

## Divergência genética em genótipos de maracujazeiro azedo, com base em características físicas e químicas dos frutos<sup>1</sup>

Genetic diversity in genotypes of the sour passion fruit, based on the physical and chemical characteristics of the fruit

Kristhiano Chagas<sup>2\*</sup>, Rodrigo Sobreira Alexandre<sup>3</sup>, Edilson Romais Schmildt<sup>4</sup>, Claudio Horst Bruckner<sup>5</sup> e Fábio Gelape Faleiro<sup>6</sup>

**RESUMO** - Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a divergência genética e as características físicas e químicas de frutos de duas populações do maracujazeiro azedo na região Norte do Espírito Santo, como as progênies de meio-irmãos de acesso local de um plantio comercial (genótipos: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9 e 10) e do híbrido BRS Ouro Vermelho (genótipos: 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19 e 20). A divergência genética foi avaliada por procedimentos multivariados como a distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ) e pelos métodos de agrupamento de otimização de Tocher e UPGMA. Encontrou-se divergência genética entre as populações estudadas promovendo a formação de grupos diferentes entre o método de Tocher e do UPGMA. As características, referentes ao tamanho do fruto, diâmetro polar e equatorial, foram as que mais contribuíram na diversidade genética dos genótipos. Nas populações estudadas de maracujazeiro azedo há grande variabilidade genética quanto às características avaliadas, o que possibilita selecionar plantas com elevado potencial para fins de melhoramento genético. O híbrido BRS Ouro Vermelho apresenta boa adaptação às condições locais.

**Palavras-chave:** *Passiflora edulis* Sims. Melhoramento vegetal. Fruto de maracujá.

**ABSTRACT** - The aim of the present work was to evaluate genetic divergence and physical and chemical characteristics in fruit of two populations of sour passion fruit in the northern region of the State of Espírito Santo, Brazil, these being half-sibling progenies from local accessions of a commercial crop (genotypes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10) and the hybrid BRS *Ouro Vermelho* (genotypes: 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 and 20). Genetic divergence was evaluated using such multivariate procedures as the generalised Mahalanobis distance ( $D^2$ ) and the Tocher optimisation and UPGMA clustering methods. Genetic divergence was found between the populations under study, promoting the formation of different groups between the Tocher and UPGMA methods. As characteristics for fruit size, the polar and equatorial diameters had the most impact on the genetic diversity of the genotypes. In the populations of sour passion fruit being studied, great genetic variability is seen in the evaluated characteristics, making it possible to select plants of high potential for breeding purposes. The BRS *Ouro Vermelho* hybrid is well adapted to the local conditions.

**Key words:** *Passiflora edulis* Sims. Plant breeding. Passion fruit.

\*Autor para correspondência

DOI: 10.5935/1806-6690.20160063

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 19/07/2013; aprovado em 06/10/2015

Trabalho Conclusão de curso do primeiro autor apresentado ao Curso de Agronomia do Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Universidade Federal do Espírito Santo/CEUNES/UFES

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Departamento de Biologia Vegetal, Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária/BioagroLCTII, Universidade Federal de Viçosa/UFV, Campus Viçosa, Av. Ph Rolfs, s/n, Viçosa-MG, Brasil, 36.570-900, kristhianoc@gmail.com

<sup>3</sup>Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, Brasil, rsaufes@gmail.com

<sup>4</sup>Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus-ES, Brasil, edilsonschmildt@ceunes.ufes.br

<sup>5</sup>Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa/UFV, Viçosa-MG, Brasil, bruckner@ufv.br

<sup>6</sup>Embrapa Cerrados, Pesquisador A, Planaltina-DF, Brasil, fabio.faleiro@embrapa.br

## INTRODUÇÃO

Dentro da família Passifloraceae, o gênero de maior representatividade é o *Passiflora*, possuindo de 400 a 500 espécies, onde aproximadamente 90% são originárias das Américas, graças às excelentes condições edafoclimáticas do Brasil, muitas espécies são nativas (SOUSA; MELETTI, 1997) e dispersas por todo território nacional caracterizando o país como um dos centros de diversidade genética do gênero com ampla variabilidade genética natural, tornando possível a exploração no melhoramento genético (MARTINS *et al.*, 2003; GONÇALVES *et al.*, 2007).

A importância da diversidade genética está no fato de que cruzamentos envolvendo progenitores geneticamente dissimilares são os mais apropriados para gerar elevado efeito heterótico na progênie e maior variabilidade genética em gerações segregantes (OLIVEIRA; SCAPIM; CASALI, 1998; RÊGO *et al.*, 2011; SUDRÉ *et al.*, 2005).

A alta variabilidade genética encontrada entre e dentro de progênies de meios-irmãos de maracujá, permite o estabelecimento de diversas estratégias de seleção. Ganhos indiretos no peso do fruto podem ser obtidos por seleção do diâmetro do fruto, frutos com maior diâmetro equatorial possibilitam a obtenção de maracujás mais pesados e com maior rendimento de polpa, frutos com menor espessura de casca também conferem aumento no rendimento de polpa (NEGREIROS *et al.*, 2007). Oliveira *et al.* (2008) confirmam que o uso da seleção direta proporciona ganhos genéticos positivos em relação aos caracteres peso, comprimento, largura, formato de frutos e rendimento de polpa.

As características externas do fruto constituem os parâmetros primordiais avaliados pelos consumidores e devem atender a alguns padrões para que atinjam a qualidade desejada para a comercialização (NASCIMENTO; RAMOS; MENEZES, 1999). O peso total do fruto é, geralmente, proporcional ao número de sementes viáveis e, no maracujá, ao rendimento de suco, uma vez que cada semente está envolta por um arilo (FORTALEZA *et al.*, 2005).

Inúmeros trabalhos vêm utilizando-se de características externas e internas de frutos em programas de melhoramento genético, dentre estes o de Medeiros *et al.* (2009), com a cv. Marília Seleção Cerrado, que verificaram teores de sólidos solúveis totais (SST) de 13,93 °Brix, espessura de casca com 6,60 mm, peso de polpa de 81,35 g, relação diâmetro equatorial/diâmetro polar de 0,917, pH de 2,74, acidez total titulável de 4,81% em ácido cítrico e um número total de sementes por fruto de 217,75. Outros como os

realizados por Negreiros *et al.* (2007) e Pio *et al.* (2003), relatam que o rendimento de polpa do maracujazeiro azedo varia entre 52 a 53% e peso total do fruto de 166 a 207 g, respectivamente.

Portanto, objetivou-se neste estudo avaliar a qualidade dos frutos e estimar a divergência genética de duas populações de *Passiflora edulis* Sims, pela análise de suas características físicas e químicas.

## MATERIAL E MÉTODOS

As análises foram realizadas no Centro Universitário Norte do Espírito Santo com frutos provenientes de duas populações do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims), como as progênies de meio-irmãos de acesso local de um plantio comercial e do híbrido BRS Ouro Vermelho, derivado das matrizes selecionadas (cv. Sul Brasil Marília x Seleção de *Passiflora edulis* Roxo) F1 x Matriz derivada do GA-2, de um pomar instalado no Sítio Bela Vista, latitude 18°58'41,09" Sul e longitude 40°15'9,68" Oeste, no município de Vila Valério, Região Norte do Espírito Santo. O cultivo foi feito em espaldeira vertical, com mourões distanciados de 6 m e 1 fio de arame liso a 2 m de altura em relação ao solo, e as plantas dispostas a um espaçamento de 3 m entre linhas e 3,2 m dentro da linha, sendo uma linha do acesso local e duas do híbrido BRS Ouro Vermelho alternadas.

Nesse pomar, previamente instalado e já em produção, foram selecionadas aleatoriamente 20 plantas, sendo 10 plantas do acesso local, obtidas a partir de sementes de plantas da própria propriedade (genótipos: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9 e 10) e 10 plantas do híbrido BRS Ouro Vermelho (genótipos: 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19 e 20), para a colheita e caracterização de frutos. De cada planta foram coletados oito frutos maduros, os quais foram identificados e transportados para o Laboratório do Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES), da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), localizado em São Mateus, Espírito Santo. Foram analisadas as seguintes características do fruto de maracujá: massa total (g); diâmetro equatorial e polar (mm); espessura de casca (mm); rendimento de polpa (%); número de sementes; sólidos solúveis (SS, °Brix); acidez titulável (AT, % ácido cítrico) e pH.

Para a medição da espessura de casca, os frutos foram cortados ao meio; todas as determinações métricas foram obtidas utilizando-se um paquímetro digital e massas obtidas com auxílio de uma balança eletrônica com precisão de 0,01 g. Os sólidos solúveis (SS) foram determinados através de leituras em um refratômetro

analógico manual com resultados expressos em °Brix. Para a leitura do pH usou-se um medidor de pH de bancada. A determinação da acidez titulável (AT) foi realizada a partir do suco, usando indicador fenolftaleína e titulando com NaOH a 0,4 N, onde os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico a partir da seguinte Equação 1:

$$\% \text{ ácido cítrico} = (Vg \times N \times f \times Eq. Ac.) / 10 \times g \quad (1)$$

onde:  $Vg$  = volume de NaOH gasto (mL);  $N$  = normalidade da solução de NaOH utilizada;  $f$  = fator de correção obtido para padronização do NaOH;  $Eq.$  = equivalente ácido, que para o maracujá é 64;  $g$  = massa da amostra.

Após a tabulação, os dados foram submetidos à análise de variância e submetidos ao teste F a 5% de probabilidade. As médias dos tratamentos, quando significativos, foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Na análise multivariada, a divergência genética entre os acessos foi estimada pelo método de agrupamento de Tocher (RAO, 1952), com o emprego da distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ), como medida de dissimilaridade. Com base na matriz de distâncias, foi realizada também uma análise de agrupamento pelo algoritmo de classificação hierárquica ascendente UPGMA (*Unweighted Pair Grouped Method Average*). A identificação da importância das características foi feita com base no método de Singh (SINGH, 1981). As análises estatístico-genéticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico Genes (CRUZ, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou diferença significativa entre os acessos, a 5% de probabilidade, pelo teste de F (Tabela 1), para todas as características físicas e químicas avaliadas e, ao comparar as médias pelo teste de agrupamento de Scott-Knott, apresentaram diferença significativa a 5% de significância (Tabelas 2; 3 e 4). As características que apresentaram maior herdabilidade ( $h^2$ ), ou seja, o valor genético que determina sua influência na próxima geração foram: o diâmetro polar, espessura de casca e o diâmetro equatorial, e as menores  $h^2$  foram: o rendimento de polpa e número de sementes por fruto (Tabela 1), logo são características que apresentam maior dificuldade de serem transmitidas para as próximas gerações, possivelmente por sofrerem mais influências do ambiente, sendo dependente de uma eficiente polinização das flores. Nas características com  $h^2$  acima de 50% o  $Iv$  foi superior a 1,0, sendo este índice um indicativo do grau de facilidade de seleção das progênies para cada caráter. Portanto, quando a razão estimada for igual ou maior que 1,0, tem-se uma situação muito favorável para o processo de seleção, ou seja, a variação genética disponível é a maior responsável pelos valores de C.V. estimados dos dados experimentais (YOKOMIZO; FARIAS NETO, 2003).

Quanto ao tamanho dos frutos, medidos pelo diâmetro polar e equatorial, verificou-se, segundo o diâmetro polar, que os genótipos 10; 15 e 11 fazem parte do mesmo agrupamento de maiores médias, variando entre 107,42 a 109,7 mm (Tabela 2), em que os genótipos 11 e

**Tabela 1** - Análise de variância para diâmetro polar (DP), diâmetro equatorial (DE), massa total do fruto (MT), espessura de casca (EC), rendimento de polpa (RP) e número de sementes por fruto (NS), acidez titulável expressa em porcentagem de ácido cítrico (AT), sólidos solúveis (SS °Brix), e potencial hidrogeniônico (pH) de genótipos de *Passiflora edulis* Sims

Variáveis	Varição entre	Varição dentro	Médias	F Calculado	$h^2$ (%)	CVg (%)	Iv
DP (mm)	712,19	30,69	95,76	23,21**	73,52	9,64	1,66
DE (mm)	330,39	29,79	87,28	11,09**	55,78	7,02	1,12
MT (g)	15185,20	1763,01	252,55	8,61**	48,76	16,22	0,97
EC (mm)	22,19	1,94	8,23	11,43**	56,59	19,31	1,14
RP (%)	130,13	31,32	47,14	4,15**	28,28	7,45	0,63
NS	38164,36	8222,32	381,75	4,64**	31,28	16,03	0,67
AT (%)	4,01	0,44	8,73	9,10**	50,31	7,65	1,01
SS (°Brix)	9,80	1,04	12,94	9,40**	51,21	8,08	1,02
pH	0,025	0,003	2,45	7,36**	44,31	2,15	0,89

(\*\*) = significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; Legenda:  $h^2$ . herdabilidade; CVg. coeficiente de variação genotípica; Iv. índice de variação

**Tabela 2** - Médias dos resultados de diâmetro polar (DP), diâmetro equatorial (DE), espessura de casca (EC), massa total do fruto (MT) de genótipos de *Passiflora edulis* Sims

	Genótipos	DP (mm)	DE (mm)	EC (mm)	MT (g)
Acesso local	1	94,09 c*	99,42 a*	10,98 a*	286,60 a*
	2	82,67 e*	95,54 a*	10,30 a*	287,96 a*
	3	86,85 d*	85,14 c*	9,58 b*	219,50 b*
	4	99,36 b*	84,22 c*	7,74 c*	239,96 b*
	5	98,62 b*	83,65 c*	8,94 b*	258,56 a*
	6	89,24 d*	79,57 d*	6,78 d*	184,79 c*
	7	86,52 d*	90,58 b*	8,31 c*	253,20 a*
	8	92,50 c*	98,00 a*	9,32 b*	299,46 a*
	9	91,34 c*	91,75 b*	11,69 a*	305,52 a*
	10	109,71 a*	84,68 c*	6,91 d*	275,04 a*
BRS Ouro Vermelho	11	107,42 a*	81,24 d*	6,59 d*	237,28 b*
	12	100,16 b*	85,74 c*	6,32 d*	245,45 b*
	13	90,02 d*	86,06 c*	7,44 c*	229,59 b*
	14	103,97 b*	90,10 b*	7,60 c*	286,47 a*
	15	109,47 a*	82,39 c*	6,00 d*	282,83 a*
	16	73,59 f*	76,80 d*	9,82 b*	150,21 c*
	17	104,28 b*	89,28 b*	8,19 c*	306,94 a*
	18	102,51 b*	92,57 b*	7,40 c*	284,40 a*
	19	98,87 b*	77,41 d*	5,94 d*	185,34 c*
	20	94,17 c*	91,59 b*	8,88 b*	232,07 b*
	CV (%)	5,78	6,25	16,91	16,63

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

15 pertencem ao híbrido BRS Ouro Vermelho. Quanto ao diâmetro equatorial, o agrupamento de maiores médias (99,42 a 95,54 mm) foi o composto pelos genótipos 1; 8 e 2 (Tabela 2), do acesso local. Os valores de diâmetro de frutos são características muito importantes para a seleção já que podem ser medidas de forma não destrutiva com o fruto ainda aderido a planta-matriz. Por outro lado, a relação diâmetro polar/diâmetro equatorial é um bom indicador da geometria do fruto, onde valores iguais a 1 caracterizam frutos redondos e maior que 1, frutos ovalados ou oblongos que neste caso, destinam-se a industrialização por normalmente apresentarem maior rendimento de polpa e assim serem mais comercializáveis (FARIAS *et al.*, 2005). Gonçalves *et al.* (2009) e Santos *et al.* (2011) encontraram valores médios de 86,25 e 89,54 mm para diâmetro polar e 75,37 e 77,92 mm para diâmetro equatorial, respectivamente, evidenciando frutos mais ovalados. Rosado *et al.* (2012) trabalharam com 26 genótipos obtidos a partir de cruzamentos entre progênies selecionadas para a produtividade e qualidade dos frutos, os quais relataram diâmetro polar variando entre 80,14 a

100,88 mm e diâmetro equatorial de 73,22 a 82,36 mm, também evidenciando o formato oblongo dos frutos. Com relação à disposição de frutos em embalagens, os ovais encaixam-se melhor e menos espaços vazios entre os frutos proporcionam uma massa menor (MELETTI, 1998).

Dentre os genótipos estudados, aqueles com frutos de maior diâmetro polar, o que resulta em frutos mais ovalados e aqueles com menor espessura de casca são representados pelos números 19; 15; 12; 11; 6 e 10, com média de espessura de casca variando entre 5,94 a 6,91 mm, onde os quatro primeiros, que representam 66,66% do total, pertencem ao híbrido BRS Ouro Vermelho (Tabela 2). Dentre estes genótipos apenas os de número 12 e 15 apresentaram maior massa de fruto (Tabela 2) e rendimento de polpa de 55,75 e 54,86%, respectivamente (Tabela 3). O rendimento de polpa para os genótipos 12 e 15 pertencentes ao híbrido BRS Ouro Vermelho superou em 15,3% (Tabela 3) a mais ao recomendado para este híbrido que é de 40% (BORGES *et al.*, 2005). Os genótipos 1; 2; 3; 5; 6 e

10 representantes do acesso local e os genótipos 11; 13 e 17 pertencentes ao híbrido BRS Ouro Vermelho apresentaram rendimento de polpa acima de 46% (Tabela 3).

Estudos realizados por Pio *et al.* (2003), Negreiros *et al.* (2007) e Sousa *et al.* (2012) relatam que o rendimento de polpa de frutos de *P. edulis* Sims variam entre 52 e 56%. Por outro lado, Tupinambá *et al.* (2012), estudando o desempenho do híbrido BRS Ouro Vermelho, encontraram rendimento de polpa de 33,41%, abaixo do observado no presente trabalho.

O genótipo 15 foi um dos que apresentaram a maior massa de fruto, com média de 282,83 g (Tabela 2), enquanto o genótipo 12 foi um dos que apresentaram um grande número de sementes por fruto (Tabela 3). Isso indica uma boa adaptação às condições locais de implantação do experimento, justificando, inclusive, o uso do referido híbrido por parte dos agricultores da Região Norte do Espírito Santo.

Os teores de sólidos solúveis dos genótipos 10 e 19 foram superiores a 14 °Brix, dos genótipos 1 e 2, inferiores a 11 °Brix e dos demais acima de 11 °Brix (Tabela 3). Valores inferiores a 11 °Brix, como o encontrado nos genótipos 1 e 2, indicam a presença de água no produto já que o valor mínimo exigido pelos PIQs (Padrões de Identidade e Qualidade) do MAPA para polpa de maracujá é de 11,0 °Brix (BRASIL, 2007). Na literatura, os valores de sólidos solúveis obtidos para os frutos da espécie *P. edulis* Sims variam consideravelmente. Nascimento *et al.* (2003) encontraram valores de 16,2 °Brix, Farias *et al.* (2005) de 11,46 °Brix, Negreiros *et al.* (2008) de 15,72 °Brix, Medeiros *et al.* (2009) de 13,93 °Brix, Rosado *et al.* (2012) de 12,29 a 16,84 °Brix e no presente trabalho variou entre 10,81 a 14,64 °Brix (Tabela 3). De acordo com Nascimento *et al.* (2003), as diferenças nos teores de sólidos solúveis totais encontrados no presente trabalho com *P. edulis* Sims podem ser consequência da variabilidade inerente à forma *flavicarpa*. Nascimento, Ramos e Menezes (1999) consideram que as variedades

**Tabela 3** - Médias dos resultados de rendimento de polpa (RP) e número de sementes por fruto (NS), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e potencial hidrogeniônico (pH) de genótipos de *Passiflora edulis* Sims

	Genótipos	RP (%)	NS	SS (°Brix)	AT (%)	pH
Acesso local	1	49,06 b*	465,50 b*	10,81 c*	9,38 b*	2,47 b*
	2	48,95 b*	428,13 b*	10,83 c*	8,70 b*	2,44 c*
	3	48,40 b*	398,75 b*	12,75 a*	9,57 a*	2,35 c*
	4	44,81 c*	323,50 c*	13,41 a*	8,10 d*	2,49 b*
	5	47,38 b*	350,38 c*	13,91 a*	7,64 d*	2,51 b*
	6	51,37 b*	313,38 c*	11,53 b*	9,69 a*	2,42 c*
	7	45,21 c*	356,63 c*	12,30 b*	8,10 d*	2,50 b*
	8	45,10 c*	400,63 b*	11,55 b*	9,92 a*	2,49 b*
	9	41,26 c*	557,25 a*	13,60 a*	9,05 b*	2,62 a*
	10	47,66 b*	445,88 b*	14,64 a*	9,99 a*	2,50 b*
BRS Ouro Vermelho	11	49,04 b*	398,75 b*	13,51 a*	8,51 b*	2,43 c*
	12	54,86 a*	411,00 b*	13,83 a*	8,44 b*	2,44 c*
	13	46,72 b*	432,38 b*	13,63 a*	8,51 b*	2,47 b*
	14	43,55 c*	374,88 c*	12,89 a*	8,51 b*	2,44 c*
	15	55,75 a*	337,38 c*	13,14 a*	8,00 d*	2,51 c*
	16	44,43 c*	247,88 c*	13,24 a*	8,23 b*	2,42 c*
	17	48,46 b*	366,63 c*	11,86 b*	9,27 b*	2,41 c*
	18	46,45 c*	412,00 b*	13,81 a*	7,80 d*	2,47 b*
	19	45,75 c*	294,75 c*	14,10 a*	8,32 c*	2,40 c*
	20	38,63 c*	319,50 c*	13,61 a*	8,95 b*	2,42 c*
	CV (%)	11,87	23,75	7,89	7,6	2,4

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

destinadas à industrialização devem apresentar, além de alto rendimento de suco, sólidos solúveis em torno de 16 °Brix, o que indica que nenhum dos genótipos estudados atingiram esse valor (Tabela 3).

O grupo formado pelas progênies 10; 8; 6 e 3, foram os que tiveram maiores teores de acidez titulável (AT), expressa em porcentagem de ácido cítrico, com médias variando entre 9,57 a 9,99% e o agrupamento 7; 4; 15; 18 e 5, obtiveram as menores médias de 7,63 a 8,1% (Tabela 3). Os genótipos de 1-10 apresentaram médias de AT de 9,04%, enquanto os demais, pertencentes ao híbrido BRS Ouro Vermelho, apresentaram média de 8,45% (Tabela 3). O valor do pH da polpa do fruto do genótipo 9 foi o mais elevado (2,62), e o menor valor observado (2,35) foi o da progênie 3 (Tabela 3). Farias *et al.* (2005) encontraram um valor máximo de AT de 8,26%, Abreu *et al.* (2009) de 8,22%, média dos genótipos Rubi-Gigante, EC-3-0, EC-L-7, Redondão e Gigante-Amarelo, e Vianna-Silva *et al.* (2010) de 7,5%.

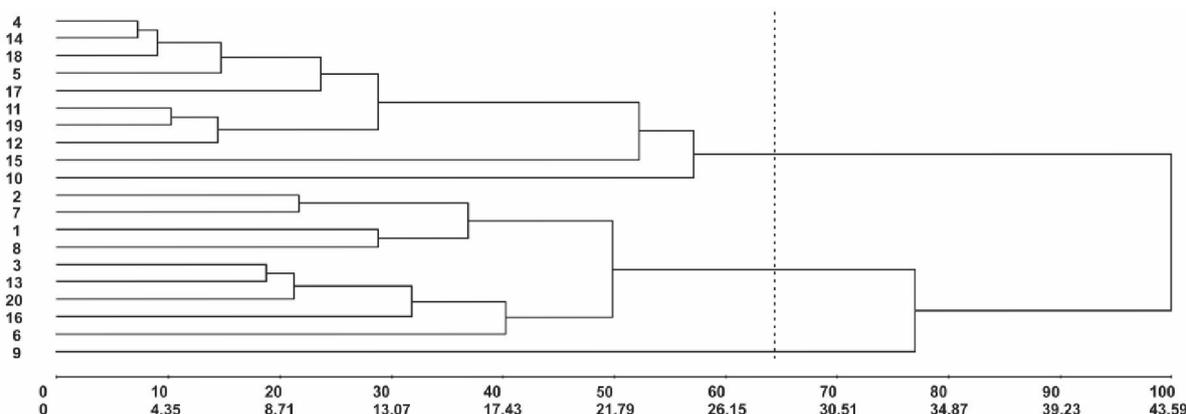
A acidez do fruto é uma característica também importante para a indústria, pois desfavorece a manifestação de microrganismos e, conseqüentemente, confere maior tempo de conservação do produto (NEGREIROS *et al.*, 2008). Por outro lado, a acidez proporciona um sabor não muito doce, o que não agrada aos consumidores de frutas *in natura*. Tendo em vista as modalidades de mercado a que se destinam, os frutos apresentaram características de AT adequadas tanto para frutos *in natura* quanto para industrialização.

O agrupamento formado pelo método UPGMA, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ) (Figura 1), onde o ponto de corte no dendograma foi determinado pelo método de Mojena (1977), baseado

no tamanho relativo dos níveis de fusões (distâncias) no dendograma, permitiu identificar a formação de três grupos de genótipos: grupo I, 70% formado por genótipos do híbrido BRS Ouro Vermelho que aparentemente apresentam um formato dos mais alongado; grupo II, com seis genótipos pertencentes ao acesso local, dos nove que formam o grupo; grupo III composto pelo genótipo 9, acesso local (Figura 1). Este método é o considerado mais “objetivo”, por ser sensível na determinação do número de grupos e, assim consegue captar mais eficientemente a existência de acessos discrepantes (FARIA *et al.*, 2012).

O emprego do método de otimização de Tocher, fundamentado na dissimilaridade expressa pelas distâncias de Mahalanobis ( $D^2$ ), permitiu a formação de cinco grupos distintos, os dois com maior destaque foram os grupos 1 e 2, quando relacionou-se as medidas externas dos frutos, diâmetro polar e equatorial (Tabela 2), tem-se o grupo 1 formado pelos genótipos com frutos mais alongados e o grupo 2 composto por genótipos com frutos mais arredondados (Tabela 4). Os grupos 3; 4 e 5 foram formados pelos genótipos 9; 10 e 15, respectivamente um em cada grupo. Como o maracujazeiro é uma planta alógama, a escolha adequada de genitores e o planejamento dos cruzamentos podem elevar ao máximo a utilização de genes favoráveis ou explorar a heterose por meio de cruzamentos entre indivíduos com bons atributos agrônômicos e com certo grau de divergência genética, possibilitando a obtenção de variedades superiores (NEGREIROS *et al.*, 2008). A análise de agrupamento tem por desígnio aglomerar por critério de classificação, os genitores ou qualquer outro tipo de unidade amostral, em vários grupos, de tal forma que tenha homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos (BERTAN *et al.*, 2006; CRUZ; REGAZZI, 2004).

**Figura 1** - Dendograma representativo da dissimilaridade genética entre de genótipos de *Passiflora edulis* Sims, obtidos pelo método UPGMA, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ). Coeficiente de correlação cofenético = 0,641



**Tabela 4** - Representação do agrupamento gerado pelo método de otimização de Tocher com base na dissimilaridade entre genótipos de *Passiflora edulis* Sims mediante a utilização de nove características de fruto

Grupos	Genótipos
1	4; 14; 18; 5; 12; 19 11; 17; 13; 6 e 20
2	2; 7; 8; 1; 3 e 16
3	9
4	10
5	15

O método de Singh (1981), baseado em  $D^2$  de Mahalanobis, considera de menor importância características que expressam menor variabilidade. Sugere-se, portanto, que seja descartada neste caso, a variável número de sementes por fruto (Tabela 5) que apresentou menor contribuição para a divergência. Conforme Alves *et al.* (2003) e Correa e Gonçalves (2012), o grande interesse na avaliação da importância relativa dos caracteres reside na possibilidade de descartarem características que cooperem pouco para a discriminação do material avaliado, diminuindo, mão-de-obra, tempo e custo despendidos na experimentação.

**Tabela 5** - Estimativas da contribuição relativa de cada característica (S.j) para a divergência genética entre genótipos de *Passiflora edulis* Sims, pelo método de Singh (1981) distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ )

Variáveis	S.j	Valor em %
Diâmetro polar (mm)	2006,31	33,41
Diâmetro equatorial (mm)	1038,48	17,28
Massa total do fruto (g)	608,26	10,13
Espessura de casca (mm)	384,04	6,40
Rendimento de polpa (%)	293,42	4,89
% de ácido cítrico (AT)	566,10	9,43
Nº de sementes por fruto	227,48	3,79
°Brix (SS)	506,58	8,44
pH	373,46	6,22

## CONCLUSÕES

1. Existem divergências genéticas entre as populações estudadas de maracujazeiro amarelo, promovendo a formação de grupos diferentes entre o método de Tocher e do UPGMA;
2. As características massa total do fruto e massa de casca são as que mais contribuem para a diversidade genética dos genótipos de maracujazeiro amarelo;
3. Nas populações estudadas há grande variabilidade genética quanto às características avaliadas, o que possibilita selecionar plantas com elevado potencial para fins de melhoramento genético;
4. O híbrido BRS Ouro Vermelho de maracujá apresenta boa adaptação às condições climáticas da Região Norte do Espírito Santo.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro e ao técnico de laboratório do Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) Helder Ivo Pandolfi Marques que auxiliou na caracterização dos frutos.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, S. de P. M. *et al.* Características físico-químicas de cinco genótipos de maracujazeiro-azedo cultivados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 487-491, 2009.
- ALVES, R. M. *et al.* Seleção de descritores botânico-agronômicos para caracterização de germoplasma de cupuaçuzeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 07, p. 807-818, 2003.
- BERTAN, I. *et al.* Comparação de métodos de agrupamento na representação da distância morfológica entre genótipos de trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 03, p. 279-286, 2006.
- BORGES, R. de S. *et al.* Novas variedades: validação e transferência de tecnologia. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. 670 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de maracujá**. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=1617>>. Acesso em: 05 set. 2007.
- CORREA, A. M.; GONÇALVES, M. C. Divergência genética em genótipos de feijão comum cultivados em Mato Grosso do Sul. **Revista Ceres**, v. 59, n. 2, p. 206-212, 2012.

- CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, p. 271-276, 2013.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 480 p.
- FARIA, P. N. *et al.* Métodos de agrupamento em estudo de divergência genética de pimentas. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 428-432, 2012.
- FARIAS, M. A. A. *et al.* Caracterização física e química de frutos de maracujá amarelo de ciclos de seleção massal estratificada e de populações regionais. **Magistra**, v. 17, n. 2, p. 83-87, 2005.
- FORTALEZA, J. M. *et al.* Características físicas e químicas em nove genótipos de maracujá-azedo cultivado sob três níveis de adubação potássica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 124-127, 2005.
- GONÇALVES, G. M. *et al.* Genetic parameter estimates in yellow passion fruit based on design I. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, n. 3, p. 523-530, 2009.
- GONÇALVES, G. M. *et al.* Seleção e herdabilidade na predição de ganhos genéticos em maracujá-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 193-198, 2007.
- MARTINS, M. R. *et al.* Avaliação de populações de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis) obtidas de polinização aberta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 111-114, 2003.
- MEDEIROS, S. A. F. *et al.* Caracterização físico-química de progênies de maracujá-roxo e maracujá-azedo cultivados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 492-499, 2009.
- MELETTI, L. M. M. **Caracterização agrônômica de progênies de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Degener)**. 1998. 92 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.
- MOJENA R. Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. **The Computer Journal**, v. 20, p. 359-363. 1977.
- NASCIMENTO, T. B.; RAMOS, J. D.; MENEZES, J. B. Características físicas do maracujá-amarelo produzido em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 12, p. 2353-2358, 1999.
- NASCIMENTO, W. M. O. *et al.* Seleção de progênies de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) quanto à qualidade de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 186-188, 2003.
- NEGREIROS, J. R. S. *et al.* Caracterização de frutos de progênies de meios-irmãos de maracujazeiro-amarelo em Rio Branco - Acre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 431-437, 2008.
- NEGREIROS, J. R. S. *et al.* Divergência genética entre progênies de maracujazeiro amarelo com base em características das plântulas **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 197-201, 2008.
- NEGREIROS, J. R. S. *et al.* Relação entre características físicas e o rendimento de polpa de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 546-549, 2007.
- OLIVEIRA, E. J. *et al.* Seleção em progênies de maracujá-amarelo com base em índices multivariados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 11, p. 1543-1549, 2008.
- OLIVEIRA, V. R.; SCAPIM, C. A.; CASALI, V. W. D. Diversidade genética e eficiência da predição do comportamento. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 20, n. 3, p. 263-267, 1998.
- PIO, R. *et al.* Caracterização físico-química dos frutos de sete seleções de maracujazeiro-amarelo para a região de Lavras - MG. **Revista Ceres**, v. 50, n. 291, p. 573-582, 2003.
- RAO, R. C. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York: John Wiley, 1952. 390 p.
- RÊGO, E. R. *et al.* Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 58, p. 909-918, 2011.
- ROSADO, L. D. S. *et al.* Simultaneous selection in progenies of yellow passion fruit using selection indices. **Revista Ceres**, v. 59, n. 1, p. 95-101, 2012.
- SANTOS, C. E. M. *et al.* Componentes genéticos aditivos e não aditivos em maracujazeiro-azedo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 5, p. 482-490, 2011.
- SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, v. 41, n. 1, p. 237-245, 1981.
- SOUSA, J. S. I. de; MELETTI, L. M. M. **Maracujá: espécies, variedades e cultivo**. Piracicaba: Fealq, 1997. 179 p.
- SOUSA, L. B. *et al.* Caracterização e divergência genética de acessos de *Passiflora edulis* e *P. cincinnata* com base em características físicas e químicas de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 832-839, 2012.
- SUDRÉ, C. P. *et al.* Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 22-27, 2005.
- TUPINAMBÁ, D. D. *et al.* Pulp yield and mineral content of commercial hybrids of yellow passion fruits. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 1, p. 15-20, 2012.
- VIANNA-SILVA, T. *et al.* Determinação da maturidade fisiológica de frutos de maracujazeiro-amarelo colhidos na região norte do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 57-66, 2010.
- YOKOMIZO, G. K-I.; FARIAS NETO, J. T. Caracterização fenotípica e genotípica de progênies de pupunheira para palmito. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 67-72, 2003.