

## Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 11 (6)

December 2018

Article link

<http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=578&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES.



## Análise descritiva e dissimilaridade genética entre acessos de aceroleiras

### Descriptive analysis and genetic dissimilarity between accesses of acerola trees

D. S. Magalhães, J. C. M. Rufini, M. C. P. Fagundes, A. S. Albuquerque, M. C. P. Ramos

Universidade Federal de Lavras  
Universidade Federal de São João del Rei

Author for correspondence: [miria.agro@yahoo.com.br](mailto:miria.agro@yahoo.com.br)

**Resumo:** Dentre as frutas com potencial econômico e social no Brasil, tem-se a acerola. O país destaca-se como produtor mundial desta frutífera, apresentando condições ideais para o seu cultivo. No entanto, a maioria dos pomares existentes deixam a desejar quanto às características de qualidade de frutos, especialmente para as indústrias de processamento, demandando estudos na área de melhoramento genético visando novas variedades que concentrem características desejáveis da cultura. O objetivo desse trabalho foi realizar análise descritiva e determinar a dissimilaridade genética dos acessos de aceroleiras no município de Sete Lagoas, Minas Gerais. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e 20 acessos de aceroleiras. Para a descrição dos acessos utilizou-se as médias, o desvio padrão e o coeficiente de variação das variáveis estudadas. O estudo de correlação dos caracteres foi determinado pelo método de Pearson e a dissimilaridade genética foi analisada por meio da Distância Euclidiana e o agrupamento pelo Método Hierárquico do Vizinho Mais Próximo e o Método de Otimização de Tocher. De acordo com os resultados das Distâncias Euclidianas Médias entre pares, os acessos 6 e 8 apresentaram maior dissimilaridade genética. O método de Tocher permitiu a formação de sete grupos de genótipos. O genótipo 8 apresentou as melhores médias para a maioria dos caracteres analisados, podendo ser indicado para cruzamento com acessos de grupos distintos que apresentem também boas médias das características de maior interesse, como os acessos 6 e 12.

**Palavras-chaves:** *Malpighia emarginata* L, características fenotípicas, germoplasma, melhoramento genético.

**Abstract:** Among the fruits with economic and social potential in Brazil, has acerola. The country stands out as a world producer of this fruit, presenting ideal conditions for its cultivation. However, most of the existing orchards are lacking in fruit quality characteristics, especially for processing industries, demanding studies in the field of genetic improvement aimed at new varieties that concentrate desirable characteristics of the crop. The objective of this work was to carry out a descriptive analysis and to determine the genetic dissimilarity of the accesses of cherry trees in the municipality of Sete Lagoas, Minas Gerais. The experiment was conducted in a completely randomized design, with four replicates and 20 accessions of acerola trees. For the description of the accessions, the means, the standard deviation and the coefficient of variation of the studied variables were used. The character correlation study was determined by the Pearson method and genetic dissimilarity was analyzed by Euclidean Distance and the grouping by the Neighboring Neighbor Hierarchical Method and the Tocher Optimization Method. According to the results of Mean Euclidean Distances between pairs, accesses 6 and 8 presented greater genetic dissimilarity. The Tocher method allowed the formation of seven groups of genotypes. Genotype 8 presented the best averages for most of the analyzed characters, and may be indicated for crossing with accesses of distinct groups that also present good averages of the most interesting characteristics, such as accesses 6 and 12.

**Key words:** *Malpighia emarginata* L, phenotypic characteristics, germplasm, genetic improvement.

#### Introdução

A acerola tem atraído o interesse dos fruticultores devido ao seu elevado teor de vitamina C, além do seu aproveitamento em indústrias de

processamento (Nogueira et al., 2002). Segundo a Agriannual (2017) os plantios comerciais no Brasil apresentam produtividade média de 29,65 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, ou seja, 53,30 kg planta<sup>-1</sup>. Embora o país seja

o maior produtor de acerolas, a maioria dos pomares comerciais existentes é oriunda de propagação semínifera, apresentando alguns inconvenientes quanto à segregação das características da planta e dos frutos, levando à grande desuniformidade tanto na qualidade quanto na produção, principalmente em relação aos caracteres tecnológicos expressivos para a indústria de processamento (Paiva et al., 1999; Salla et al., 2002; Moura et al., 2007).

No entanto, essa variabilidade pode ser explorada em programas de melhoramento genético vegetal para a seleção de indivíduos superiores e geração de híbridos adaptados a diversas regiões (Oliveira et al., 2009). Segundo Vieira et al. (2013) a estratégia inicial para um programa de melhoramento é a caracterização dos genótipos.

A caracterização genotípica se dá através da determinação da dissimilaridade genética, onde diversos caracteres podem ser dimensionados simultaneamente nos acessos é uma alternativa na identificação da variabilidade genética (Moura et al., 1999). Nesse contexto, a análise multivariada tem sido utilizada objetivando quantificar a divergência genética entre acessos de várias espécies (Assis et al., 2014).

Outra ferramenta importante no processo de seleção de acessos superiores em programas iniciais de melhoramento refere-se às características morfoagronômicas (Falconer, 1981; Ramalho & Lambert, 2004), as quais podem ser analisadas por meio de estimativas de correlações genéticas. Por meio da correlação genética é possível selecionar indiretamente características baseando-se em outras facilmente avaliadas e de alta herdabilidade (Ferrão et al., 2002).

Diante disso, o objetivo do trabalho foi estudar a dissimilaridade genética e as características morfoagronômicas de acessos de aceroleiras.

## Métodos

O experimento foi conduzido em pomar comercial de aceroleiras, com seis anos de implantação, sob cultivo orgânico e irrigação, localizado na região de Sete Lagoas, Minas Gerais. O local da pesquisa situa-se nas seguintes coordenadas: 19°15' de latitude S e 44°15' de longitude W, a 560 m de altitude (IGA, 2012). O pomar é composto por cerca de 13.000 plantas com grande variabilidade fenotípica, oriundo de propagação sexuada de materiais coletados de diversas localidades nas proximidades do município de Sete Lagoas. Foram selecionadas 20 plantas para estudo, baseando-se no histórico, vigor e estado fitossanitário das plantas.

Quando os frutos atingiram o estado de maturação fisiológica, determinado pela coloração vermelha da casca, coletaram-se 60 frutos por planta, aleatoriamente.

Após a coleta, os frutos foram devidamente acondicionados em caixas de isopor, identificados e encaminhados ao laboratório de Produção Vegetal da Universidade Federal de São João Del Rei, campus Sete Lagoas, para a realização das análises físicas, químicas e físico-químicas, de acordo com as metodologias indicadas pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

As seguintes características foram avaliadas: a) massa de fruto, polpa, casca e sementes por meio de balança analítica digital; b) diâmetro longitudinal e transversal dos frutos com auxílio de paquímetro digital; c) teor de sólidos solúveis por refratometria, realizada com refratômetro digital Atago® com resultados expressos em °Brix a 20 °C d) acidez total titulável por titulometria e os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico; e) pH através de potenciômetro digital Hanna®; f) SS/AT calculado pelo quociente entre teor de sólidos solúveis e acidez total titulável; g) densidade do fruto.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo os tratamentos representados por 20 acessos de aceroleiras e cada amostra constituída por 15 frutos em 4 replicatas.

Os dados foram submetidos à análise descritiva avaliando-se a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação das variáveis. Procedeu-se a análise de correlação entre as variáveis pelo método de Pearson. Para o estudo da divergência genética entre os genótipos foram empregadas as Análises Multivariadas por meio de Métodos de Agrupamento. Utilizou-se o Método Hierárquico do Vizinho Mais Próximo e o Método de Otimização de Tocher. Como medida de dissimilaridade foi usada a Distância Euclidiana Média Padronizada.

As análises estatístico-genéticas foram realizadas utilizando-se os recursos computacionais do programa Genes (Cruz, 2013).

## Resultados e Discussão

Como pode ser observado na Tabela 1, há variabilidade em potencial entre os acessos que podem ser exploradas na seleção de indivíduos superiores para serem indicados para uso pelos produtores ou ainda cruzamentos em programas de melhoramento da cultura (Cruz et al., 2012).

As médias de massa de frutos oscilaram entre 3,72 g (genótipo 15) e 6,48 g (genótipo 8), sendo que dentre os acessos estudados, 85% deles apresentaram médias de massa de frutos acima de 4 g, peso mínimo aceito pelas indústrias nacionais de transformação de acerola e pelos mercados japonês e alemão, principais compradores de acerola (IBRAF, 1995). Para massa da polpa, as médias variaram entre 2,85 g e 5,22 g, mostrando-se superior para essa característica o genótipo 8. Resultados semelhantes foram relatados por Freire et al. (2006) que encontraram médias entre 2,13-5,88 g.

**Tabela 1.** Média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) para os caracteres de frutos dos acessos de aceroleiras.

Genót	MF	MP	MS	VF	DF	DL	DT	pH	SS	AT	SS/AT
1	5,22	3,87	1,35	5,66	0,92	19,11	22,57	3,40	7,02	0,89	7,95
2	5,57	4,25	1,32	5,16	1,13	19,30	22,46	3,42	6,97	0,91	7,68
3	5,29	4,24	1,05	5,74	0,92	18,09	21,77	3,37	7,07	0,87	8,23
4	5,16	4,05	1,11	5,33	0,97	17,03	20,28	3,40	6,55	0,91	7,19
5	4,61	3,65	0,95	4,79	0,96	17,41	20,24	3,30	7,25	1,08	6,71
6	5,40	4,36	1,04	4,66	1,16	19,33	21,36	3,25	4,65	0,86	5,41
7	3,82	2,92	0,90	4,80	0,79	16,31	20,03	3,47	5,90	0,74	8,05
8	6,47	5,22	1,26	6,50	1,00	19,71	22,93	3,27	6,25	1,01	6,20
9	5,19	4,07	1,12	5,08	1,03	18,12	22,32	3,30	7,57	0,86	8,84
10	4,84	3,90	0,93	5,50	0,94	21,80	16,90	3,15	6,55	1,03	6,35
11	4,62	3,56	1,06	4,41	1,10	18,08	19,38	3,22	7,05	1,08	6,37
12	4,66	3,61	1,05	4,83	0,96	17,63	20,39	3,30	6,72	1,02	6,65
13	4,23	3,42	0,80	4,33	0,98	17,54	19,11	3,37	6,22	0,95	6,55
14	3,88	3,17	0,70	3,91	1,00	16,60	19,03	3,25	5,50	0,98	5,61
15	3,72	2,85	0,86	4,24	0,87	17,19	19,34	3,30	8,75	0,87	10,25
16	4,97	3,87	1,10	4,91	1,01	18,09	20,54	3,30	7,22	1,17	6,18
17	4,47	3,48	0,99	4,58	0,99	16,44	20,65	3,62	8,30	0,86	9,63
18	4,34	3,35	0,98	4,33	1,00	16,75	19,62	3,90	8,25	1,08	7,82
19	4,78	3,76	1,02	4,74	1,00	17,10	20,49	3,40	7,42	0,72	10,36
20	5,53	4,28	1,25	5,58	1,00	18,02	21,82	3,42	7,55	0,73	10,61
<b>Média</b>	4,84	1,05	3,37	4,95	0,99	17,99	20,57	3,72	3,79	0,93	7,63
<b>CV</b>	16,17	19,24	6,09	17,7	14,2	8,77	8,07	16,0	17,1	16,05	11,09
<b>DP</b>	0,65	0,54	0,16	0,60	0,08	1,30	1,45	1,16	0,94	0,12	1,56

Para sólidos solúveis, foram encontradas médias entre 4,65 e 8,75 °Brix, esses resultados diferiram dos encontrados por Neto et al., 2014 analisando diferentes cultivares de aceroleiras produzidas em Petrolina, onde suas médias variaram de 8,43 a 12,70 °Brix. Entretanto 95% dos acessos avaliados apresentaram valores de sólidos solúveis iguais ou acima de 5,5 °Brix mínimo estabelecido pela legislação do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1999). A acidez total titulável, variou entre 0,72 (genótipo 19) e 1,17% (genótipo 16). Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Costa et al. (2011) e Mariano-Nasser et al. (2017), onde os valores de acidez titulável em aceroleiras variaram de 0,64% a 1,64% e de 0,88 a 1,64 g de ácido málico 100 g<sup>-1</sup> de polpa, respectivamente. Cabe salientar que mais importante que avaliar os teores de sólidos solúveis e acidez titulável isoladamente é a análise da relação entre estes, uma vez que a razão SS/AT indica o grau de equilíbrio entre o teor de açúcares e ácidos orgânicos do fruto, sendo que quanto maior for esta razão, mais doces serão as frutas, característica importante a ser considerada na seleção de “variedades de mesa” (Viégas, 1991; Couceiro, 1986). Assim, para a razão Sólidos solúveis Totais e Acidez Total Titulável, foram encontradas médias entre 5,41 e 10,61, demonstrando a ampla variação nessa relação, que são concordantes com resultados encontrados na literatura nas condições do Brasil Santos et al. (2012) médias variando entre 5,33-5,74 e Maciel et al. (2010) com médias entre 3,79-7,06, porém inferiores as médias encontradas por Mamede et al. (2009) (5,84-10,72), Godoy et al.

(2008) ( 5,84-10,71) e Moura et al.(2007) (4,32-11,94).

Quanto ao pH, as médias variaram entre 3,15-3,90, condizentes com as médias relatadas por Mariano-Nasser et al. (2017) que observaram médias entre 2,85 e 3,44 e Santos et al. (2012); Moura et al. (2007); Mamede et al.(2009) e Nunes et al. (2005), que obtiveram valores entre 2,83 e 3,91. Todos os genótipos apresentaram médias acima do mínimo estabelecido pela legislação para polpa de acerola; que é de 2,80 (BRASIL, 1999). Segundo Musser et al. (2004), em acerolas o pH é um parâmetro que apresenta baixa variabilidade.

Os coeficientes de variação estiveram abaixo de 20%, o que é considerado baixo para experimentos agrônômicos (Gomes, 2009), demonstrando a boa precisão das avaliações. Os valores mais baixos para os diâmetros dos frutos e a massa das sementes, indica uma menor interação desses caracteres com o ambiente quando comparados com os demais caracteres avaliados.

Os desvios padrão maiores para os diâmetros longitudinal e transversal, pH, e relação sólidos solúveis/acidez titulável, indicam que há maior variabilidade genética para estas características, revelando a possibilidade de obtenção de ganhos genéticos via seleção massal (Tabela 1). Além disso, ao se proceder a seleção visual para os diâmetros longitudinal e transversal poderão ser obtidos ganhos genéticos por seleção indireta nas características massa do fruto, da polpa e volume do fruto, por apresentarem correlações altas, positivas e significativas com os diâmetros dos frutos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre os parâmetros massa do fruto (MF), volume do fruto (VF), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), massa da semente (MS), massa da polpa (MP), massa da casca (MC), acidez total titulável (AT), sólidos solúveis totais (SS), relação acidez e sólidos solúveis totais (AT/SS).

	MP	MS	VF	DF	DL	DT	pH	SS	AT	ST/AT
MF	0,985**	0,825**	0,837**	0,446*	0,603**	0,705**	-0,007	-0,170	-0,174	-0,101
MP		0,713**	0,809**	0,464*	0,615**	0,634**	0,022	0,068	-0,234	-0,176
MS			0,735**	0,297	0,428	0,774**	-0,093	-0,173	0,057	0,163
VF				-0,093	0,590**	0,556*	-0,120	-0,070	-0,170	0,040
DF					0,286	0,247	-0,316	-0,218	0,255	-0,316
DL						0,065	0,215	-0,272	-0,504*	-0,334
DT							-0,316	0,023	-0,118	0,221
pH								0,232	-0,161	-0,691**
SS									0,454*	0,714
AT										0,401

\*\* e \*: Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t.

Pela Tabela 2, nota-se que a massa do fruto apresentou correlações significativas e positivas com todos os demais parâmetros físicos avaliados (MP, MS, VF, DF, DL e DT). O mesmo ocorreu com o volume do fruto, exceto para o parâmetro densidade do fruto, com o qual apresentou correlação negativa, mas não significativa.

As correlações positivas significativas mais elevadas foram entre massa do fruto com massa da polpa (0,985), massa do fruto com volume do fruto (0,837), e massa do fruto com massa da semente (0,825). Os diâmetros longitudinal e transversal não apresentaram correlações significativas entre si, mas apresentaram correlações positivas significativas com massa do fruto, massa da semente (exceto DL x MS), massa da polpa, e volume do fruto.

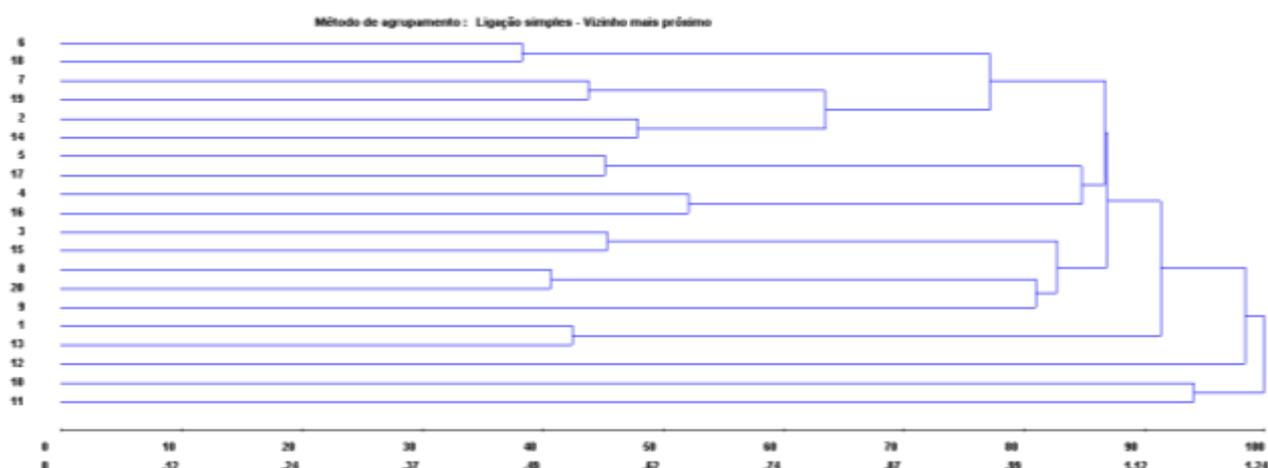
O método de otimização de Tocher possibilitou a formação de sete grupos distintos (Tabela 3), o que demonstra a grande variabilidade entre os genótipos. O grupo I englobou a maior quantidade de acessos similares, representando 30% do total, sugerindo que os possíveis cruzamentos entre eles terão menor possibilidade de obtenção de acessos superiores. De acordo com

Destro (1991), deve-se evitar cruzamentos dentro de um mesmo grupo. Em outro extremo, ocorreu a formação de um grupo (grupo VII) composto por apenas um genótipo. Para Vieira et al. (2005), grupos formados por um único indivíduo indicam que tais indivíduos são mais divergentes em relação aos demais, sugerindo que apresentarão maiores chances de obtenção de acessos superiores quando cruzados entre si ou com acessos dos demais grupos, que apresentem desempenho satisfatório. Os demais grupos, foram compostos por 4 (grupo IV), 3 (grupo II), e 2 (grupos III, V e VI) genótipos. De acordo com Cardoso et al. (2005), o procedimento mais adequado na condução dos cruzamentos nos programas de melhoramento consiste na escolha de genitores divergentes, mas que apresentem desempenho superior nas principais características agrônômicas, tais como qualidade de fruto.

Por meio do diagrama de árvore (Figura 1), obtido pelo método hierárquico do vizinho mais próximo, observa-se que a maior divergência genética encontrada foram entre os acessos 1 e 9 (Tabela 3).

**Tabela 3.** Grupos formados por meio do método de otimização de Tocher, com base na distância euclidiana média padronizada. Aceroleiras.

Grupo	Acessos						
I	6	18	7	19	2	14	
II	8	20	9				
III	1	13					
IV	5	17	16	4			
V	3	15					
VI	10	11					
VII	12						



**Figura 1** - Diagrama de árvore obtido pelo método do vizinho mais próximo, com base na distância Euclidiana média padronizada

Diversos autores têm recomendado a utilização de parentais com a maior divergência possível para maximizar a heterose, aumentar a probabilidade de ocorrência de segregantes superiores em gerações avançadas e ampliar a base genética das populações (Falconer, 1981; Paiva et al., 1999; Costa et al., 2006). Considerando que as distâncias evidenciam o grau de dissimilaridade entre os acessos avaliados, torna-se possível identificarmos pares com maior possibilidade de obtenção de ganhos genéticos através de seus cruzamentos.

O acesso 8, que se destacou pela massa do fruto, massa da polpa, volume do fruto e diâmetro transversal apresentou a maior divergência genética em relação ao acesso 6. Sendo assim, estes acessos (8 e 6) tornam-se propícios ao cruzamento. O acesso 8 pode ser recomendado para cruzamento com outros acessos que apresentem elevada divergência genética e sobretudo bom desempenho nos caracteres de maior interesse. O dendrograma, (Figura 1), também estratificou os acessos de forma similar ao método de Tocher.

Como pode ser observado na Tabela 4, a variável que mais contribuiu para a divergência genética entre os acessos foi sólidos solúveis (11,44%), sendo também um dos caracteres de maior importância tanto para a indústria de processamento quanto para o consumo *in natura*. As massas (do fruto, da polpa e da semente) juntamente com sólidos solúveis e a razão entre sólidos solúveis e acidez titulável responderam por mais de 50% do total da divergência entre os genótipos, demonstrando a importância destes caracteres na seleção direta dos genótipos. Cabe salientar que os caracteres considerados de maior relevância para a indústria de processamento e consumo *in natura* (sólidos solúveis, massas do fruto e da polpa e relação SS/AT) foram responsáveis pelas maiores contribuições relativas para a divergência genética entre os genótipos, isso demonstra como é imprescindível as avaliações desses caracteres quando se realiza a seleção

direta dos genótipos, e comprova a variabilidade destes caracteres entre os acessos estudados.

**Tabela 4.** Contribuição relativa dos caracteres para divergência – Singh (1981).

Valor	Variável (%)
Sólidos Solúveis	11,44
Massa da Semente	10,38
Massa da Polpa	10,12
pH	9,64
Acidez total Titulável	9,02
Massa do Fruto	8,98
Densidade do Fruto	8,58
Diâmetro Transversal	8,29
Volume do Fruto	7,50
Diâmetro Longitudinal	6,16

### Conclusões

Há uma significativa variabilidade genética entre os acessos de aceroleiras com potencial para uso em programas de melhoramento

Os caracteres sólidos solúveis e massa da polpa foram os que apresentaram maior variação.

A variabilidade detectada nos acessos indica a necessidade de se realizarem trabalhos de melhoramento genético da espécie.

### Agradecimentos

À CAPES, FAPEMIG, CNPq e MEC pelo apoio financeiro para a realização do trabalho.

### Referências

AGRIANUAL – ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. Acerola. FNP, São Paulo. 482p. 2017.

ASSIS, G.M.L.; SANTOS, C.F.; FLORES, O.S.; VALLE, C.B. Genetic divergence among *Brachiara humidicola* (Rendle) Schweick hybrids evaluated in the Western Brazilian Amazon. Crop Breeding and Applied Biotechnology, 14: 224-231, 2014. .

- BRASIL. Instrução Normativa nº 122, de 10 de setembro de 1999. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Brasília-DF, 13 set. 1999. Seção 1, p.72-76.
- CARDOSO, E.T.; FIORAVANÇO, J.C.; SIMONETTO, P.R. Avaliação da diversidade genética de cultivares de ameixeira japonesa através da análise de agrupamento. Pesquisa Agropecuária. Gaúcha, 11: 7-13, 2005.
- COSTA, M.N.; PEREIRA, W.E.; BRUNO, R.L.A.; FREIRE, E.C.; NÓBREGA, M.B.M.; MILANI, M.; OLIVEIRA, A.P. Divergência genética entre acessos e cultivares de mamoneira por meio de estatística multivariada. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 41: 1617-1622, 2006.
- COSTA, A.C.S.; ALVES, R.; ARAÚJO, A.D.S.; BATISTA, P.; ROSATTI, S.; RISTOW, N. Caracterização físico-química de acerola e dos resíduos do processamento em dois estádios de maturação. In *Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTAS, HORTALIÇAS E FLORES, 3., 2011, Nova Friburgo. Anais... Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011.
- COUCEIRO, E.M. Acerola (*Malpighia glabra* L.): Fabulosa fonte de vitamina C natural. In: Reunião Nordestina de botânica, 10, 1986, Natal. Anais...Natal, RN: RNB, 1986.
- Cruz, C.D. GENES – A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. Acta Scientiarum. Agronomy, 35: 271-276, 2013.
- CRUZ, C.D., REGAZZI, A.J., CARNEIRO, P.C.S. Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético. Editora UFV, Viçosa, Brasil, 516p. 2012.
- DESTRO, D. Capacidade de combinação de acessos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) apropriados para o consumo humano. 158p. (Tese de Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Piracicaba, Brasil, 1991.
- FALCONER, D.S. Introduction to quantitative genetics. London : Longman. 340p. 1981.
- FERRÃO, M.A.G.; Vieira, C.; CRUZ; C.D.; CARDOSO, A.A. Divergência genética em feijoeiro em condições de inverno tropical. Pesquisa Agropecuária Brasileira , 37:1089-1098, 2002.
- FREIRE, J.L.O.; LIMA, A.N.; SANTOS, F.G.B.; MARINUS, J.V.M.L. Características físicas de frutos de acerola cultivada em pomares de diferentes microrregiões do estado da Paraíba. Agropecuária Técnica, 27: 105–110, 2006.
- GODOY, R.C.B.; MATOS, E.L.S.; AMORIM, T.D.S.; NETO, M.A.D.S.; RITZINGER, R.; WASZCZYNSKYJ, N. Avaliação de genótipos e variedades de acerola para consumo *in natura* e para elaboração de doces. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, 26:197-204,2008.
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. Fealq , Piracicaba, SP. 451p. 2009.
- IAL. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. IAL, São Paulo, Brasil. 1020p. 2008.
- IGA. Instituto de Geociências Aplicadas. 2012
- INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. Soluções fruta a fruta: acerola. IBRAF, São Paulo, Brasil. 64 p. 1995.
- MACIEL, M.I.S.; MELO, E.; LIMA, V.; SOUZA, K.A.; SILVA, W. Caracterização físico-química de frutos de acessos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). Ciência e Tecnologia de Alimentos, 30: 865-869, 2010.
- MAMEDE. M.E.O.; MIRANDA, M.P.S.; RITZINGER, R.; GODOY, R.C.B. VELOZO, E.S. Physico-chemical and sensorial evaluation of new varieties of acerola. British Food Journal, 111: 387-395, 2009.
- MARIANO-NASSER, F.A.C.; NASSER, M.D.; FURLANETO, K.A.; RAMOS, J.A.; VIEITES, R.L.; PAGLIARINI, M.K. Bioactive compounds in different acerola fruit cultivares. Semina: Ciências Agrárias, 38: 2505-2514, 2017.
- MOURA W.M.; CASALI, V.W.D.; CRUZ, C.D.; LIMA, P.C. 1999. Divergência genética em linhagens de pimentão em relação à eficiência nutricional de fósforo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 34: 217-224, 1999.
- MOURA, C.F.H.; ALVES, R.E.; FIGUEIREDO, R.W.; PAIVA, J.R. Avaliações físicas e físico-químicas de frutos de clones de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). Revista Ciência Agrônômica, 38: 52-57, 2007.
- MUSSER, R.S.; LEMOS, M.A.; LIMA, V.L.A.G.; MELO, E.A.; LIDERMAN, I.E.; SANTOS, V.F. Características físico-químicas de acerola do banco ativo de germoplasma em Pernambuco. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 24: 556-561, 2004.
- NETO, A.F.; REIS, D.S.; ALVES, E.; GONÇALVES, E.; DOS ANJOS, F.C.; FERREIRA, M. Determinação de vitamina C e avaliação físico-química em três variedades de acerola cultivadas em Petrolina-PE. Nucleus, 11: 83-92, 2014.

- NOGUEIRA, R.J.M.C.; MORAES, J.A.P.V.; BURITY, H.A.; DA SILVA JUNIOR, J.F. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37: 463-470, 2002.
- NUNES, E.S.; BRAZ, V.B.; IGNÁCIO, M.; ALENCAR, F.; COUTO, A. Avaliação de características de qualidade de frutos de acessos de aceroleira selecionados no município de Viçosa-MG. *Revista Ceres*, 52: 591-599, 2005.
- OLIVEIRA, O.M.; OLIVEIRA, J.G. FILHO, A.G.; PEREIRA, M.G.; VIANA, A.P.; SOUZA FILHO, G.A.; LOPES, G.E.M. Diversidade genética de aceroleiras (*Malpighia emarginata* D.C.), utilizando marcadores moleculares RAPD e características morfoagronômicas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31: 162-170, 2009.
- PAIVA, J.R.; ALVES, R.E.; CORREA, M.P.F.; FREIRE, F.C.O.; SOBRINHO, R.B. Seleção massal de acerola em plantio comercial. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34: 505-511, 1999.
- RAMALHO, M.A.P.; LAMBERT, E.S. Biometria e o melhoramento de plantas na era da genômica. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 3: 228-249, 2004.
- SALLA, M.F.S.; RUAS, C.F.; RUAS, P.M.; CARPENTIERI-PÍPOLO, V. Uso de marcadores moleculares na análise da variabilidade genética em acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24: 015-022, 2002.
- SANTOS, S.M.L.; VASCONCELOS, A.M.; OLIVEIRA, V.S.; CLEMENTE, E.; COSTA, M.C. Evaluation of physical and physicochemical characteristics of *Malpighia emarginata* D.C. from the state of Ceará. *International Journal of Biochemistry Research & Review*, 2: 152-163, 2012.
- SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. *The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 41: 237-245, 1981.
- VIÉGAS, F.C.P. A industrialização dos produtos cítricos. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JUNIOR, J.; AMARO, A.A. (ed.) *Citricultura brasileira*. Fundação Cargill, Campinas. p. 898-922, 1991.
- VIEIRA, E.A.; FIALHO, J.F.; FALEIRO, F.G.; FUKUDA, W.M.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. 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... CD-ROM, 2005.
- VIEIRA, E.A.; FIALHO, J.F.; FALEIRO, F.G.; BELLON, G.; FONSECA, K.G.; SILVA, M.S.; PAULA-MORAES, S.V.; CARVALHO, L.J.C.B. Caracterização fenotípica e molecular de acessos de mandioca de indústria com potencial de adaptação às condições do Cerrado do Brasil Central. *Semina: Ciências Agrárias*, 34: 567-582, 2013.