

## SELEÇÃO INDIVIDUAL DE PLANTAS DE MARACUJAZEIRO AZEDO QUANTO À QUALIDADE DE FRUTOS VIA REML/BLUP<sup>1</sup>

MARCELO PEREIRA ASSUNÇÃO<sup>2</sup>, WILLIAN KRAUSE<sup>2\*</sup>, RIVANILDO DALLACORT<sup>2</sup>, PAULO RICARDO JUNGES DOS SANTOS<sup>2</sup>, LEONARDA GRILLO NEVES<sup>2</sup>

**RESUMO** - O maracujá é uma das principais espécies frutíferas cultivadas no Brasil. No entanto, no Estado do Mato Grosso, a cultura ainda tem muito a ser explorada. O objetivo deste trabalho foi realizar a estimativa de ganho de seleção de plantas individuais de maracujazeiro azedo quanto à qualidade de frutos via REML/BLUP. O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso, no município de Tangará da Serra. Foram avaliados oito cruzamentos entre cultivares comerciais. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com dez repetições de dez plantas por parcela. A partir do valor genético determinado pela metodologia REML/BLUP foi aplicado o índice de seleção de Mulamba e Mock para ranquear todos os indivíduos, selecionando as 30 plantas que apresentaram os melhores postos para o conjunto das características avaliadas. Os altos valores das herdabilidades, no sentido restrito para as características massa de fruto (87%) e comprimento de fruto (65%), indicaram possibilidades para seleção individual de plantas. O ganho de seleção visando o consumo *in natura* foi alto para as características massa de fruto (13,38%), espessura da casca (4,37%) e relação SST/ATT (sólidos solúveis totais/acidez total titulável) (3,61%). Para a produção industrial, a seleção requereu atenção especial para as características porcentagem de polpa (PP), SST e ATT. Porém, os ganhos obtidos para PP (1,53%) e SST (0,95%) não se destacaram. Entretanto, a seleção permitiu ganhos genéticos em outras características importantes, como espessura de casca (EC) (-7,46%), comprimento de fruto (CF) (3,75%) e massa de fruto (MF) (1,77%).

**Palavras-chave:** Ganhos genéticos. Acurácia seletiva. *Passiflora edulis* Sims.

## INDIVIDUAL SELECTION OF PLANTS AS YELLOW PASSION FRUIT QUALITY THROUGH REML/BLUP

**ABSTRACT** - Passion fruit is one of the major fruit crops grown in Brazil, however, the state of Mato Grosso culture has much to be explored. Thus, the aim of the study was to estimate the gain of plant selection of passion fruit on the quality of fruit via REML/BLUP. The experiment was conducted in the State University of Mato Grosso, in its experimental area, in Tangará da Serra, Mato Grosso. It was evaluated eight crossing of commercial cultivars. It was used a randomized block experimental design with ten replications of ten plants per plot. From the genetic value found by the REML/BLUP methodology, it was applied the Mulamba Mock selection index in order to rank all individuals, selecting the 30 plants that showed the best performance for the evaluated characteristics. The high heritability values in the strict sense of the characteristics fruit weight (87%) and fruit length (65%) indicate possibilities for individual plant selection. The selection gain aiming fresh consumption was high for the characteristics fruit weight (13.38%), peel thickness (4.37%) and SST/ATT relation (3.61%). For industrial production selection requires special attention to the characteristics PP, SST and ATT, but the gains for PP (1.53%) and TSS (0.95%) did not stand out, however, the selection has raised other important features as EC (-7.46%), CF (3.75%) and MF (1.77%).

**Keywords:** Genetic gains. selective accuracy. *Passiflora edulis* Sims.

\*Autor para correspondência

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 02/07/2014; aceito em 19/01/2015.

Trabalho de Dissertação do curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas do primeiro autor.

<sup>2</sup>Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, UNEMAT, Caixa Postal 287, 78300-000, Tangará da Serra (MT), krause@unemat.br.

## INTRODUÇÃO

Atualmente, o cultivo do maracujazeiro vem se destacando dentre as demais frutíferas devido ao aumento significativo tanto em área cultivada quanto em produção. No Brasil, a cultura elevou sua produção de 467.464 em 2001 para 776.097 toneladas em 2012, aumentando a área plantada em 77,88% (IBGE, 2014). No estado do Mato Grosso, houve incremento na área cultivada de 630,55% de 2001 para 2012, alcançado a décima primeira posição no *ranking* nacional, obtendo uma produtividade de 18.589 kg ha<sup>-1</sup>, maior do que a média nacional, mas considerada baixa quando comparado com outros estados produtores como Ceará, Espírito Santo e Distrito Federal (IBGE, 2014).

Além da produtividade, a qualidade dos frutos é também de suma importância, por determinar a aceitação do produto e ter influência direta no preço obtido em sua comercialização. Estas características são prejudicadas pela grande variabilidade genética existente nos pomares, a falta de genótipos específicos adaptados às condições edafoclimáticas da região e a falta de genótipos tolerantes ou resistentes a doenças do solo. No entanto, elas podem ser sanadas através do melhoramento genético (SILVA et al., 2012).

Dentre as metodologias utilizadas em programas de melhoramento genético se destaca a seleção recorrente, permitindo o acúmulo de alelos favoráveis a cada ciclo de seleção, obtendo, desta forma, ganhos efetivos para os caracteres melhorados (SILVA et al., 2007). Neste método o objetivo é melhorar o desempenho de uma população através do aumento da frequência de alelos favoráveis. Porém, a variabilidade genética deve ser mantida em níveis adequados para permitir o melhoramento nos ciclos subsequentes.

Nos programas de melhoramento genético se faz necessário a utilização de metodologias específicas que traduzam fielmente a herdabilidade dos genitores a serem selecionados, resultando em plantas sucessoras produtivas e que obtenham qualidade padrão de frutos. Portanto, uma alternativa para seleção de plantas perenes e/ou semi perenes, como o maracujazeiro azedo, é a utilização de valores genéticos preditos pela metodologia REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita/melhor predição linear não viciada). A metodologia REML/BLUP tem sido utilizada com sucesso no melhoramento genético de algumas espécies frutíferas como umbuzeiro (OLIVEIRA et al., 2004), cupuaçuzeiro (ALVES et al., 2010) e açaizeiro (FARIAS NETO et al., 2011).

Outra ferramenta muito utilizada é o índice de seleção para múltiplos caracteres, o qual possibilita a obtenção de genótipos mais produtivos e adaptados pela reunião de diversos atributos favoráveis. De forma geral, um índice de seleção deve permitir a classificação correta dos genótipos e considerar di-

versos caracteres simultaneamente (CRUZ et al., 2004). Entre os índices de seleção já testados em maracujazeiro, o mais comumente recomendado é o de Mulamba e Mock (GONÇALVES et al., 2007).

Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi realizar a estimativa de ganho de seleção de plantas individuais de maracujazeiro azedo quanto à qualidade de frutos via REML/BLUP.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso, situada no município de Tangará da Serra (14°39' S e 57°25' W e altitude de 321 m). O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, de textura argilosa e relevo plano a levemente ondulado (EMBRAPA, 2006). O clima da região é tropical apresentando estações seca e chuvosa bem definidas, a precipitação média anual varia de 1300 a 2000 mm ano<sup>-1</sup> com uma temperatura anual variando de 16 a 36 °C (MARTINS et al., 2010).

Os tratamentos foram constituídos de oito cruzamentos entre as cultivares comerciais BRS Gigante Amarelo x BRS Rubi do Cerrado, BRS Sol do Cerrado x BRS Rubi do Cerrado, BRS Ouro Vermelho x BRS Rubi do Cerrado, FB 100 x BRS Rubi do Cerrado, FB 200 x BRS Rubi do Cerrado, IAC 275 x BRS Rubi do Cerrado, IAC 275 x BRS Sol do Cerrado e IAC 275 x BRS Ouro Vermelho. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com dez repetições e dez plantas por parcela. O plantio foi realizado em agosto de 2010, com espaçamento de 4,0 m entre plantas e de 3,5 m entre linhas de plantio a fim de possibilitar a mobilização de máquinas dentro do experimento. O sistema de condução das plantas foi o de espaldeira vertical, com mourões de 2,5 m, espaçados de 6,0 m e com um fio de arame liso número 12 a partir de 2,0 m do solo.

Foram avaliadas todas as plantas dentro de cada parcela individualmente, utilizando-se cinco frutos por planta, colhidos semanalmente durante doze meses. As características físicas dos frutos avaliadas foram: massa de frutos em gramas (MF); comprimento do fruto em mm (CF); diâmetro do fruto em mm (DF); média aritmética das dimensões transversais dos frutos; e espessura da casca em mm (EC), determinada por meio da média aritmética das medidas de quatro pontos da casca externa.

As características químicas avaliadas foram: porcentagem de polpa (PP), obtida através da pesagem da polpa (sementes com arilo) e dividindo este valor pela massa total dos frutos; teor de sólidos solúveis totais (SST), obtido por refratometria, utilizando-se refratômetro digital portátil, com leitura entre 0 e 32 °Brix; coloração da polpa (CP), obtida pela avaliação visual da coloração da polpa dos frutos, por meio de uma escala de notas adaptada de Linhales (2007); acidez total titulável (ATT), deter-

minada de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (1990); potencial hidrogeniônico (pH), medido através de um pHmetro digital (MA-PA200) e a relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável (SST/ATT), utilizando-se a simples divisão do valor encontrado de SST pelo valor encontrado de ATT.

As estimativas para herdabilidade individual

$$h_a^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_e^2}$$

no sentido restrito foram obtidas por:

onde  $h_a^2$  = herdabilidade individual no sentido restrito no bloco;  $\sigma_a^2$  Variância genética aditiva; e  $\sigma_e^2$  variância genética residual. Os resultados foram interpretados por herdabilidades de alta magnitude  $h_a^2 \geq 0,50$ , herdabilidades de média magnitude  $0,15 \leq h_a^2 < 0,50$  e herdabilidades de baixa magnitude, onde  $h_a^2 < 0,15$ . Para estimar os valores da acurácia calculou-se a raiz quadrada da herdabilidade individual no

$$r_{aa}^2 = \sqrt{h_a^2}$$

sentido restrito, sendo classificadas de acordo com as seguintes magnitudes: acurácia alta ( $r_{aa}^2 \geq 0,70$ ); média ou moderada ( $0,40 \leq r_{aa}^2 < 0,70$ ); e baixa ( $r_{aa}^2 < 0,40$ ) (RESENDE, 2002).

As análises de predição dos ganhos genéticos e a estimativa dos componentes de variância via REML/BLUP foram realizadas pelo *software* estatístico genético Selegen – Seleção Genética Computadorizada, conforme descrito por Resende (2007). O modelo utilizado foi:  $y = Xr + Zg + Wp + e$ , onde  $y$  é o vetor de dados,  $r$  é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral,  $g$  é o vetor dos efeitos genotípicos individuais (assumidos como aleatórios),  $p$  é o vetor dos efeitos de parcela e  $e$  o vetor de erros ou resíduos (aleatórios).  $X$ ,  $Z$  e  $W$  são matrizes de incidência conhecidas, formadas por valores 0 e 1, as quais associam as incógnitas  $r$ ,  $g$  e  $p$  ao vetor de dados  $y$ , respectivamente.

Este modelo possibilita avaliação de indivíduos em progênies de irmãos completos com várias observações por parcela, sendo a avaliação em um local, em delineamento de blocos ao acaso com várias plantas por parcela. A metodologia de modelos mistos permite estimar  $f$  pelo procedimento de quadrados mínimos generalizados e prever  $a$  e  $c$  pelo procedimento BLUP. Para obtenção destas soluções, basta resolver o sistema de equações lineares, o qual é denominado equações de modelo misto (MME):

$$\begin{bmatrix} r \\ q \\ p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} XX & XZ & XW \\ ZX & Z'Z + A^{-1} \lambda_1 & Z'W \\ WX & WZ & W'W + I \lambda_2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \\ W'y \end{bmatrix} \quad (1)$$

Em que:

$$\lambda = \frac{1 - h^2 - c^2}{h^2} = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2} \quad \lambda = \frac{1 - h^2 - c^2}{c^2} = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_p^2} \quad (2)$$

$A$  e  $I$  são matrizes de parentesco genético aditivo e matriz identidade de ordem apropriada aos dados, respectivamente. Atribuindo-se valores iniciais para os componentes de variância nas MME obtêm-se as predições para os efeitos  $q$  e  $p$ . Calculando-se as variâncias desses efeitos preditos obtêm-se as

estimativas de variâncias  $\sigma_a^2$  (variância genética aditiva) e  $\sigma_p^2$  (variância entre parcelas), as quais, provavelmente, serão diferentes dos valores iniciais utilizados nas MME, significando que os valores iniciais não foram plausíveis ou verossímeis. Desta forma, deve-se resolver novamente as MME, usando estes componentes de variância calculados.

Procedendo-se sucessivamente desta maneira, atinge-se a convergência para os componentes de variância, ou seja, tem-se que os valores utilizados nas MME equivalem às próprias variâncias dos efeitos preditos, significando que os valores utilizados nas MME passaram a ser plausíveis ou verossímeis com o conjunto de dados. Todas as plantas foram selecionadas visando o acréscimo das características avaliadas em relação às médias originais.

Segundo Resende (2000), as soluções para as equações de modelo misto devem ser obtidas por métodos iterativos de resolução de sistemas de equações lineares, da seguinte forma:

Herdabilidade individual no sentido restrito no bloco:

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_e^2} \quad (3)$$

Variância genética aditiva:

$$\sigma_a^2 = \frac{[a' A^{-1} + \sigma_e^2 \text{tr}(A^{-1} C^{22})]}{q} \quad (4)$$

$C^{22}$ , advém de:

$$C^{-1} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Variância residual

$$\sigma_e^2 = \frac{[y'y - b' x'y - \hat{a}' Z'y]}{[N - R(x)]} \quad (6)$$

onde:  $\text{tr}$  é o operador de traço matricial;  $N$ ,  $q$  é o  $n^\circ$  total de dados e  $n^\circ$  total de indivíduos, respectivamente;  $R(x)$  é o posto da matriz  $x$ ; e  $C$  é a matriz dos coeficientes das equações de modelos mistos.

Estimador da variância do erro de predição dos valores genéticos:

$$\text{PEV} = \text{Var}(a - \hat{a}) = \frac{c^{22}}{\sigma_e^2} = \frac{(1 - r_{aa}^2)}{\sigma_a^2} \quad (7)$$

Acurácia da predição dos valores genéticos;

$$r_{aa}^2 = \left[ 1 - \frac{PEV}{\sigma_A^2} \right]^{1/2} \quad (8)$$

Com o procedimento REML/BLUP, os indivíduos foram ranqueados de acordo com os valores genotípicos encontrados para cada característica. A partir destes valores foi aplicado a seleção com base no índice de Mulamba e Mock (1978). Adicionalmente, o procedimento permite que a ordem de classificação das variáveis tenha pesos diferentes, conforme sua importância. Assim, tem-se:

$I = p_1 r_1 + p_2 r_2 + \dots + p_n r_n$ , sendo  $p_j$  o peso atribuído pelo pesquisador à  $j$ -ésima característica (CRUZ, 2006).

Desta forma, foram dados pesos 4, 2 e 2 para as características MF, PP e SST/ATT, respectivamente, visando a seleção para o consumo *in natura*, e pesos 4, 2 e 2 para as características PP, SST e ATT, respectivamente, visando a seleção para indústria e as demais características receberam peso 1. Posteriormente, o *ranking* foi ordenado do menor para o maior valor, onde a menor soma de postos, de acordo com todas as características e seus respectivos pesos, indica a melhor classificação, ou seja, o menor valor indica o melhor indivíduo a ser selecionado.

**Tabela 1.** Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos associados às características coloração de polpa (CP), sólidos solúveis totais (SST), potencial hidrogeniônico (pH), acidez total titulável (ATT), relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT), massa de frutos (MF), diâmetro de frutos (DF), comprimento de frutos (CF), espessura da casca (EC) e porcentagem de polpa do maracujazeiro azedo (PP). Tangará da Serra (MT), 2014.

Características	Parâmetros		
	$h_a^2$	$r_{aa}^2$	Média geral
CP	0,27225 +- 0,0746	0,5217	4,22
SST (°Brix)	0,07836 +- 0,0400	0,2799	12,78
pH	0,16299 +- 0,0577	0,4037	2,99
ATT	0,12624 +- 0,0508	0,3553	3,79
SST/ATT	0,17452 +- 0,0598	0,4177	3,47
MF (g)	0,87212 +- 0,1336	0,9339	150,00
DF (mm)	0,37622 +- 0,0877	0,6134	74,46
CF (mm)	0,65493 +- 0,1158	0,8093	89,64
EC (mm)	0,41479 +- 0,0921	0,6440	7,33
PP (%)	0,06446 +- 0,0363	0,2539	34,18

$h_a^2$ : herdabilidade individual no sentido restrito obtida ignorando-se a fração ( $1/4$ ) da variância genética de dominância;  $r_{aa}^2$ : acurácia individual.

Para as características DF, EC, CP, pH e SST/ATT as herdabilidades foram de média magnitude, variando entre 16,3% e 41,5%. Contudo, características que apresentam herdabilidades consideradas médias não indicam ineficiência para seleção, podendo ser utilizadas, mas com menores ganhos por ciclo, inferindo-se que elas, com base na variância genética, serão mediamente herdadas na próxima população.

De acordo com Farias Neto et al. (2007), a

A partir das 30 melhores plantas selecionadas com relação à importância de utilização para indústria e para o consumo *in natura* foram estimados os ganhos de seleção pela expressão

$GS = (\bar{X}_s - \bar{X}_0) h_a^2$ , em que: GS é o ganho de seleção;  $\bar{X}_s$  é a média das 30 plantas selecionadas;

$\bar{X}_0$  é a média das plantas avaliadas; e  $h_a^2$  é a herdabilidade individual no sentido restrito.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos apresentadas na Tabela 1 demonstram herdabilidades individuais de alta magnitude para as características MF (87%) e CF (65%). Estas características são consideradas importantes para o consumo *in natura*, devendo a seleção buscar o acréscimo das mesmas. Desta forma, a seleção individual carregaria consigo excelente controle genético, garantindo, a nível de indivíduo e progênie, ganhos genéticos significativos e excelentes possibilidades para seleção.

herdabilidade individual de 44,6% encontrada na seleção de progênies de açaizeiro para altura de cachos demonstra um bom controle genético e consequentemente grande potencial para seleção dentro do experimento. Da mesma forma Rocha et al. (2007), trabalhando na seleção de genitores de eucalipto, mostraram valores de herdabilidade variando de 21% a 36%, reforçando que as estimativas de herdabilidade encontradas no presente trabalho para as características avaliadas apresentam grandes perspectivas

para o avanço genético da população em estudo.

As herdabilidades para as características PP, SST e ATT foram baixas, inferindo baixa herança do caráter na próxima população. Quando se deseja realizar o melhoramento para um ou mais caracteres, controlados por vários genes, é impossível se obter sucesso em um único ciclo de seleção (MENEZES JÚNIOR et al., 2008). É necessário utilizar métodos de seleção mais elaborados, a fim de potencializar os ganhos para estas características através da seleção recorrente, buscando aumentar a concentração de alelos favoráveis das características de interesse a cada ciclo.

Para as características MF (93,4%) e CF (81,0%) a acurácia foi de alta magnitude, considerando que houve uma maior correlação entre o valor genético predito e o valor genético verdadeiro. Pimentel et al. (2008), avaliando épocas de avaliação de colheita, encontraram valores semelhantes de acu-

rácia para massa de frutos, indicando um bom percentual de acertos em caso de seleção para esta característica. Para as características DF, EC, CP, pH e SST/ATT a acurácia determinada foi moderada, podendo ainda estimar com segurança nos valores genéticos preditos e de herdabilidade. Quanto às demais características, os valores de acurácia foram de baixa magnitude, inferindo que os valores genéticos preditos e a herdabilidade apresentaram baixa confiança para seleção.

Os ganhos genéticos preditos mais expressivos da seleção destinada a indústria foram para as características massa de fruto, comprimento de fruto e espessura da casca, obtendo valores de 1,77%, 3,75% e 7,46% respectivamente (Tabela 2). Estes ganhos de seleção foram superiores aos encontrados por Gonçalves et al. (2007) utilizando índice de Muhlamba e Mock, onde os ganhos obtidos foram de 0,82 para MF, 0,35 para CF e 1,55% para EC.

**Tabela 2.** Estimativas de ganhos de seleção (GS) para às características de frutos de maracujazeiro azedo destinados a indústria e ao consumo *in natura*. Tangará da Serra (MT), 2014.

Características <sup>1/</sup>	Média original		Média selecionados		Ganho de seleção		% de Ganho de seleção	
	<i>In natura</i>	Indústria	<i>In natura</i>	Indústria	<i>In natura</i>	Indústria	<i>In natura</i>	Indústria
MF (g)	160,00	160,00	180,00	160,00	20,00	3,00	13,38	1,77
DF (mm)	74,46	74,46	80,04	77,66	2,10	1,21	2,82	1,62
CF (mm)	89,64	89,64	93,27	94,77	2,38	3,37	2,65	3,75
EC (mm)	7,33	7,33	8,11	6,02	0,32	-0,55	4,37	-7,46
PP (%)	34,19	34,19	38,03	42,30	0,25	0,52	0,72	1,53
CP	4,23	4,23	4,27	4,37	0,01	0,04	0,25	0,90
SST (°Brix)	12,80	12,80	13,49	14,35	0,05	0,12	0,43	0,95
pH	3,00	3,00	3,05	2,95	0,01	-0,01	0,31	-0,26
ATT	3,80	3,80	3,28	3,96	-0,07	0,02	-1,71	0,53
SST/ATT	3,47	3,47	4,19	3,74	0,13	0,05	3,61	1,34
Total	-	-	-	-	-	-	26,84	4,67

<sup>1/</sup>Massa de frutos (MF), diâmetro de frutos (DF), comprimento de frutos (CF), espessura da casca (EC), porcentagem de polpa (PP), coloração de polpa (CP), sólidos solúveis totais (SST), potencial hidrogeniônico (pH), acidez total titulável (ATT) e relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT).

Oliveira et al. (2008), utilizando índices multivariados, encontraram ganhos de seleção superiores para massa de frutos e comprimento de frutos, atingindo 22,8 e 10,96%, respectivamente. O menor ganho genético verificado no trabalho certamente está relacionado à alta qualidade dos genitores utilizados nos cruzamentos, os quais são cultivares melhoradas e recomendadas para várias regiões do Brasil.

A seleção para indústria requer atenção especial para as características PP, SST e ATT, porém os ganhos obtidos para estas características não obtiveram destaques. Entretanto, a seleção elevou outras características importantes, como a redução da EC, visto que a característica é fortemente correlacionada ao rendimento de suco, promovendo o aumento da PP (SANTOS et al., 2009). Os ganhos para ATT

foram baixos, mas são construtivos ao processo de melhoramento nesta fase de seleção. Conforme Negreiros et al. (2008), a ATT é uma característica de grande importância para a indústria, pois altos níveis de acidez eleva tempo de conservação da polpa e desfavorece a manifestação de microrganismos.

O ganho de seleção visando o consumo *in natura* foi alto para as características massa de fruto (13,4%), espessura da casca (4,4%) e relação SST/ATT (3,6%). Ferreira et al. (2010) relatam que caracteres como massa de fruto, comprimento de fruto e diâmetro equatorial do fruto são importantes em programas de melhoramento genético do maracujazeiro para obtenção de genótipos com características para mercado *in natura*. Estas características físicas do fruto fazem com que o produto se torne mais atrativo

aos olhos do consumidor, uma vez que frutos maiores tem melhor aceitação de mercado.

Para a característica MF os ganhos adquiridos com base no índice de seleção foram altamente consideráveis, uma vez que Silva et al. (2009), ao analisarem progênies meio irmãos utilizando o índice de Mulamba e Mock, obtiveram 3,18% de ganho para a mesma característica. O ganho de seleção para PP foi pouco expressivo (0,72%). Isto pode ocorrer ao se utilizar a seleção baseada nos caracteres em conjunto, equilibrando os ganhos de forma geral e reduzindo o de algumas características por selecionar indivíduos superiores para as demais, sendo possível em outros ciclos uma melhora nessa característica.

A característica SST/ATT também é importante para o consumo *in natura*. Segundo Silva et al. (2008), SST e ATT devem ser analisados em conjunto, pois o sabor dos frutos é avaliado pela relação SST/ATT e se deve ao balanço de ácidos e açúcares. O autor ressalta ainda que a época de colheita e porcentagem de amarelecimento do fruto pode ocasionar influência nessa característica. Pesquisas com ganho de seleção para SST/ATT ainda são escassas, inferindo-se que ganhos com o valor de 3,61% sejam aceitáveis e aplicáveis no momento.

## CONCLUSÕES

As altas herdabilidades individuais no sentido restrito para as características MF e CF, comprovadas pelos valores das acurácias, indicam excelente possibilidade para seleção individual de plantas utilizando a metodologia REML/BLUP.

Os ganhos de seleção visando o consumo *in natura* foram altos para as características MF, SST/ATT, EC e DF, indicando sucesso na seleção para caracteres físicos e químicos dos frutos, enquanto que para o consumo industrial os ganhos preditos foram altos para as características EC, CF e MF.

## AGRADECIMENTOS

Ao auxílio financeiro e bolsa do projeto de pesquisa Aplicação e transferência de tecnologias na otimização de sistemas agrícolas sustentáveis, Processo CNPq 564112/2010-0, edital MCT/CNPq/FNDCT/FAPs/MEC/CAPEs/PRO-CENTRO-OESTE Nº 031/2010.

## REFERÊNCIAS

ALVES, M. A. et al. Avaliação e seleção de progênies de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), em Belém, Pará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 204-212, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURE CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry**. Washington, 1990. 910-928 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S.; **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2004. 480 p.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. 648 p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FARIAS NETO, J. T. et al. Avaliação genética de progênies de polinização aberta de açaí (*Euterpe oleracea*) e estimativas de parâmetros genéticos. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 4, p. 376-383, 2007.

FARIAS NETO, J. T.; RESENDE, M. D. V.; OLIVEIRA, M. S. P. Seleção simultânea em progênies de açaizeiro irrigado para produção e peso do fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 532-539, 2011.

FERREIRA, F. M. et al. Formação de super-caracteres para seleção de famílias de maracujazeiro amarelo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 2, n. 2, p. 247-254, 2010.

GONÇALVES, G. M. et al. Seleção e herdabilidade na predição de ganhos genéticos em maracujá-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 193-198, 2007.

IBGE. **Banco de Dados agregados Maracujá**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=106&z=t&o=11&i=P>>. Acesso em: 11 jan. 2014.

LINHALES, H. **Seleção em famílias de irmãos completos de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa* Deg.) no segundo ano de produção**. 2007. 76 f. Dissertação (Mestrado em fitotecnica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

MARTINS, J. A. Probabilidade de precipitação para a microrregião de Tangará da Serra estado de Mato Grosso. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 3, p. 291-296, 2010.

MENESES JUNIOR, J. A. N.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Seleção recorrente para três caracteres do feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, p. 833-838, 2008.

- MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal Genetics and Cytology**, Alexandria, v. 7, p. 40-51, 1978.
- 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**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 431-437, 2008.
- OLIVEIRA, V. R. et al. Variabilidade genética de procedências e progênies de umbuzeiro via metodologia de modelos lineares mistos (REML/BLUP). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 53-56, 2004.
- OLIVEIRA, E. J. et al. Seleção em progênies de maracujazeiro-amarelo com base em índices multivariados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 11, p. 1543-1549, 2008.
- PIMENTEL, L. D. et al. Seleção precoce de maracujazeiro pelo uso da correlação entre dados de produção mensal e anual. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1303-1309, 2008.
- RESENDE, M.D.V. **Análise estatística de modelos mistos via REML/BLUP na experimentação em melhoramento de plantas perenes**. Colombo, PR: Editora Embrapa Florestas, 2000. 101 p.
- RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: Editora Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.
- RESENDE, M. D. V. **SELEGEN-REML/BLUP: Sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos**. Colombo, PR: Editora Embrapa Florestas, 2007. 359 p.
- ROCHA, M. G. B. et al. Seleção de genitores de *eucalyptus grandis* e de *eucalyptus urophylla* para produção de híbridos interespecíficos utilizando REML/BLUP e informação de divergência genética. **Revista Arvore**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 977-987, 2007.
- SANTOS, C. E. M. et al. Características físicas do maracujá-azedo em função do genótipo e massa do fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1102-1110, 2009.
- SILVA, F. B.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU A. F. B. Seleção recorrente fenotípica para florescimento precoce de feijoeiro 'Carioca'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 10, p. 1437-1442, 2007.
- SILVA, T. V. et al. Qualidade do suco de maracujá-amarelo em diferentes épocas de colheita. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 545-550, 2008.
- SILVA, M. G. M. et al. Seleção recorrente intrapopulacional no maracujazeiro amarelo: alternativa de capacitação de ganhos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 170-176, 2009.
- SILVA, M. G. M.; VIANA, A. P. Alternativas de seleção em população de maracujazeiro-azedo sob seleção recorrente intrapopulacional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 525-531, 2012.