

---

## **DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE MAMONA EM DEZ MUNICÍPIOS DE ALAGOAS.**

*Marcelo Cavalcante*

Setor Melhoramento Genético de Plantas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Campus Delza Gitai, BR 104 Norte, Km 85, CEP 57100-000, Rio Largo, Alagoas, Brasil. Email: marcelo.agronomia@gmail.com

*Stênio Lopes Paixão*

Setor Melhoramento Genético de Plantas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Campus Delza Gitai, BR 104 Norte, Km 85, CEP 57100-000, Rio Largo, Alagoas, Brasil.

*Paulo Vanderlei Ferreira*

Setor Melhoramento Genético de Plantas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Campus Delza Gitai, BR 104 Norte, Km 85, CEP 57100-000, Rio Largo, Alagoas, Brasil.

*José Antônio da Silva Madalena*

Setor Melhoramento Genético de Plantas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Campus Delza Gitai, BR 104 Norte, Km 85, CEP 57100-000, Rio Largo, Alagoas, Brasil. Email: jasmufal@gmail.com

*João Gomes da Costa*

Embrapa Tabuleiros Costeiros, UEP Rio Largo-AL, BR 104 Norte, Km 85, CEP 57100-000, Rio Largo, Alagoas, Brasil.

**Resumo** - O objetivo deste trabalho foi avaliar a divergência genética entre acessos de mamoneiras, por meio de coletas de racemos com sementes de dez municípios do Estado de Alagoas no ano de 2007. As variáveis analisadas foram: o peso de 100 sementes (P100) e da casca das 100 sementes (PC100); os comprimentos transversais (CTS) e longitudinais das sementes (CLS); o comprimento útil do racemo (CUR); e teor de óleo das sementes (TOS). Para a estimativa da divergência genética, utilizou-se a metodologia das componentes principais, sendo os municípios agrupados pela metodologia de Tocher. Correlações fenotípicas entre as variáveis e a altitude (ALT) dos municípios de coleta foram realizadas. Existe significativa divergência genética entre os acessos, cujas variâncias acumuladas nos dois primeiros componentes principais foram de 82,15%, sendo as variáveis P100 e PC100, aquelas que mais contribuíram para a divergência. Foram formados quatro grupos pela metodologia de Tocher, apontando perspectivas de trabalhos futuros visando explorar a variabilidade encontrada entre os acessos de mamoneiras nos municípios. As correlações mostraram-se positivas entre algumas variáveis, destacando-se a altitude, que parece ter influência, especialmente, sobre a variável P100, mas não sobre o TOS.

**Palavras-chave:** *Ricinus communis*, recursos genéticos, germoplasma, análise multivariada.

## **GENETIC DIVERGENCE AMONG CASTOR BEAN ACCESSIONS IN TEN MUNICIPALITIES OF ALAGOAS**

**Abstract** - Aiming to evaluate the genetic divergence among *castor bean* accessions through collections of racemos with seeds of ten municipalities in the State of Alagoas in the year 2007. The variables were analyzed: weight of 100 seeds (W100), weight of the 100 seed coats (WC100); transversal (TLS) and longitudinal lengths of the seed (LLS); raceme length (LR); e content oil of the seeds (OCS). For the evaluation of genetic divergence was used the principal components analysis and the cluster were made using the Tocher method. Phenotypic correlations between the variable and the altitude (ALT) of the collection places were also carried through. Exist significant divergence between the accessions, indicated for the two first principal components, that explained 82.15% of the existing variability. The variables W100 and WC100 were those that more contributed for the observed divergence. Four groups were formed by Tocher' methodology, showing possibilities of future works to explore the variability found in castor bean accessions. The correlations were positive between some variables, like the altitude, that seems to have especially influenced the W100 variable, but not on OCS.

**Keywords:** *Ricinus communis*, genetic resources, germplasm, multivariate analysis.

## INTRODUÇÃO

A mamona (*Ricinus communis* L.), por ser uma das espécies vegetais promissoras para a produção do óleo vegetal, está incluída entre as utilizadas no Programa Nacional do Biodiesel (Lei 11.097 de 13 de Janeiro de 2005). Para subsidiar a demanda instalada, instituições como a Embrapa e outros centros de pesquisas têm desenvolvido rigorosos programas de melhoramento genético, principalmente visando ao aumento da produtividade.

O Estado de Alagoas, por meio do Programa de Melhoramento Genético de Plantas do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA – UFAL), vem desenvolvendo pesquisas com o objetivo de obter variedades de várias espécies vegetais – dentre elas a mamona –, para as condições edafoclimáticas das regiões produtoras do Estado e, com isso, diversificar os produtos e melhorar a renda dos produtores.

O melhoramento genético de plantas se alicerça na exploração dos recursos genéticos naturais, que, por sua vez, propiciam a matéria-prima necessária para as transformações genéticas das espécies de importância econômica. Estudar a distribuição da variância genética entre e dentro de populações de uma espécie é de fundamental importância para delimitar as estratégias ótimas para a conservação, manejo e melhoramento de organismos em geral (Sebbenn *et al.*, 1999).

Considerando que a avaliação da variabilidade genética poderá ser inferida por vários métodos, a escolha da metodologia mais adequada deve ser realizada em função da precisão desejada, da facilidade de análise e da forma com que os dados foram obtidos. Cruz & Regazzi (2001) sugerem a utilização dos métodos biométricos que são analisados pela estatística multivariada por permitir

unificar múltiplas informações de um conjunto de caracteres. Dentre os métodos, Cruz (1990) recomenda a utilização da análise de componentes principais para a avaliação da divergência genética em experimentos que não contemplam repetições, pela dificuldade na quantificação da influência do ambiente que atua sobre as constituições genéticas. Ferreira (1996) acrescenta que os componentes principais são uma técnica de análise intermediária e, portanto não se constituem em um método final e conclusivo. Esse tipo de análise se presta fundamentalmente como um passo intermediário em grandes investigações científicas.

Neste sentido, com a utilização da metodologia pertinente, a avaliação da divergência genética se traduz numa importante ferramenta que o melhorista pode lançar mão objetivando a identificação das combinações híbridas de maior efeito heterótico (Cruz & Regazzi, 2001). Estudos da divergência genética por meio de análise multivariada têm sido empregados com várias espécies, incluindo a mamona (Costa, 2006; Costa *et al.*, 2006; Figueiredo Neto *et al.*, 2004) e mandioca (Vidigal *et al.*, 1997), com resultados promissores.

Diante do exposto, este trabalho pretende avaliar a divergência genética entre acessos de mamonas de dez municípios do Estado de Alagoas.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Sementes do CECA - UFAL, localizado no Campus Delza Gitaí, Rio Largo, Estado de Alagoas, no ano de 2007. O material utilizado foi constituído de acessos de mamoneiras provenientes de dez municípios do Estado de Alagoas (Tabela 1).

**Tabela 1.-** Localização geográfica (coordenadas) e altitude (m) de dez municípios do Estado de Alagoas.

Municípios	Coordenadas		Altitude (m)
	Latitude (Sul)	Longitude (Oeste)	
Atalaia	-09:30:07	-36:01:22	54
Cajueiro	-09:23:48	-36:09:13	102
Capela	-09:24:27	-36:04:25	84
Chã Preta	-09:15:19	-36:17:46	463
Marechal Deodoro	-09:42:37	-35:53:42	31
Messias	-09:23:00	-35:50:30	148
Paulo Jacinto	-09:21:58	-36:22:11	292
Pilar	-09:35:50	-35:57:24	13
Rio Largo	-09:28:42	-35:51:12	39
Viçosa	-09:22:17	-36:14:27	210

Racemos com sementes de acessos de mamona foram coletados, formando um composto genético, e levados ao laboratório onde as sementes foram ensacadas

e etiquetadas, tomando-se as seguintes variáveis: peso de 100 sementes (P100) e da casca das 100 sementes (PC100), em gramas; comprimento transversal (CTS) e

longitudinal da semente (CLS), em milímetros; comprimento útil do racemo (CUR), em centímetros; e teor de óleo das sementes (TOS), em porcentagem.

As sementes foram identificadas de acordo com seu respectivo município e separadas de suas cascas. Tomou-se, então, uma amostra de 100 sementes, que foram acondicionadas em sacolas plásticas para serem,

Em virtude das diferentes escalas de mensuração dos dados originais, esses foram padronizados e, em seguida, foi realizada a análise multivariada para avaliação da divergência genética, utilizando-se o método dos componentes principais, seguindo as recomendações de Cruz & Regazzi (2001).

As variáveis de maiores pesos nos últimos autovetores foram consideradas de menor importância para a divergência genética e, portanto, passivas de descarte. Depois de determinada a divergência, foi realizado o agrupamento pela metodologia proposta por Tocher. Estimativas de correlação fenotípica entre todas

então, pesadas com o auxílio de uma balança analítica digital. Posteriormente à pesagem, foram feitas as medições com o auxílio de um paquímetro. O comprimento do racemo foi medido com uma régua de 50 cm, e o teor de óleo das sementes foi determinado por meio do Método de Soxhlet, no Laboratório de Sistemas de Separação e Otimização de Processos as variáveis e a altitude dos municípios de coleta foram realizadas (Ferreira, 2000). Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software Genes (Cruz, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas dos autovalores ( $\lambda_j$ ) correspondentes aos primeiros componentes principais, suas variâncias associadas e os coeficientes de ponderação (autovetores) estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Estimativas dos autovalores ( $\lambda_j$ ) correspondentes às porcentagens de variação explicadas pelos componentes principais e respectivos autovetores (coeficiente de ponderação) das seis variáveis<sup>1</sup> avaliadas em acessos de mamona. Rio Largo, Estado de Alagoas, 2007.

Componentes Principais	Autovalores		Autovetores					
	$\lambda_j$	$\lambda_j$ (%)	CLS	CTS	CUR	P100	PC100	TOS
Y1	3,4911	58,18	0,43	0,49	-0,17	0,52	0,51	-0,09
Y2	1,4379	82,15	0,43	-0,18	0,68	0,12	0,02	0,55
Y3	0,7838	95,21	-0,201	0,10	-0,51	0,01	0,05	0,83
Y4	0,1355	97,47	0,39	0,55	-0,08	-0,18	-0,71	0,03
Y5	0,10737	99,26	0,445	-0,63	-0,44	0,35	-0,28	-0,07
Y6	0,0444	100,0	0,48	-0,11	-0,20	-0,75	0,39	-0,01

<sup>1</sup>: CLS – comprimento longitudinal da semente; CTS – comprimento transversal da semente; CUR – comprimento útil do racemo; P100 – peso de 100 sementes; PC100 – peso da casca de 100 sementes; TOS – teor de óleo da semente.

De acordo com os dados avaliados referentes às seis variáveis (Tabela 2), os dois primeiros componentes principais explicam 82,15% da variabilidade total existente. Estes resultados são superiores dos recomendados por López & Hidalgo (1994), Ferreira (1996), Rencher (2002), Timm (2002) e Härdle & Simar (2003), que recomendam mais de 70% da variância total para os primeiros componentes principais. Contudo, Cruz & Regazzi (2001), recomendam mais de 80% da variância acumulada nos primeiros componentes principais. Neste sentido, os resultados estão superiores aos recomendados por estes autores. Kaiser (1960) estabeleceu o critério para a seleção das componentes quando o valor próprio for superior a unidade. Neste sentido, os dois primeiros componentes principais atendem aos critérios para inferência da divergência genética.

As variáveis que mais contribuíram para a variância total foram o P100 e o peso PC100, com coeficiente de ponderação de 0,52 e 0,51, respectivamente. No segundo componente, destacaram-se o CUR e o TOS, com coeficiente de ponderação de 0,68 e 0,55, respectivamente. Essas, portanto, seriam as variáveis mais responsivas nos processos seletivos entre as populações de mamona. No entanto, quando avaliado o sexto componente principal, a variável que menos contribuiu para o processo seletivo, sendo, portanto, passiva de descarte, foi o P100, cujo autovetor ou coeficiente de ponderação foi de -0,75.

Resultados mais expressivos foram encontrados por Figueiredo Neto *et al.* (2004), que avaliaram a divergência genética de sementes de acessos de mamona encontrando variância total nos dois primeiros componentes de 96,54%. Os autores ainda observaram que as variáveis que mais contribuíram para a divergência

genética foram o comprimento (-0,633) e o peso de 100 sementes (-0,503).

Resultados superiores também foram encontrados por Costa *et al.* (2006), ao avaliar a divergência genética entre acessos e cultivares de mamona, encontraram 94,39% da variância total. Resultados similares a este foram encontrados por Vidigal *et al.* (1997), com mandioca (95,11%). Contudo, Costa (2006), encontrou resultados inferiores aos da presente pesquisa, com variância acumulada de 78% nos dois primeiros componentes principais na análise da divergência genética em híbridos de mamona.

A identificação dos grupos realizada pelo método de agrupamento proposto por Tocher possibilitou a divisão dos dez municípios alagoanos em quatro grupos (Tabela 3). Nesta análise, o grupo I foi formado por quatro municípios (Capela, Messias, Paulo Jacinto e Rio Largo); o grupo II foi formado por três municípios (Cajueiro, Chã Preta e Pilar); o grupo III apresentou dois municípios (Atalaia e Marechal Deodoro), e o grupo IV foi formado por apenas um município (Viçosa). Estes resultados mostram que os acessos coletados em municípios pertencentes a um mesmo agrupamento apresentam alta similaridade e alta dissimilaridade entre grupos distintos.

De acordo com Amorim Neto *et al.* (2001), a mamona é uma cultura que depende da altitude para maiores ganhos na produtividade, ou seja, é uma espécie altamente responsiva quando cultivada em altitude que varia de 300 a 1.500 metros. De acordo com a Tabela 3, a altitude teve influência no CTS, P100 e no PC100, mas não influenciou no CLS, no CUR e no TOS. Estes resultados vêm a corroborar com as inferências feitas pelos autores.

**Tabela 3.** Agrupamento estabelecido pelo método de Tocher entre dez municípios de Alagoas avaliados por seis características de acessos de mamona. Rio Largo, Estados de Alagoas, 2007.

Grupos	Municípios
I	Capela, Messias, Paulo Jacinto e Rio Largo
II	Cajueiro, Chã Preta e Pilar
III	Atalaia e Marechal Deodoro
IV	Viçosa

Na Tabela 4, encontra-se o coeficiente de correlação linear simples das seis variáveis da mamona asselvajada e a altitude dos municípios de coleta.

Observa-se que houve correlação positiva significativa, de alta magnitude, pelo teste t, a 1% de probabilidade, entre as associações CLS x P100, CLS x PC100, CTS x P100, CTS x PC100, CTS x ALT, P100 x PC100 e PC100 x ALT, com 0,84, 0,73, 0,83, 0,85, 0,78, 0,92 e 0,81%, respectivamente. A correlação entre o P100 x ALT, foi significativa pelo teste t a 5% de probabilidade de erro, com 0,66%. As demais correlações não apresentaram significância estatística a 5% de probabilidade. Uma vez que o P100 é uma variável passiva de descarte pela técnica dos componentes principais, esta poderá ser descartada, por apresentar correlação de alta magnitude com o CLS e o CTS da semente.

**Tabela 4.** Estimativa dos coeficientes de correlação linear simples entre seis componentes de produção da mamona asselvajada e a altitude dos municípios de coleta. Rio Largo, Estado de Alagoas, 2007.

VARIÁVEIS <sup>1</sup>	CTS	CUR	P100	PC100	TOS	ALT
CLS	0,62 ns	0,22 ns	0,84**	0,73*	0,06 ns	0,43 ns
CTS	-	-0,49 ns	0,83**	0,85**	-0,24 ns	0,78**
CUR		-	-0,19 ns	-0,29 ns	0,27 ns	-0,60 ns
P100			-	0,92**	-0,08 ns	0,66*
PC100				-	-0,13 ns	0,81**
TOS					-	-0,43 ns

<sup>1</sup>: CLS – comprimento longitudinal da semente; CTS – comprimento transversal da semente; CUR – comprimento útil do racemo; P100 – peso de 100 sementes; PC100 – peso da casca de 100 sementes; TOS – teor de óleo da semente; ALT – altitude.

\*\*\*, ns: Significativo a 1 e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste t.

## CONCLUSÕES

Fica evidente a existência de divergência genética entre acessos de mamona dos dez municípios alagoanos, mostrada pela formação de quatro grupos. A altitude parece exercer influência, importante especialmente, sobre o peso de 100 sementes, mas não sobre o teor de óleo da semente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM NETO, M.S. Clima e Solo. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa – SCT, 2001. cap. 2, p. 37-61.

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

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

CRUZ, C.D. Programa Genes - Aplicativo computacional em genética e estatística, versão 2007.0.0. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm>>. Acesso em: 15 dez. 2007.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Imprensa Universitária, 2001.

FERREIRA, D.F. **Análise multivariada**. Lavras – MG. 1996.

FERREIRA, P.V. **Estatística Experimental Aplicada à Agronomia**. 3. ed. Maceió. EDUFAL, 2000.

FIGUEIREDO NETO, A. ALMEIDA, F.A.C.; GOUVEIA, J.P.G.; NÓBREGA, M.B.M.; CARNEIRO, R.M.; PEDROZA, J.P. Divergência genética em acessos de mamona (*Ricinus communis* L.) baseada nas características das sementes. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Paraíba, v. 4, n. 2, p. 1–10, 2004.

HÄRDLE, W.; SIMAR, L. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. Berlin: MD Tech. 2003. 488p.

KAISER, H.F. The application of electronic computers to factor analysis. **Educational and Psychological Measurement**, v. 20, p. 141-51, 1960.

LÓPEZ, J.A.; HIDALGO, M.D. Análisis de componentes principales y análisis factorial. In: ATO, M.; LÓPEZ, J.J. (eds). **Fundamentos de estadística con Systat**. Addison Wesley Ibero-Americana. 1994, p. 457–503.

RENCHER, A.C. **Methods of Multivariate Analysis**. New York: Wiley-Interscience. 2002. 740p.

SEBBENN, A.M.; SIQUEIRA, A.C.M.F.; KAGEYAMA, P.Y.; DIO JÚNIOR, O.J. Variação genética entre e dentro de populações de amendoim - *Pterogyne nitens*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 56, p. 29–40, 1999.

TIMM, N.H. **Applied Multivariate Analysis**. New York: Springer-Verlag. 720p.

VIDIGAL, M.C.G. VIDIGAL FILHO, P.S.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; BRACCINI, A.L. Divergência genética entre cultivares de mandioca por meio de estatística multivariada. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 2, p. 263–271, 1997.