal (BANZATTO; ROCHA, 1965). Em uma planta de mamona pode-se ter o cacho principal, já em crescimento, e outro de terceira ordem, ainda na fase de botão floral (BELTRÃO et al., 2007).

A mamona é considerada uma planta de dias longos, embora se adapte bem às regiões com fotoperíodos curtos, desde que não sejam inferiores há nove horas, porém seu melhor desenvolvimento ocorre em áreas com insolação superior a 12 horas. (EICHOLZ et al., 2011).

Dias longos favorecem a formação de flores femininas, aumentando o rendimento, enquanto que dias curtos favorecem a formação de flores masculinas (MOSHKIN, 1986; WEISS, 2000).

#### **4. Variabilidade Genética da Mamoneira**

A ricinocultura é uma atividade que vem se difundindo no Nordeste brasileiro. No entanto, a maior parte do seu cultivo advém basicamente de pequenos agricultores familiares, que utilizam variedades locais pouco estáveis ou mesmo uma mistura de cultivares (SILVA et al., 2012).

Estudos foram realizados quanto ao desempenho produtivo dessa oleaginosa por Bahia et al. (2008) nesses ensaios constataram-se que dos cinco genótipos avaliados (BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, EBDA MPA 17, Mirante 10 e Sipeal 28) no Recôncavo Baiano, Sipeal 28 foi a cultivar que apresentou melhor desempenho em quase todos os componentes de produção. Sampaio et al. (2011) avaliando quatro cultivares de mamoneira (EBDA MPA 17, Sipeal 28, BRS 188 Paraguaçu, BRS 149 Nordestina) em dois anos de cultivo no Recôncavo Baiano, verificaram que a maior parte da variação dos descritores foi devida efeitos ambientais gerados pelas diferenças climáticas entre os dois anos de avaliação, mostrando que os genótipos apresentaram flexibilidade para adaptarem as flutuações das condições climáticas.

Conforme Jesus, (2008) a interação entre genótipo e ambiente ocorre quando há respostas diferenciadas dos genótipos testados em diferentes ambientes. Ela pode ser simples, quando proporcionada pela diferença de variabilidade entre os genótipos nos ambientes, e complexa, quando denota uma falta de correlação entre medidas de um mesmo genótipo em ambientes distintos e indicam haver inconsistência na superioridade dos genótipos com uma variação ambiental.

Estudos sobre a diversidade genética fornecem orientações para identificar indivíduos com genes favoráveis para a realização das gerações segregantes e conseqüentemente, obter indivíduos geneticamente melhoradas (ROCHA et al., 2009). Neste sentido, a caracterização morfoagronômica pode ser utilizada por diversos métodos, dentre eles o nível de entropia pelo coeficiente de Renyi (1961), que é uma medida da frequência da distribuição das linhagens e cada uma das classes fenotípicas do descritor qualitativo avaliado, indicando a presença ou ausência de variabilidade.

Na predição de divergência genética, vários métodos podem ser aplicados. Os métodos multivariados ofereceram contribuições eficazes na identificação de genótipos para utilização em programas de melhoramento genético de várias culturas, incluindo a indicação das características mais representativas, a fim de obter populações geneticamente diferentes (OLIVEIRA et al., 2013).

## REFERÊNCIAS

ALVES, A. N., GHEYI, H. R., UYEDA, C. A., SOARES, F. A. L., NOBRE, R. G., CARDOSO, J. A. F. Uso de águas salinas e adubação nitrogenada no cultivo da mamoneira BRS – energia. **Rev. Bras. Agric. Irrigada** v. 6, nº. 2, p. 151-163 2012.

BANZATTO, N. V., ROCHA, J. L. V. Florescimento e maturação das cultivares de mamoneira "IAC 38" e "Campinas". **Bragantia**, v.24, p.29-31, 1965.

BARROS JUNIOR, J. B., GUERRA, H. O. C., CAVALCANTI, M. L. F., LACERDA, R. D.: Consumo de água e eficiência do uso para duas cultivares



de mamona submetidas a estresse hídrico. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.12, n.4, p.350–355, 2008.

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

BELTRÃO, N. E. de M. **Crescimento e desenvolvimento da mamoneira (*Ricinus communis* L.)**. Comunicado Técnico 146. Embrapa. Campina Grande, PB. Dezembro. 4p 2002.

BELTRÃO, N. E. DE M., ARAÚJO, A. E., AMARAL, J. A. B., SEVERINO, L. S., CARDOSO, G. D. PEREIRA, J. R. **Zoneamento e época de plantio da mamoneira para o nordeste brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003.

BELTRÃO, N. E. de M., AZEVEDO, D. M. P. de, LIMA, R. de L. S. de, QUEIROZ, W. N. de, QUEIROZ, W. C. de Ecofisiologia. In: AZEVEDO, D. M. P., BELTRÃO, N. E. M. (Ed.). **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. Embrapa Algodão (Campina Grande – PR). 2.ed. rev. e .ampl. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 22-41 p., 2007.

BELTRÃO, N. E. M., CARDOSO, G. D. **Informações sobre o sistema de produção utilizados na ricinocultura na região nordeste, em especial o semiárido e outros aspectos ligados a sua cadeia**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006.

BRASILEIRO, H. S.: **Seleção de linhagens elites de mamoneira por meio de marcadores microssatélites e caracteres teor de óleo e peso de sementes por planta**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, Cruz das Almas - BA, 76f, 2014.

CAVALCANTI, M. L. F., FERNANDES, P. D. GHEYI, H. R.. JÚNIOR, G. B., SOARES, F. A. L., SIQUEIRA, E, C.: Tolerância da mamoneira BRS 149 à

salinidade: germinação e características de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 09, p. 57-61, 2005.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Levantamento de safra: Mamona** – Brasil. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br / Olala/uploads/arquivos/ 15\\_01\\_10\\_09\\_22\\_05\\_boletim\\_graos\\_abril\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/Olala/uploads/arquivos/15_01_10_09_22_05_boletim_graos_abril_2015.pdf)> Acesso em 06/05/2015.

EMBRAPA, 2015. **Mamona**. Disponível em: <[http://www.cnpa.embrapa.br /produtos/mamona/index.html/](http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/index.html/)> Acesso em: 01/03/16.

EICHOLZI, E. D., SILVA, S. D. A. Qualidade de sementes de mamona em função da época de semeadura e ordem de racemo. **Revista Brasileira de sementes** vol.33 n<sup>o</sup>. 2 Londrina 2011.

FAOSTAT. **Alimentos e Agricultura Organização das Nações Unidas Divisão de Estatísticas: Produção**. Disponível em: <[http://faostat3.fao.org/download/Q/\\*/E](http://faostat3.fao.org/download/Q/*/E)> Acesso: 06/12/2015.

FERRAZ, R. L. S., MAGALHÃES, I. DBELTRÃO, N. E. M., MELO, A. S., NETO, J. F. B., ROCHA, M. S. Photosynthetic pigments, cell extrusion and relative leaf water content of the castor bean under silicon and salinity. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** vol.19 no.9 Campina Grande Sept. 2015.

FILHO, A. S. **Mamona tecnologia agrícola**. Campinas: EMOPI, 2005. 105p.

FREITAS, C. A. S., BEZERRA, F. M. L., SILVA, A. R. A., FILHO, J. V. P., FEITOSA, D. R. C.: Comportamento de cultivares de mamona em níveis de irrigação por gotejamento em Pentecoste, CE. R. **Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.14, n.10, p.1059–1066, 2010.

FREITAS, C. A. S; SILVA, A. R. A; BEZERRA, F. M. L.; LACERDA, C. F; PEREIRA FILHO, J. V; SOUSA , G. G: Produção de matéria seca e trocas

gasosas em cultivares de mamoneira sob níveis de irrigação. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** vol.15 no.11 Campina Grande Nov. 2011

GONELI, A. L. D., CORRÊA, P. C., MAGALHÃES, F. E. de A., BAPTESTINI, F. M. Contração volumétrica e forma dos frutos de mamona durante a secagem. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.33, p.1-8, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015) Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistemático\\_da\\_Producao\\_Agricola\\_\[mensal\]/Fasciculo/lspa\\_201508.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistemático_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201508.pdf)> Acesso em: 10 Set. 2015.

JESUS, C. R.: **Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de linhagens de mamona (*Ricinus communis* L.) avaliadas em duas épocas de semeadura.** Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu – SP. 84 f. 2008.

MARINHO, A. B. et al. Influência da fertirrigação da nitrogenada na produtividade da cultura da mamoneira. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 4, n. 1, p. 31- 42, 2010.

MEGDA, M. X. V., TRIVELIN, P. C. O., FRANCO, H. C. J., OTTO, R., VITTI, A. C. Eficiência agrônômica de adubos nitrogenados em soqueira de cana-de-açúcar colhida sem queima. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.12, p.1681-1690, 2012.

MOSHKIN, V. A. Castor. **Moscow: Kolos Publisher**,1986, 315 p.

NASCIMENTO, A. H. C. et al. Desenvolvimento da mamoneira com diferentes níveis de calagem em um Latossolo Vermelho-Amarelo compactado. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, v. 5, n. 2, p. 163-169, 2010.

NOBRE, R. G. et al. Teor de óleo e produtividade da mamoneira de acordo com a adubação nitrogenada e irrigação com água salina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 7, p. 991-999, 2012.

OLIVEIRA, R. S., OLIVEIRAI, R. S., SILVA, S. A., BRASILEIRO, B. P., MEDEIROS, E. P., ANJOS, E. V. A.: Genetic divergence on castor bean using the ward-mlm strategy. **Rev. Ciênc. Agron.** vol.44 no.3 Fortaleza July/Sept. 2013.

PASSOS, A. R. et al. Parâmetros genéticos de caracteres agronômicos em genótipos de mamoneira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n. 7, p. 709-714, 2010.

RENYI, A. On measures of entropy and information. **Fourth Berkeley Symposium**, Berkley, p. 547-561.1961.

ROCHA, M. C., GONÇALVES, L. S. A., CORRÊA, F. M. C., RODRIGUES, R., SILVA, L. S., ABOUDI, A. C. S., CARMO, M. G. F.: Descritores quantitativos na determinação da divergência genética entre acessos de tomateiro do grupo cereja. **Ciência Rural**, v.39, n.3, mai-jun, 2009.

RODRIGUES, L. N., NERY, A. R., FERNANDES, P. D., BELTRÃO, N. E. DE M., GHEYI, H, R. Crescimento e produção de bagas da mamoneira irrigada com água residuária doméstica. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.13, p.825-835, 2009.

SAMPAIO O, O. M., SILVA, S. A., BAHIA, H. F., SILVA, M. S., CARVALHO, D. S.: Análise descritiva de cultivares de mamoneira em dois anos de cultivo no Recôncavo Baiano. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, Rio Grande, 6: p. 28-34, 2011.

SCHURR, U., HECKENBERGER, U., HERDEL, K., WALTER, A., FEIL, R., Leaf development in *Ricinus communis* during drought stress: dynamics of growth processes, of cellular structure and of sink-source-transition. **Journal of Experimental Botany**, v.51, p.1515-1529, 2000.

SCHLICK, G. D., SORATTO, R. P., PASQUALI, C. B., FERNANDES, A. M  
Desempenho da mamoneira IAC 2028 em função do espaçamento entre fileiras e população de plantas na safrinha. **Bragantia** vol.70 no.3 Campinas 2011.

SILVA, M. A., SILVA, F. E. A., JÚNIOR, E. S. N., COSTA, F. X., FILHO J. S. M.:  
Cultivo de sequeiro da mamona adubada com casca de mamona e fertilizante nitrogenado1. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 16, n. 4, p. 375-379, 2012.

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

SILVA, V., LIMA, J. F., PEIXOTO, C. P., PEIXOTO, M. F. S. P., LEDO, C. A. da S. Desenvolvimento de cultivares de *Ricinus comunis* L. no Recôncavo Baiano. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 23, n. 1-2, p. 25-31, jan./jun., 2011.

**SOARES**, L. A. A., LIMA, G. S., NOBRE, R. G., GREYI, H. R., PEREIRA, FHF.:  
Fisiologia e acúmulo de fitomassa pela mamoneira submetida a estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Verde** (Mossoró – RN - BRASIL), v. 8, n.1, p.247-256, jan-mar, 2013.

SOUZA, A. S.: TÁVORA, F. J. A. F., PITOMBEIRA, J. B., BEZERRA, F. M. L.:  
Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. I – componentes de produção. **Rev. Ciênc. Agron.** Fortaleza, v.38, n.4, p.414-421, Out.-Dez., 2007.

WEISS, E. A. Oilseed crops. London: **Blackwell Science**, 2000. 364 p.

ZUCHI, J., BEVILAQUA, G. A. P., SEDIYAMA, C. S., ZANUNCIO, J. C.  
Variações na qualidade e tamanho de sementes de mamona pela época de semeadura e ordem floral. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n°3, p.403-408, 2010.

## **CAPÍTULO I**

### **CARACTERIZAÇÃO POR DESCRITORES MORFOAGRONÔMICOS DE LINHAGENS E CULTIVARES DE MAMONEIRA EM SISTEMA DE SEQUEIRO E IRRIGADO**

## **CARACTERIZAÇÃO POR DESCRITORES MORFOAGRONÔMICOS DE LINHAGENS E CULTIVARES DE MAMONEIRA EM SISTEMA DE SEQUEIRO E IRRIGADO**

Autor: Irlan Silva de Almeida  
Orientador: Prof. Dr. Deoclides Ricardo Sousa  
Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Simone Alves Silva

**RESUMO:** A mamoneira é uma oleaginosa de importante papel socioambiental e econômico, notadamente pela possibilidade de sua utilização como matéria prima na geração de energias limpa. Diante disso, o trabalho teve como objetivos realizar a caracterização por descritores morfoagronômicos e o desempenho produtivo de 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira em sistemas de sequeiro e irrigado, bem como identificar qual o sistema mais apropriado para o cultivo da mamoneira no município de Cruz das Almas, BA. Os experimentos foram implantados em 2014 no campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (UFRB/NBIO). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, 54 tratamentos, constituído por 49 linhagens e cinco cultivares. Para os descritores qualitativos foram calculadas as frequências percentuais de cada categoria e o nível de entropia dos descritores (H) pelo coeficiente de entropia de Renyi. Para a análise conjunta dos dados multivariados quantitativos e qualitativos, utilizou-se a distância de Gower e o método de agrupamento Ward. Os descritores coloração do caule, estatura de planta e coloração do estigma têm maiores entropias em sistema de sequeiro e irrigado indicando variabilidade genética. Existe variabilidade genética para descritores morfoagronômicos nas linhagens e cultivares avaliadas em sistema de sequeiro e irrigado em ambiente de Cruz das Almas, BA. A produtividade média observada no sistema de sequeiro foi superior a do sistema irrigado. Embora o sistema de sequeiro tenha apresentado maior produtividade média o sistema irrigado apresenta maior número de linhagens e cultivares com produtividade média acima de uma tonelada por hectare.

**Palavras-chave:** *Ricinus communis* L., entropia, Ward, divergência genética.

## **CHARACTERIZATION KEYWORDS MORPHOAGRONOMIC LINES AND CULTIVARS CASTOR IN UPLAND AND IRRIGATION SYSTEM**

Author: Irlan Silva de Almeida

Advisor Prof. Dr. Deoclides Ricardo Sousa

Advisor: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Simone Alves Silva

**ABSTRACT:** Castor bean is an oleaginous with important environmental and economic role, particularly due to the possibility of its use as raw material in the generation of clean energy. Thus, the study aimed to perform morphoagronomic and productive performance characterization of 49 lines and five cultivars of castor bean from upland and irrigated systems, and identifies the most appropriate system for castor bean cultivation in Cruz das Almas, BA. The experiments were implemented in 2014 in the experimental field of the Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (UFRB/NBIO). The experimental design was a randomized block with four replications and 54 treatments, consisting on 49 lines and five cultivars. For qualitative descriptors, we calculated the percentage frequency of each category and the level of entropy descriptors (H) by Renyi entropy coefficient. For the joint analysis of quantitative and qualitative multivariate data, we used the Gower's algorithm and Ward clustering method. The stem color descriptors, plant height and stigma color have showed higher entropy in upland and irrigated system indicating genetic variability. There is genetic variability for morphological descriptors in lines and cultivars in upland and irrigated system in Cruz das Almas, BA environment. The observed average yield was higher than the national average at 29.5% for upland system and 27.0% for the irrigated system. Although the upland system showed higher average productivity compared to irrigated system, the last has a higher number of lines and cultivars with average productivity above one ton per hectare.

**Keywords:** *Ricinus communis* L., entropy, Ward, genetic divergence



## INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus comunis* L.) é uma planta de fácil adaptabilidade a condições edafoclimáticas. Entretanto, algumas necessidades são requeridas a fim de obter uma boa produtividade, precipitação pluviométrica de 500 mm distribuídos durante seu ciclo reprodutivo, temperatura na faixa entre 20°C e 30°C, altitude de pelo menos 300 m (BELTRÃO et al., 2006; COSTA et al., 2009; MORAES et al., 2015).

Embora tenha registros em literatura com exigência da cultura acima de 300m, diversos estudos têm demonstrado viabilidade de cultivo em altitudes abaixo de 300m (BAHIA, 2007; CERQUEIRA, 2008; SAMPAIO et al., 2009; PASSOS et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2013).

Apesar de considerável tolerância à seca, a ausência de chuvas no período da floração da mamoneira pode comprometer a formação de frutos (SOUZA et al., 2007). Sendo assim, a inclusão da irrigação poderá promover maior produtividade. Nesse sentido, existe a necessidade de desenvolvimento de cultivares obtendo informações quanto ao seu desempenho produtivo em sistema de sequeiro e irrigado.

A variabilidade na mamoneira é comumente observada em características botânica e agrônômica, podendo tornar-se fonte de genes para programas de melhoramento (FIGUEIREDO, et al., 2004; EMBRAPA, 2011). Desta forma, a caracterização com uso de descritores é importante para identificação de divergência genética entre genótipos e indicador de possível seleção para o desenvolvimento de cultivares ajustadas para diversos fins.

Vários são os métodos utilizados para detectar divergência genética, entre eles se destaca o agrupamento Ward, também conhecido como método da “Mínima Variância” (MINGOTI, 2005). Este método realiza a formação dos grupos pela maximização da homogeneidade dentro dos grupos (WARD, 1963).

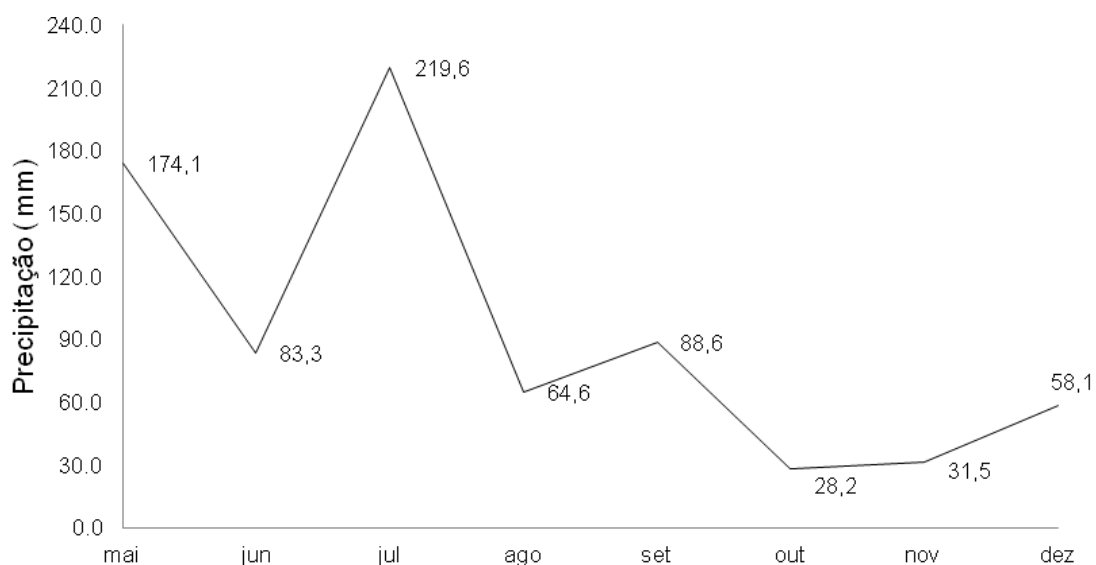
Esse método de agrupamento tem apresentado eficiência e aproveita com distinção pequenas diferenças apresentadas entre genótipos, permitindo inferir que as análises de diversidade genética considerando simultaneamente características quantitativas e qualitativas a partir da matriz de distância de Gower (GOWER, 1971). A distância de Gower é calculada como a soma dos quadrados da diferença entre as matrizes de distâncias cofenéticas e a original (CONCEIÇÃO, 2015).

A identificação de linhagens pela avaliação de descritores morfoagronômicos qualitativos e quantitativos e seu desempenho produtivo em sistemas de sequeiro e irrigado contribuirá para o avanço da cultura em adoções de tecnologias apropriadas ao desenvolvimento de novas cultivares. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi realizar a caracterização por descritores morfoagronômicos e o desempenho produtivo de 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira em sistemas de sequeiro e irrigado, bem como identificar qual o sistema mais apropriado para o cultivo da mamoneira no município de Cruz das Almas, BA.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos de mamoneira, em sistema de sequeiro e irrigado, foram implantados em março de 2014, no campo experimental do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO), do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, Bahia. O município apresenta coordenadas geográficas 39° 06' 23" de latitude sul e 12° 40' 39" de longitude oeste e altitude de 226 metros. Segundo classificação de Köppen o clima é do tipo tropical quente úmido Am e Aw. A precipitação média anual é de 1.224 mm ano, temperatura média anual de 24°C e a umidade relativa do ar de 80%. O solo é do tipo Latossolo Amarelo Álico Coeso, de textura argilosa e relevo plano (RIBEIRO et al. 1995).

A Figura 1 representa a distribuição da precipitação na época semeadura até a colheita de 49 linhagens e cinco de cultivares no ano de 2014.



**Figura 1.** Precipitação mensal no período do experimento no campus da UFRB, em Cruz das Almas, BA.

Foram coletadas amostras compostas de solos nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm e, após secas e peneiradas, submetidas à análise química do solo no Laboratório de Solos e Química Agrícola do Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores médios da fertilidade de solo da área do experimento, no campus da UFRB, em Cruz das Almas, BA.

Área	Ph (H <sub>2</sub> O)	Ca+ Mg (**)	H + Al (**)	P (*)	K (*)	S (%)	CTC (**)	V (%)
Seq (00-20)	6,15	1,92	0,08	2,60	18,7	11,03	4,82	26,31
Seq (20-40)	5,42	1,99	0,35	1,70	8,50	11,1	5,01	23,77
Irr (00-20)	4,66	2,15	0,55	3,60	30,9	12,5	5,01	22,63
Irr (20-40)	4,58	1,21	1,00	2,10	14,9	10,8	5,20	25,35

\*\* cmolc/dm<sup>3</sup> \*mg/dm<sup>3</sup> Seq = Sequeiro IRR = Irrigado

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, 54 tratamentos, constituído por 49 linhagens e cinco cultivares 149 Nordestina (NOR), BRS 188 Paraguaçu (PAR), EBDA MPA 17 (MPA), Mirante 10 (MIR), Sipeal 28 (SIP), no espaçamento de 3,0 x 1,0 m, em sistema de sequeiro e irrigado.

Sendo cinco plantas de cada linhagem e cultivar distribuídas e repetidas nas linhas de plantio, totalizando 2.160 plantas. No sistema irrigado

utilizaram-se tubos PEAD, PN40, DN16 com gotejadores autocompensantes com espaçamento de 0,20 m distribuídos nas linhas de plantio e intervalo de pressão entre 15,0 e 40,0 m.c.a e vazão constante de 1,6 litros/hora. No período de estabelecimento da cultura (primeiros 25 dias após a germinação), os tratamentos receberam a lâmina d'água com vazão constante de 1,8 litros/hora, de modo a se obter boa uniformidade do estande. Após 25º dia a lâmina d'água bruta foi de 3,0 mm/dia, vazão constante de 1,6 litros/hora, com base no balanço hídrico da cultura para o município de Cruz das Almas, BA.

Foram semeadas três sementes de cada linhagem e de cada cultivar, por cova. Aos 25 dias após a germinação foi feito o desbaste, deixando uma planta por cova. Adubação de plantio foi realizada de acordo análise química do solo. Na época do plantio a adubação de fundação com  $P_2O_5$  foi de 100 gramas por cova. A adubação de cobertura foi realizada aos 30 e 60 dias após o plantio com 20g de ureia e 10g de cloreto de potássio por planta.

Utilizou-se o coeficiente de entropia de Renyi (RENYI, 1961) e a frequência relativa para calcular o nível de entropia, dos descritores qualitativos e quantitativos. Os descritores qualitativos foram: pigmentação antocianínica (PAH), arquitetura da planta (AQP), cerosidade da face superior do limbo (CEFSL), cerosidade do caule (CEC), coloração do caule (CC), face superior do limbo (FSL), pigmentação das nervuras (PNP), coloração da face superior do limbo (CFSL), coloração do estigma (CE), densidade do racemo (DR). Os descritores quantitativos foram: estatura de planta (EP), inserção do racemo primário (IRP), diâmetro do caule (DC), comprimento médio de internódio do caule (CMIC), número de internódio do caule (NIC), florescimento (FLO), comprimento do racemo (CR), número de racemos colhidos (NR) e relação semente fruto (RSF), conforme descrição de classes fenotípica no formulário de Instruções para Execução dos Ensaio de Distingibilidade, Homogeneidade e Estabilidade de Cultivares de Mamona (*Ricinus communis* L.) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA Brasil, (2008). Para a análise desses descritores foi utilizado o programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2004).

Na elaboração da matriz para análise conjunta dos dados multivariados considerou tanto os descritores qualitativos quanto os descritores quantitativos, utilizando a distância de dissimilaridade genética com base no algoritmo de

Gower e o método de agrupamento Ward. Para os descritores quantitativos, além dos já mencionados foram acrescentados: comprimento efetivo do racemo (CER), número de racemos (NR), peso dos racemos da planta (PRP), peso dos frutos da planta (PFP), peso de sementes da planta (PSP), número de frutos da planta (NFP), número de sementes da planta (NSP), produtividade (PROD), peso do racemo (PR), peso dos frutos do racemo (PFR), peso de sementes do racemo (PSR), número de frutos do racemo (NFR) e número de sementes do racemo (NSR).

Os descritores EP, IRP, CMIC foram medidos com uma régua graduada. O FLO foi aferido pelo número de dias entre a emergência até o início da floração feminina do racemo primário. O DC com paquímetro digital. Os descritores NIC, NR, NFP, NSP, NFR e NSR por contagem direta. Para determinação dos descritores PNP, PRP, PSP, PR, PFR, PSR foi utilizada balança analítica. Para os descritores PAH, AQP, CEFSL, CEC, CC, FSL, PNP, CFSL, CE e DR com base nas imagens do Documento 192 da Embrapa (MILANI, 2008) e nas classes fenotípicas do Mapa (BRASIL, 2008). A RSF porcentagem do peso das sementes pelo peso dos frutos ( $PS \times 100 / PF$ ) e a PROD foi determinada através do potencial produtivo por parcela estimado em  $kg\ ha^{-1}$ .

Na definição da linha de corte utilizou-se o índice pseudo  $T^2$  do pacote "NbClust" do programa R (CHARRAD, et al., 2014), que é uma linha paralela ao eixo horizontal do dendrograma obtido pelo método de agrupamento Ward. Os dados multivariados quantitativos e qualitativos foram analisados pelos programas R (R CORE TEAM, 2014) e Statistica, (2005).

A contribuição de Singh. (1981) de cada descritor quantitativo foi calculada para a divergência genética, utilizando a distância de dissimilaridade genética de Gower. Os dados foram analisados no programa Genes (CRUZ, 2014).

Finalmente, os descritores quantitativos foram submetidos a estatística descritiva e o teste de normalidade de Shapiro-Wilks.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, são apresentados os descritores qualitativos, as classes fenotípicas, a frequência percentual das linhagens e cultivares em cada uma das classes e o nível de entropia do ensaio em sistemas de sequeiro e irrigado. O descritor pigmentação antocianínica em sistema de sequeiro e em sistema irrigado apresentou 100% de presença na constituição genética de 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira. O descritor cerosidade da face superior do limbo em sistema de sequeiro e em sistema irrigado apresentou 100% de ausência na constituição genética de 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira. Isso indica nível de entropia 0,0 (zero) para os descritores pigmentação antocianínica e cerosidade da face superior do limbo.

**Tabela 2.** Descritores, classes fenotípicas, frequência percentual e nível de entropia avaliado em 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira cultivada em sistema sequeiro (SEQ) e irrigado (IRR), Cruz das Almas, 2016.

Descritor	Classe	Frequência (%)		Nível de entropia (H)	
		SEQ	IRR	SEQ	IRR
Pigmentação antocianina (PAH)	Ausente	00,00	00,00	0,00	0,00
	Presente	100,00	100,00		
Arquitetura da Planta (AQP)	Ereta	16,61	17,00	1,01	1,01
	Semiereta	49,35	49,92		
	Aberta	34,04	33,08		
Cerosidade da face superior do limbo (CEFSL)	Ausente	100,00	100,00	0,00	0,00
	Presente	00,00	00,00		
Cerosidade do caule (CEE)	Ausente	21,09	20,71	0,52	0,51
	Presente	78,91	79,29		
Coloração do caule (CC)	Verde clara	35,02	34,62	1,75	1,75
	Verde média	17,59	16,69		
	Verde escura	05,37	05,26		
	Verde rosada	07,17	06,80		
	Rosada	01,47	01,39		
	Vermelha	02,93	02,78		
	Marrom	17,26	17,00		
	Avermelhada	00,00	00,00		
Face superior do limbo (FSL)	Plana	20,68	20,56	1,06	1,06
	Pouco afunilada	41,53	41,73		
	Afunilada	37,79	37,41		
Pigmentação das nervuras (PNP)	Esverdeada	68,08	66,62	0,63	0,64
	Avermelhada	31,92	33,38		

Continua...

Tabela 2. Cont...

Descritor	Classe	Frequência (%)		Nível de entropia(H)	
		SEQ	IRR	SEQ	IRR
Coloração da face superior do limbo (FSL)	Verde Clara	01,30	01,24	0,71	0,69
	Verde	32,41	31,84		
	Verde escura	66,12	66,92		
	Roxa	00,16	00,00		
Coloração do estigma (CE)	Amarelada	07,49	07,11	1,22	1,21
	Esverdeada	00,33	00,15		
	Alaranjada	38,44	38,95		
	Avermelhada	40,39	39,88		
	Rosada	13,36	13,91		
Coloração do estigma (CE)	Amarelada	07,49	07,11	1,22	1,21
	Esverdeada	00,33	00,15		
	Alaranjada	38,44	38,95		
	Avermelhada	40,39	39,88		
	Rosada	13,36	13,91		
Densidade do racemo (DR)	Esparsa	72,31	49,46	0,63	0,87
	Intermediaria	26,87	44,82		
	Compacta	00,81	05,72		
Estatura de planta (EP)	Muito baixa	00,65	01,39	1,34	1,28
	Baixa	16,61	15,92		
	Média	38,60	44,67		
	Alta	29,80	29,83		
	Muito alta	14,33	08,18		
Inserção do racemo primário (IRP)	Baixa	20,03	42,88	0,59	0,79
	Média	78,01	54,49		
	Alta	01,95	02,63		
Diâmetro do caule (DC)	Fino	05,54	04,48	0,26	0,26
	Médio	93,65	93,97		
	Grosso	00,81	01,55		
Comprimento médio de internódio do caule (CMIC)	Curto	06,35	17,62	0,92	0,92
	Médio	62,38	62,60		
	Longo	31,27	19,78		
Número de internódio do caule (NIC)	Baixo	88,11	72,80	0,64	0,64
	Médio	10,91	25,81		
	Alto	00,98	01,39		
Florescimento (FLO)	Precoce	00,16	00,15	0,14	0,33
	Médio	02,93	09,58		
	Tardio	96,91	90,26		
Comprimento do racemo primário (CR)	Curto	80,10	85,60	0,50	0,41
	Médio	19,90	14,40		
Número de racemos colhidos (NR)	Baixo	13,33	09,15	0,99	0,87
	Médio	39,83	28,68		
	Alto	46,82	59,69		
Relação sementes fruto (RSF)	Baixo	36,80	59,69	0,83	0,86
	Médio	58,08	33,33		
	Alto	05,15	06,98		

Plantas com presença de pigmentação antocianínica apresentam capacidade de defesa as pragas e doenças (LUIZ, 2012; ANJANI et al., 2010).

O nível de entropia pode ser utilizado para quantificar a variabilidade genética presente em descritores qualitativos por observações das frequências relativas das classes para cada descritor avaliado. Quanto maior for o número de classes fenotípicas do descritor e mais homogêneo for o balanço entre a frequência dos genótipos nas diferentes classes fenotípicas, maior será a entropia. (VIEIRA, 2008)

Baixos valores para entropia estão associados a uma menor quantidade de classes fenotípicas para o descritor utilizado e a um maior desequilíbrio na proporção entre a frequência dos genótipos nas diferentes classes fenotípicas (SILVEIRA et al., 2010).

Sendo assim, o nível de entropia esta relacionado com o número de classes fenotípicas e com a proporção que estas classes apresentam. Quando o número de classes for reduzido e a maior concentração em uma das classes, mais baixa será a entropia (VIEIRA et al., 2008; SILVEIRA et al., 2010).

Os descritores que apresentam baixa entropia em sistema de sequeiro são florescimento (0,14), diâmetro do caule (0,26) e número de internódio do caule (0,64) e, no sistema irrigado os descritores diâmetro do caule (0,26), florescimento (0,33) e comprimento do racemo primário (0,41) (Tabela 2). O descritor florescimento permite identificar o ciclo vegetativo com avaliação do número de dias para o florescimento, sendo considerado um indicador de precocidade. Tanto em sistema de sequeiro quanto o irrigado observa-se florescimento tardio para a maioria das linhagens e cultivares avaliadas, com valores acima de 90% na classe tardia.

O descritor comprimento do racemo primário apresenta classe curta com frequência de 80% em sequeiro e 85% no irrigado. Nos sistemas de sequeiro e irrigado o número de internódio do caule da mamoneira apresenta frequência de 88,11% e 72,80% na classe baixo, respectivamente. Segundo Shifriss, (1960) o número de internódios até a inserção do primeiro racemo pode variar bastante de seis a mais de noventa internódios do caule de acordo com o genótipo. Shifriss, (1960) afirma também que quanto maior o número de internódios até a primeira inflorescência mais tempo levará para que o genótipo chegue à maturidade, além de apresentar maior tendência ao hábito de



crescimento perene. Uma média de 12 a 26 internódios do caule da mamoneira foram encontrados (SOUZA et al., 2006; SAVY FILHO et al., 2007; FANAN et al., 2009; FREITAS et al., 2010).

O diâmetro do caule da classe média entre 3 a 6 cm conforme manual do MAPA, 2008 foi predominante, acima de 90% de frequência para os sistemas de sequeiro e irrigado. Segundo Soratto et al. (2012) a redução do diâmetro do caule é desejável, pois facilita a colheita mecanizada.

Os descritores que apresenta maior entropia em sistema sequeiro e irrigado são coloração do caule (1,75 e 1,75) e estatura da planta (1,34 e 1,28), respectivamente (Tabela 2). O elevado nível de entropia indica variabilidade genética nas linhagens e cultivares em sequeiro e irrigado. Esses dois descritores são promissores por promover potencial de seleção para várias classes fenotípicas, inclusive a baixa estatura, objetivo de muitos programas de melhoramento, obtendo em torno de 15% de indivíduos presentes nesta classe.

Verifica-se que 38,6% das linhagens e cultivares avaliadas apresenta estatura média entre 151 e 200 cm de altura (Tabela 2). O tamanho ideal das plantas de mamoneira vem sendo bastante discutido, plantas de médio e baixo porte são preferidas, pois favorecem a realização dos tratos culturais e a colheita manual e mecanizada (Alves et al., 2015). Plantas de baixa estatura em programas de melhoramento têm sido utilizadas, por constituir caráter adaptativo, com possibilidade de ajustes para vários ambientes de cultivo (FREIRE et al., 2007, RODRIGUES, et al., 2010, FILHO et al., 2011).

Filho et al., (2011) avaliando as cultivares de mamoneira Nordestina, Paraguaçu, EBDA MPA 17, SIPEAL 28 e Mirante 10 em dois anos de cultivo no Recôncavo baiano, obtiveram estatura média na faixa de 177,0 cm a 208,26 cm de altura.

Na Tabela 3, é apresentada a contribuição relativa de cada descritor para divergência genética entre as linhagens e cultivares avaliadas pelo método (SINGH, 1981). Os descritores com maior contribuição relativa na distinguibilidade dos grupos formados para os sistemas de sequeiro são CER (8,57%), CMIC (6,71%), PROD (6,34%) e EP (6,02%), somando 27,64% de contribuição na distribuição total.

No sistema irrigado os descritores com maior contribuição relativa na distinguibilidade dos grupos formados: NFR (9,13%), NSP (6,06%), PROD

(6,05%) e NIC (6,19%), totalizando 27,43% (Tabela 3). Silva, (2016) ao quantificar linhagens de mamoneira do banco de germoplasma do NBIO/UFRB por descritores morfoagronômicos em sistema de sequeiro, verificou que os descritores PROD (97,96%), EP (0,90%), NSR (0,56%), FLO (0,32%) e PSR (0,22%) apresentaram maior contribuição relativa pelo método SINGH, (1981). Os descritores com maior contribuição para a divergência genética poderá promover maior ganho genético ao ser selecionado, devido sua maior variabilidade genética.

As menores contribuições em sistemas de sequeiro e irrigado foram observadas para os descritores: CR (3,62%) e NR (3,62%), respectivamente (Tabela 3). Os descritores de menor contribuição são pouco informativos na caracterização da variabilidade genética existente, o que permite descartá-los em futuros estudos de divergência (CONCEIÇÃO et al., 2014).

**Tabela 3.** Contribuição relativa conforme critério de SINGH (1981) para os descritores em 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira, em sistema de sequeiro e irrigado, Cruz das Almas, BA, 2016.

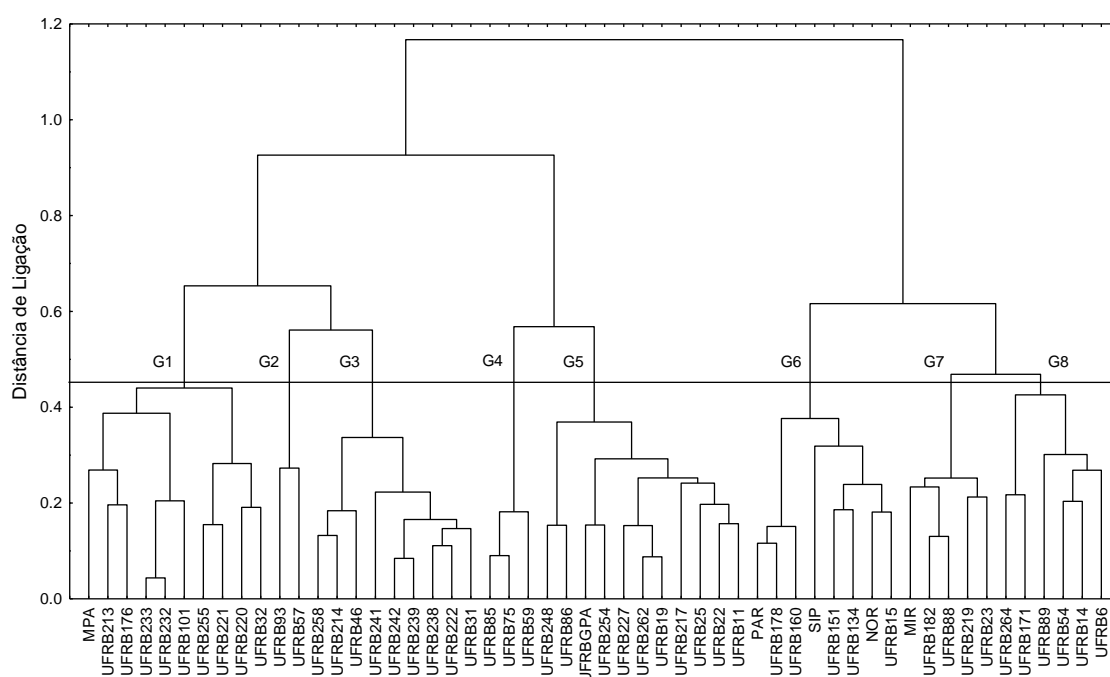
Descritores	Sequeiro	Irrigado
	Valor (%)	Valor (%)
Estatura da planta (EP)	6,02	4,84
Inserção do racemo primário (IRP)	4,05	5,63
Diâmetro do caule (DC)	4,47	4,18
Comprimento médio de internódio do caule (CMIC)	6,71	4,21
Número de internódio do caule (NIC)	5,81	6,19
Florescimento (FLO)	5,35	4,68
Comprimento do racemo (CR)	3,62	4,15
Comprimento efetivo do racemo (CER)	8,57	4,84
Número de racemos comerciais (NR)	3,73	3,62
Peso do racemo por planta (PRP)	4,94	4,73
Peso dos frutos por planta (PFP)	4,12	3,77
Peso de sementes por planta (PSP)	4,17	4,28
Número de frutos por planta (NFP)	4,14	5,26
Número de sementes por planta (NSP)	3,79	6,06
Produtividade (PROD)	6,34	6,05
Peso do racemo (PR)	5,46	4,64
Peso dos frutos do racemo (PFR)	4,56	4,80
Peso de sementes do racemo (PSR)	3,71	4,83
Número de frutos do racemo (NFR)	5,22	9,13
Número de sementes do racemo (NSR)	5,20	4,12

O dendrograma da divergência genética das 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira em sistema de sequeiro, possibilitou a formação de oito grupos, indicando dissimilaridade genética (Figura 2).

Os grupos são representados pelas linhagens e cultivares Grupo 1: UFRB 32, UFRB 220, UFRB 221, UFRB 255, UFRB 101, UFRB 232, UFRB 233, UFRB 171, UFRB 213 e MPA 17; Grupo 2: UFRB 57, UFRB 93; Grupo 3:

UFRB 31, UFRB 222, UFRB-238, UFRB 239, UFRB 242, UFRB 241, UFRB 46, UFRB 214, UFRB 258; Grupo 4: UFRB 59, UFRB 75, UFRB 85; Grupo 5: UFRB 11, UFRB 22, UFRB 25, UFRB 217, UFRB 19, UFRB 262, UFRB 227, UFRB 254, UFRB GPA, UFRB 86, UFRB 248; Grupo 6: UFRB-15, Nordestina, UFRB 134, UFRB 151, UFRB SIPEAL 28, UFRB 160, UFRB 178 e Paraguaçu; Grupo 7: UFRB 23, UFRB 19, UFRB 88, UFRB 182, MIRANTE; . Grupo 8: UFRB 06, UFRB 14, UFRB 54, UFRB 89, UFRB 171, UFRB 264 (FIGURA 2).

O grupo 5 agrupou maior número de linhagens e cultivares em sistema de sequeiro, correspondendo 20,37% enquanto o grupo 2 agrupou menor número de linhagens, contemplando apenas 4,08% (Figura 2). A detecção de dissimilaridade genética entre as linhagens e cultivares é importante para a tomada de decisão na seleção de linhagens a serem cruzadas dentro do programa de melhoramento genético da espécie e por manter a distinguibilidade das cultivares existente (MACHADO et al ., 2013). A maior distância genética (0,62) foi observada nas linhagens UFRB 93 (grupo 2) e UFRB 264 em sistema de sequeiro (grupo 8). A menor distancia (0,04) nas linhagens UFRB 233 e UFRB 232 do grupo 1 (Figura 2).



**Figura 2.** Dendrograma da divergência genética entre 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira em sistema de sequeiro por descritores morfoagronômicos, utilizando a distância de dissimilaridade genética de Gower e o método de agrupamento Ward, Cruz das Almas - BA, 2016.

O desempenho médio dos descritores quantitativos da mamoneira, a partir dos 8 grupos formados em sistema de sequeiro, estão apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Média de 20 descritores quantitativos em cada grupo em 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira, em sistema de sequeiro, Cruz das Almas, BA, 2016.

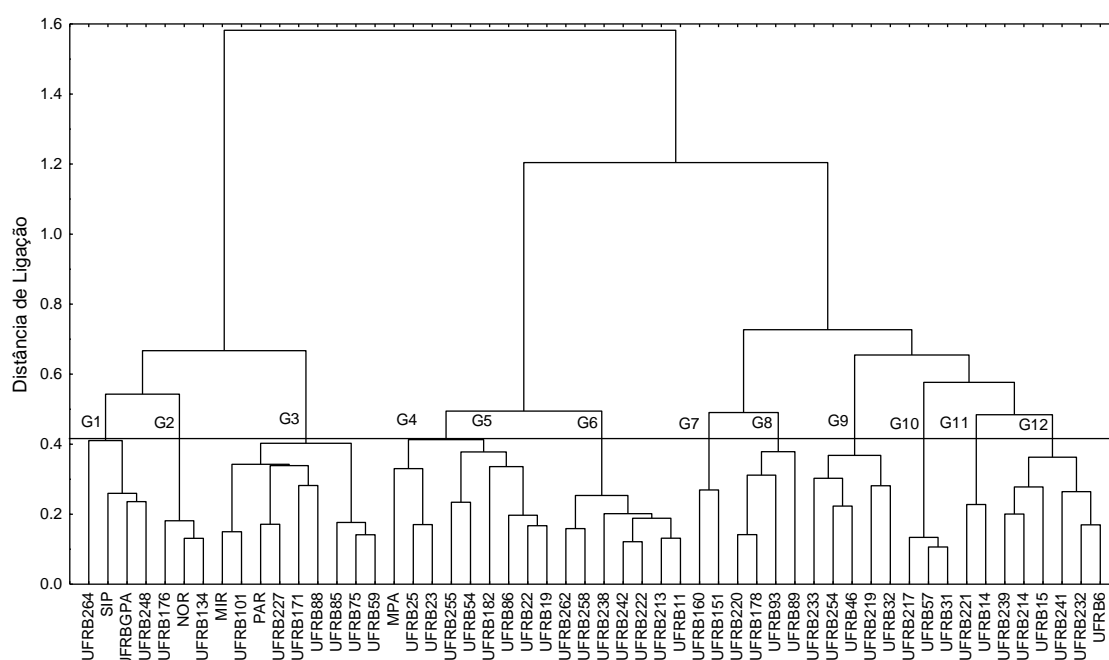
Descritor	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8
EP	203,73	193,24	211,68	202,56	206,51	188,45	194,53	195,37
IRP	63,28	64,39	59,02	62,67	64,57	61,67	58,04	64,97
DC	40,53	40,08	40,38	43,48	40,85	42,12	42,61	42,47
CMIC	4,70	4,99	4,34	4,38	4,93	4,48	4,34	4,61
NIC	13,48	12,99	13,71	14,25	13,23	13,87	13,63	14,02
FLO	77,77	74,74	78,62	80,45	71,54	74,35	78,21	73,53
CR	25,52	25,89	23,30	24,67	20,66	26,80	31,28	26,53
CER	15,96	17,16	15,22	17,33	12,87	18,20	21,33	17,33
NR	8,72	7,66	7,18	7,45	7,74	7,18	7,43	9,06
PRP	527,19	457,83	427,40	510,55	477,70	469,96	505,60	550,99
PFP	483,92	415,35	394,36	401,25	426,71	424,58	456,17	514,68
PSP	309,50	264,68	268,19	262,19	267,05	274,86	295,53	326,25
NFP	154,60	142,04	150,43	136,49	130,14	135,18	154,60	157,56
NSP	463,80	426,12	451,29	409,48	390,44	405,56	463,82	472,67
PROD	1031,65	882,28	893,96	873,97	890,16	916,19	985,11	1087,49
PR	107,25	95,47	88,91	92,76	94,52	100,93	108,68	113,84
PFR	96,78	85,27	81,09	80,70	85,82	89,08	95,76	104,85
PSR	58,15	52,46	53,48	47,42	49,79	54,31	57,56	61,72
NFR	27,98	26,72	30,34	23,66	22,58	26,00	29,90	27,87
NSR	83,95	80,62	90,64	72,41	68,12	77,99	89,69	83,62

EP - Estatura de planta, IRP - inserção do racemo primário, DC - diâmetro do caule, CMIC - comprimento médio de internódio do caule, NIC - número de internódio do caule, FLO - florescimento, CR - comprimento do racemo, CER - comprimento efetivo do racemo, NR - número de racemos comerciais, PRP - peso do racemo por planta, PFP - peso dos frutos por planta, PSP - peso de sementes por planta, NFP - número de frutos por planta, NSP - número de sementes por planta, PROD - produtividade, PR - peso do racemo, PFR - peso dos frutos do racemo, PSR - peso de sementes do racemo, NFR - número de frutos do racemo, NSR - número de sementes do racemo NSR.

O grupo 8 formado pelas linhagens UFRB 06, UFRB 14, UFRB 54, UFRB 89, UFRB 171, UFRB 264, foi superior aos demais, com produtividade média de 1087,49 Kg ha<sup>-1</sup> e peso de sementes por planta de 326,25 g (Tabela 4). O Grupo 4 apresentou menor produtividade média de 873,97 Kg ha<sup>-1</sup>, menor peso de sementes por planta de 262,19 g e maior média de florescimento (80,45 dias). Segundo Oliveira et al. (2013), ciclos de florescimento mais longos aumenta o tempo de permanência da planta no ambiente, podendo estar sujeito ao ataque de pragas e doenças.

O dendrograma da divergência genética das 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira em sistema irrigado, possibilitou a formação de 12 grupos, indicando dissimilaridade genética (Figura 3).

Os grupos formados foram representados pelas respectivas linhagens e cultivares. Grupo 1: UFRB 264, Sipeal 28, UFRB GPA, UFRB 248; Grupo 2: UFRB 176, EBDA NORDESTINA, UFRB 134; Grupo 3: MIRANTE, UFRB 101, Paraguaçu, UFRB 227, UFRB 171, UFRB 88, UFRB 85, UFRB 75, UFRB 59; Grupo 4: MPA 17, UFRB 25, UFRB 23; Grupo 5: UFRB 255, UFRB 54, UFRB 182, UFRB 86, UFRB 22, UFRB 19; Grupo 6: UFRB 262, UFRB 258, UFRB 238, UFRB 242, UFRB 222, UFRB 213, UFRB 11; Grupo 7: UFRB 160, UFRB 151; Grupo 8: UFRB 220, UFRB 178, UFRB 93, UFRB 89; Grupo 9: UFRB 233, UFRB 254, UFRB 46, UFRB 219, UFRB 32; Grupo 10: UFRB 217, UFRB 57, UFRB 31; Grupo 11: UFRB 221, UFRB 14; Grupo 12: UFRB 239, UFRB 214, UFRB 15, UFRB 241, UFRB 232 e UFRB 6 (FIGURA 3).



**Figura 3.** Dendrograma da divergência genética entre 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira em sistema irrigado por descritores morfoagronômicos, utilizando a distância de dissimilaridade genética de Gower e o método de agrupamento Ward, Cruz das Almas - BA, 2016.

Observa-se no sistema irrigado maior formação de grupos comparada ao sistema de sequeiro. Isso se deve a Influência dos diferentes ambiente (sequeiro e irrigado) sob o desempenho das linhagens e cultivares, principalmente para os descritores quantitativos avaliados.

A maior distância genética (0,614) foi observada nas linhagens UFRB 14 (grupo 1) e UFRB 264 em sistema irrigado (grupo 12). A menor distância (1,106) nas linhagens UFRB 31 e UFRB 57 do grupo 11 (Figura 3).

O desempenho médio dos descritores quantitativos da mamoneira a partir dos 12 grupos formados sistema irrigado está apresentado na (Tabela 5)

O grupo oito formado pelas linhagens UFRB 220, UFRB 178, UFRB 93, UFRB 89 foi superior aos demais, com produtividade média de 1.203,4 Kg ha<sup>-1</sup> e peso de sementes por planta de 361,0 g (Tabela 5).

**Tabela 5.** Média de 20 descritores quantitativos em cada grupo em 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira, em sistema irrigado, Cruz das Almas, BA, 2016.

Desc.	G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6	G 7	G 8	G 9	G 10	G 11	G 12
EP	211,3	223	174,4	195,9	180,8	171,8	176,1	186,5	210,2	190,2	191,1	182,0
IRP	55,7	75,1	51,1	59,2	54,5	53,6	49,9	63,1	60,5	59,7	55,1	55,5
DC	43,8	47,5	40,9	43,2	44,4	44,2	41	41,5	45,5	42,7	43,6	43,3
CMIC	3,8	4,8	3,8	4,0	3,8	3,8	3,5	4,6	4,0	4,1	3,9	4,2
NIC	15,0	15,7	13,4	14,8	14,3	14,3	14,3	13,5	15,0	14,4	14,2	13,6
FLO	82,2	82	76,4	77,9	78,4	80,5	85,8	69,4	80,1	77,4	79,8	72,9
CR	21,2	24,4	19,9	22,1	24,1	22,3	21,0	24,7	25,0	29,2	25,7	24,6
CE	13,6	14,8	11,7	14,2	15,0	15,2	14,7	17,5	16,2	21,0	17,2	16,5
NR	8,5	10,2	9,2	9,1	7,8	8,4	8,0	11,0	9,8	9,1	8,7	11,7
PRP	435,7	577,7	487,4	465,2	507,4	524,9	466,8	653,2	571,2	601,3	559,7	660,7
PFP	402,4	532,9	450,3	443,2	454,2	495,3	425,3	606,5	527,6	563,3	532,5	601,7
PSP	200,9	274,8	255,5	268,2	248,9	270,3	259,6	361	306,6	337,0	305,5	343,2
NFP	156,3	202,1	198,5	225,2	170	192	202,3	227,8	230,4	264,8	236,1	236,5
NSP	392,3	500,3	476,7	567,8	377,3	456,2	504	538,8	569,5	649,5	571,4	610,1
PROD	669,8	916,1	851,8	893,9	829,8	901,1	865,3	1203,4	1022	1123,4	1018,2	1144,0
PR	82,9	89,7	84,5	85,4	95,7	96,1	85,0	100,9	96,2	107,9	105,0	96,5
PFR	75,7	81	78,4	79,2	83,1	89,4	76,0	91,8	86,9	99,8	95,9	88,7
PSR	38,9	39,9	41,3	42,9	42,8	49,8	47,4	49,0	46,2	56,6	55,3	48,5
NFR	27,1	30,5	31,0	32,3	29,9	31,5	37,3	33,7	35,9	45,0	41,4	32,9
NSR	73,4	76,1	72,7	81,2	69,4	83,1	94,1	76,6	86,4	109,9	100,6	90,1

EP - Estatura de planta, IRP - inserção do racemo primário, DC - diâmetro do caule, CMIC - comprimento médio de internódio do caule, NIC - número de internódio do caule, FLO - florescimento, CR - comprimento do racemo, CER - comprimento efetivo do racemo, NR - número de racemos comerciais, PRP - peso do racemo por planta, PFP - peso dos frutos por planta, PSP - peso de sementes por planta, NFP - número de frutos por planta, NSP - número de sementes por planta, PROD - produtividade, PR - peso do racemo, PFR - peso dos frutos do racemo, PSR - peso de sementes do racemo, NFR - número de frutos do racemo, NSR - número de sementes do racemo NSR.

O grupo 1 apresentou menor média para PROD (669,8 Kg ha<sup>-1</sup>), CMIC (3,8 cm,) CE (3,6 cm), PRP (435,7 g), PFP (402,4 g), PSP (200,9 g), NFP (153,3 f), NSP (392,3 f), PR (82,9 g), PFR (75,7 g), PSR (38,9 g), NFR (27,1 f), NSR (73,4 f) (Tabela 5). Esses descritores são de muita importância na

composição de uma cultivar, exerce grande influencia no rendimento. Observa-se que a contribuição desses descritores para produtividade apresenta bastante variabilidade (Tabela 5).

Na Tabela 6, estabelece uma comparação entre o sistema de sequeiro e irrigado pela estatística descritiva dos descritores quantitativos avaliados nas 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira. A amplitude dos coeficientes de variação foi de 12,76% a 54,96%, respectivamente, para os descritores NIC e PRP em sistema de sequeiro e 14,56% a 52,08% para os descritores NIC, PRP e PROD em sistema irrigado.

Os coeficientes de variação para o descritor produtividade em sistema de sequeiro foi de 48,34% e irrigado de 52,08%. Filho et al. (2011) realizando análise descritiva de cultivares de mamoneira em dois anos de cultivo em sequeiro, no Recôncavo baiano, obteve CV de 32,84% para a PROD. Fernandes et al., (2015) avaliando o desempenho agrônômico da mamoneira BRS Nordestina obteve CV de 54,88% para produtividade Silva (2016) avaliando 203 linhagens e cinco parentais de mamoneira do Banco de germoplasma da UFRB/NBIO/UFRB obteve CV de 51,04% para PROD. Estes valores estão de acordo com a sua natureza quantitativa e poligênica, sendo bastante influenciados pelo ambiente (SILVA et al., 2012).

Tanto em sistema de sequeiro quanto irrigado, as maiores variações dentre os descritores quantitativos observados, são para PROD e PRP. No sistema de sequeiro a PROD varia de 76,67 a 3.008,73 Kg ha<sup>-1</sup> e PRP de 33,30 a 4.242,34g e no sistema irrigado varia de 38,33 a 3.066,96Kg ha<sup>-1</sup> e o PRP de 35,69 a 1.666,50g (Tabela 6).

A produtividade média observada foi superior a média nacional, superando em 29,54% para o sistema de sequeiro e de 27% para o irrigado. A produtividade média nacional em 2015 foi de 737 Kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2015).

Quanto à EP houve variação de 79,00 a 320,00 cm, com média de 196,66 cm em sistema de sequeiro. Em sistema irrigado variou de 38 a 355 cm com média de 189,15 cm (Tabela 6). Este descritor está diretamente relacionado com o manejo da cultura, ou seja, essa característica é controlada por fatores genéticos e ambientais. As linhagens avaliadas apresentam variabilidade quanto à EP, verificando-se presença de classes altas, médias e baixas. Indica potencial para ser utilizadas no programa de melhoramento.

Segundo Zuchi et al. (2010) plantas de porte muito elevado dificulta a realização dos tratos culturais a colheita além de criar um microclima favorável a doenças tais como a do morfo-cinzento.

**Tabela 6.** Valores mínimo, máximo, média, desvio padrão, coeficiente de variação e teste de normalidade de Shapiro-Wilks (W) para os descritores: avaliados em 48 linhagens e seis cultivares de mamoneira, em sistema sequeiro (Seq) e irrigado (Irr), Cruz das Almas, 2016.

Descrit.	Sistema	Mínimo	Máximo	Média	DP	CV	W
EP	Seq.	79,00	320,00	196,66	46,63	23,71	0,99*
	Irrig.	38,00	355,00	189,15	47,59	25,16	0,99*
IRP	Seq.	20,00	122,00	61,66	16,48	26,74	0,99*
	Irrig.	17,00	137,00	56,72	18,01	31,75	0,96*
DC	Seq.	1,43	68,45	41,49	7,89	19,03	0,97*
	Irrig.	17,75	78,35	43,32	8,15	18,82	0,99*
CMIC	Seq.	1,57	9,50	4,53	1,11	24,43	0,99*
	Irrig.	1,38	8,23	4,00	1,15	28,76	0,98*
NIC	Seq.	4,00	19,00	13,67	1,74	12,76	0,95*
	Irrig.	7,00	21,00	14,23	2,07	14,56	0,97*
FLO	Seq.	51,00	133,00	76,30	11,08	14,52	0,95*
	Irrig.	49,00	109,00	77,32	13,24	17,13	0,99*
CR	Seq.	2,00	46,00	25,58	7,08	27,67	1,00*
	Irrig.	7,00	46,00	23,51	7,37	31,37	0,99*
CE	Seq.	2,00	43,00	17,14	6,92	40,39	0,98*
	Irrig.	2,00	42,00	15,41	6,80	44,14	0,97*
NR	Seq.	1,00	32,00	7,82	4,00	51,14	0,91*
	Irrig.	1,00	34,00	9,35	4,83	51,69	0,93*
PRP	Seq.	33,30	4242,34	489,61	269,11	54,96	0,76*
	Irrig.	35,69	1666,50	541,08	250,72	46,34	0,97*
PF	Seq.	28,75	1807,60	443,53	213,97	48,24	0,95*
	Irrig.	29,24	1561,30	503,10	235,53	46,82	0,97*
PSP	Seq.	23,00	902,62	286,40	138,44	48,34	0,96*
	Irrig.	11,50	920,09	280,98	146,32	52,08	0,95*
NFP	Seq.	13,00	485,00	145,58	71,33	49,00	0,95*
	Irrig.	16,00	761,31	208,48	98,89	47,43	0,95*
NSP	Seq.	39,00	1455,00	435,88	214,62	49,24	0,95*
	Irrig.	48,00	1521,00	510,94	249,13	48,76	0,94*
PROD	Seq.	76,67	3008,73	954,67	461,46	48,34	0,96*
	Irrig.	38,33	3066,96	936,60	487,74	52,08	0,95*
PR	Seq.	6,46	322,30	101,85	41,00	40,25	0,99*
	Irrig.	7,14	394,77	92,65	34,78	37,54	0,93*
PFR	Seq.	4,79	301,27	91,55	38,50	42,06	0,99*
	Irrig.	5,85	214,48	84,61	30,92	36,55	0,98*
PSR	Seq.	3,00	132,54	55,54	22,83	41,11	0,99*
	Irrig.	3,83	150,22	45,13	19,72	43,69	0,98*
NFR	Seq.	2,00	88,33	27,19	11,62	42,72	0,97*
	Irrig.	2,93	136,44	32,76	16,62	50,73	0,90*
NSR	Seq.	6,50	265,00	81,80	35,30	43,16	0,97*
	Irrig.	8,80	272,25	81,29	33,20	40,84	0,95*

EP - Estatura de planta, IRP - inserção do racemo primário, DC - diâmetro do caule, CMIC - comprimento médio de internódio do caule, NIC - número de internódio do caule, FLO - florescimento, CR - comprimento do racemo, CER - comprimento efetivo do racemo, NR - número de racemos comerciais, PRP - peso do racemo por planta, PFP - peso dos frutos por planta, PSP - peso de sementes por planta, NFP - número de frutos por planta, NSP - número de sementes por planta, PROD - produtividade, PR - peso do racemo, PFR - peso dos frutos do racemo, PSR - peso de sementes do racemo, NFR - número de frutos do racemo, NSR - número de sementes do racemo NSR.

As menores variações para os descritores avaliados em sistema de sequeiro foram CMIC (1,57a 9,5 cm); NIC (4,0 a 19,0), e NR (1 a 32). (Tabela



6). As menores variações para os caracteres avaliados em sistema irrigado foram CMIC (1,38 a 8,23 cm); NIC (7,00 a 21,00), e NR (1 a 34) (Tabela 6). Os descritores CMIC e NIC estão diretamente relacionados a fatores ambientais principalmente temperatura.

Nos descritores: PROD, PRP, NSP e PSP observa-se maior desvio padrão em comparação com os demais descritores que apresentaram valores de mínimo e máximo próximo da média (Tabelas 6).

Os descritores apresentam normalidade pelo teste de Shapiro-Wilks (W) (Tabela 6).

## CONCLUSÕES

1. Existe variabilidade genética para descritores morfoagronômicos nas linhagens e cultivares avaliado em sistemas de sequeiro e irrigado em ambiente de Cruz das Almas, Bahia.
2. Os descritores coloração do caule, estatura de planta e coloração do estigma têm maiores entropias em sistema de sequeiro e irrigado indicando variabilidade genética.
3. O sistema de sequeiro apresenta maior produtividade média, porém o sistema irrigado tem maior número de linhagens e cultivares (40%) com produtividade média acima de uma tonelada por hectare.

## REFERÊNCIAS

ALVES, G. S., TARTAGLIA, F. L., BELTRÃO, N. E. M., SAMPAIO, L. R. & FREIRE, M. A. O. (2015). Densidade populacional e seu efeito na produtividade da mamoneira BRS Energia sob cultivo irrigado. **Revista Ciência Agronômica**, 46, 546-554.

ANJANI, K. **Castor genetic resources**: A primary gene pool for exploitation. *Industrial Crops and Products*. 35:1. 2012.

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

BELTRÃO, N. E. M., CARDOSO, G. D. **Informações sobre o sistema de produção utilizados na ricinocultura na região nordeste, em especial o semi-árido e outros aspectos ligados a sua cadeia**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006.

BRASIL. Instruções para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de mamona (*Ricinus communis* L.). (2008). DOU nº 147, de 01/08/2008, seção 1, p. 14-15. Disponível em: <<[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/vegetal/RegistroAutorizacoes/Formularios%20Prote%C3%A7%C3%A3o%20Cultivares/MAMONA%20FORMULARIO%2001%2008%202008%20P.doc](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/vegetal/RegistroAutorizacoes/Formularios%20Prote%C3%A7%C3%A3o%20Cultivares/MAMONA%20FORMULARIO%2001%2008%202008%20P.doc)>. Acesso em: 04. Mar. 2015.

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

CHARRAD N, GHAZZALI N, BOITEAU V E NIKNAFS A. NbClust: NbClust package for determining the best number of clusters. R package version 2.0.1. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=NbClust>> Acesso em: 13 Out. 2014.

CONCEIÇÃO, A. L. S. **Seleção de descritores e análise de agrupamento em acessos de tabaco**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, 140f. 2015

CONCEIÇÃO, A. L. S., SILVA, M. S., SANTOS, C. C., ARAUJO, G. M., MOREIRA, R. F. C.: Variabilidade genética e importância relativa de caracteres em acessos de tabaco (*nicotiana tabacum* L.) tipo broad leaf por meio de marcadores fenotípicos. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19; p. 2014.

COSTA, F. X., BELTRÃO, N. E. M., LIMA, V. L. A. de; NUNES JUNIOR, E. S; GUIMARÃES, M. M. B., DAMACENO, F. A. V. Efeito do lixo orgânico e torta de mamona nas características de crescimento da mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Revista Engenharia Ambiental: pesquisa e tecnologia** - Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n.1, p. 259-268, jan/abr 2009.

CRUZ, C.D. Programa Genes - Aplicativo computacional em genética e estatística. 2014. Disponível em: [www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm](http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm)

EMBRAPA, 2011. Caracterização morfológica da coleção de espécies silvestres de Manihot (Euphorbiaceae – Magnoliophyta) da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Disponível em: < [www.cpac.embrapa.br/download/2454/t](http://www.cpac.embrapa.br/download/2454/t) > Acesso em 10/04/2016.

FANAN, S., MEDINA, P. F., CAMARGO, M. B. P., ITO, M. F., DUDIENAS, C; RAMOS, N.P; GALBIERI, R. Influência da colheita e períodos de armazenamento na qualidade sanitária de sementes de mamona. **Summa Phytopathologica**, v.35, n.3, p.202-209, 2009.

FREITAS, J. G., NÓBREGA, M. B. M. da; MILANI, M. Caracterização de fenótipos de mamoneira selecionados para ausência de ramificação. In: IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas. Anais... Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 627-630.

FERNANDES, J. D. et al. Adubação e ordem do racemo no desempenho agrônomo da mamoneira BRS Nordestina. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 1, p. 48- 57, 2015.

FIGUEREDO, N. A.: Divergência genética em acessos de mamona (*Ricinus communis* L.) baseada nas características das sementes. **Revistas de Biologia e Ciências da Terra**, Campinas Grande, v. 4, n. 2, p. 1-10, 2004.

FILHO, O. M. S.; SILVA, S. A.; BAHIA, H. F.; SILVA, M. F.; CARVALHO, D. S.: Análise descritiva de cultivares de mamoneira em dois anos de cultivo no Recôncavo baiano. **Revbea**, Rio Grande, 6: 28-34, 2011.

FREIRE, E. C.: Melhoramento genético. **IN:** Azevedo, D.M.P., BELTRAO, N.E.M. (Ed) O agronegócio da mamona no Brasil. Brasília: Embrapa Algodão; Embrapa Informação Tecnológica, 2007. P.169-194.

GOWER, J. C. A general coefficient of similarity and some of its properties. **Biometrics**, v.27, p. 857-874, 1971.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015) Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistematico\\_da\\_Producao\\_Agricola\\_\[mensal\]/Fasciculo/Isipa\\_201508.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/Isipa_201508.pdf)> Acesso em: 10 Set. 2015.

LUIZ, R. P.: **Caracterização morfofisiológica, molecular e agrônômica de cultivares de mamona**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 95 f2012

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

MILIANI, M. **Descritores de mamona utilizados pela Embrapa Algodão**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 39p (Embrapa Algodão, Documento, 192).

MINGOTI, S. A. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: **Editora UFMG**, p. 297, 2005.

MORAES, P. F., LAAT, D. M., SANTOS, M. E. A. H. P., COLOMBO, C. A., KIIHL, T.: Expressão gênica diferencial em genótipos de mamona (*Ricinus communis* L.) submetidos a déficit hídrico induzido por PEG. **Bragantia**, Campinas, v.74, n. 1, p.25-32, 2015

OLIVEIRA, R. S., SILVAI, S. A., BRASILEIRO, B. P., MEDEIROS, E. P., ANJOS, E. V. A.: Genetic divergence on castor bean using the ward-mlm strategy. **Revista Ciências. Agronômica**. vol. 44 no.3 Fortaleza July/Sept. 2013.

PASSOS, A. R., Silva, S. A., Souza, C. S., Souza, C. M. M.I; Fernandes, L. S: Parâmetros genéticos de caracteres agronômicos em genótipos de mamoneira. **Pesquisa agropecuária. brasileira**. vol.45 no.7 Brasília July 2010.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2014.

RENYI, A. On measures of entropy and information. **Fourth Berkeley Symposium**, Berkley, p. 547-561.1961.

RIBEIRO, L. P. et al. Levantamento detalhado dos solos, capacidade de uso e classificação de terras para irrigação da Estação de plasticultura da Universidade Federal da Bahia/Politeno em Cruz das Almas (BA). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 19, p. 105-113, 1995.

RODRIGUES, H. C. A., CARVALHO, S. P., CARVALHO, A. A., CARVALHO FILHO, J. S., CUSTÓDIO, T. N.: Avaliação de diversidade genética entre acessos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) por meio de caracteres morfoagronômicos. **Revista Ceres**, v.57, n.6, p. 773-777. 2010.

SAMPAIO, F. O. M. **Análise descritiva, agrupamento e análise de trilha de cultivares de mamoneira em dois anos de cultivo em Cruz das Almas - BA**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, Cruz das Almas – BA, 73p. 2009.

SAS INSTITUTE. SAS user's guide: statistic: version 9.1.3. Cary: SAS Institute, 2004. 846 p.

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

SILVA, A. R.: **Variabilidade genética do banco de germoplasma de mamoneira da UFRB por meio de descritores morfoagronômicos**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, Cruz das Almas – BA. 89p. 2016.

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

SILVEIRA, T. C., LEDO, C. A. S., SANTOS, A. S., FILHO, L. F. Q. T., ALMEIDA, G. M. C. O.: **Caracterização da coleção de espécies silvestres de Manihot da Embrapa Mandioca e Fruticultura utilizando descritores quantitativos e qualitativos**. Jornada científica - EMBRAPA Mandioca e Fruticultura 2010.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. The Indian **Journal of Genetics and Plant Breeding**, v.41, n.1, p.237 -245, 1981.

SHIFRISS, O. Conventional and unconventional systems controlling sex variations in Ricinus. The Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel, p. 361-388, 1960.

SOUZA, A. S., TÁVORA, F. J. A. F. Florescimento e produtividade da mamoneira cultivada em diferentes épocas. **In: II Congresso Brasileiro de**

Mamona. 2006, Aracaju. Anais... Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. CD-ROM

SOUZA, A. S., TÁVORA, F. J. A. F., PITOMBEIRA, J. B. & BEZERRA, F. M. L. Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. II – crescimento e produtividade. **Revista Ciência Agronômica**, 38, 422-429. 2007.

SORATTO, R. P et al. Narrow row spacing and high plant population to short height castor genotypes in two cropping seasons. **Industrial Crops and Products**, v. 35, n. 1, p. 244-249, 2012.

STATSOFT, inc. Statistica for windows (data analysis software system), version 7.1 Statsoft, Tulsa, Oklahoma (USA), 2005.

VIEIRA, E. A. et al. **Variabilidade genética do banco de germoplasma de mandioca da Embrapa Cerrados acessada por meio de descritores morfológicos**. Científica, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 56-67, 2008.

WARD, J. H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. Journal of the American Statistica Association, Alexandria, v. 58, n. 301, p. 236-244, 1963. Disponível em: <[http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/7975/7975\\_8.PDF](http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/7975/7975_8.PDF)> Acesso em: 10 nov. 2015.

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

## **CAPÍTULO II**

### **CARACTERIZAÇÃO POR DESCRITORES FOTOSSINTÉTICOS DE LINHAGENS E CULTIVARES DE MAMONEIRA EM SISTEMA DE SEQUEIRO E IRRIGADO**



## **CARACTERIZAÇÃO POR DESCRITORES FOTOSSINTÉTICOS DE LINHAGENS E CULTIVARES DE MAMONEIRA EM SISTEMA DE SEQUEIRO E IRRIGADO**

Autor: Irlan Silva de Almeida

Orientador: Prof. Dr. Deoclides Ricardo Sousa

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simone Alves Silva

**RESUMO:** O estresse hídrico tem sido um dos fatores limitantes no crescimento e desempenho fisiológico da cultura da mamoneira, principalmente nos primeiros meses de cultivo, afetando o seu desenvolvimento e comprometendo a produtividade. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi realizar caracterização fisiológica por descritores fotossintéticos em linhagens e cultivares de mamoneira em sistemas de sequeiro e irrigado, avaliar o desempenho produtivo e identificar o sistema que melhor se ajusta para o cultivo da espécie no município de Cruz das Almas, BA. Os experimentos foram conduzidos no campo experimental do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO/UFRB) pertencente ao CCAAB/UFRB. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, 54 tratamentos, constituído por 49 linhagens e cinco cultivares. Os dados foram submetidos a análise de variância os valores médios foram ordenados segundo o teste de Scott e Knott, ao nível de 5% de probabilidade. A matriz de dados multivariados dos descritores fotossintéticos de trocas gasosas, fluorescência da clorofila a e pigmentos cloroplastídicos e produtividade foi submetida à distância generalizada de Mahalanobis e o método de agrupamento Ward. Existe variabilidade genética nas linhagens e cultivares de mamoneira quanto aos descritores fotossintéticos, em ambiente de Cruz das Almas, BA. No sistema irrigado concentra-se maior número de linhagens e cultivares com maiores valores de rendimento quantico de dissipação regulada e maior relação entre a clorofila a e clorofila b. A maioria das linhagens e cultivares estudadas apresentam produtividade média acima da média nacional no sistema de sequeiro e irrigado, com destaque para o sistema irrigado em torno de 40% das linhagens acima de uma tonelada por hectare.

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

## **CHARACTERIZATION KEYWORDS PHOTOSYNTHETIC LINES AND CULTIVARS CASTOR IN UPLAND AND IRRIGATION SYSTEM**

Author: Irlan Silva de Almeida

Advisor Prof. Dr. Deoclides Ricardo Sousa

Advisor: Prof.<sup>a</sup> Dra Simone Alves Silva

**ABSTRACT:** Water stress has been one of the limiting factors on the growth and physiological performance of castor bean, especially during the first cultivation months, affecting its development and harming its yield. Thus, the study aimed the physiological characterization by photosynthetic descriptors lines and castor bean cultivars in upland and irrigated systems, to evaluate the performance and identify the system that best fits to the cultivation of the species in Cruz das Almas , BA. The experiments were conducted in the experimental field of Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO/UFRB) belonging to CCAAB/UFRB. The experimental design was a randomized block with four replications and 54 treatments, consisting of 49 lines and five cultivars. Data were submitted to variance analysis and mean values were ordered according to the Scott and Knott test, at 5% probability. The multivariate data matrix of photosynthetic descriptors of gas exchange, chlorophyll fluorescence and chloroplastid pigments and productivity was submitted to the Mahalanobis distance and Ward clustering method. There is genetic variability in lines and cultivars of castor bean as the photosynthetic descriptors in Cruz das Almas, BA. The irrigated system concentrates more lines and cultivars with higher quantum yield values of regulated dissipation and greater relationship between chlorophyll a and chlorophyll b. Most of the studied strains and cultivars have an average productivity above the national average in upland and irrigated system, especially the irrigation system with around 40% of lines above one ton per hectare.

**Keywords:** gas exchange, fluorescence, chloroplastid pigments.

## INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma planta herbácea da família Euforbiácea de destacada importância no Brasil e no mundo. O cultivo da mamoneira para a produção de biocombustíveis vem se destacando como alternativa para a substituição dos combustíveis fósseis (RODRIGUES et al., 2009).

Tendo em vista sua importância econômica, social e ambiental, investigações a respeito da fisiologia dessa espécie e suas respostas às condições do ambiente tornam-se necessárias ao aperfeiçoamento dos métodos de cultivo. Dentre os fatores ambientais, a água é o mais limitante à produtividade agrícola visto ser essencial aos diversos processos metabólicos das plantas, sobretudo durante o período inicial de desenvolvimento (FREITAS et al., 2011).

A deficiência hídrica pode afetar o surgimento de novos cachos e causar queda na produção, já que a mamoneira é uma planta de crescimento indeterminado, crescendo e produzindo enquanto houver disponibilidade de água e nutrientes (SOUZA et al., 2007). A água é o fator ambiental importante para o desenvolvimento das plantas, porém seu excesso ocasiona sérios prejuízos, podendo afetar a aeração na zona radicular e a lixiviação dos nutrientes enquanto que sua falta pode inibir o crescimento da planta e afetar o metabolismo fisiológico e, por fim, a produção (LIMA et al., 2012).

O processo de abertura e fechamento dos estômatos foliar influencia a produtividade da planta. Desta forma, o funcionamento dos estômatos está relacionado principalmente com a intensidade de luz e com o estado de hidratação da folha. Os estômatos controlam a absorção de CO<sub>2</sub> e a área foliar e determina a interceptação de luz (BELTRÃO et al., 2001).

Fatores fisiológicos, genéticos e ambientais afetam o crescimento e desenvolvimento das plantas e suas interferências têm sido estudadas, através de medições da eficiência fotoquímica do fotossistema II (FSII), medida por meio da relação entre a fluorescência variável e a fluorescência máxima da clorofila "a" (FV/FM) (CORREIA et al., 2009).

De acordo com Correia et al., (2009) o uso do descritor de fluorescência vem sendo utilizado por ser um método que além de não destrutivo, possibilita

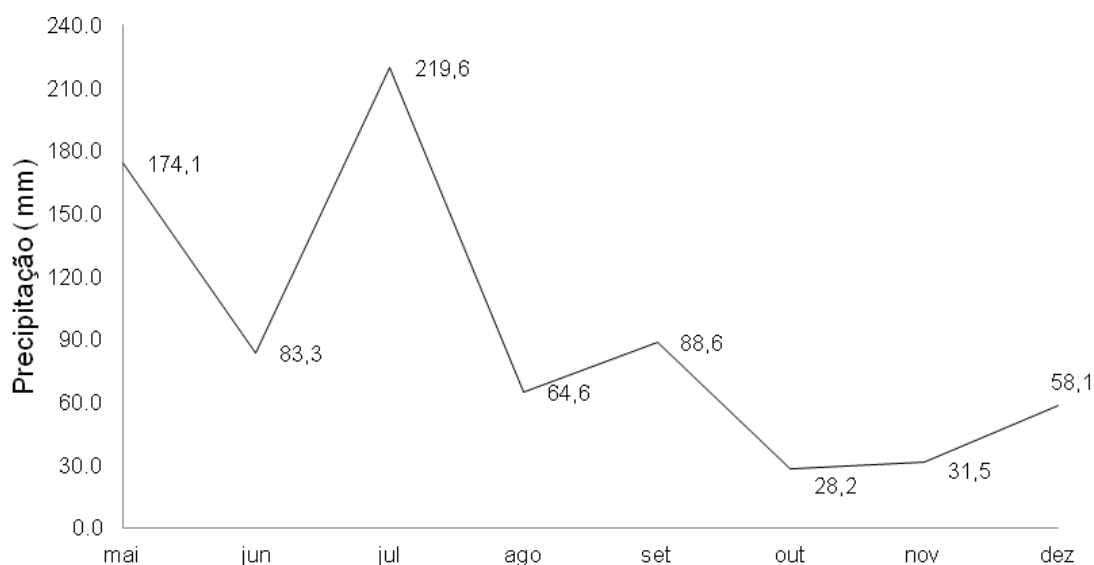
analisar de forma qualitativa e quantitativa a absorção e aplicação da energia luminosa pelo FSII, como também as possíveis relações com a capacidade fotossintética.

Tendo em vista a importância que a mamoneira tem assumido no cenário agrícola brasileiro principalmente em regiões de baixa altitude o estudo da utilização da irrigação, merece maior atenção por parte dos pesquisadores. Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi realizar a caracterização fisiológica por descritores fotossintéticos e o desempenho produtivo de 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira em sistemas de sequeiro e irrigado, bem como identificar qual o sistema mais apropriado para o cultivo da mamoneira no município de Cruz das Almas, BA.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos de mamoneira, em sistema de sequeiro e irrigado, foram implantados em março de 2014, no campo experimental do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO), do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, Bahia. O município apresenta coordenadas geográficas 39° 06' 23" de latitude sul e 12° 40' 39" de longitude oeste e altitude de 226 metros. Segundo classificação de Köppen o clima é do tipo tropical quente úmido Am e Aw. A precipitação média anual é de 1.224 mm ano, temperatura média anual de 24°C e a umidade relativa do ar de 80%. O solo é do tipo Latossolo Amarelo Álico Coeso, de textura argilosa e relevo plano (RIBEIRO et al., 1995).

A Figura 1 representa a distribuição da precipitação na época do plantio até a colheita de 49 linhagens e cinco de cultivares no ano de 2014.



**Figura 1.** Precipitação mensal no período do experimento no campus da UFRB, em Cruz das Almas, BA.

Foram coletadas amostras compostas de solos nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm e, após secas e peneiradas, submetidas à análise química do solo no Laboratório de Solos e Química Agrícola do Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores médios da fertilidade de solo da área do experimento, no campus da UFRB, em Cruz das Almas, BA.

Área	ph (H <sub>2</sub> O)	Ca+ Mg (**)	H + Al (**)	P (*)	K (*)	S (%)	CTC (**)	V (%)
Seq (00-20)	6,15	1,92	0,08	2,60	18,7	11,03	4,82	26,31
Seq (20-40)	5,42	1,99	0,35	1,70	8,50	11,1	5,01	23,77
Irr (00-20)	4,66	2,15	0,55	3,60	30,9	12,5	5,01	22,63
Irr (20-40)	4,58	1,21	1,00	2,10	14,9	10,8	5,20	25,35

\*\* = cmolc/dm<sup>3</sup>      \* = mg/dm<sup>3</sup>

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, 54 tratamentos, constituído por 49 linhagens e cinco cultivares (149 Nordestina (NOR), BRS 188 Paraguaçu (PAR), EBDA MPA 17 (MPA), Mirante 10 (MIR), Sipeal 28 (SIP)), no espaçamento de 3,0 x 1,0 m, em sistema de sequeiro e irrigado. Sendo cinco plantas de cada linhagem e cultivar distribuídas e repetidas nas linhas de plantio, totalizando 2.160 plantas.

No sistema irrigado utilizaram-se tubos PEAD, PN40, DN16 com gotejadores autocompensantes com espaçamento de 0,20 m distribuídos nas linhas de plantio e intervalo de pressão entre 15,0 e 40,0 m.c.a e vazão constante de 1,6 litros/hora.

No sistema irrigado utilizaram-se tubos PEAD, PN40, DN16 com gotejadores autocompensantes com espaçamento de 0,20 m distribuídos nas linhas de plantio e intervalo de pressão entre 15,0 e 40,0 m.c.a e vazão constante de 1,6 litros/hora. No período de estabelecimento da cultura (primeiros 25 dias após a germinação), os tratamentos receberam a lâmina d'água com vazão constante de 1,8 litros/hora, de modo a se obter boa uniformidade do estande. Após 25º dia a lâmina d'água bruta foi de 3,0 mm/dia, vazão constante de 1,6 litros/hora, com base no balanço hídrico da cultura para o município de Cruz das Almas, BA.

Foram semeadas três sementes de cada linhagem e de cada cultivar, por cova. Aos 25 dias após a germinação foi feito o desbaste, deixando uma planta por cova. Adubação foi realizada de acordo análise química do solo. Na época do plantio a adubação de fundação com  $P_2O_5$  foi de 100 gramas por cova. A adubação de cobertura foi realizada aos 30 e 60 dias após o plantio com 20g de ureia e 10g de cloreto de potássio por planta.

Os descritores fotossintéticos trocas gasosas, fluorescência da crolofila e teor de pigmentos cloroplastídicos foram avaliados 150 dias após a semeadura. Na medição de trocas gasosas foram avaliadas a taxa de assimilação líquida de carbono ( $A$ ,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $g_s$ ,  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), transpiração ( $E$ ,  $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), concentração de  $\text{CO}_2$  no mesofilo ( $C_i$ ,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$ ) relação entre a concentração de  $\text{CO}_2$  no mesofilo e ambiente ( $C_i/C_a$ ,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$ ) e eficiência do uso da água (EUA), (DA MATTA et al., 1997). O equipamento utilizado na medição de trocas gasosas foi o portátil LI-6400 XT (LI-COR Biosciences Inc., Nebraska, USA) equipado com uma fonte de luz azul/vermelho modelo LI-6400-02B (LI-COR).

Mediante o coeficiente combinações das variações de gás carbônico ( $\Delta\text{CO}_2$ ), água ( $\Delta\text{H}_2\text{O}$ ) e fluxo de ar ( $\Delta u_e$ ) apresentar-se abaixo de 1%, foram realizados 10 registros por folha a cada 12 segundos considerando valor médio. Simultaneamente, foram obtidas medidas da densidade de fluxo de fótons (DFF,  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), da temperatura ( $T$ , °C) e umidade relativa (UR, %)

do ar e da diferença de pressão de vapor de água entre a folha e o ar (VPD kPa), mediante sensores quânticos e termopares acoplados ao equipamento portátil LI-6400 XT (LI-COR Biosciences Inc., Nebraska, USA) equipado com uma fonte de luz azul/vermelho modelo LI-6400-02B (LI-COR).

As medições de trocas gasosas foram realizadas das 7:00hs às 13:00hs sob luz saturante artificial de  $1.000 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , e concentração de  $\text{CO}_2$ , temperatura e vapor de  $\text{H}_2\text{O}$  do ambiente, sendo o ar de refer\u00eancia coletado a 50 cm de altura do solo e homogeneizado em um gal\u00e3o de 10 litros antes de alcan\u00e7ar a c\u00e2mara foliar. Este procedimento foi realizado levando em considera\u00e7\u00e3o que o aparelho \u00e9 sens\u00edvel a mudan\u00e7as m\u00ednimas das concentra\u00e7\u00f5es de gases atmosf\u00e9ricos, desta forma foi poss\u00edvel obter uma maior estabilidade das concentra\u00e7\u00f5es de  $\text{CO}_2$  que atingiam a c\u00e2mara foliar, fornecendo assim maior confiabilidade para os dados obtidos.

Os descritores de fluoresc\u00eancia da clorofila: rendimento qu\u00e2ntico potencial do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ), fluoresc\u00eancia m\u00ednima ( $F_o$ ), fluoresc\u00eancia m\u00e1xima ( $F_m$ ), rendimento qu\u00e2ntico efetivo do fotossistema II ( $Y_{II}$ ), rendimento qu\u00e2ntico de dissipac\u00e3o n\u00e3o-regulada ( $Y_{NO}$ ), rendimento qu\u00e2ntico de dissipac\u00e3o regulada ( $Y_{NPQ}$ ) foram obtidos ap\u00f3s trinta minutos de adapta\u00e7\u00e3o ao escuro, utilizando-se um fluor\u00f4metro port\u00e1til modulado OS5p (Opti-Sciences, Hudson, USA), conforme Kramer et al. (2004) e Klughammer e Schreiber (2008). O  $Y_{II}$  foi utilizado para estimar a taxa aparente de transporte de el\u00e9trons (ETR) de acordo com Bilger et al. (1995):  $\text{ETR} = Y_{II} \times \text{DFF} \times 0,5 \times 0,84$ , onde DFF \u00e9 a densidade de fluxo de f\u00f3tons ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) incidente sobre a folha, 0,5 o valor correspondente \u00e0 fra\u00e7\u00e3o da energia de excita\u00e7\u00e3o distribu\u00edda para o fotossistema II (FSII) (LAISK e LORETO, 1996), e 0,84 o valor correspondente \u00e0 fra\u00e7\u00e3o de luz incidente que \u00e9 absorvida pelas folhas (EHLERINGER, 1981).

As folhas utilizadas para as medi\u00e7\u00f5es de trocas gasosas e fluoresc\u00eancia da clorofila foram utilizadas tamb\u00e9m para a avalia\u00e7\u00e3o teor de pigmentos cloroplast\u00eddicos. Os teores de clorofila "a" (chl a), clorofila "b" (chl b) e carotenoides (car) e chl a/chl b, car/chl, chl total foram obtidos pelo m\u00e9todo de Hiscox and Israelstam (1979). Discos foliares de \u00e1rea conhecida ( $0,3927 \text{ cm}^2/\text{disco}$ ) foram imersos em 3,0 ml de dimetilsulf\u00f3xido (DMSO), em tubos vedados e envoltos em papel alum\u00ednio, e mantidos no escuro em temperatura ambiente por um per\u00edodo de aproximadamente 48 horas. Ap\u00f3s a extra\u00e7\u00e3o dos

pigmentos, as absorbância das amostras foi determinada a 480, 649 e 665 nm com o Espectrofotômetro Digital Ultravioleta Microprocessador – Q798U2M. O cálculo dos teores de clorofila e carotenoides, foi realizado de acordo com as equações propostas por Wellburn (1994) para extratos DMSO.

O descritor morfoagronômico produtividade (PROD), foi determinado através do potencial produtivo por parcela estimado em  $\text{kg ha}^{-1}$ . Os dados fotossintéticos e produtividade foram submetidos a análise de variância e os valores médios ordenados pelo teste de Scott e Knott, ao nível de 5% de probabilidade e analisados no programa (SISVAR, 2000).

A matriz de dados multivariados fotossintéticos incluindo a produtividade foi submetida à distância generalizada de Mahalanobis e ao método de agrupamento Ward. Utilizou-se o índice pseudo  $T^2$  do pacote NbClust (CHARRAD, et. al., 2014) para traçar a linha de corte e classificar os grupos.

O critério de Singh (1981) foi utilizado para quantificar a contribuição relativa dos descritores fotossintéticos e de produtividade da divergência genética. Os procedimentos estatísticos foram desenvolvidos utilizando-se os programas R (R CORE TEAM, 2014), Genes (CRUZ, 2014) e o (STATISTICA, 2005).

## RESULTADOS DISCUSSÃO

Na Tabela 2, encontra-se o resumo da análise de variância para os descritores fotossintéticos e de produtividade. De acordo com a análise de variância, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para os tratamentos nos descritores car,  $Y_{NPQ}$ , gs, E, EUA, Ci, Ci/Ca e PROD (Tabela 2). Para os sistemas de cultivo (sequeiro e irrigado) os descritores chl a, chl b, car, chl t, car/chl, Fo, Fm, Fv/Fm,  $Y_{II}$ ,  $Y_{NPQ}$ , A, gs, E, EUA, Ci e Ci/Ca foram significativos demonstrando, que os sistemas de sequeiro e irrigado interferem na fluorescência de clorofila, teores de pigmentos cloroplastídicos e de trocas gasosas, das plantas (Tabela 2).

Para a interação de linhagens e cultivares (LC) x sistema de sequeiro e irrigado (SC) os descritores chl a/b e  $Y_{NPQ}$  apresentam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) (Tabela 2).



**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para os descritores fotossintéticos e de produtividade (PROD) avaliados em 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira em sistemas irrigado e de sequeiro, Cruz das Almas, 2016.

	FV	Bloco	LC	SI	LC*SI	Resíduo	CV%	Média
	GL	3,0	53,0	1,0	53,0	321,0		
	Chla	125,5**	3,6 <sup>ns</sup>	406,3*	3,0 <sup>ns</sup>	3,3	48,6	3,7
	Chlb	77,5**	3,8 <sup>ns</sup>	244,3*	2,8 <sup>ns</sup>	2,9	53,3	3,2
	Car	5,1**	1,0**	74,2*	0,5 <sup>ns</sup>	0,6	45,0	1,7
	ChlT	380,7**	12,3 <sup>ns</sup>	1280,3*	9,4 <sup>ns</sup>	9,3	43,9	6,9
	Chla/b	1,6**	0,3**	0,4 <sup>ns</sup>	0,2**	0,1	25,8	1,4
	CarClr	1,4**	0,4 <sup>ns</sup>	0,9**	0,1 <sup>ns</sup>	0,1	84,4	0,3
Quadrado Médio	Fo	8554,2**	1503,1 <sup>ns</sup>	26853,8**	1000,9 <sup>ns</sup>	1225,4	14,9	235,3
	Fm	59642,2**	8771,2 <sup>ns</sup>	1398101,3**	5211,9 <sup>ns</sup>	7177,4	8,6	980,6
	Fv/Fm	0,015**	0,003 <sup>ns</sup>	0,011*	0,002 <sup>ns</sup>	0,003	6,9	0,8
	Y <sub>II</sub>	0,124**	0,007 <sup>ns</sup>	0,139**	0,008 <sup>ns</sup>	0,007	18,1	0,5
	Y <sub>NO</sub>	0,014 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>	0,007	32,4	0,3
	Y <sub>NPQ</sub>	0,061**	0,008*	0,086**	0,009**	0,006	26,6	0,3
	A	168,0**	6,0 <sup>ns</sup>	3488,8**	5,1 <sup>ns</sup>	4,9	10,8	20,5
	Gs	0,32**	0,01**	5,94**	0,01 <sup>ns</sup>	0,01	20,6	0,4
	E	10,9**	3,4**	15,9**	1,2 <sup>ns</sup>	1,8	25,5	5,3
	EUA	13,5**	2,2*	100,9**	0,9 <sup>ns</sup>	1,4	28,6	4,2
	Ci	2837,9**	208,5*	57868,8**	183,9 <sup>ns</sup>	135,7	4,6	256,1
	Ci/Ca	0,036**	0,002**	0,625**	0,002 <sup>ns</sup>	0,001	4,8	0,7
	PROD	719169,8**	293660,1**	62557,5 <sup>ns</sup>	128829,4 <sup>ns</sup>	108596,6	34,8	947,2

LC- tratamentos (linhagens e cultivares); SI - sistemas (Sequeiro, Irrigado) genótipos; LC\*SI - interação (linhagens e cultivares) x (Sequeiro, Irrigado); CV - coeficiente de variação; SQ - soma de quadrado; \* significativo à probabilidade ( $p < 0,01$ ), \*\* significativo ( $p > 0,05$ ). <sup>ns</sup> significativo à ( $p > 0,005$ ); Chl a - clorofila a; Chl b - clorofila b; Car - carotenoides; Chl T - clorofila total; Chl a/b - razão entre clorofila a e clorofila b; Car/Chl T - razão entre clorofila total e carotenoides; F0 - fluorescência basal; Fm - fluorescência máxima; Fv/Fm - rendimento quântico potencial do fotossistema II; Y<sub>II</sub> - rendimento quântico efetivo do fotossistema II; Y<sub>NPQ</sub> - rendimento quântico de dissipação regulada; A - taxas de assimilação líquida de carbono; gs - condutância estomática; EUA - eficiência do uso da água; Ci - concentração interna de carbono; Ci/Ca - relação entre a concentração interna e do ambiente de carbono e ; PROD - Produtividade

Observa-se na Tabela 3, que das 49 linhagens e cinco cultivares avaliadas 18 linhagens e duas cultivares (149 Nordestina e Sipeal 28) destacam no teor de carotenoides. A maior concentração de carotenoides foi observada na linhagem UFRB GPA com média de 2,68 mg g<sup>-1</sup> e na cultivar Sipeal 28 com média de 1,97 mg g<sup>-1</sup>. Os carotenoides tem papel importante tanto como pigmento acessório na absorção de energia luminosa nas antenas coletoras quanto mecanismo de fotoproteção através do ciclo das xantofilas. Os baixos teores de carotenoides, observados nas linhagens UFRB06, UFRB11, UFRB15, UFRB19, UFRB22, UFRB23, UFRB25, UFRB54, UFRB57,

UFRB75, UFRB86, UFRB88, UFRB89, UFRB101, UFRB151, UFRB160, UFRB182, UFRB213, UFRB217, UFRB220, UFRB221, UFRB222, UFRB227, UFRB232, UFRB239, UFRB242, UFRB248, UFRB254, UFRB255, UFRB258, UFRB264 e cultivares Mirante 10, EBDA MPA 17 e BRS 188 Paraguaçu podem indicar a ocorrência da fotoinibição nestas plantas.

**Tabela 3.** Valores médios da análise conjunta dos descritores fotossintéticos carotenoides (car), rendimento quântico de dissipação regulada ( $Y_{NPQ}$ ), condutância estomática (gs), transpiração (E), eficiência do uso da água (EUA), concentração interna de carbono (Ci) e relação entre a concentração interna e ambiente de carbono (Ci/Ca) e produtividade (PROD) avaliados em 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira em sistemas de sequeiro e irrigado, Cruz das Almas, 2016.

Lin/Cul	car	$Y_{NPQ}$	gs	E	EUA	Ci	Ci/Ca	PROD
UFRB06	1,59b	0,30a	0,40a	4,10b	5,17a	257,84a	0,71a	868,63b
UFRB11	1,01b	0,29a	0,39a	4,99b	4,71a	255,20a	0,70b	861,93b
UFRB14	1,92a	0,31a	0,36b	4,03b	5,23a	251,99a	0,69b	951,00b
UFRB15	1,68b	0,28a	0,42a	4,40b	5,08a	257,21a	0,71a	1213,53a
UFRB19	1,66b	0,29a	0,39a	5,21b	4,27b	254,20a	0,70b	773,93b
UFRB22	0,99b	0,21b	0,36b	5,55a	3,68b	247,10a	0,68b	802,32b
UFRB23	1,41b	0,30a	0,34b	4,34b	4,90a	249,59a	0,68b	863,17b
UFRB25	1,70b	0,31a	0,39a	5,60a	3,96b	257,74a	0,72a	899,15b
UFRB31	1,96a	0,30a	0,41a	4,24b	4,84a	257,34a	0,71a	1085,17a
UFRB32	1,78a	0,26b	0,42a	6,45a	3,16b	260,58a	0,72a	1113,48a
UFRB46	2,01a	0,31a	0,39a	4,67b	4,58a	245,63a	0,68b	1002,31a
UFRB54	1,55b	0,30a	0,46a	5,71a	3,89b	261,74a	0,73a	846,43b
UFRB57	1,31b	0,24b	0,40a	5,05b	4,14b	252,85a	0,70b	1342,18a
UFRB59	2,13a	0,27a	0,40a	5,39a	4,08b	248,39a	0,69b	691,45b
UFRB75	1,63b	0,29a	0,31b	4,49b	4,21b	246,59a	0,67b	1089,96a
UFRB85	1,88a	0,27b	0,40a	6,17a	3,24b	255,58a	0,71a	933,23b
UFRB86	1,32b	0,32a	0,43a	5,88a	3,75b	261,56a	0,73a	704,38b
UFRB88	1,73b	0,30a	0,41a	5,63a	3,72b	252,36a	0,70b	889,73b
UFRB89	1,10b	0,26b	0,40a	4,72b	4,29b	254,25a	0,70b	1100,10a
UFRB93	1,88a	0,22b	0,34b	4,81b	4,06b	246,28a	0,68b	1251,10a
UFRB101	1,31b	0,27b	0,32b	4,88b	4,09b	248,19a	0,69b	893,39b
UFRB134	2,04a	0,24b	0,49a	6,64a	3,30b	266,94a	0,74a	771,36b
UFRB151	1,40b	0,31a	0,41a	5,13b	3,97b	259,62a	0,72a	726,08b
UFRB160	1,30b	0,23b	0,46a	5,27b	4,18b	262,23a	0,73a	1145,89a
UFRB171	2,50a	0,30a	0,35b	4,84b	4,20b	252,72a	0,69b	740,78b
UFRB176	1,87a	0,26b	0,40a	4,48b	4,97a	253,65a	0,70b	1144,10a
UFRB182	1,69b	0,30a	0,37b	4,24b	4,72a	253,71a	0,69b	890,86b
UFRB213	1,37b	0,27a	0,41a	5,08b	4,41a	256,99a	0,71a	1154,95a
UFRB214	2,14a	0,28a	0,45a	6,70a	3,16b	264,47a	0,74a	1014,15a
UFRB217	1,09b	0,30a	0,42a	5,53a	3,93b	258,22a	0,72a	913,00b
UFRB219	1,93a	0,29a	0,42a	4,79b	4,31b	261,04a	0,72a	868,33b
UFRB220	1,55b	0,30a	0,42a	4,48b	4,79a	256,52a	0,71a	1395,60a
UFRB221	1,62b	0,27a	0,40a	4,66b	4,93a	259,43a	0,71a	1019,36a
UFRB222	1,46b	0,29a	0,43a	5,77a	4,02b	256,72a	0,72a	1016,27a

Continua...

Tabela 3. Cont...

Lin/Cul	car	$Y_{NPQ}$	gs	E	EUA	Ci	Ci/Ca	PROD
UFRB227	1,64b	0,30a	0,43a	5,48a	4,03b	256,55a	0,71a	790,51b
UFRB232	1,32b	0,23b	0,42a	5,35a	3,97b	256,75a	0,71a	1137,10a
UFRB233	2,02a	0,29a	0,45a	5,11b	4,25b	256,32a	0,71a	1230,33a
UFRB238	2,15a	0,28a	0,36b	5,22b	3,91b	253,47a	0,70b	828,35b
UFRB239	1,24b	0,23b	0,42a	5,48a	4,05b	256,94a	0,71a	1242,30a
UFRB241	1,75a	0,20b	0,45a	5,83a	3,96b	259,48a	0,72a	1027,31a
UFRB242	1,46b	0,38a	0,46a	5,73a	3,96b	262,28a	0,73a	995,64a
UFRB248	1,49b	0,31a	0,40a	5,55a	3,85b	255,83a	0,71a	688,60b
UFRB254	1,55b	0,31a	0,44a	4,71b	4,52a	259,84a	0,72a	1007,28a
UFRB255	1,40b	0,30a	0,39a	5,04b	4,52a	257,23a	0,71a	965,06b
UFRB258	1,68b	0,28a	0,38b	4,98b	4,52a	256,02a	0,70b	939,15b
UFRB262	2,19a	0,29a	0,40a	5,49a	3,88b	255,68a	0,71a	895,80b
UFRB264	1,66b	0,30a	0,53a	5,87a	3,93b	268,11a	0,75a	358,98b
MIRANTE 10	1,28b	0,31a	0,40a	5,72a	3,71b	255,92a	0,71a	795,27b
EBDA MPA 17	1,64b	0,26b	0,34b	5,95a	3,25b	245,75a	0,68b	1037,51a
NORDESTINA	1,93a	0,26b	0,41a	5,85a	3,66b	253,07a	0,70b	781,24b
PARAGUAÇU	1,39b	0,24b	0,45a	5,97a	3,95b	258,00a	0,72a	841,65b
SIPEAL 28	1,97a	0,31a	0,45a	5,13b	4,80a	257,26a	0,71a	817,08b
UFRB GPA	2,68a	0,28a	0,43a	6,35a	3,47b	254,90a	0,71a	688,92b

Car - teor de carotenoides ( $\text{mg g}^{-1}$ );  $Y_{NPQ}$  - rendimento quântico de dissipação regulada ( $\text{elétron quantum}^{-1}$ ); gs - condutância estomática ( $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); E - transpiração ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); EUA - eficiência do uso da água ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); Ci - concentração interna de carbono ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); Ci/Ca - relação entre a concentração interna e do ambiente de carbono ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e PROD - Produtividade ( $\text{Kg ha}^{-1}$ ). As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Os maiores valores de  $Y_{NPQ}$  foram observados em 25 linhagens e duas cultivares (Tabela 3). Estes resultados indicam que essas linhagens e cultivares apresentam maior capacidade em converter a energia luminosa absorvida em energia química pela separação fotoquímica de cargas nos centros de reação do fotossistema II da planta. O rendimento quântico de dissipação regulada ( $Y_{NPQ}$ ) indica a dissipação térmica que ocorre no centro de reação do fotossistema II da planta, através do ciclo das xantofilas (KLUGHAMMER e SCHREIBER, 2008).

. Verifica-se maior valor médio de  $6,70 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$  de transpiração (E) para linhagem UFRB 214 (Tabela 3). A transpiração é necessária ao crescimento e desenvolvimento do vegetal, pois nesse momento também ocorre a absorção de  $\text{CO}_2$ . Segundo Pinto et al. (2014) a transpiração atua como componente do resfriamento, reduzindo o calor absorvido pela radiação solar. As diferenças na taxa transpiratória entre as linhagens e cultivares da mamoneira podem ser explicadas pelo aumento na resistência estomática das plantas em sistema de sequeiro, que diminui a transpiração e incrementa a temperatura foliar (NOGUEIRA et al., 1998).

Para a EUA as linhagens e cultivares apresentam pouco sensíveis, não mostrando grandes diferenças no sistema sequeiro e irrigado. Os menores valores de EUA nas cultivares MIRANTE 10, EBDA MPA 17, 149 NORDESTINA e BRS 188 PARAGUAÇU possivelmente ocorreram em virtude da redução condutância estomática, a qual de acordo com Pinto et al. (2014) provoca redução na eficiência de assimilação através do processo fotossintético (Tabela 3).

Para produtividade média 40,82% das linhagens estudadas UFRB15, UFRB31, UFRB32, UFRB46, UFRB57, UFRB75, UFRB89, UFRB93, UFRB160, UFRB213, UFRB214, UFRB176, UFRB178. UFRB219. UFRB220, UFRB221, UFRB222, UFRB213, UFRB214, UFRB220, UFRB221, UFRB222, UFRB232, UFRB233, UFRB239, UFRB241, UFRB254 obitem produtividade acima de uma tonelada por hectare (Tabela 3). As linhagens UFRB 220 (1.395,6 Kg ha<sup>-1</sup>) e UFRB 57 (1.342,18 Kg ha<sup>-1</sup>) obitem um ótimo resultado por se aproximar da produtividade de 1500 kg ha<sup>-1</sup>, valor considerado adequado para o cultivo de mamona, sendo o valor estabelecido como referência para cultivares, desenvolvida pela Embrapa Algodão (CARTAXO et al., 2004).

O sistema de sequeiro apresentou maiores médias de pigmentos cloroplastídicos (chl a, car, chl t). A maior relação car/chl foi observada no sistema irrigado (Tabela 4). Conforme Engel e Poggiani (1991), a combinação entre as Chl a e Chl b e os pigmentos acessórios permite maior captação da energia luminosa, conferindo às plantas maior eficiência fotossintética, crescimento, plasticidade e adaptabilidade.

Verificou-se nos sistemas de sequeiro e irrigado diferenças significativas para Fo, Fm, Fv/Fm e Y<sub>II</sub> (Tabela 4). Destaque para Fo (243,13 elétron quantum<sup>-1</sup>) no irrigado indicando influencia da água disponibilizada para as plantas por meio da irrigação (Tabela 4). No sistema irrigado, observou-se diferença significativa de Fm, evidenciando valor máximo de 1037,46 elétron quantum<sup>-1</sup>. Isso representa um acréscimo de 10,96% comparado ao sistema de sequeiro (Tabela 4). Para Suassuna et al. 2010) isso representa a intensidade máxima da fluorescência, quando praticamente toda a quinona é reduzida e os centros de reação atingem sua capacidade máxima de reações fotoquímicas.

**Tabela 4.** Valores médios de descritores fotossintéticos em sistemas irrigado e sequeiro avaliados em 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira, Cruz das Almas, 2016.

Tratamento	Irrigado	Sequeiro
Chl a	2,75b	4,69a
Car	1,25b	2,08a
ChIT	5,21b	8,65a
Car/chl	0,34a	0,25b
Fo	243,13a	227,36b
Fm	1037,46a	923,69b
Fv/Fm	0,76a	0,75b
YII	0,48b	0,44a
YNPQ	0,27b	0,29a
A	17,64b	23,32a
Gs	0,29b	0,52a
E	5,08b	5,46a
EUA	3,66b	4,63a
Ci	244,49b	267,64a
CiCa	0,67b	0,75a

Chl a - clorofila a; Chl b - clorofila b; Car - carotenoides; Chl T - clorofila total; Chl a/b - razão entre clorofila a e clorofila b; Car/Chl T - razão entre clorofila total e carotenoides; F0 - fluorescência basal; Fm - fluorescência máxima; Fv/Fm - rendimento quântico potencial do fotossistema II; Y<sub>II</sub> - rendimento quântico efetivo do fotossistema II; Y<sub>NPQ</sub> - rendimento quântico de dissipação regulada; A - taxas de assimilação líquida de carbono; gs - condutância estomática; EUA - eficiência do uso da água; Ci - concentração interna de carbono; Ci/Ca - relação entre a concentração interna e do ambiente de carbono.

O Fv/Fm foi maior no sistema irrigado com valor equivalente a 0,76 elétron quantum<sup>-1</sup>. Para Maxwell e Johnson, (2000) a Fv/Fm tem sido empregada para detectar perturbações no sistema fotossintético causadas por estresses ambientais e bióticos. A diminuição da relação Fv/Fm é um indicador do dano fotoinibitório quando plantas estão sujeitas a estresses do ambiente incluindo frio e seca (CAMPOSTRINI, 2001). Estando de acordo com o resultado obtido com valor menor para o sistema de sequeiro sujeito ao maior estresse de ambiente.

Verifica-se que o rendimento quântico efetivo do FII (Y<sub>II</sub>) e o rendimento quântico de dissipação regulada (Y<sub>NPQ</sub>) foram maiores no sistema de sequeiro. Um aumento no rendimento em Y<sub>NPQ</sub> significa uma redução no aproveitamento da energia luminosa e conversão da mesma em energia fotoquímica, portanto há maior dissipação da luz em forma de calor e queda no rendimento em FSII, porém pode ser um bom indicador da alta capacidade da planta em combater a fotoinibição (GUIDI; DEGL'INNOCENTI, 2011).

As linhagens e cultivares de mamoneira no sistema irrigado apresentam valores menores de EUA que o sistema de sequeiro (Tabela 4). Silva et al. (2015) afirma que quanto menor a disponibilidade de água menor também será o grau de abertura estomática para reduzir a perda de água, conseqüentemente, a EUA é maior mantendo o mínimo de equilíbrio hídrico. Observa-se maior  $C_i$  ( $267,64 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e  $C_i/C_a$  ( $0,75 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) no sistema de sequeiro, indicando uma concentração interna maior de carbono (Tabela 4). O incremento nos valores de  $C_i$  é acompanhado de acréscimos na gs, quanto maior a abertura estomática maior a difusão de  $\text{CO}_2$  para a câmara subestomática da folha (NASCIMENTO, 2009). Resultados semelhantes foram observados por Magalhães (2012) em cultivo de pinhão manso com valores médios de  $C_i$  de  $260 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  no horário de 9:00 hs da manhã.

Na Tabela 5, encontram-se os valores médios da interação LC e SI para os descritores chl a/chl b e  $Y_{\text{NPQ}}$ . Observa-se nas linhagens e cultivares maiores concentrações do teor clorofila a/b em um maior número de plantas no sistema irrigado. A maior concentração do teor de clorofila a/b (2,99) foi observada na linhagem UFRB 222 em sistema irrigado. No sistema de sequeiro as linhagens UFRB 89, UFRB 222, UFRB 255 e a cultivar EBDA MPA 17 apresentam menores médias do teor de clorofila a/b (Tabela 5.) O aumento de clorofila b nas plantas irrigadas pode ser considerado como característica importante na cultura da mamoneira, uma vez que a clorofila b absorve energia em comprimento de onda diferentes da chl a e a transfere para o centro de reação, maximizando, assim, a captura energética que efetivamente atua nas reações fotoquímicas (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Para o  $Y_{\text{NPQ}}$  não foi observada diferença entre as linhagens e cultivares em sistema de sequeiro. No sistema irrigado 27,78% das linhagens e cultivares de mamoneira apresentaram valores de  $Y_{\text{NPQ}}$  significativo (Tabela 5).

No sistema irrigado a Sipeal 28 diferenciou das demais, isso indica maior capacidade desta cultivar em converter a energia luminosa absorvida em energia química pela separação fotoquímica de cargas nos centros de reação do Fotossistema II da planta.

**Tabela 5.** Valores médios da interação linhagens/cultivares (LC) e sistema sequeiro/irrigado (SC) para os descritores razão entre clorofila a e b (chl a/b) e rendimento quântico de dissipação regulada ( $Y_{NPQ}$ ) avaliados em 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira, Cruz das Almas, 2016.

Linhagens	chl a/b		$Y_{NPQ}$	
	Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro
UFRB6	1,03bA	1,26aA	0,29aA	0,32aA
UFRB11	1,07bA	0,96aA	0,29aA	0,28aA
UFRB14	1,04bA	1,11aA	0,30aA	0,32aA
UFRB15	1,05bA	1,28aA	0,31aA	0,25aA
UFRB19	1,16bA	1,26aA	0,33aA	0,26aA
UFRB22	1,19bA	1,55aA	0,14bA	0,29aB
UFRB23	1,16bA	1,27aA	0,28aA	0,31aA
UFRB25	1,33bA	1,35aA	0,30aA	0,33aA
UFRB31	1,35bA	1,57aA	0,32aA	0,27aA
UFRB32	1,23bA	1,19aA	0,22bA	0,31aA
UFRB46	1,31bA	1,13aA	0,27aA	0,34aA
UFRB54	1,36bA	1,60aA	0,27aA	0,33aA
UFRB57	1,16bA	1,55aA	0,20bA	0,28aA
UFRB59	1,27bA	1,25aA	0,28aA	0,27aA
UFRB75	1,22bA	1,45aA	0,30aA	0,28aA
UFRB85	1,33bA	1,17aA	0,24bA	0,29aA
UFRB86	1,40bA	1,13aA	0,32aA	0,31aA
UFRB88	1,16bA	1,34aA	0,29aA	0,31aA
UFRB89	1,61bA	1,12aB	0,21bA	0,30aA
UFRB93	1,24bA	1,25aA	0,18bA	0,27aA
UFRB101	1,15bA	1,18aA	0,26aA	0,27aA
UFRB134	1,22bA	1,24aA	0,20bA	0,28aA
UFRB151	1,23bA	1,60aA	0,33aA	0,29aA
UFRB160	1,18bA	1,63aA	0,20bA	0,27aA
UFRB171	1,17bA	1,10aA	0,27aA	0,33aA
UFRB176	1,18bA	1,37aA	0,25aA	0,27aA
UFRB178	1,30bA	1,31aA	0,21bA	0,31aA
UFRB182	1,24bA	1,27aA	0,27aA	0,32aA
UFRB213	1,27bA	1,25aA	0,27aA	0,28aA
UFRB214	1,35bA	1,22aA	0,21bA	0,34aB
UFRB217	1,40bA	1,25aA	0,33aA	0,28aA
UFRB219	1,20bA	1,46aA	0,33aA	0,25aA
UFRB220	1,47bA	1,31aA	0,35aA	0,24aB
UFRB221	1,03bA	1,38aA	0,29aA	0,26aA
UFRB222	2,99aA	1,39aB	0,30aA	0,28aA
UFRB227	1,42bA	1,35aA	0,28aA	0,32aA
UFRB232	1,59bA	1,31aA	0,17bA	0,28aB
UFRB233	1,46bA	1,27aA	0,32aA	0,27aA
UFRB238	1,70bA	1,40aA	0,29aA	0,27aA
UFRB239	1,39bA	1,32aA	0,20bA	0,26aA
UFRB241	1,85bA	1,50aA	0,11bA	0,29aB
UFRB242	1,53bA	1,51aA	0,30aA	0,46aB
UFRB248	1,60bA	1,32aA	0,33aA	0,29aA
UFRB254	1,60bA	1,53aA	0,34aA	0,28aA
UFRB255	1,66bA	1,16aB	0,25aA	0,34aA
UFRB258	1,39bA	1,36aA	0,25aA	0,32aA
UFRB262	1,72bA	1,45aA	0,30aA	0,28aA
UFRB264	1,49bA	1,53aA	0,29aA	0,31aA
MIRANTE 10	1,51bA	1,72aA	0,30aA	0,33aA
EBDA MPA 17	1,70bA	1,16aB	0,18bA	0,33aB
NORDESTINA	1,47bA	1,29aA	0,21bA	0,30aA
PARAGUAÇU	1,19bA	1,00aA	0,22bA	0,26aA
SIPEAL 28	1,55bA	1,09aA	0,35aA	0,28aA
UFRB GPA	1,37bA	1,14aA	0,28aA	0,29aA

As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas (linhagens) e maiúscula nas colunas (tratamentos) pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. LC - linhagens/cultivares, SC - sistema sequeiro e irrigado.

Na Tabela 6, é apresentada a contribuição dos descritores fotossintéticos e de produtividade para divergência genética entre as linhagens e cultivares estudadas. Os descritores que proporcionaram maior contribuição foram teor de clorofila total (ch T) 49,96%, teor de clorofila a (chl a) 26,00 % e teor clorofila b (chl b) 23,68% em sistema de sequeiro e teor clorofila b (chl b) 43,87%, teor de clorofila total (ch T) 26,54% e teor de clorofila a (Chl a) 19,08 % em sistema irrigado.

**Tabela 6.** Contribuição relativa conforme critério de SINGH (1981) para a divergência genética quanto aos descritores fotossintéticos e a produtividade (PROD) em 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira, em sistemas de sequeiro e irrigado, Cruz das Almas, BA, 2016.

Descritores	Irrigação	Sequeiro
	Valor %	Valor %
Chl a	19,08	26,00
Chl b	43,87	23,68
Car	0,59	0,03
Ch T	26,54	49,96
Chl a/Ch b	1,16	0,02
Car/Chl T	0,38	0,01
F <sub>0</sub>	0,73	0,01
F <sub>M</sub>	0,52	0,01
F <sub>v</sub> /F <sub>m</sub>	0,26	0,01
Y <sub>II</sub>	0,70	0,06
Y <sub>NO</sub>	0,48	0,00
Y <sub>NPQ</sub>	0,30	0,04
A	0,37	0,02
G <sub>s</sub>	0,81	0,02
E	1,31	0,01
EUA	0,13	0,02
C <sub>i</sub>	1,18	0,02
C <sub>i</sub> /C <sub>a</sub>	0,40	0,01
PROD	0,90	0,01

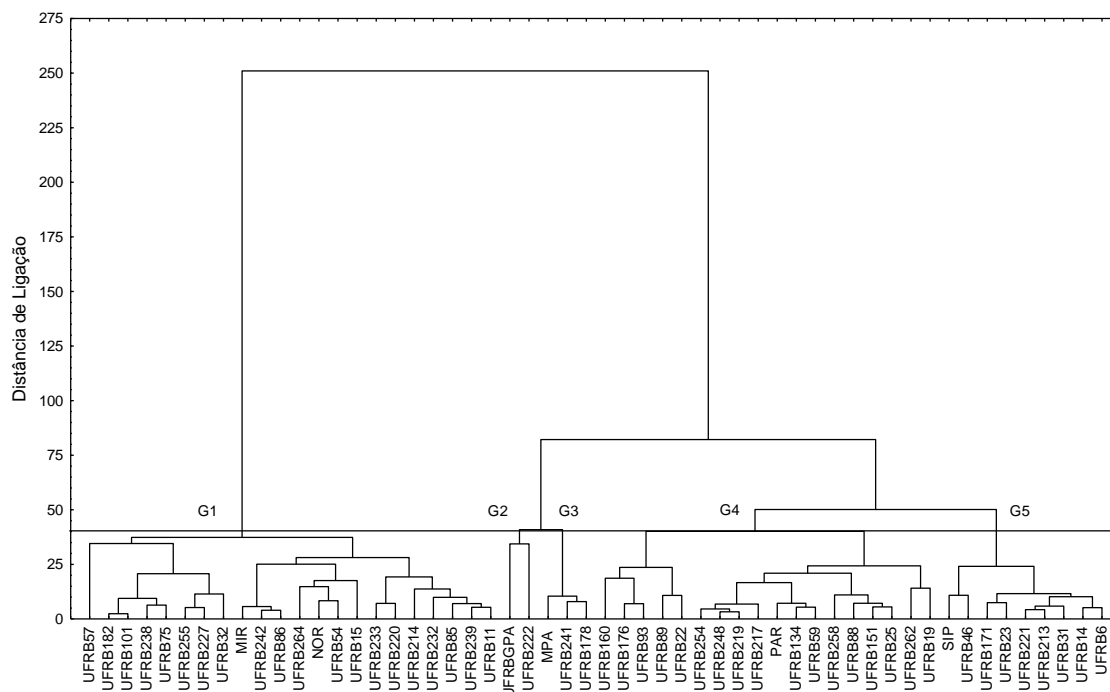
Chl a - clorofila a; Chl b - clorofila b; Car - carotenoides; Chl T - clorofila total; Chl a/b - razão entre clorofila a e clorofila b; Car/Chl T - razão entre clorofila total e carotenoides; F<sub>0</sub> - fluorescência basal; F<sub>m</sub> - fluorescência máxima; F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> - rendimento quântico potencial do fotossistema II; Y<sub>II</sub> - rendimento quântico efetivo do fotossistema II; Y<sub>no</sub> - rendimento quântico de dissipação não regular; Y<sub>NPQ</sub> - rendimento quântico de dissipação regulada; A - taxas de assimilação líquida de carbono; g<sub>s</sub> - condutância estomática; EUA - eficiência do uso da água; C<sub>i</sub> - concentração interna de carbono; C<sub>i</sub>/C<sub>a</sub> - relação entre a concentração interna e do ambiente de carbono e PROD - Produtividade.

A dissimilaridade dos grupos baseada na distância de Mahalanobis e o método de agrupamento Ward possibilitou a separação das linhagens e cultivares em cinco grupos no sistema irrigado mostrando que há dissimilaridade genética (Figuras 2).



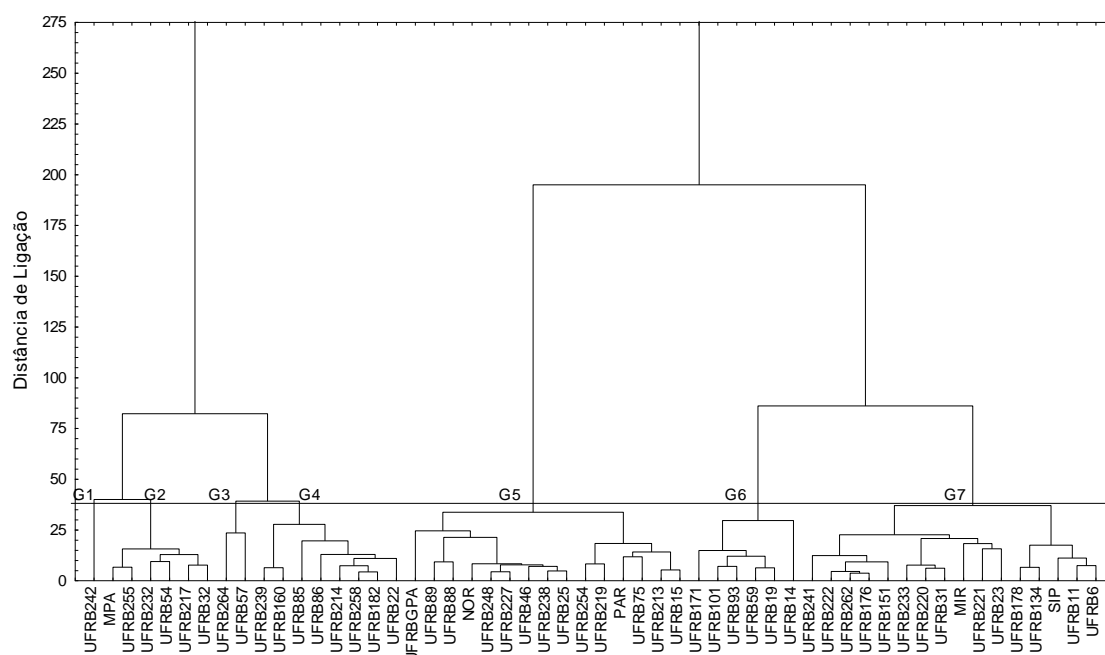
A detecção de dissimilaridade genética entre os genótipos é importante para a tomada de decisão na escolha de genitores a serem cruzados dentro do programa de melhoramento genético da espécie (MACHADO et al., 2013).

A maior distância genética (70,183) foi observada nas linhagens UFRB 46 (grupo 5) e UFRB 255 em sistema irrigado (grupo 1). A menor distância (2,419) nas linhagens UFRB 101 e UFRB 182 do grupo 1 (Figura 2).



**Figura 2.** Dendrograma da divergência genética entre 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira em sistema irrigado por descritores fotossintéticos, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis o método de agrupamento Ward, Cruz das Almas, BA, 2016.

O dendrograma da divergência genética das 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira em sistema de sequeiro, possibilitou a formação de sete grupos, apontando dissimilaridade genética a maior distância (205,04) foi representada pelas linhagens UFRB 14 e UFRB 232 e a menor distância (3,76) entre as linhagens UFRB 62 e UFRB 176.



**Figura 3.** Dendrograma da divergência genética entre 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira em sistema de sequeiro por descritores fotossintéticos, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis o método de agrupamento Ward, Cruz das Almas, BA, 2016.

Na Tabela 6, estão apresentados os grupos formados pelas respectivas linhagens e cultivares em sistema irrigado e de sequeiro. Os grupo 1 e 4 em sistema irrigado agrupam 37 linhagens e três cultivares, contemplando 74,07% das linhagens e cultivares de mamoneira cultivados em sistema irrigado. Já o grupo 2 também do sistema irrigado foi formado por apenas duas linhagens ou seja 3,70%. Enquanto que no sistema de sequeiro observar-se que os grupos 5 e 7 apresenta o maior número de linhagens e cultivares agrupando 27 linhagens e quatro cultivares, correspondendo 57,40% das linhagens e cultivares de mamoneira cultivados em sistema de sequeiro.

**Tabela 6.** Agrupamento de 49 linhagens e cinco cultivares de mamoneira em sistema sequeiro (SEQ) e irrigado (IRR), Cruz das Almas, BA, 2016.

Grupo	Linhagens e cultivares			Número	
	SEQ	IRR	SE	IR	
1	UFRB242	UFRB57, UFRB182, UFRB101, UFRB238, UFRB75, UFRB55, UFRB227, UFRB32, MIRANTE, UFRB242, UFRB86, UFRB264, NORDESTINA, UFRB54, UFRB15, UFRB233, UFRB220, UFRB214, UFRB232, UFRB85, UFRB239, UFRB11.	1	22	
2	MPA, UFRB255, UFRB232, UFRB54, UFRB217, UFRB32	UFRBGPA, UFRB222	6	2	
3	UFRB264, UFRB57	EBDA MPA 17, UFRB241, UFRB178	2	Cont	
4	UFRB239, UFRB160, UFRB85, UFRB86, UFRB214, UFRB258, UFRB182, UFRB22	UFRB160, UFRB176, UFRB93, UFRB89, UFRB22, UFRB254, UFRB248, UFRB219, UFRB217, PARAGUAÇU, UFRB134, UFRB59, UFRB258, UFRB88, UFRB151, UFRB25, UFRB262, UFRB19	8	18	
5	GPA, UFRB89, UFRB88, Nordeste, UFRB248, UFRB227, UFRB46, UFRB238, UFRB25, UFRB254, UFRB219, Paraguaçu, UFRB75, UFRB213, UFRB15	SIPEAL28, UFRB46 UFRB171, UFRB23, UFRB221, UFRB213, UFRB31, UFRB14, UFRB6	15	9	
6	UFRB171, UFRB101, UFRB93, UFRB59, UFRB19, UFRB14		6		
7	UFRB241, UFRB222, UFRB262, UFRB176, UFRB152, UFRB233, UFRB220, UFRB31, Mirante, UFRB221, UFRB23, UFRB178, UFRB134, Sipial28, UFRB1, UFRB6		16		

## CONCLUSÕES

1. Existe variabilidade genética nas linhagens e cultivares de mamoneira quanto aos descritores fotossintéticos em Cruz das Almas, BA.
2. No sistema irrigado concentra-se maior número de linhagens e cultivares com maiores valores de rendimento quantico de dissipação regulada e maior relação entre a clorofila a e clorofila b.
3. As linhagens UFRB 220 e UFRB 57 são mais produtivas tanto no sistema de sequeiro quanto no irrigado.

## REFERÊNCIAS

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

BILGER, W., SCHREIBER, U., BOCK, M. Determination of the quantum efficiency of photosystem II and of non-photochemical quenching of chlorophyll fluorescence in the field. **Oecologia**, v.102, p.425-432, 1995.

CAMPOSTRINI, M., HASENBUSCH, M., PELISSETTO, A., ROSSI., VICARI, E. Critical behavior of the three-dimensional XY universality class Phys. Rev. B63, 214503 (2001).

CARTAXO, W. V., BELTRÃO, N. E. M., SILVA, O. R. R. F., SEVERINO, L. S., SUASSUNA, N. D., SOARES, J. J. **O cultivo da mamona no semi-árido brasileiro. Campina Grande:** Embrapa Algodão, 2004. 20p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 77).

CHARRAD, M., GHAZZALI, N., BOITEAU, V., NIKNAFS, A. NbClust: An examination of indices for determining the number of clusters. **R package version 1.4.** Disponível em: <http://cran.r-project.org/web/packages/NbClust/index.html>, 2011.

CORRÊA, K. G; FERNANDES, P. D; GHEY, H. R; NOBRE, R. G; SANTOS, T. S.: Crescimento, produção e características da fluorescência da clorofila a em amendoim sob condições de salinidade. Ver. **Ciências Agrônômicas.**, Fortaleza, v 40, n 4,p. 514-5210out-dez, 2009.

CRUZ, C. D. Programa Genes - **Aplicativo computacional em genética e estatística.** 2014. Disponível em: [www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm](http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm)

ENGEL, V. L., POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.3, n.1, p.39-45, jun. 1991.

DAMATTA, F. M; MAESTRI, M.: Photoinhibition and recovery of photosynthesis in Coffea arábica and C. canephora. *Photosynthetica* 34 : 439-446. 1997

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas.** Lavras: Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Exatas, 2000. 66p

GUIDI, L., DEGL'INNOCENTI E. Imaging of Chlorophyll a Fluorescence: A Tool to Study Abiotic Stress in Plants, *Abiotic Stress in Plants - Mechanisms and Adaptations*, Prof. Arun Shanker (Ed.), InTech,2011

HISCOX, J.D., ISRAELSTAM, G.F. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. **Canadian Journal & Botany.**, v.57, p.1132-1334, 1979

KRAMER, D.M., JOHNSON, G., KIIRATS, O., EDWARDS, G.E. New fluorescence parameters for the determination of QA redox state and excitation energy fluxes. **Photosynthesis Research**, v.79, p.209-218, 2004.

KLUGHAMMER, C., SCHREIBER, U. Complementary PSII quantum yield calculated from simple fluorescence parameters measured by PAM fluorometry and the Saturation Pulse method. **PAM Application Notes** 1:27-35, 2008. <http://www.walz.com/>

LAISK, A., LORETO, F. Determining photosynthetic parameters from leaf CO<sub>2</sub> exchange and chlorophyll fluorescence. **Plant Physiology** 110:903-912, 1996.

LIMA, M. A., CARVALHO, D. F., SOUZA, A. P. ROCHA, H. S., GERRA, J. G. M.: Desempenho do cultivo de berinjela em plantio direto submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p. 604-610, 2012.

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

MAGALHÃES, I. D.: **Eficiência fotoquímica e rendimento de pinhão manso irrigado com águas salinizadas**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande. 68p 2012.

MAXWELL, K., JOHNSON, G. N. Chlorophyll fluorescence: a practical guide. **Journal of Experimental Botany**, v. 51, p. 659-668, 2000.

PINTO, C. M.; Távora, F. J. A. F., PINTO, O. R. O.: Relações hídricas, trocas gasosas em amendoim, gergelim e mamona submetidos a ciclos de deficiência hídrica. **Revista AGROTEC** – v. 35, n. 1, p 31–40, 2014.

NASCIMENTO, A. H. C. et al. Desenvolvimento da mamoneira com diferentes níveis de calagem em um Latossolo Vermelho-Amarelo compactado. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, v. 5, n. 2, p. 163-169, 2010.

NOGUEIRA, R. J. M. C., SANTOS, C. R. DOS, NETO, E. B, SANTOS, V. F. DOS. Comportamento fisiológico de duas cultivares de amendoim a diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.12, p.1963-1969, dez.1998.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2014. Disponível em: <http://www.R-project.org/>

RIBEIRO, L. P. et al. Levantamento detalhado dos solos, capacidade de uso e classificação de terras para irrigação da Estação de plasticultura da Universidade Federal da Bahia/Politeno em Cruz das Almas (BA). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 19, p. 105-113, 1995.

RODRIGUES, L. N., NERY, A. R., FERNANDES, P. D., BELTRÃO, N. E. DE M., GHEYI, H, R. Crescimento e produção de bagas da mamoneira irrigada com água residuária doméstica. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.13, p.825-835, 2009.

SILVA, F. V. F., MENDES, B. S., ROCHA, M. S., NETO. J. F. B., N. E. M., BELTRÃO., SOFIATTI, V.: Photosynthetic pigments and gas exchange in castor bean under conditions of above the optimal temperature and high CO<sub>2</sub>. **Acta Sci., Agron.** vol.37 no.3 Maringá July/Sept. 2015.

SILVA, F. G., DUTRA, W. F., DUTRA, A. F., OLIVEIRA, I. M.,. FILGUEIRAS, L.M. B.: MELO, A. S.: Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira. Engenharia. Agrícola. Ambiental**, v.19, n.10, p.946–952, 2015.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. *The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, v.41, n.1, p.237 -245, 1981.

SOUZA, A. S; TÁVORA, F. J. A. F; PITOMBEIRA, J. B; BEZERRA, F. M. L. Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. I - Componentes de produção. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, p.414-421, 2007.

STATSOFT, inc. Statistica for windows (data analysis software system), version 7.1 Statsoft, Tulsa, Oklahoma (USA), 2005.

SUASSUNA, J. F., MELO, A. S. DE; SOUSA, M. S. S., COSTA, F. S., FERNANDES, P. D., PEREIRA, V. M., BRITO, M. E. B. Desenvolvimento e eficiência fotoquímica em mudas de híbrido de maracujazeiro sob lâminas de água. **Bioscience Journal**, v.26, p.566-571, 2010.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.719p.

WELLBURN, A. R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carenoids, using various solvents with spectrophotometers os different resolution. **Journal of Plant Physiology**, v. 144, p. 307-313, 1994.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As linhagens e cultivares de mamoneira avaliada em sistema de sequeiro e irrigado evidenciam variabilidade genética com base nos descritores morfoagronômicos e fotossintético, para a maioria dos descritores avaliados, que exibem distribuição em várias classes fenotípicas.

Diante disso a identificação de diferentes constituições genéticas através da caracterização morfoagronômica e fisiológica e a avaliação do desempenho produtivo das linhagens e cultivares no sistema de sequeiro e irrigado contribui para identificar características morfológicas e agronômicas de interesse para programa de melhoramento e futuro lançamentos de cultivares com características que facilitem os tratos culturais, mais adaptadas a diferentes



condições ecológicas e com boa produtividade. Os descritores que apresentam maiores entropias foram coloração do caule e estatura da planta.

O uso da irrigação deve ser considerado no cultivo da mamoneira, constituindo em possibilidade de intervenção na forma de cultivo tradicional da mamoneira visando garantir a produção diante das adversidades edafoclimáticas. Como já proposto em outros trabalhos a mamoneira é sensível ao estresse hídrico na sua fase inicial de desenvolvimento e do crescimento. A fotossíntese líquida ou aparente pode ser reduzida pelo excesso de água no meio edáfico ou pelo estresse hídrico no ambiente. Considerando a divergência genética entre as linhagens e cultivares os resultados foram satisfatório para o programa de melhoramento genético, apresentam variabilidade genética é portanto, importante no processo de seleção de novas cultivares e/ou usadas em hibridações genéticas.