



**DENIETE SOARES MAGALHÃES**

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA E VIABILIDADE DE GANHOS INDIRETOS  
NA SELEÇÃO EM GENÓTIPOS DE ACEROLEIRAS**

**Sete Lagoas/MG**

**2014**

**DENIETE SOARES MAGALHÃES**

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA E VIABILIDADE DE GANHOS INDIRETOS  
NA SELEÇÃO EM GENÓTIPOS DE ACEROLEIRAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del Rei, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Moraes Rufini

Coorientadora: Profa. Dra. Alejandra Semiramis Albuquerque

**Sete Lagoas/MG  
2014**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

**Divisão de Biblioteca da UFSJ, MG, Brasil.**

---

M118d    Magalhães, Deniete Soares, 1984 -  
2014

    Divergência genética e viabilidade de ganhos indiretos na seleção em genótipos de aceroleiras / Deniete Soares Magalhães, -- 2014.

    37 f. : il.

    Orientador: José Carlos Moraes Rufini

    Coorientadora: Alejandra Semiramis Albuquerque

    Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de São João Del-Rei, Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias.

    Inclui bibliografia.

    1. Acerola - Produção - Teses. 2. Acerola - Melhoramento genético - Teses. 3. Malpighia emarginata - Teses. I. Rufini, José Carlos Moraes. II. Albuquerque, Alejandra Semiramis. III. Universidade Federal de São João Del-Rei. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias. IV. Título.

---

CDU: 63

**DENIETE SOARES MAGALHÃES**

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA E VIABILIDADE DE GANHOS INDIRETOS  
NA SELEÇÃO EM GENÓTIPOS DE ACEROLEIRAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del Rei, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Moraes Rufini

Coorientador: Profa. Dra. Alejandra Semiramis Albuquerque

Sete Lagoas, 24 de fevereiro de 2014.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Carlos Moraes Rufini – UFSJ

Profa. Dra. Lanamar Almeida Carlos – UFSJ

Prof. Dr. José Darlan Ramos – UFLA

---

Prof. Dr. José Carlos Moraes Rufini – UFSJ

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito.

Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes”.

Marthin Luther King

## **DEDICO**

Aos meus pais, irmãos, e meu filho. Amo vocês!

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre presente guiando e iluminando meu caminho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Carlos Moraes Rufini pela confiança em mim depositada, e pelos valiosos ensinamentos que levarei para a vida.

A minha coorientadora, Profa. Dra. Alejandra Semiramis Albuquerque, pela contribuição e auxílio.

À Prof. Dra. Lanamar de Almeida Carlos, pelo tempo dispensado a mim no esclarecimento de dúvidas e pelas sugestões.

Ao Prof. José Darlan Ramos, por aceitar o convite para participação na banca.

Aos demais professores do curso de mestrado pelos ensinamentos.

Ao Proprietário do pomar Senhor Pedro, por disponibilizar os frutos de aceroleiras.

Aos meus amados pais, Maria e Joaquim, e irmãos, Denise e Dener, pelo incentivo e pela ajuda constante com meu filho, e por me socorrerem nos momentos mais difíceis, não sendo a distância uma barreira.

Ao meu filho Nicolas, pelos sacrifícios diários que passamos juntos. Obrigada pela feliz companhia, que sempre me desperta para focar no lado bom da vida! Amo você, meu pequeno!

Aos meus tios e minha avó Luzia, por torcerem por mim.

Aos colegas do curso de pós-graduação, Crísia, Mayara Sarsur, Tamara, Tinoco, Alexandre, Marina, Janaína, Denize e Kênia.

Aos alunos da iniciação científica, Marthinha, Adriano, Renata Lupp, Renata Viol, Saulo, Gustavo e Lorena pela ajuda na coleta e análises do material de estudo.

Aos docentes e funcionários do *Campus* de Sete Lagoas, pela atenção e disponibilidade.

À Universidade Federal de São João Del Rei, pela oportunidade da realização do curso.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho especialmente àqueles que de alguma forma, seja pelos elogios ou mesmo pelas críticas, ajudaram no meu desenvolvimento e crescimento profissional, o meu sincero muito obrigada!

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL.....	i
GENERAL ABSTRACT.....	ii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
<b>2. ARTIGO: Divergência genética entre genótipos de aceroleiras</b>	
2.1 Resumo.....	3
2.2 Abstract.....	4
2.3 Introdução.....	5
2.4 Material e métodos.....	6
2.5 Resultados e discussão.....	7
2.6 Conclusão.....	14
2.7 Referências bibliográficas.....	15
<b>3. ARTIGO: Viabilidade de ganhos indiretos na seleção de genótipos de aceroleira</b>	
3.1 Resumo.....	20
3.2 Abstract.....	21
3.3 Introdução.....	22
3.4 Material e métodos.....	23
3.5 Resultados e discussão.....	24
3.6 Conclusão.....	26
3.7 Referências bibliográficas.....	26
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28

## **DIVERGÊNCIA GENÉTICA E VIABILIDADE DE GANHOS INDIRETOS NA SELEÇÃO EM GENÓTIPOS DE ACEROLEIRA**

**RESUMO** – A acerola é uma das frutas mais ricas em vitamina C, além de conter carotenoides, outras vitaminas e minerais, destacando-se no campo dos alimentos funcionais pela sua capacidade antioxidante. Devido a isso, ocorre aumento da demanda do produto nos mercados interno e externo, o que vem estimulando a formação de novos plantios. A alta variabilidade dos pomares brasileiros é um fator limitante para o desenvolvimento da cultura, demandando estudos sobre a qualidade dos frutos e a divergência entre os genótipos, bem como alternativas para reduzir tempo e custos com trabalhos de seleção e melhoramento. Objetivou-se com o presente trabalho, estudar características físicas e químicas das frutas para determinação da divergência em genótipos de aceroleiras, e avaliar as correlações entre os caracteres visando o ganho indireto por seleção. Foram avaliados 24 genótipos de aceroleiras quanto às principais características físicas para o estudo das correlações, além das características químicas e físico-químicas para a análise de qualidade e divergência genética. Foram detectadas diferenças entre as características químicas e físicas dos frutos. A análise de divergência genética em conjunto com as médias dos genótipos permitiu a indicação de nove cruzamentos promissores para serem explorados no melhoramento da cultura. As análises de correlações permitiram concluir que para obtenção de frutos com maior rendimento em produção e com maior massa de polpa, deve-se selecionar os genótipos com frutos de maior massa e com menor diâmetro transversal na necessidade de se avaliar um grande número de plantas.

**Palavras-chave:** *Malpighia emarginata*., melhoramento., dissimilaridade. , correlações parciais., seleção indireta.

## **CHARACTERIZATION AND GENETIC DIVERGENCE CORRELATION BETWEEN TRAITS IN GENOTYPES OF WEST INDIAN CHERRY.**

**SUMMARY:** Acerola is one of the richest sources of vitamin C, and contain carotenoids, other vitamins and minerals, especially in the field of functional foods for their antioxidant capacity. There is an increase in product demand in domestic and foreign markets, which has led to the creation of new plantations. The high variability of Brazilian orchards is a limiting factor for the development of culture, which requires studies on the fruit quality and the divergence between genotypes , as well as ways to reduce the time and costs and works with selection factor and breeding. The aim of the study quality of fruits and divergence between West Indian cherry genotypes was in progress, and the evaluation of the correlation between the characters in order to gain indirect selection. 24 cherry genotypes of the West Indies as the main physical characteristics for the study of the correlations were evaluated, and the chemical and physico- chemical analysis of the quality characteristics and genetic divergence. Differences in fruit quality were found. Genetic divergence with means allowing the indication seven genotypes intersections promising for use in crop improvement. The analysis showed that the correlation to be getting bigger and heavier weight of the fruit pulp should be selected fruit genotypes with greater mass and smaller diameter cross need to evaluate a large number of plants.

**Keywords:** *Malpighia emarginata.*, fruit quality., breeding, genetic divergence., partial correlations , indirect selection.

## INTRODUÇÃO GERAL

A aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C) é uma frutífera originária das Antilhas, que foi introduzida no Brasil na década de 50 com ampla expansão a partir da década de 80. Sua fruta é considerada das mais ricas fontes de vitamina C, além de conter carotenoides, pró-vitamina A, tiamina, riboflavina, niacina e minerais como cálcio, ferro e fósforo. Mais recentemente, o interesse pela acerola tem extrapolado sua importância nutricional, e se voltado para a sua capacidade antioxidante, sendo considerada um alimento de alta qualidade, destacando-se no campo dos alimentos funcionais. Pode apresentar grande potencial para exportação, especialmente na forma de polpa congelada e pode ser consumida *in natura* ou usada na fabricação de sucos, compotas, sorvetes, geleias, na forma de alimentos nutracêuticos ou suplemento alimentar.

Atualmente, o aumento da demanda do produto nos mercados interno e externo vem estimulando a formação de novos plantios, exigindo variedades com boas características agronômicas para o processamento e consumo ao natural.

No entanto, a falta de cultivares de aceroleiras que apresentem características agronômicas superiores, constitui-se fator limitante para a cultura, especialmente pelo fato da maioria dos pomares existentes serem constituídos por propagação seminífera, que resulta em pomares com grande desuniformidade de produção e alta variabilidade genética, o que dificulta a execução racional das práticas culturais e desorganiza o sistema de comercialização da propriedade, diminuindo a rentabilidade da cultura.

Uma das alternativas para contornar esse problema é a implantação de pomares com uso de materiais genéticos selecionados, que apresentem características favoráveis, como boa conformação de copa, tolerância a pragas e doenças, maior produtividade e rendimento de polpa, maior conteúdo de sólidos solúveis totais, vitamina C e maior conservação pós-colheita, dentre outros parâmetros de qualidade. Desse modo, o conhecimento das características morfoagronômicas de frutos de aceroleiras torna-se ferramenta importante na seleção de genótipos, constituindo uma das principais etapas dos trabalhos com germoplasma.

Além disso, a variabilidade pode ser explorada em programas de melhoramento genético para o desenvolvimento de novas cultivares, mais adaptadas à região e apropriadas para o objetivo a que se pretende, pois o sucesso no melhoramento de populações depende fundamentalmente da disponibilidade de variabilidade genética na população original. Deste

modo, as técnicas multivariadas têm-se mostrado úteis, por avaliar o indivíduo em vários aspectos e proporcionar uma visão holística de cada genótipo, e têm sido empregadas, com frequência em plantas perenes, na interpretação da divergência genética, com base em caracteres morfológicos e agronômicos. A análise de divergência genética pode ser utilizada para indicar os cruzamentos mais promissores para uso em melhoramento genético no intuito de potencializar as características de maior interesse.

Outro fator de importância a ser considerado é o estudo da correlação entre os caracteres, por possibilitar ganhos indiretos por seleção em caracteres mais facilmente mensurados, reduzindo o tempo e o custo despendido nos ciclos de seleção, maximizando a eficiência nos trabalhos de melhoramento, especialmente nas etapas iniciais do processo.

Objetivou-se com o presente trabalho, estudar algumas características físico-químicas dos frutos de genótipos de aceroleira para determinação da divergência genética entre estes com o propósito de indicar materiais divergentes usados em trabalhos de melhoramento, além de avaliar as correlações parciais fenotípicas dessas avaliações pretendendo direcionar o processo de seleção visando ganhos indiretos.

## CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS NA DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE GENÓTIPOS DE ACEROLEIRAS

Em conformidade com as normas estabelecidas pela Revista Brasileira de Fruticultura

**RESUMO:** O conhecimento da qualidade dos frutos e da variabilidade genética entre genótipos de aceroleira é importante na otimização do uso dos recursos genéticos para programas de melhoramento. Objetivou-se com este trabalho, avaliar as características físico-químicas para determinação da divergência genética entre 24 genótipos de aceroleira. Foram colhidos 60 frutos maduros por planta em um pomar comercial no município de Jequitibá-MG e avaliados em duas épocas de produção quanto às características físicas, químicas e físico-químicas. Foi realizada a análise multivariada da divergência genética entre os genótipos de aceroleira por meio da análise dos Componentes Principais, do método de agrupamento de Tocher e do método hierárquico do Vizinho mais Próximo, utilizando-se como medida de dissimilaridade a Distância Euclidiana Média Padronizada. Os genótipos 13, 20 e 23 apresentaram médias superiores à média geral para os principais atributos (massa do fruto, relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável e teor de vitamina C). Os genótipos 3, 6, 8, 21 e 24 destacaram-se com relação à massa do fruto e à relação solúveis/acidez total titulável, sendo maiores e mais doces. O genótipo 16 destacou-se com relação à massa do fruto e ao teor de vitamina C. Os métodos utilizados foram concordantes e eficientes para a discriminação dos genótipos, indicando haver variabilidade entre eles com potencial para uso em programas de melhoramento. Com base nas médias das características químicas e físicas dos frutos e considerando-se a divergência genética entre os genótipos, foi possível indicar nove cruzamentos para a formação da futura população de melhoramento: entre o genótipo 11 e os genótipos 3, 6, 8, 13, 16, 20, 21, 23 e 24.

**Palavras-chave:** *Malpighia emarginata*., qualidade de fruto, ácido ascórbico., melhoramento genético.

## GENETIC DIVERGENCE BETWEEN THE GENOTYPES OF WEST INDIAN CHERRY

According to the rules established by the Brazilian journal of tropical fruits

**ABSTRACT:** Knowledge of the quality of fruits and genetic variability among genotypes of acerola is important to optimize the use of genetic resources for breeding programs. The aim of this study was to evaluate the quality of fruits and genetic divergence among 24 genotypes of acerola, in order to select superior genotypes and indicate the most promising for breeding. 60 ripe fruits were harvested in a commercial orchard in Jequitibá -MG and evaluated in two seasons as the physico-chemical and physical - chemical characteristics. Multivariate analysis of genetic divergence among genotypes of acerola through principal component analysis was carried out Tocher method, hierarchical clustering and nearest neighbor method, using as dissimilarity measure the average standardized Euclidean distance. Genotypes 13, 20 and 23 had higher means than the average of the main attributes (fruit weight, soluble solids / titratable acidity and vitamin C). The genotypes 3, 6 and 8 are highlighted based on the weight of the fruit and acidity of soluble / solid valuable, being the largest and most sweet relationship. Genotype 16 is highlighted with respect to the mass of the content of fruit and vitamin C, being more suitable for the nutraceutical industry. The methods used were consistent and effective for the detection of genotypes, indicating that there is variability between them with potential for use in breeding programs. Based on the average of the agronomic characteristics of fruit and taking into account the genetic divergence between genotypes was possible to indicate seven crosses for the formation of future population improvement: between genotype 11 and genotype 3, 6, 8, 13, 16, 20 and 23.

**Keywords:** *Malpighia emarginata*., fruit quality , ascorbic acid , breeding, genetic divergence.

## INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta condições ideais para o cultivo da aceroleira, sendo um dos maiores produtores mundiais desta fruta, que se destaca pelo alto teor de vitamina C, além de ser fonte de carotenoides, pró-vitamina A, tiamina, riboflavina, niacina e minerais como cálcio, ferro e fósforo (BRUCKNER, 2002; RITZINGER E RITZINGER, 2011). A acerola pode ser consumida na forma *in natura* ou usada no processamento de diversos produtos alimentícios, com destaque na indústria farmacêutica, ou ainda, empregada como suplemento alimentar (MANICA et al., 2003; PIPOLO et al., 2002). Atualmente, verifica-se um aumento na demanda do produto nos mercados interno e externo, motivado, especialmente, pelo incentivo ao consumo de alimentos funcionais, o que vem estimulando a formação de novos plantios (RITZINGER e RITZINGER, 2011; MANICA et al., 2003).

Em decorrência dessa expansão, a variabilidade genética existente em pomares comerciais de aceroleiras, em sua maioria, provenientes de propagação seminífera, apresenta alguns inconvenientes quanto à segregação das características das plantas e dos frutos, resultando em pomares altamente heterogêneos dos pontos de vista qualitativo e quantitativo. Esse fato causa certo transtorno ao sistema de produção, dificultando a execução racional das práticas culturais e desorganizando, principalmente, o sistema de comercialização da propriedade (PIPOLO et al., 2002; MOURA et al., 2007). A falta de variedades comerciais definidas, que reúnam qualidade de fruto e produtividade, reflete a necessidade de melhoramento genético da cultura (BRUCKNER, 2002; GOMES et al., 2000).

Para se obter novos pomares de aceroleira, visando a produção comercial, é necessário disponibilizar aos produtores materiais genéticos adaptados, que apresentem características superiores favoráveis à produção. Segundo Pipolo e Bruel (2002), devem ser consideradas as características bromatológicas de interesse agrônomico como alto teor de vitamina C, acidez, sólidos solúveis totais e rendimento de polpa. Dessa maneira torna-se importante realizar a caracterização dos genótipos existentes. Os genótipos com atributos vantajosos ao consumo *in natura* e ao processamento, poderão ser indicados para uso imediato pelos produtores (PIPOLO et al., 2002) ou ainda, serem indicados para uso em futuros trabalhos de melhoramento, visando especialmente os incrementos nos teores de vitamina C (MOURA et al., 2007).

Assim, em conjunto com a análise do desempenho de genótipos, os estudos sobre a divergência genética são de grande importância em programas de melhoramento, por fornecerem informações para a identificação de genitores que, quando cruzados, levem à maior probabilidade de obtenção de genótipos superiores nas gerações segregantes. A divergência genética tem sido avaliada por meio de técnicas biométricas preditivas que consideram as diferenças morfológicas, fisiológicas, entre outras, apresentadas pelos genitores (CRUZ e REGAZZI, 1994). Dentre as técnicas preditivas disponíveis tem-se a análise por Componentes Principais, o método de agrupamento de Tocher e o método hierárquico do Vizinheiro mais Próximo.

O método dos componentes principais proporciona uma simplificação considerável na interpretação dos resultados, por resumir a dimensão do conjunto de dados. A análise de agrupamento de Tocher reúne e classifica os genótipos em vários grupos, de tal forma que haja homogeneidade dentro e heterogeneidade entre os grupos formados. Já nos métodos hierárquicos, os genitores são agrupados por um processo que se repete em vários níveis, até que seja estabelecido um dendrograma (CRUZ e REGAZZI, 1997).

Com este trabalho, objetivou-se avaliar as características físicas e químicas dos frutos de diferentes genótipos de aceroleira na divergência genética entre eles, por meio da análise qualitativa de frutos de duas épocas de produção visando identificar materiais superiores e indicar os cruzamentos mais promissores para uso em programas de melhoramento.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O material experimental foi obtido, no período de 2012 a 2013, em um pomar comercial de aceroleiras, de quinze anos de implantação, no município de Jequitibá-MG, 19°15' de latitude Sul e 44°15' de longitude Oeste e 644 m de altitude, com temperatura média anual de 20,2 °C, variando entre 15,9 e 28,2 °C, com pluviosidade média anual de 1.328,7 mm e clima tropical úmido (IGA, 2012). O pomar era constituído por cerca de 800 plantas, com variabilidade fenotípica, oriundas de propagação sexuada de materiais coletados de diversas localidades. Dentre essas plantas, 24 foram pré-selecionadas para estudo, baseando-se no histórico, no vigor e no estado fitossanitário.

Para cada genótipo, foram coletados aleatoriamente 60 frutos/planta em estágio de maturação fisiológica, determinado pela coloração vermelho intensa, em duas épocas de produção, sendo novembro de 2012 e abril de 2013. Os frutos foram devidamente

acondicionados, identificados e encaminhados ao Laboratório de Produção Vegetal da Universidade Federal de São João Del Rei, campus Sete Lagoas para se processarem as análises.

As seguintes variáveis foram determinadas: massas do fruto (MF), da polpa (MP), e das sementes (MS), mensuradas em balança digital de precisão, expressando-se os valores em gramas; diâmetros longitudinal (DL) e transversal (DT) determinados com paquímetro digital e expressos em milímetros; sólidos solúveis totais (SST) obtidos por refratometria, com os resultados expressos em graus Brix; acidez total titulável (ATT) determinada por titulometria e os resultados expressos em percentagem de ácido málico por 100 gramas de polpa fresca; pH obtido por leitura direta em potenciômetro digital; volume do fruto (Vol) em mL obtido por imersão dos frutos em água, em proveta milimetrada; umidade da polpa do fruto (UM) calculados a partir da massa fresca e massa seca da polpa dos frutos determinada em estufa de ar forçada a 65 °C até peso constante em percentagem e o conteúdo de ácido ascórbico (Vit. C) com resultados expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa fresca, avaliado por Cromatografia Líquida de Alta Resolução (CLAE) em cromatógrafo marca SHIMADZU, detector UV-VIS, com as seguintes condições cromatográficas: coluna ODS-II C15 (ID 4,6 x 150 mm) e *loop* de 20 mL, comprimento de onda 254 nm, fluxo de 1 mL/min, utilizando-se para o preparo da fase móvel brometocetiltrimetil amônia 5 mmol/L e fosfato monobásico de potássio 50 mmol/L. Foram calculados também o rendimento de polpa (Ren) e as relações STT/ATT e DL/DT. Foram seguidas as metodologias indicadas pelo Instituto Adolfo Lutz (2003), com exceção do teor de ácido ascórbico, para o qual se seguiu a metodologia descrita por Benlloch et al. (1993).

Inicialmente os dados foram submetidos à análise descritiva avaliando-se a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação das variáveis. Para o estudo da divergência genética entre os genótipos, foram empregados a análise de Componentes Principais, o método Hierárquico do Vizinho Mais Próximo e o Método de Otimização de Tocher. Como medida de dissimilaridade, utilizou-se a Distância Euclidiana Média Padronizada. Utilizou-se os recursos computacionais do programa GENES (Cruz, 2006).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Verifica-se variabilidade entre os genótipos estudados para as características agronômicas (Tabela 1). Esta variabilidade poderá ser explorada na seleção de indivíduos

superiores para serem empregados como variedades clonais ou como base para seleção de genitores que serão empregados em cruzamentos (CRUZ e REGAZZI, 1994).

**Tabela 1.** Valores médios, mínimos, máximos, coeficiente de variação e desvio padrão referentes às características MF: Massa média de frutos (g) MS: Massa média de sementes (g) MP: Massa média de polpa Ren: Rendimento de polpa (%) Vol: Volume (mL) DL: Diâmetro longitudinal do fruto DL (mm) DT: Diâmetro transversal do fruto (mm) DL/DT: Relação diâmetro longitudinal e transversal pH: Potencial Hidrogeniônico AT: Acidez total titulável em % de ácido málico ST: Sólidos solúveis totais em °Brix SS/AT: Relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável UM: percentagem de umidade da polpa do fruto e Vit. C: mg de ácido ascórbico por 100 g de massa fresca da polpa do fruto de genótipos de aceroleira. Sete Lagoas – MG, 2014.

Genót.	MF	MS	MP	Ren	Vol	DL	DT	DL/DT	pH	ST	AT	SS/AT	UM	Vit.C
1	2,99	0,55	2,44	81,41	2,42	17,21	19,03	0,90	3,54	6,95	1,58	4,64	90,04	1184,92
2	4,52	0,94	3,58	79,18	3,88	19,25	21,53	0,90	3,37	5,56	1,00	5,90	90,77	902,29
3	4,87	1,12	3,76	76,94	4,49	19,71	22,45	0,88	3,33	6,16	0,91	6,90	92,27	1051,17
4	4,12	0,92	3,19	77,43	3,32	19,70	20,82	0,95	3,31	7,70	1,07	7,59	90,51	1039,13
5	4,10	1,14	2,96	72,10	3,31	19,52	21,35	0,91	3,48	7,13	1,05	6,89	91,05	874,21
6	6,17	1,33	4,84	78,00	5,25	21,17	24,76	0,85	3,62	6,31	1,04	6,14	91,46	988,41
7	4,52	1,18	3,34	74,09	3,83	19,35	21,56	0,90	3,26	7,53	1,87	4,88	91,89	1043,08
8	4,97	0,92	3,29	81,76	5,58	19,70	23,25	0,86	3,71	5,65	0,86	6,63	92,33	826,62
9	5,64	1,12	4,52	80,40	5,05	20,62	23,99	0,86	3,27	7,26	1,62	4,65	91,19	1084,31
10	3,62	0,84	2,79	76,88	3,50	17,40	20,87	0,83	2,97	6,71	1,35	5,01	91,95	1359,95
11	2,63	0,53	2,10	77,97	2,00	16,56	17,59	0,94	3,04	8,55	3,13	3,01	90,29	1721,80
12	3,99	0,89	3,09	76,76	3,22	18,20	20,38	0,90	3,41	6,66	1,72	4,07	90,77	1381,22
13	5,29	1,22	4,07	76,63	4,42	19,93	22,95	0,87	3,75	6,24	1,06	5,92	90,11	1311,93
14	4,30	0,86	3,44	79,95	3,58	19,29	21,62	0,89	3,68	5,75	1,29	5,06	91,25	1227,75
15	4,42	0,93	3,49	78,78	3,70	17,98	22,07	0,82	3,30	7,15	1,52	4,72	90,55	1432,57
16	5,26	1,28	3,98	74,47	4,08	19,98	22,85	0,88	3,31	8,03	1,83	4,97	91,36	1231,73
17	4,11	0,87	3,24	78,80	3,84	20,05	21,08	0,95	3,26	6,03	1,15	5,33	92,36	1126,76
18	5,92	1,45	4,47	75,28	5,04	22,42	24,12	0,93	3,51	6,51	1,58	4,49	90,85	1128,50
19	3,50	1,12	2,37	67,17	2,81	17,96	19,57	0,92	3,32	8,14	1,68	5,19	90,11	1364,47
20	4,69	0,95	3,74	79,66	3,46	19,98	21,83	0,92	3,43	6,18	0,98	6,67	91,57	1266,69
21	6,20	1,59	4,62	74,38	4,21	20,03	25,24	0,80	3,04	6,29	1,69	4,21	91,13	1323,85
22	4,03	0,98	3,06	75,70	4,00	18,98	20,91	0,91	3,38	8,46	2,20	3,95	90,33	1178,36
23	4,77	1,04	3,73	78,22	4,08	19,15	22,50	0,85	3,57	7,08	0,93	8,31	92,24	1823,44
24	6,51	1,33	5,18	79,77	5,68	21,93	25,48	0,86	3,35	6,99	1,19	5,90	92,32	994,36
Média	4,63	1,05	3,55	77,16	3,95	19,42	21,99	0,89	3,38	6,88	1,43	5,46	91,20	1202,81
Mínimo	2,63	0,53	2,10	67,17	2,00	16,56	17,59	0,80	2,97	5,56	0,86	3,01	90,04	826,62
Máximo	6,51	1,59	5,18	81,76	5,68	22,42	25,48	0,95	3,75	8,55	3,13	8,31	92,36	1823,44
CV(%)	21,51	24,83	22,02	4,72	23,47	7,48	9,02	9,37	6,00	12,57	26,10	23,02	0,96	20,16
DP	0,99	0,26	0,78	3,62	0,93	1,45	1,98	0,08	0,20	0,86	0,51	1,26	0,78	242,52

As médias de massa de frutos variaram entre os genótipos, de 2,63 g a 6,51 g, similares aos encontrados por Freire et al. (2006) (2,33-6,27 g). Dentre os genótipos estudados, 79,17% deles apresentaram médias de massa de frutos acima de 4 g, peso

mínimo aceito pelos mercados japonês e alemão, principais compradores de acerola, e pelas indústrias nacionais de processamento de acerola (IBRAF, 1995). Para a massa da semente, foram encontradas médias entre 0,53 e 1,59 g. Para massa da polpa, as médias variaram entre 2,10 g e 5,18 g, resultados semelhantes (2,13-5,88 g) foram relatados por Freire et al. (2006). As médias dos volumes dos frutos dos genótipos ficaram entre 2,00 e 5,68 mL. Segundo Gonzaga Neto et al. (1999), quanto maior o fruto, mais fácil e rápida é sua colheita, demandando menos mão de obra e conseqüentemente, reduzindo os custos de produção, além de serem mais atrativos para o consumo *in natura*.

O diâmetro longitudinal médio dos frutos dos genótipos variou entre 16,56 e 22,42 mm e o diâmetro transversal médio de 17,59 a 25,48 mm. O índice de formato, expresso pela relação diâmetro longitudinal e transversal variou de 0,80 a 0,95, sendo que quanto mais próximo de 1,0 mais os frutos tendem ao formato arredondado. A análise dessa variável indica que os frutos são, em média, mais largos que altos, o que define um formato subgloboso. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), esses atributos são importantes para a comercialização, uma vez que a variação entre as unidades individuais de um produto pode afetar a escolha desse produto pelo consumidor.

O rendimento de polpa variou de 67,17% a 81,76%, valores considerados satisfatórios para a indústria de processamento de polpa. Brunini et al. (2004) encontraram médias de 50,70% a 76,95%. O rendimento da polpa é uma característica crucial na qualidade da acerola destinada ao processamento industrial por afetar diretamente a relação custo/benefício (MACIEL et al., 2004).

Para sólidos solúveis totais, foram encontradas médias entre 5,56 e 8,55 °Brix, superando as médias encontradas por Santos et al. (2012) (4,7-5,3°Brix) e Cavalcante et al. (2007) (5,25- 7,75°Brix), porém inferiores às encontradas por Moura et al. (2007) (7,59-11,10°Brix), Mamede et al. (2009) (7,88-8,84°Brix), e Maciel et al. (2010) (6,33-11,46°Brix). Dos 24 genótipos, 21 deles apresentaram valores de SS maiores que 6,0°Brix, estando, portanto, dentro do padrão de identidade e qualidade de polpa (PIQ) de acerola, atendendo aos valores estabelecidos pela legislação (mínimo de 6,00°Brix) do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1999).

A acidez total titulável, variou entre 0,86 e 2,20% apresentando uma maior amplitude do que as encontradas por Maciel et al. (2010) (0,96-1,67%), Nunes et al. (2005) (1,01-2,27%), e Santos et al. (2012) (0,86-0,99%). Valores inferiores foram relatados por

Cavalcante et al. (2007) (0,37-1,15%). A acidez total titulável determina o percentual de ácidos orgânicos na solução sendo, juntamente com o pH, os principais parâmetros utilizados para medir a acidez em frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Para a razão sólidos solúveis totais e acidez total titulável, foram encontradas médias entre 3,01 e 8,31, inferiores às encontradas por Nunes et al. (2005) (4,14-10,18), Mamede et al. (2009) (5,84-10,72) e Moura et al. (2007) (4,32-11,94) e, superiores às encontradas por Santos et al. (2012) (5,33-5,74) e Maciel et al. (2010) (3,79-7,06). A razão SS/AT indica o índice de palatabilidade; o grau de equilíbrio entre o teor de açúcares e ácidos orgânicos do fruto e está diretamente relacionada à sua qualidade quanto ao atributo sabor, sendo, portanto, uma importante variável a ser considerada na seleção de “variedades de mesa”, pois quanto maior for esta razão, mais doces serão os frutos (VIÉGAS, 1991; COUCEIRO, 1986).

Em relação ao pH, as médias apresentaram pouca variação (entre 2,97-3,75), estando todas acima do mínimo estabelecido pelo padrão de identidade e qualidade de polpa (PIQ) de acerola; que é de 2,80 (BRASIL, 1999). Segundo Musser et al. (2004), o pH em acerolas apresenta baixa variabilidade. O pH é um fator de grande influência na qualidade e segurança dos alimentos, sendo muito importante sua avaliação quando se processa industrialmente a polpa, pois fornece uma indicação do seu potencial de conservação, atestado pela acidez desenvolvida (GOMES, 1996; GAVA, 1999).

O teor médio de umidade dos frutos variou entre 90,04 e 92,36%, valores estes que estão de acordo com os observados por França e Narain (2003), que ao analisar frutos oriundos de três matrizes, encontraram umidades de 91,97% a 92,88%. O teor de umidade possui importância econômica por refletir nos teores de sólidos de um produto e sua perecibilidade. A umidade está relacionada com a estabilidade e a qualidade dos alimentos, podendo afetar a estocagem, embalagem e o processamento dos produtos. De modo geral, quanto maior a umidade do produto, mais estará susceptível a reações de deterioração de ordem química, enzimática e microbiológica (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O conteúdo de vitamina C variou de 802,62 a 1823,44 mg por 100 g de polpa fresca. Teores aproximados são reportados na literatura por FRANÇA e NARAIN, (2003); MUSSER et al. (2004); NOGUEIRA et al. (2002); MEZADRI et al. (2008); e MACIEL et al. (2010) que obtiveram médias entre 632 e 2.000 mg por 100 g de polpa fresca. Cabe salientar que os teores encontrados são referentes a frutos maduros. Para a indústria

farmacêutica, interessada no teor de vitamina C, é vantajoso realizar a colheita dos frutos antes do amadurecimento, já que, como reportado por CRUZ et al. (1995), o teor de ácido ascórbico de acerolas decresce com a evolução do amadurecimento. Nogueira et al. (2002) concluíram que frutos verdes apresentam teores de vitamina C mais elevados que os maduros e semimaduros.

Considerando-se a massa do fruto, componente primário do caráter rendimento em produção; a relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável, que afeta a palatabilidade dos frutos; e o teor de vitamina C, importante atributo nutricional e para a aceitação da acerola no mercado externo (Bliska e Leite, 1995) merecem destaque os genótipos 13, 20 e 23, que apresentaram médias superiores à média geral para essas três características. Os genótipos 3, 6, 8 e 24 destacaram-se com relação à massa do fruto e à relação solúveis/acidez total titulável, e o genótipo 16 e 21 destacaram-se com relação à massa do fruto e ao teor de vitamina C (Tabela 1). Esses genótipos têm potencial para serem utilizados como variedades clonais e também em cruzamentos futuros, pois foram superiores em pelo menos duas das principais características agrônômicas de importância, ou se destacou em pelo menos uma delas (OLIVEIRA et al., 2009). Ressalta-se, ainda, que esses nove genótipos tiveram rendimento em polpa acima de 74%, fator determinante do rendimento industrial.

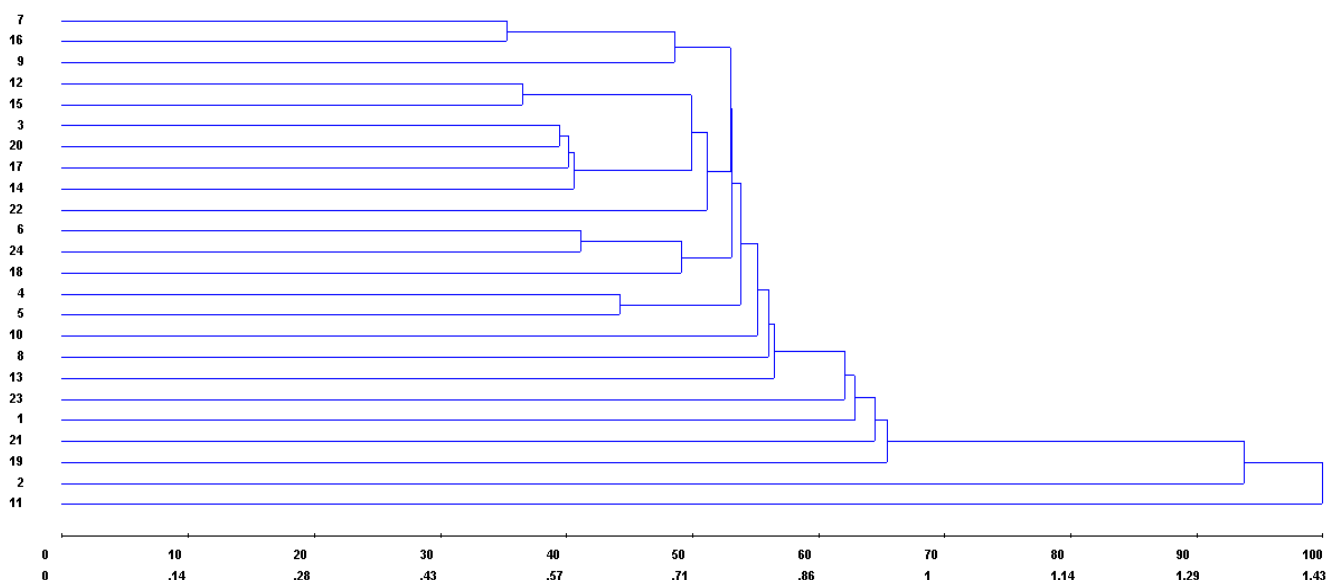
Com relação à divergência genética, o método de otimização de Tocher possibilitou a formação de cinco grupos (Tabela 2). O grupo I englobou a maior quantidade de genótipos similares, representando 83,33% do total, sugerindo que os possíveis cruzamentos entre eles terão menor possibilidade de obtenção de genótipos superiores nas gerações segregantes, pois, de acordo com Destro (1991), devem-se evitar cruzamentos dentro de um mesmo grupo. Os demais grupos foram compostos 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 outros, sugerindo que poderão apresentar maiores chances de obtenção de genótipos superiores quando cruzados entre si ou com os genótipos dos demais grupos.

**Tabela 2.** Grupos formados por meio do método de otimização de Tocher, com base na Distância Euclidiana Média Padronizada de genótipos de aceroleiras. Sete Lagoas-MG. 2012/2013.

Grupo	Genótipo																			
I	7	16	22	15	12	10	17	20	14	3	5	4	9	13	18	6	8	23	21	24

II	19
III	1
IV	2
V	11

No dendograma obtido pelo método do Vizinho mais Próximo (Figura 1), verifica-se a formação de quatro grupos principais, sendo que o primeiro e o segundo grupo formados isolam os genótipos 11 e 2 respectivamente. O terceiro grupo foi composto pelos genótipos 23, 1, 21 e 19, e o último grupo formado pelos demais genótipos. Esses resultados são concordantes com o obtido pelo método de Tocher, uma vez que comprovam a alta divergência entre os genótipos 19, 1, 2 e o 11 com os outros genótipos.

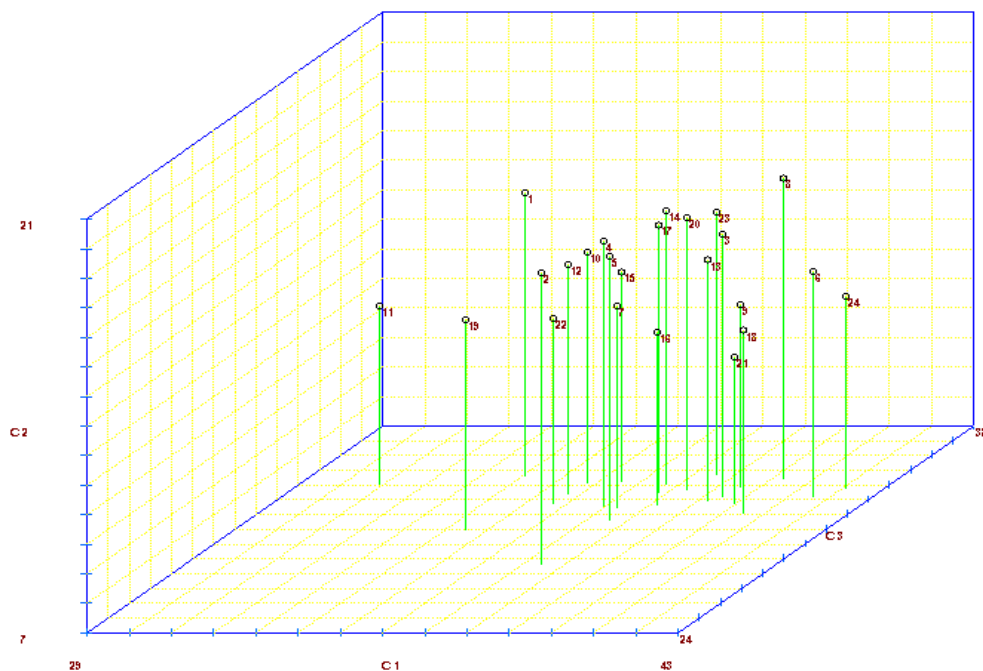


**Figura 1.** Diagrama de árvore obtido pelo Método do Vizinho mais Próximo, com base na Distância Euclidiana Média Padronizada de genótipos de aceroleiras. Sete Lagoas-MG. 2012/2013.

Em geral, os pesquisadores têm optado pela representação gráfica quando o critério de 80% da variação total dos dados forem explicadas por até os quatro primeiros componentes principais (CRUZ e REGAZZI., 1997). Para melhor visualização, considerou-se para a obtenção da representação gráfica os três primeiros componentes principais, que foram suficientes para explicar mais de 74% da variação observada (Tabela 3). Genótipos pouco distanciados entre si no plano fatorial são menos divergentes do que os genótipos amplamente distanciados (Figura 2). A distribuição dos genótipos permitiu confirmar a individualização dos genótipos obtida pelos métodos de Tocher e do Vizinho mais Próximo.

**Tabela 3.** Estimativas de autovalores e da proporção da variância explicada pelos componentes principais obtidos pela análise de caracteres avaliados de genótipos de aceroleiras. Sete Lagoas-MG. 2012/2013.

Componentes	% da variância	% Acumulada
1	45,7630	45,7630
2	15,6119	61,3749
3	12,9043	74,2792
4	7,3058	81,5851
5	6,4053	87,9905
6	4,6570	92,6475
7	2,9701	95,6176
8	2,2268	97,8444
9	1,3205	99,1650
10	0,4970	99,6620
11	0,2079	99,8700
12	0,0841	99,9541
13	0,0281	99,9823
14	0,0176	100,00



**Figura 2.** Distribuição dos 14 genótipos de aceroleiras avaliados em relação aos três primeiros componentes principais. Sete Lagoas-MG. 2012/2013.

Na indicação dos cruzamentos, devem ser consideradas tanto as médias dos genótipos quanto a divergência entre eles, assim, os genótipos 1, 2, 11 e 19 mostraram-se consistentemente divergentes dos demais pelos métodos de Tocher (Tabela 2) e do Vizinho Mais Próximo (Figura 1), ambos baseados na distância Euclidiana Média Padronizada, e pelo método dos Componentes Principais (Figura 2). Os genótipos 1, 2 e 19 não deverão ser empregados em cruzamentos futuros, por não terem atributos agronômicos relevantes (Tabela 1). Já o genótipo 11 se destacou no teor de vitamina C de 1.721,80 mg/100 g de polpa, com valor bastante superior ao referencial para a aceitação da acerola no mercado externo que é de 1.200 mg/100 g de polpa (BLISKA e LEITE, 1995), e poderá ser utilizado no programa de melhoramento genético da aceroleira.

Assim, com vistas à obtenção da população de melhoramento com boas médias agronômicas e que capitalize os efeitos favoráveis da complementação gênica, recomenda-se que sejam efetuados os cruzamentos do genótipo 11 com os 3, 6, 8, 13, 16, 20 e 23.

## **CONCLUSÃO**

Há diversidade nas características químicas e físicas entre os genótipos.

Os genótipos 13, 20 e 23 tiveram médias superiores à média geral para massa da polpa, relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável e teor de vitamina C.

O genótipo 11 destacou-se com relação ao teor de vitamina C e por ser divergente geneticamente dos demais genótipos.

Nove cruzamentos foram recomendados para a formação da população de melhoramento com boas médias agronômicas e que capitalize os efeitos favoráveis da complementação gênica entre o genótipo 11 e os genótipos 3, 6, 8, 13, 16, 20, 21, 23 e 24.

## **AGRADECIMENTOS**

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

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BENLLOCH, R. FANE, R. FRIGOLA, A. A quantitative estimate of ascorbic and isoascorbic acid by high performance liquid chromatography application to citric juices. **Journal of Liquid Chromatography** 16(14):3113-3122. 1993.

BLISKA, F.M.M.; LEITE, R.S.S.F. Aspectos econômicos e mercado. In: SÃO JOSÉ, A.R.; ALVES, R.E. **Acerola no Brasil: produção e mercado**. Vitória da Conquista:UESB, 1995. 45 p.

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.

BRUCKNER, C. H. Editor. **Melhoramento de Fruteiras Tropicais**. Viçosa: UFV, 2002. 422 p.

BRUNINI, M. A., MACEDO, N. B., COELHO, C. V., SIQUEIRA, G. F. Caracterização física e química de acerolas provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura.**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 3, p. 486-489, Dezembro 2004.

CAVALVANTE, I. H. L.; BECKMANN, M. Z.; MARTINS, A. B. G.; CAMPOS, M. C. C.. Preliminary selection of acerola genotypes in Brazil. **Fruits**, 2007, vol. 62, p. 27–34. 2007. p. 34.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESALQ/FAEPE, 2. Ed., 2005. 785p.

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

CRUZ, C.D. **Programa Genes: Biometria**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 382p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1994. 390p.

CRUZ, V. D.; D ARCE, L. P. G.; CASTILHO, V. M. Variações no teor de ácido ascórbico de acerolas (*M. glabra* L.) em função do estágio de maturação e temperatura de estocagem. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 38, n. 2, p. 331-337, 1995.

DESTRO, D. **Capacidade de combinação de genótipos de soja (*Glycinemax* (L.) Merrill) apropriados para o consumo humano**. Piracicaba : ESALQ, 1991. 158p. Tese de Doutorado.

FRANÇA, D. C.; NARAIN, N. Caracterização química de frutos de três matrizes de acerola (*Malpighia emarginata* D. C). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas. 23(2): 157-160. Maio-agosto 2003.

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. Areia, PB, CCA/UFPB. **Agropecuária Técnica**, v.27, n.2, p.105-110, 2006.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 1999. 284p.

GOMES, F.P, **Curso de estatística experimental**. Piracicaba, SP: Fealq, 2009. 451p.

GOMES, J. C. **Análise de alimentos**. Viçosa: UFV, 1996. 126 p.

GOMES, J. E.; PERENCI, D.; MARTINS, A. B. G.; ALMEIDA, E. J. Variabilidade fenotípica e genotípica de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2205-2211, Nov 2000.

GONZAGA NETO, L.; MATUZ, B.; SANTOS, C.A.F. Caracterização agrônômica de clones de aceroleira (*Malpighia* spp) na Região do Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.21, n.2, p.110-115, 1999.

IGA. Instituto de Geociências Aplicadas. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **Soluções fruta a fruta: acerola**. 2 ed. São Paulo: IBRAF, 1995. 64 p.

MACIEL, M. I. S.; MELO, E.; LIMA, V.; SOUZA, K. A.; SILVA, W. Caracterização físico-química de frutos de genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Ciências e Tecnologia de Alimentos**., Campinas, 30(4): 865-869, out.-dez. 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**. Vol. 111 No. 4, 2009 pp. 387-395.

MANICA, I.; ICUMA, I.M.; FIORAVANÇO, J.C.; PAIVA, J.R. de; PAIVA, M.C.; JUNQUEIRA, N.T.V. **Acerola: tecnologia de produção, pós-colheita, congelamento, exportação, mercados**. Porto Alegre: Cinco continentes, 2003. 397 p.

MEZADRI, T. et al. Antioxidant compounds and antioxidant activity in acerola (*Malpighia emarginata* DC.) fruits and derivatives. **Journal of Food Composition and analysis**, v. 21, p. 282-290, 2008.

MOURA, C. F. H.; ALVES, R. E.; FIGUEIREDO, R. W.; PAIVA, J. R. Avaliações físicas e físico-químicas de frutos de clones de aceroleira (*Malpighiaemarginata* D.C.). **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.1, p.52-57, 2007. [www.ccarevista.ufc.br](http://www.ccarevista.ufc.br).

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. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**., Campinas, 24(4): 556-561, out.-dez. 2004.

NOGUEIRA, R. J. M., MORAES, J. A. P. V., BURITY, H. A., SILVA JUNIOR, J. F. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 463-470, abr. 2002.

Normas analíticas do Instituto *Adolfo Lutz*. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo : Instituto *Adolfo Lutz*,. 1985.

NUNES, E. S.; BRAZ, V. B.; IGNÁCIO, M.; COUTO, F. A. d'ARAÚJO. Avaliação de características de qualidade de frutos de genótipos de aceroleira selecionados no município de Viçosa-MG. **Revista Ceres**, 52 (302): 591-599, 2005.

OLIVEIRA JR, L. F.; CORDEIRO, C. A.; MARTINS, K. L.; COELHO, E. M.; CARLOS, L. A.; ARAÚJO, T. M. R. Vida de prateleira de goiaba minimamente processada submetida a diferentes temperaturas de armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 157-162, 2005.

OLIVEIRA, M.G.; OLIVEIRA, J.J., de; GOMES FILHO, A.; PEREIRA, M.G.; VIANA, A.P.; SOUZA FILHO, G.A., de; LOPES, G.E.M. Diversidade genética de aceroleiras (*Malpighiaemarginata* D.C.), utilizando marcadores moleculares RAPD e características morfoagronômicas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 162-170, 2009.

PIPOLO, V. C.; BRUEL, D. C. Correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais em aceroleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 1, p. 115-119, abril 2002.

PIPOLO, V. C.; PRETE, C.E.C.; GONZALEZ, M.G.N.; POPER, I.O. Novas cultivares de acerola (*Malpighiaemarginata* D. C.): UEL 3 – Dominga, UEL 4-Lígia E UEL 5- Natália. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.124-126, 2002.

RITZINGER, R., RITZINGER, C. H. S. P. **Acerola**. Informe Agropecuário, Belo horizonte, v.32,n.264, p.17-25, set./out. 2011.

SANTOS, S. M. L.; VASCONCELOS, A. M.; OLIVEIRA, V. S.; CLEMENTE, E.; COSTA, M. C. Evaluation of Physical and Physicochemical Characteristics of *Malpighia emarginata* DC from the State of Ceará. **International Journal of Biochemistry Research Review** 2(4): 152-163, 2012.

VIÉGAS, F. C. P. A industrialização dos produtos cítricos. In: RODRIGUEZ, O. et al. (Ed.). **Citricultura Brasileira**. 2 ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p. 898-922.

## VIABILIDADE DE GANHOS INDIRETOS NA SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE ACEROLEIRA

Em conformidade com as normas estabelecidas pela Revista Brasileira de Fruticultura

**RESUMO:** A massa do fruto e os diâmetros longitudinal e transversal dos frutos de aceroleira foram mensurados com o objetivo de verificar se a seleção praticada nesses caracteres, mais facilmente mensuráveis, conduz a ganhos indiretos na redução da massa das sementes, no aumento do rendimento de polpa e na redução dos teores de umidade da polpa. Para obtenção de frutos com maior rendimento em produtividade e maior rendimento de massa de polpa, devem-se selecionar primeiramente os genótipos com frutos de maior massa e, entre esses, os que produzirem frutos com menor diâmetro transversal, uma vez que a avaliação dessas duas características é mais fácil que a avaliação da massa da polpa, considerando-se a necessidade de se trabalhar com um grande número de plantas nas etapas iniciais dos programas de melhoramento genético. Não houve resposta correlacionada da massa e das dimensões do fruto com o teor de umidade da polpa da acerola.

**Palavras-chave:** *Malpighia emarginata*, correlações parciais, seleção indireta.

## ABILITY TO PROFIT IN THE INDIRECT SELECTION OF ACEROLA GENOTYPES

According to the rules established by the Brazilian Journal of Tropical Fruits

**SUMMARY:** The fruit mass and the longitudinal and transverse diameters of acerola fruits were measured in order to determine whether the selection of these characteristics more easily measured, leading to indirect gains in reducing seed mass , the increase in pulp yield and reduce the moisture content of the pulp. They concluded that for being heavier and larger weight of fruit pulp, you must first select the genotypes with greater mass fruit and among these, those that produce fruits with smaller cross-sectional diameter, since the evaluation of the two features is that the easier evaluation of the dough mass, considering the necessity of working with a large number of plants in the early stages of the breeding program. The mass and size of the fruit with the moisture content of the response from acerola pulp are not correlated.

**Keywords:** *Malpighia emarginata* , partial correlations , indirect selection.

# VIABILIDADE DE GANHOS INDIRETOS NA SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE ACEROLEIRA

Em conformidade com as normas estabelecidas pela Revista Brasileira de Fruticultura

## INTRODUÇÃO

A aceroleira (*Malpighia emarginata* D. C.) apresenta grande potencial econômico e nutricional. Porém, diante de um mercado cada vez mais exigente e sabendo-se que a variabilidade existente nos pomares brasileiros é acentuada, os estudos de caracterização de genótipos tornam-se importantes no processo de seleção de materiais promissores a fim de se obter frutos de qualidade superior para o mercado consumidor.

Os trabalhos de melhoramento genético dessa cultura têm sido conduzidos com populações com variabilidade bastante alta para os caracteres de interesse agrônomo, podendo ser explorada por muitas gerações via seleção massal. Nesse método seletivo, as plantas são escolhidas em função de uma avaliação fenotípica e as respectivas sementes são misturadas, sem teste de progênie, para se reproduzir a próxima geração. A seleção massal é efetiva para caracteres que são facilmente mensurados, sendo relevante no início dos programas de melhoramento ou quando há necessidade de produção de sementes em curto prazo (BORÉM e MIRANDA, 2013).

Desse modo, o conhecimento da associação entre caracteres é de grande importância no melhoramento genético, principalmente se um dos caracteres apresenta baixa herdabilidade ou é de difícil mensuração. Dessa forma, a seleção indireta correlacionada em outro caráter pode ser mais conveniente e conduzir a progressos mais rápidos no programa de melhoramento (CRUZ e REGAZZI, 1994).

Os coeficientes de correlação dependem da base genética da população nos quais os caracteres estão sendo mensurados e nos fornecem indicativos de como a seleção praticada em um caráter pode influenciar a média de outro. A correlação é uma medida da intensidade de associação entre duas variáveis, ou uma medida do grau de variação conjunta de duas variáveis, podendo ser positiva ou negativa, quando ocorre aumento nas duas variáveis ou acréscimo de uma e decréscimo de outra, respectivamente (STEEL e TORRIE, 1980).

A principal causa da correlação entre caracteres agrônômicos é o pleiotropismo, em que um gene afeta duas ou mais características. Assim, se o gene estiver segregando, causará permanentemente variação simultânea em todos os caracteres que ele influencia. O

desequilíbrio de ligação gênica é a outra causa de correlação entre caracteres, porém é transitória. Neste caso, a correlação será maior quanto mais próximos os genes estiverem no cromossomo (FALCONER e MACKAY, 1996; RAMALHO et al., 1993).

Em certos casos, os coeficientes de correlação simples podem produzir grandes equívocos a respeito da relação que há entre duas variáveis, podendo não ser medida real de causa e efeito. A medida mais informativa sobre a relação entre variáveis é o coeficiente de correlação parcial, que é estimado removendo-se os efeitos de outras variáveis sobre a associação estudada (CRUZ e REGAZZI, 1994).

Este trabalho teve por objetivo determinar as correlações fenotípicas parciais entre características físicas dos frutos, com vistas à avaliação da viabilidade de obtenção de ganhos indiretos na seleção de genótipos de aceroleira.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O material experimental foi obtido em um pomar comercial de aceroleiras com quinze anos de implantação, no município de Jequitibá-MG (19°15' latitude S e 44°15' longitude O), localizado a 644 m de altitude, com temperatura média anual de 20,2 °C, variando entre 15,9 e 28,2 °C, com pluviosidade média anual de 1.328,7 mm e clima tropical úmido (IGA, 2012). O pomar era constituído por cerca de 800 plantas, com variabilidade fenotípica, oriundas de propagação sexuada de materiais coletados de diversas localidades. Dentre essas plantas, 24 foram pré-selecionadas para estudo, baseando-se no histórico, no vigor, e no estado fitossanitário.

Para cada genótipo, foram coletados aleatoriamente 60 frutos/planta em estágio de maturação fisiológica determinado pela coloração vermelho intensa, em duas épocas de produção, sendo novembro de 2012 e abril de 2013. Os frutos foram devidamente acondicionados, identificados e encaminhados ao Laboratório de Produção Vegetal da Universidade Federal de São João Del Rei, campus Sete Lagoas para realização das análises.

As características físico-químicas dos frutos foram analisadas em vinte e quatro acessos de aceroleira, sendo determinado o valor médio de cada variável, bem como os valores máximo e mínimo e os coeficientes de variação.

Foram avaliados os diâmetros transversal (DT) e longitudinal (DL) dos frutos, utilizando-se paquímetro digital e expressando-se os resultados em milímetros; as massas do fruto (MF), polpa (MP) e sementes (MS), em gramas; o rendimento de polpa, por meio da

razão MP/MF, sendo os resultados expressos em percentagem; e a umidade da polpa (UM), determinada por dessecação em estufa, com circulação forçada de ar, à temperatura de 65 °C, até peso constante. Seguiu-se as metodologias indicadas pelo Instituto Adolfo Lutz-ITAL (2003).

Determinaram-se as correlações fenotípicas parciais entre as características físicas dos frutos da aceroleira conforme metodologia descrita por Steel e Torrie (1980). Utilizou-se o programa computacional GENES (CRUZ, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os acessos de aceroleira avaliados mostraram variabilidade para todas as variáveis físicas analisadas nos frutos (Tabela 1), indicando a possibilidade de obtenção de ganhos genéticos por seleção massal nas gerações futuras do programa de melhoramento genético que se inicia na Universidade Federal de São João Del Rei.

**Tabela 1.** Valores máximo, mínimo e médio da massa do fruto (g), massa da semente (g), massa da polpa (g), rendimento (%), diâmetros longitudinal (mm) e transversal (mm), e umidade (%) dos frutos de aceroleira, com os respectivos coeficientes de variação.

Variável	Valor máximo	Valor mínimo	Valor médio	C.V.
Massa do fruto	6,51	2,63	4,63	21,51
Massa da semente	1,59	0,53	1,05	24,83
Massa da polpa	5,18	2,10	3,55	22,02
Rendimento	81,76	67,17	77,16	4,72
Diâmetro Longitudinal	22,42	16,56	19,42	7,48
Diâmetro Transversal	25,48	17,59	21,99	9,37
Umidade	82,20	80,04	81,20	0,96

Apesar de terem sido verificadas correlações fenotípicas significativas entre diversas características físicas dos frutos de aceroleira, os resultados não foram concordantes para a maioria dessas características quando comparamos as correlações simples com as parciais. Dos sete caracteres estudados verificaram-se treze correlações significativas simples de intensidade média à fortíssima, sendo que destas, apenas cinco permanecem significativas ao analisarmos suas correlações parciais. Os resultados encontrados demonstram a superioridade das correlações parciais em relação às simples para discriminar a relação entre

caracteres e comprovam que a análise apenas das correlações simples podem levar a resultados equivocados, podendo comprometer as decisões a serem tomadas em programas de melhoramento.

Todas as correlações simples significativas de magnitude fortíssima permaneceram significativas quando de sua análise parcial. Assim como as correlações simples, as parciais significativas entre as características físicas dos frutos de aceroleira foram de intensidade média a muito forte (GUERRA e LIVEIRA, 1999). As correlações parciais significativas foram entre massa do fruto e massa da polpa; massa do fruto e massa da semente; massa do fruto e diâmetro transversal; massa da polpa e diâmetro transversal; e massa da semente e rendimento, indicando que removendo os efeitos das outras variáveis, essas associações se mantêm e são relevantes na seleção simultânea dos caracteres (CRUZ e REGAZZI, 1994).

Analisando-se os sinais das correlações verifica-se que os incrementos nas massas da polpa e da semente e no diâmetro transversal levam ao aumento na massa do fruto da acerola. O aumento na massa da semente é inversamente proporcional ao rendimento de polpa, que é a porção consumida do fruto tanto *in natura* quanto após algum tipo de processamento. Todavia, a massa do fruto é mais fortemente correlacionada com a massa da polpa que com a massa da semente (Tabela 2).

Apesar dos frutos com maior diâmetro transversal terem maior massa, há associação negativa entre essa dimensão do fruto e a massa da polpa (Tabela 2).

Depreende-se dessas análises que, para obterem-se frutos com maior rendimento de produção e de maior massa de polpa, devem-se selecionar primeiramente os genótipos com frutos de maior massa e, entre esses, os que produzirem frutos com menor diâmetro transversal, uma vez que essas duas características são mais facilmente mensuráveis que a massa da polpa, considerando-se a necessidade de se avaliar um grande número de plantas. Além disso, a massa dos frutos ( $r=0,92$ ) e o diâmetro transversal ( $r=0,88$ ) têm altos coeficientes de repetibilidade, indicando grande regularidade na predição da superioridade das plantas sob processo seletivo (Lopes et al., 2001).

Não houve resposta correlacionada da massa e das dimensões do fruto com o teor de umidade da polpa da acerola.

**Tabela 2** - Correlações fenotípicas simples (acima da diagonal principal) e parciais (abaixo da diagonal principal) entre as variáveis físicas dos frutos de aceroleira. MF: Massa média de frutos (g) MS: Massa média de sementes (g) MP: Massa média de polpa R: Rendimento

de polpa (%) DL: Diâmetro longitudinal do fruto DL (mm) DT: Diâmetro transversal do fruto (mm) UM: Umidade do fruto em percentagem.

	MF	MS	MP	R	DL	DT	UM
MF		0,8346**	0,9749**	0,0568 <sup>ns</sup>	0,8572**	0,9604**	0,3923 <sup>ns</sup>
MS	0,5427*		0,7726**	-0,4895*	0,6687**	0,7381**	0,1879 <sup>ns</sup>
MP	0,6934**	0,1020 <sup>ns</sup>		0,1324 <sup>ns</sup>	0,8231**	0,9168**	0,3624 <sup>ns</sup>
R	0,3623 <sup>ns</sup>	-0,9594**	0,2625 <sup>ns</sup>		0,1295 <sup>ns</sup>	0,1803 <sup>ns</sup>	0,2690 <sup>ns</sup>
DL	0,2111 <sup>ns</sup>	-0,0610 <sup>ns</sup>	-0,0961 <sup>ns</sup>	-0,0278 <sup>ns</sup>		0,8534**	0,4065*
DT	0,5554*	0,1995 <sup>ns</sup>	-0,5370*	0,3506 <sup>ns</sup>	0,0702 <sup>ns</sup>		0,4622*
UM	0,0553 <sup>ns</sup>	-0,0886 <sup>ns</sup>	-0,0733 <sup>ns</sup>	-0,0407 <sup>ns</sup>	0,0609 <sup>ns</sup>	0,1671 <sup>ns</sup>	

As correlações fenotípicas positivas para massa e diâmetro transversal do fruto indicaram que a seleção de um desses dois caracteres pode ser feita por meio apenas da seleção daquele de mais fácil mensuração. Resultados condizentes foram detectados por Pipolo e Bruel (2002), estudando as correlações fenotípicas em aceroleiras. Os resultados comprovam ser desnecessários realizar as duas mensurações e confirmam a importância de se avaliar a correlação dos caracteres em estudos de melhoramento.

## CONCLUSÕES

Para obtenção de frutos com maior rendimento de produção e de maior massa de polpa, devem-se selecionar primeiramente os genótipos com frutos de maior massa e, entre esses, os que produzirem frutos com menor diâmetro transversal, uma vez que essas duas características são mais facilmente mensuráveis que a massa da polpa, considerando-se a necessidade de se avaliar um grande número de plantas.

Não houve resposta correlacionada da massa e das dimensões do fruto com o teor de umidade da polpa da acerola.

## AGRADECIMENTOS

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

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de Plantas**. 6. ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2013. 523p.

CALBO, M.E.R.; LIMA, J.N.C.; CALBO, A.G. Fisiologia pós-colheita de frutos de cagaita. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 2(1):15-18, 1990.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1994. 390p.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: Biometria**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 382p.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4. ed. New York: Longman, 1996. 464p.

GOMES, J. E., PERECIN, D., MARTINS, A. B. G., ALMEIDA, E. J. Variabilidade fenotípica em genótipos de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v.35, n.11, p. 2205-2211, novembro, 2000.

IGA. Instituto de Geociências Aplicadas. 2012.

MANICA, I.; ICUMA, I.M.; FIORAVANÇO, J.C.; PAIVA, J.R. de; PAIVA, M.C.; JUNQUEIRA, N.T.V. **Acerola: tecnologia de produção, pós-colheita, congelamento, exportação, mercados**. Porto Alegre: Cinco continentes, 2003. 397 p.

Normas analíticas do Instituto *Adolfo Lutz*. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo : Instituto *Adolfo Lutz*,. 1985.

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.**, Brasília, v.34, n.3, p.505-511, mar. 1999.

PIPOLO, V. C.; DESTRO, D.; PRETE, E. C.; GONZALES, M. G. N.; POPPER, I.; ZANATA, S.; SILVA, F. A. M. Seleção de genótipos parentais de acerola com base na divergência genética multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v.35, n.8, p. 1613-1619, agosto, 2000.

PIPOLO, V. C.; PRETE, C.E.C.; GONZALEZ, M.G.N.; POPPER, I.O. Novas cultivares de acerola (*Malpighia emarginata* D. C.): UEL 3 – Dominga, UEL 4-Lígia E UEL 5- Natália. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.124-126, 2002.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: Editora da UFG, 1993. 271p.

RITZINGER, R.; RITZINGER, C.H.S.P. **Acerola: aspectos gerais da cultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2004. 2p. (Boletim Técnico) .

STELL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. 2. ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 1980. 633p.

SILVA, D. F. P.; SILVA, J. O. C.; MATIAS, R. G. P.; RIBEIRO, M. R.; BRUCKNER, C. H. Correlação entre características quantitativas e qualitativas de frutos de pessegueiros na geração F2 cultivados em região subtropical. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n.1, p. 053-058, jan/dez, 2013.

GUERRA, N. B., OLIVEIRA, A.V.S. Correlação entre o perfil sensorial e determinações físicas e químicas do abacaxi cv. Pérola. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.21. P.32-35. 1999.

FERREIRA, M.A.J.F.; QUEIROZ, M.A.; BRAZ, L.T.; VENCOVSKY, R. Correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente entre dez caracteres de melancia e suas implicações para o melhoramento genético. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 438-442, julho-setembro 2003.

LOPES, R., BRUCKNER, C. H., CRUZ, C. D., LOPES, M. T. G., FREITAS, G. B. Repetibilidade de características do fruto de aceroleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**., Brasília, v. 36, n. 3, p. 507-513, mar. 2001.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados encontrados indicam que os genótipos de aceroleiras apresentam características com potencial para exploração dos frutos tanto para consumo *in natura* quanto para uso agroindustrial, podendo também contribuir em proporções consideráveis com a ingestão dietética recomendada de vitamina C.

Foram observadas variações entre os genótipos de aceroleiras cultivados na região de Jequitibá-MG quanto aos atributos de qualidade dos frutos.

Os genótipos selecionados irão compor o banco ativo de germoplasma da UFSJ para uso em futuros trabalhos de melhoramento genético, que serão conduzidos inicialmente conforme os cruzamentos sugeridos.

Considerando os atributos de qualidade e a divergência entre os genótipos, foram recomendados para a formação da população de melhoramento com boas médias agrônomicas e que capitalize os efeitos favoráveis da complementação gênica em sete cruzamentos.

Novas pré-seleções de materiais poderão ser conduzidas considerando a análise de correlação entre os caracteres dos frutos de acerola, com base na maior massa dos frutos e menor diâmetro transversal, uma vez que essas duas características são mais facilmente mensuráveis, o que permite avaliar um número significativamente maior de genótipos, maximizando a eficiência e viabilidade do programa de melhoramento, por reduzir os custos com mão de obra e tempo, além de direcionar a seleção para maior rendimento de produção e maior massa de polpa.