

Determinação da divergência genética entre acessos de mamoneira por meio de caracteres binários e multicategóricos

Determination of genetic divergence among castor bean accesses by using binary and multicategorical characters

Helen Cristina de Arruda Rodrigues^{1*}, Samuel Pereira de Carvalho², Alexandre Alves de Carvalho²

Recebido em 03/06/2013; aprovado em 04/07/2014.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi caracterizar morfológicamente e avaliar a diversidade genética entre 15 acessos de mamona (*Ricinus communis*). O experimento em delineamento em blocos ao acaso, com 15 tratamentos e três repetições, foi implantado em Latossolo Vermelho distroférrico em Lavras, MG. Os dados foram submetidos à análise de variância, obtendo-se as distâncias genéticas entre os acessos e com base nessas distâncias realizou-se análise de agrupamento e análise dos componentes principais para determinação da divergência genética. Houve formação de três grupos, ou seja, constatou-se a divergência genética na matriz de dissimilaridade. O grupo I formado por 12 genótipos, o grupo II, por dois genótipos e o grupo III, apenas por um, o acesso nove. A utilização dos caracteres multicategóricos mostrou-se eficiente para a determinação da divergência genética entre acessos de mamona.

PALAVRAS-CHAVE: *Ricinus communis* L., variabilidade genética, agrupamento.

ABSTRACT

The objective of this work was to characterize morphologically and to evaluate the genetic diversity between fifteen groups of castor bean

(*Ricinus communis*). The experiment was conducted in a randomized blocks design with fifteen treatments and three replications and was carried out in dystroferic Red Latosol in Lavras, MG, Brazil. Data was submitted to variance analysis, getting the genetic distances between the groups and on the basis of these distances, based on multivariate analysis, the genetic divergence was determined by using cluster analysis and principal components analysis. Three groups were formed, so that it was evidenced genetic divergence in the dissimilarity matrix. Group I formed by twelve genotypes, group II formed by two genotype and group III formed by one genotype, access nine. The use of multicategorical characters was efficient for the determination of genetic divergence among castor beans.

KEYWORDS: *Ricinus communis* L., genetic variability, cluster.

INTRODUÇÃO

A mamona (*Ricinus communis* L.) tem sido considerada uma espécie de grande importância para o Brasil (LUZ, 2012). Segundo a mesma autora, dentre as oleaginosas cultivadas no país, a mamoneira se destaca, em razão das características peculiares do óleo extraído diretamente de suas sementes, podendo ser amplamente utilizado na indústria e fonte de matéria-prima para a

¹ Departamento de Tecnologia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FUCAV, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, CEP 14884-900, Jaboticabal, SP, Brasil. Email: helenarruda11@gmail.com. *Autora para correspondência.

² Universidade Federal de Lavras – UFLA. Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras, MG, Brasil.

fabricação de biodiesel, apresentando-se como espécie promissora para este fim.

É cultivada comercialmente em mais de 15 países, sendo os principais produtores a Índia, a China e o Brasil. A Índia, principal país produtor, contribui com 68,2%, dominando, conseqüentemente, a produção de óleo. A China encontra-se em segundo lugar, sendo responsável por 14,6% da produção mundial que é totalmente destinada para o próprio consumo, e o Brasil vem em terceiro com 9,2%. Estes três países produzem 92% de toda mamona comercializada no mundo (SANTOS et al., 2007).

No Brasil, a produção está concentrada principalmente no semi-árido e no Estado da Bahia, com mais de 80% da produção e da área plantada (CARVALHO, 2005). No que se refere à produtividade média, o Brasil, com estimativa de 587 kg ha⁻¹, situa-se abaixo da Índia e da China, cujas produtividades médias são de 1.064 e 954 kg ha⁻¹, respectivamente (FAO, 2008).

A baixa produtividade nacional deve-se, principalmente, à utilização de sementes de baixo potencial genético, bem como de cultivares não adaptadas às regiões de cultivo (COSTA et al., 2006).

Segundo Machado et al. (2013), a implementação de estratégias que possibilitem o desenvolvimento de cultivares de mamoneira com maiores teores de óleo e ajustadas às diferentes condições ambientais, é imprescindível para que a cultura da mamona se consolide como importante componente do programa nacional de produção de biodiesel.

Para atender a essas perspectivas de uso, torna-se importante, também, a obtenção de cultivares que possam aumentar a produção do fruto, com resistência às principais pragas e doenças da cultura, aproveitando-se melhor a variabilidade genética da espécie (CARVALHO, 2005) e as diversas condições edafo-climáticas do país.

Em decorrência disso, a descrição morfológica e agrônômica dos materiais torna-se importante na avaliação e caracterização de cultivares, por possibilitar a classificação

comercial das variedades e a identificação de materiais com características desejáveis, sendo a produtividade de bagas e de sementes a mais procurada por produtores (SILVA, 1981). Essa caracterização e avaliação são essenciais tanto para estabelecer diferenças ou semelhanças entre acessos de germoplasma como para estimular sua utilização para resgatar o desenvolvimento das culturas (FIGUEIREDO NETO et al., 2004).

De acordo com Falconer (1987), a variabilidade genética de uma população segregante, necessária nos processos seletivos, é resultante da divergência genética entre os parentais envolvidos nos cruzamentos. Essa divergência genética, segundo Bahia et al. (2008), importante para o melhoramento, reside no fato de que cruzamentos envolvendo genitores geneticamente diferentes são os mais convenientes para produzir alto efeito heterótico além de maior variabilidade genética em gerações segregantes.

Caracteres relacionados à morfologia das plantas são geralmente de natureza qualitativa multicategórica ou qualitativa binária. O uso desses caracteres, com presença de mais de duas classes por variável, tem sido preferido na caracterização morfológica e na determinação da divergência genética, tendo em vista que a utilização desses dados em forma binária incorre em perda de informação, acarretando menor precisão na determinação da dissimilaridade entre acessos (CRUZ e CARNEIRO, 2003). De acordo com Sudré et al. (2006), normalmente os dados qualitativos utilizados nas análises multivariadas são de natureza binária, isto é, ausência (0) ou presença (1) de uma determinada característica, porém para a caracterização morfoagronômica são mais utilizadas as variáveis multicategóricas, com mais de duas classes por variável.

Para variáveis multicategóricas usa-se o índice de dissimilaridade, em que determinado valor expressa a porcentagem de coincidência de similaridade considerando os vários caracteres analisados. Assim, obtém-se a matriz de dissimilaridade a partir desses índices para posterior realização das análises de agrupamento

(COIMBRA et al., 2001; CRUZ e CARNEIRO, 2003).

Abreu et al. (2002) utilizaram 33 variáveis multicategóricas para estudar a divergência genética entre 34 acessos de tomateiro. A análise permitiu a separação dos acessos em dez grupos pelo método de agrupamento de Tocher.

Visando caracterizar morfoagronomicamente os recursos genéticos da pimenta, Bento et al. (2007) verificaram que no dendrograma obtido pelo método de agrupamento do vizinho mais próximo houve a formação de dois grupos bem distintos, com distância genética de 68%. O grupo I reuniu 28 acessos enquanto o grupo II ficou apenas com o acesso UENF 1622.

Desta forma, o presente trabalho tem o objetivo de caracterizar morfológicamente e avaliar a diversidade genética entre 15 acessos de mamona.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na área experimental da Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, em Latossolo Vermelho distroférrico. O clima da região é temperado suave (mesotérmico), tipo Cwb. A região está localizada a uma altitude de 913 metros, 21°14'06" latitude S e 45°00'00" longitude W; tem precipitação média anual de 1493,2 mm, ocorrendo maior concentração entre os meses de novembro e fevereiro; sua temperatura média anual é 19,3 °C e umidade relativa do ar é 80% (CASTRO NETO e SILVEIRA, 1981).

As sementes de cada acesso de mamona utilizadas foram retiradas de várias localidades de Minas Gerais, em que, cada acesso continha apenas sementes da mesma localidade. Estas sementes, depois de coletadas nas diferentes localidades, foram armazenadas na Universidade Federal de Lavras na qual fazem parte de um projeto com a finalidade de produção de biodiesel, podendo ser utilizados *a posteriori* em programas de melhoramento. Justificando, assim a necessidade do presente trabalho para caracterizar os acessos.

O plantio foi realizado por mudas pré-estabelecidas, ou seja, as sementes foram semeadas em bandejas com areia até a protusão da radícula (cinco dias) em casa de vegetação e depois transplantadas para os recipientes com substrato e levadas para um viveiro com sombrite (50% de luminosidade). Utilizou-se tubetes com capacidade de 55 cm³ e como substrato foi usado o Plantmax-café[®] que possui as seguintes características: pH [água] – 4,7; M.O. – 578 g kg⁻¹; C.O. – 321 g kg⁻¹; N – 8,12 g kg⁻¹; P – 2,81 g kg⁻¹; K – 4,80 g kg⁻¹; RMT - 422 g kg⁻¹; Umidade à 65 °C [%] – 67,22; Condutividade elétrica [µS] – 3,33, onde permaneceram por mais 20 dias. Foram utilizadas sementes de 15 acessos, sendo esses os tratamentos.

Antes de realizar o plantio, a área foi gradeada e depois sulcada, deixando-a dividida no delineamento em blocos, pois a área era heterogênea. Foi realizada uma adubação com NPK, na proporção de 8:28:16 (300 kg ha⁻¹). O plantio foi realizado logo após, em 7 de fevereiro de 2008, em que as mudas prontas foram levadas para campo e realizado o sorteio.

O delineamento estatístico foi de blocos casualizados, com três repetições, sendo cada parcela constituída por uma linha de 25 plantas. As plantas foram espaçadas entre si e nas entrelinhas em 1 m. Foi utilizada bordadura com a cultivar Mirante 10.

As avaliações foram feitas aos 45 dias após o plantio. Como a caracterização morfológica objetiva a diferenciação fenotípica entre os acessos, foram utilizados descritores de fácil identificação e expressão, e com alta herdabilidade, seguindo a metodologia de Veiga et al. (1989). Os acessos foram avaliados com relação a descritores de caule (cor e tipo de ramificação), folha (cor das folhas jovens, cor das nervuras e cor das folhas adultas), fruto (densidade, cor, deiscência, formato do racemo e presença de espinhos).

Os dados foram obtidos a partir da nota dada a cada acesso com relação ao descritor analisado e utilizados na estimativa da similaridade genética (SG=d_{ii}') entre todos os pares de acessos, por

meio do índice de coincidência simples. Este índice leva em consideração a ocorrência de concordância e discordância entre valores. Em que:

$$D_{ii}' = C/C+D$$

sendo: C – Concordância de categoria, D – Discordância de categoria.

A matriz de similaridade foi transformada em uma matriz de dissimilaridade genética (DG) a partir do complemento da matriz de similaridade estimada ($DG = 1 - SG$).

Posteriormente, com base na matriz de dissimilaridade genética, os acessos foram agrupados pelo método de otimização de Tocher, o que permitiu o estabelecimento de grupos. Também foram utilizados o método hierárquico do vizinho mais próximo e as projeções das distâncias no plano e realizaram-se as distribuições de frequência de cada variável estudada. Todas as análises foram realizadas com auxílio do programa computacional GENES (CRUZ, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise de variância univariada, houve diferenças significativas entre tratamentos para quase todos os caracteres, o que indica, a princípio, que há divergência entre acessos e cultivares. Os caracteres fenotípicos avaliados, suas classes e a frequência dos acessos em cada uma das classes são apresentados na Tabela 1.

A diversidade constatada entre os genótipos foi observada preliminarmente nos caracteres coloração, formato do racemo e tipo de ramificação, sendo inclusive, facilmente visualizada nas plantas utilizadas neste trabalho.

O caule da mamoneira sofre grande variação quanto à cor (AZEVEDO e BELTRÃO, 2007). De acordo com os dados da Tabela 1, observa-se que houve grande variação desta característica entre os acessos estudados com 66,66% destes apresentando a coloração do tipo rosa com cera. Em relação à cerosidade, Gurgel (1945) afirma que a presença ou formação de cera no caule depende da presença de dois genes

complementares.

Em relação à coloração das folhas, podemos observar grande variabilidade, o que pode ser facilmente diferenciado quanto à cor das folhas jovens, cor das folhas adultas e cor das nervuras, sendo a frequência de 60, 80 e 73,33%, respectivamente, para estas características apresentaram a coloração verde. De acordo com Moshkin (1986), no mínimo três genes independentes controlam a coloração da mamoneira, sendo o gene responsável pela coloração verde recessivo, comportando como dominante em determinados cruzamentos.

Os acessos estudados foram agrupados em três grupos para o tipo de ramificação, onde foi observado que a maior parte destes (53,33%) apresentou ramificação do tipo trifurcada.

Para as características do racemo, foi observado que 73,33% apresentaram a coloração verde com cera, 66,67% densidade do tipo moderada, 53,33% com o formato do tipo cilíndrico, 80% dos acessos indeiscentes e 93,33% apresentavam espinhos.

Uma vez que todos os caracteres avaliados apresentaram variabilidade, pode-se dizer que estes acessos representam fonte de germoplasma para programas de melhoramento genético. O conhecimento de diferenças em constituições genéticas dentro de grupos ou entre grupos de genótipos tem sido de grande importância para qualquer programa de melhoramento. Importância que está relacionada com a necessidade de identificar genitores com diferenças genéticas que produzam progênes de maior heterose, aumentando, assim, a probabilidade na obtenção de indivíduos superiores (CRUZ e REGAZZI, 1997).

As medidas de dissimilaridade podem evidenciar a intensidade de variabilidade genética, como por exemplo, a distância Euclidiana, através da matriz de dissimilaridade genética (Tabela 2).

No agrupamento pelo método de Tocher, verificou-se a formação de apenas três grupos, os quais são apresentados na Tabela 3. O grupo I foi representado pelos acessos 4, 13, 14, 7, 8, 2, 1, 5, 3, 12, 11, 10, o grupo II pelos acessos 6 e 15

Tabela 1 - Caracteres avaliados, classes fenotípicas e frequências de 10 variáveis multicategóricas. UFLA, Lavras, MG, 2009.

Caráter	Classe fenotípica	Frequência dos acessos
Cor cacho	1-Verde c/cera	11
	2-Verde escuro	3
	3-Vermelho	1
Cor nervuras	1-Avermelhado	4
	2-Verde	11
Cor folhas jovens	1-Bronzeado	3
	2-Verde	9
	3-Verde/bronzeada	3
Cor caule	1-Acaju	3
	2-Rosa c/cera	10
	3-Verde c/cera	1
	4-Verde-rosa s/cera	1
Tipo ramificação	1-Taça	4
	2-Trifurcada	8
	3-Universal	3
Densidade fruto	1-Rala	5
	2-Moderado	10
Formato racemo	1-Cilíndrica	8
	2-Cônica	1
	3-Esférica	2
	4-Trocônica	4
Deiscência	1-Semideiscente	1
	2-Deiscente	2
	3-Indeiscente	12
Cor folha adulta	1-Acaju	1
	2-Verde	12
	3-Verde escuro	2
Presença de espinhos no fruto	0-Ausência	1
	1-Presença	14

e por fim o grupo III, que foi representado pelo acesso 9.

Em cada grupo, os acessos apresentaram distância genética média de 0,35, o que demonstra a formação de grupos bastante homogêneos. A identificação de genótipos internamente mais homogêneos em uma população híbrida segregante é importante, de acordo com Freitas et al. (2001), tanto para o melhoramento genético quanto para a possível utilização direta destas plantas como uma nova cultivar. Segundo Vieira et al. (2005), o estabelecimento de grupos, seja homogêneo (dentro) ou heterogêneo (entre), é o

ponto de partida para avaliação mais minuciosa dos mesmos, a fim de realizar seu aproveitamento nos programas de melhoramento.

Sudré et al. (2006), estudando as variáveis multicategóricas na determinação da divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão, encontraram, por meio do método de Tocher, os acessos avaliados em oito grupos distintos, concluindo que a análise de variáveis multicategóricas demonstrou ter grande potencial de uso na caracterização e manejo de bancos de germoplasma. Vieira et al. (2005), caracterizando morfologicamente 356 acessos de Banco Ativo

Tabela 2 - Matriz de dissimilaridade genética para acessos de mamoneira.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,7	0,6	0,7	0,8	0,5	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8	0,2
2	0,7		0,8	0,7	0,7	0,6	0,8	0,9	0,6	0,6	0,8	0,7	0,7	0,8	0,3
3	0,6	0,8		0,6	0,8	0,5	0,7	0,7	0,7	0,5	0,8	0,6	0,6	0,7	0,3
4	0,7	0,7	0,6		0,7	0,4	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,5	1,0	0,9	0,2
5	0,8	0,7	0,8	0,7		0,6	0,8	0,8	0,9	0,7	0,8	0,7	0,7	0,8	0,3
6	0,5	0,6	0,5	0,4	0,6		0,6	0,7	0,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,5	0,4
7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,6		0,9	0,7	0,7	0,9	0,7	0,7	0,8	0,2
8	0,8	0,9	0,7	0,7	0,8	0,7	0,9		0,7	0,7	0,9	0,8	0,7	0,8	0,2
9	0,7	0,6	0,7	0,6	0,9	0,7	0,7	0,7		0,8	0,7	0,6	0,6	0,7	0,3
10	0,7	0,6	0,5	0,6	0,7	0,8	0,7	0,7	0,8		0,7	0,7	0,6	0,7	0,4
11	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,6	0,9	0,9	0,7	0,7		0,7	0,7	0,8	0,2
12	0,6	0,7	0,6	0,5	0,7	0,9	0,7	0,8	0,6	0,7	0,7		0,5	0,6	0,4
13	0,7	0,7	0,6	1,0	0,7	0,4	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,5		0,9	0,2
14	0,8	0,8	0,7	0,9	0,8	0,5	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,6	0,9		0,3
15	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,3	0,4	0,2	0,4	0,2	0,3	

Tabela 3 - Grupos de acessos estabelecidos pelo método de Tocher, com base na dissimilaridade genética. UFLA, Lavras, MG, 2009.

Grupos	Nº de Genótipos	Acessos														Dissimilaridade média intragrupo
1	12	4	13	14	7	8	2	1	5	3	12	11	10			0,35
2	2						6	15								0,40
3	1						9									.

de Germoplasma, particionaram os acessos avaliados em 34 grupos distintos. Gomes (2007), determinando a divergência genética entre clones de mandioca por meio de caracteres multicategóricos, encontrou 27 grupos distintos entre 100 clones dessa cultura.

O critério de agrupamento adotado pelo método hierárquico vizinho mais próximo, representado na Figura 1, estabelece que primeiramente é formado um grupo de genótipos similares, e as distâncias dos demais são calculadas em relação aos grupos formados (CRUZ e REGAZZI, 1997). Vale ressaltar, que utilizando esse método, não há a preocupação com o número ótimo de grupos, uma vez que o número de ramificações obtidas no diagrama é mais interessante (CRUZ, 2001).

Considerando-se a proximidade dos acessos

entre si, verifica-se a formação de 3 grupos. O grupo I contém 3 subgrupos. O subgrupo I (a) é constituído pelos acessos 4, 13 e 14; o I (b) pelos acessos 2 e 8; o I (c) pelos acessos 7, 3, 5 e 1.

O grupo II não apresentou subdivisões, sendo representado pelos acessos 11 e 12.

O grupo III apresentou 2 subgrupos. O subgrupo III (a) é constituído pelos acessos 6, 10 e 15; o III (b) pelo acesso 9.

Gomes (2007) observou que alguns grupos e subgrupos formados por esse método apresentaram os mesmos clones que os grupos formados quando se utilizou o método de Tocher, evidenciando a concordância e a consistência dos grupos formados.

Para Sudré et al. (2006), a coleta de dados multicategóricos é uma prática econômica e com demanda menor de tempo, comparada a

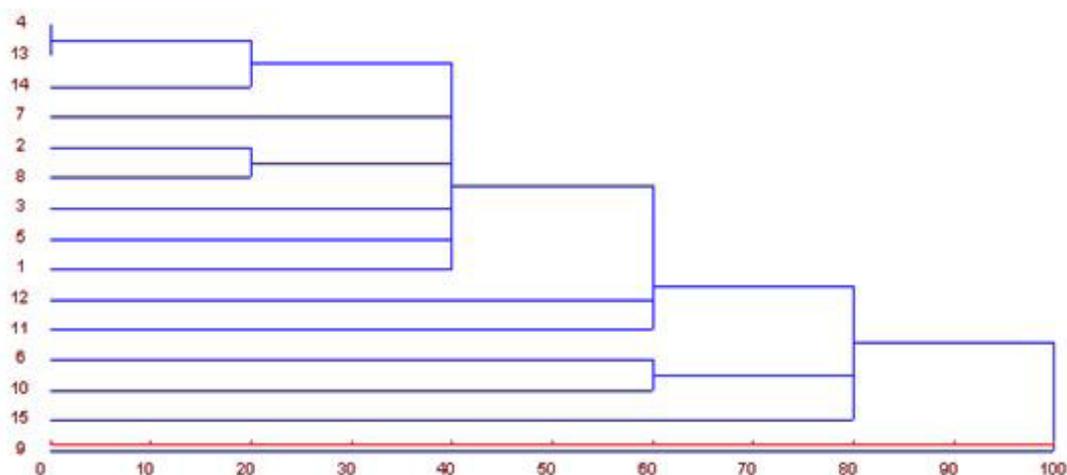


Figura 1 - Dendrograma de dissimilaridade genética entre 15 acessos de mamona, com base na matriz de dissimilaridade com dados multicategóricos. No eixo x, encontram-se as distâncias relativas e no eixo y, a identificação dos acessos. UFLA, Lavras, MG, 2009.

dados quantitativos e moleculares. Entretanto, cada um tem sua importância singular, sendo preferível que uma coleção de germoplasma seja amplamente estudada para que possa dar maior suporte aos programas de melhoramento.

CONCLUSÃO

A utilização dos caracteres multicategóricos mostrou-se eficiente para determinação da divergência genética entre acessos de mamona.

AGRADECIMENTO

A Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, F.B. et al. Determinação da divergência genética entre acessos de tomateiro mediante a utilização de variáveis multicategóricas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, Suplemento 2, 2002.
 AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N. E. de M. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. 2.ed. Campina Grande: Embrapa Algodão. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica,

2007. 506p.

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

BENTO, C.S. et al. Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. **Scientia Agraria**, Curitiba v.8, p.149-156, 2007.

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

CASTRO NETO, P.; SILVEIRA, S.V. Precipitação provável para Lavras, Região Sul de Minas Gerais, baseada na função de distribuição de probabilidade gama. **Ciência e Prática**, Lavras, v.5, p.144-151, 1981.

COIMBRA, R.R. et al. Divergência genética de cultivares de milho baseada em descritores qualitativos. In: SIRGEALC, 3., 2001, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2001, p. 266-268.

COSTA, M.N. et al. Divergência genética entre acessos e cultivares de mamoneira por meio de estatística multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, p.1617-1622, 2006.

CRUZ, C.D. **Aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001. 585p.

CRUZ, C.D. **Programa GENES: análise multivariada e simulação**. Viçosa: UFV, 2006. 175p.

- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. 585p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Divergência genética. In: CRUZ, D.; REGAZZI, A.J. **Métodos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1997. cap. 6, p.287-324.
- FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1987. 279p.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The agricultural production**. 2008. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em: 24 jul. 2013.
- FIGUEIREDO NETO, A. et al. Divergência genética em acessos de mamona (*Ricinus communis* L.) baseada nas características das sementes. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.4, p.1-10, 2004.
- FREITAS, L.H.C. et al. Variabilidade intra e intergenotípica em uma população de híbridos entre *Leucaena leucocephala* e *L. diversifolia*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, p.1069-1076, 2001.
- GOMES, C.N. **Caracterização morfo-agronômica e diversidade genética em mandioca *Manihot esculenta* Crantz**. 2007. 71f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- GURGEL, J.T.A. **Estudos sobre a mamoneira (*Ricinus communis* L.)**. 1945. 70f. Tese (Livre Docência). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1945.
- LUZ, R.P. **Caracterização morfofisiológica, molecular e agronômica de cultivares de mamona**. 2012. 94f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
- MACHADO, E.L. et al. Dissimilaridade genética entre cultivares de mamoneira por meio de marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, p.342-345, 2013.
- MOSHKIN, V.A. **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. 315p.
- SANTOS, R.F. dos. et al. Aspectos econômicos do agronegócio da mamona. In: AZEVEDO, D.M.P. de. et al. (Ed.). **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p.23-41.
- SILVA, H.T. **Caracterização morfológica, agrônômica e fenológica de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) comumente plantada em diversas regiões do Brasil**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1981. 51p. Circular técnica; 15.
- SUDRÉ, C.P. et al. Variáveis multicategóricas na determinação da divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, p.88-93, 2006.
- VEIGA, R.F.A. et al. **Descritores mínimos para caracterização e avaliação de mamoneira (*Ricinus communis* L.) aplicados no Instituto Agrônomo**. Campinas: IAC, 1989. n.125.
- VIEIRA, E.A. et al. Variabilidade genética para caracteres morfológicos entre acessos do banco de germoplasma de mandioca da Embrapa Cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11., 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa, 2005. 1 CD-ROM.