

Avaliação de recursos genéticos de maracujazeiro-amarelo

Juan Paulo Xavier de Freitas⁽¹⁾, Eder Jorge de Oliveira⁽¹⁾, Alírio José da Cruz Neto⁽¹⁾
e Leandro Ribeiro dos Santos⁽¹⁾

⁽¹⁾Embrapa Mandioca e Fruticultura, Rua Embrapa, s/nº, Caixa Postal 007, CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA. E-mail: juanagronomia@hotmail.com, eder@cnpmf.embrapa.br, alirioneto@hotmail.com, lribeiro40@gmail.com

Resumo – O objetivo deste trabalho foi caracterizar e avaliar recursos genéticos de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis*) quanto às principais características de importância econômica. Foram realizadas avaliações agronômicas e estimados parâmetros genéticos em 38 acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Maracujazeiro da Embrapa Mandioca e Fruticultura, tendo-se utilizado cinco testemunhas provenientes de seleções ou melhoradas geneticamente. Foram avaliadas duas características produtivas, três características de qualidade química e sete atributos físicos dos frutos. Utilizou-se o delineamento de blocos aumentados, com quatro repetições e parcela de dez plantas. O elevado coeficiente de variação genética, o índice de variação maior que a unidade e os altos valores de herdabilidade indicam a existência de grande variabilidade genética ainda não explorada, bem como de condições favoráveis ao melhoramento genético. Para a maioria das características avaliadas, os acessos foram superiores às testemunhas. Os acessos BGM185 e BGM051 são mais promissores para o mercado de frutas frescas, pela qualidade dos frutos, enquanto os acessos BGM181, BGM034, BGM123 e BGM079 são indicados para a indústria de sucos, por apresentar alta produtividade e rendimento de polpa.

Termos para indexação: *Passiflora edulis*, caracterização, germoplasma, melhoramento.

Evaluation of genetic resources of yellow passion fruit

Abstract – The objective of this work was to characterize and evaluate genetic resources of yellow passion fruit (*Passiflora edulis*) for its main economic traits. Agronomic evaluations were made and genetic parameters were estimated in 38 germplasm accessions from the passion fruit germplasm bank of Embrapa Mandioca e Fruticultura, using five controls from selections or genetically improved material. Two productive characteristics, three chemical qualities, and seven physical attributes of fruit were evaluated. An augmented block design with four replicates and ten plants per plot was used. The high coefficient of genetic variation, the index of variation greater than one, and the high heritability values indicate the existence of high genetic variability not yet explored, as well as favorable conditions to implement a breeding program. For most of the traits evaluated, accessions were superior to the controls. Accessions BGM185 and BGM051 are more promising for the fresh fruit market, due to fruit quality, while accessions BGM181, BGM034, BGM123, and BGM079 are recommended for the fruit juice industry, due to high productivity and pulp yield.

Index terms: *Passiflora edulis*, characterization, germplasm, breeding.

Introdução

O maracujá pertence ao gênero *Passiflora*, o mais importante economicamente e que apresenta o maior número de espécies da família Passifloraceae (Bernacci et al., 2003; Nunes & Queiroz, 2006). Esse gênero é originário da América Tropical e Subtropical, e, no Brasil, são encontradas cerca de 131 espécies, das quais 88 são endêmicas (Cervi et al., 2010). Apesar da ampla diversidade genética existente nessa família, associada às diversas potencialidades de uso de outras espécies, o maracujá-amarelo ou azedo (*Passiflora edulis* Sims) é a espécie mais cultivada no país.

Os recursos genéticos de *Passiflora* conservados nos bancos ativos de germoplasma são matéria-prima básica para o desenvolvimento de novas variedades, por conservar a máxima variabilidade do gênero, e, portanto, merecem atenção da pesquisa. Entretanto, a conservação deve ser acompanhada de uso efetivo do germoplasma, após trabalhos minuciosos de caracterização e avaliação, para identificar a diversidade dentro e entre acessos. A caracterização e a avaliação do germoplasma apresentam vantagens, pois permitem, além da identificação de acessos duplicados e da variabilidade intrínseca dos acessos, o estabelecimento e o uso de coleções nucleares.

A ampla variabilidade do maracujazeiro-amarelo é passível de exploração no melhoramento genético (Gonçalves et al., 2007; Oliveira et al., 2008). No entanto, sua documentação ainda é necessária para a incipiente caracterização e avaliação do germoplasma existente nas coleções. A escassez de informação, nessa área, indica a necessidade de estudos básicos relacionados à caracterização e à avaliação do germoplasma de *Passiflora*, com uso de descritores morfológicos e agronômicos e, até mesmo, de análises genômicas. Além disso, o número restrito de trabalhos que descrevem a variabilidade do germoplasma de maracujazeiro-amarelo constitui um dos grandes entraves para sua utilização nos programas de melhoramento, o que induz o melhorista a continuar explorando pequenas coleções e, conseqüentemente, limita o uso do germoplasma e conduz ao estreitamento da base genética.

Estudos sobre a caracterização morfológica, citogenética, física e química de frutos em acessos de germoplasma, com espécies e híbridos interespecíficos de maracujazeiro, têm sido relatados na literatura (Crochemore et al., 2003; Meletti et al., 2003, 2005). O avanço da biotecnologia permitiu o desenvolvimento e o uso de ferramentas moleculares para a caracterização do germoplasma de *Passiflora* (Oliveira et al., 2005; Paula et al., 2010; Santos et al., 2011), embora muitos desses trabalhos tenham focado apenas na determinação da variabilidade genética e não na formação de um banco de dados e na sua utilização em cruzamentos intra e interespecíficos. Os resultados de algumas dessas caracterizações indicam baixa variabilidade em variedades comerciais de maracujazeiro-amarelo, e ampla variação em outras espécies, com base em marcadores RAPD (Viana et al., 2003). Entretanto, essa restrição na variação genética contrasta com observações agronômicas em progênies de maracujazeiro-amarelo que apresentam variabilidade suficiente para seleção (Negreiros et al., 2008; Oliveira et al., 2008; Santos et al., 2009).

A caracterização e a avaliação do germoplasma de qualquer espécie são importantes para o uso direto dos genótipos e para a obtenção de segregantes transgressivos ou populações de ampla variabilidade genética. Contudo, são poucas as informações sistematizadas em acessos de maracujazeiro-amarelo não aparentados para essa finalidade.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar e avaliar recursos genéticos do maracujazeiro-amarelo quanto às principais características de importância econômica.

Material e Métodos

Foram avaliados acessos de maracujazeiro-amarelo do Banco Ativo de Germoplasma de Maracujazeiro da Embrapa Mandioca e Fruticultura. O ensaio foi montado no Município de Cruz das Almas, BA (12°48'38"S e 39°6'26"W, a 220 m de altitude), de clima tropical quente e úmido. Utilizou-se o delineamento de blocos aumentados, com quatro repetições e parcela de dez plantas. Os tratamentos não comuns foram constituídos por 38 acessos de maracujazeiro-amarelo, e os tratamentos comuns por quatro seleções de maracujazeiro-amarelo (A17, B20, J20 e M17) e uma variedade comercial (BRS Gigante Amarelo – BRSGA). O espaçamento utilizado foi de 2,6 m entre linhas e de 3,7 m entre plantas. Utilizou-se o sistema de condução em espaldeira vertical, com um fio de arame liso nº 12, a 2 m de altura do solo.

Os frutos, obtidos de polinização natural, foram colhidos durante a primeira safra, entre fevereiro e junho de 2010, com precipitação de cerca de 770 mm durante esse período. Para cada acesso, foram avaliados dez frutos colhidos aleatoriamente na parcela. Foram avaliadas as seguintes características: massa de frutos (MF), em gramas; comprimento dos frutos (CF), em centímetros; diâmetro dos frutos (DF), em centímetros; espessura da casca (EC), em milímetros; massa da casca (MC), em gramas; massa da polpa (MP), em gramas; rendimento de polpa (Rend), em porcentagem, obtido pela razão entre massa do fruto e massa da casca; sólidos solúveis totais (SST), em °Brix, determinado com uso de refratômetro portátil RTA-50, (Instrutherm, Instrumentos de Medição, Ltda., São Paulo, SP); acidez total titulável (ATT), expressa em gramas de ácido cítrico por 100 g de suco; e razão entre SST e ATT (Ratio). Também foram avaliados o número de frutos por planta (NF) e a produtividade (Prod) em Mg ha⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, de acordo com o modelo $Y_{ij} = m + t_i + B_j + \varepsilon_{ij}$, em que: Y_{ij} é o valor da característica para a i -ésima testemunha no j -ésimo bloco; m é a média geral do experimento; t_i é o efeito do i -ésimo tratamento, que pode ser decomposto em $T_i =$ efeito

da i -ésima testemunha, com $i = 1, 2, \dots, t$, e G_i = efeito do i -ésimo genótipo, com $i = 1, 2, \dots, g$; B_j é o efeito do j -ésimo bloco; ε_{ij} é o erro aleatório. Em seguida, foram estimados os parâmetros genéticos, e as médias dos genótipos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa Genes (Cruz, 2006).

Resultados e Discussão

Foram observadas diferenças significativas para todas as características avaliadas (Tabela 1), o que indica a possibilidade de seleção de progênies superiores, seja para exploração em programas de melhoramento genético ou para uso direto dos acessos no sistema de produção.

O coeficiente de variação experimental (CVe) variou de 4,81 a 15,08%, o que é indicativo de boa eficácia na tomada dos dados (Tabela 1). Essas estimativas estão de acordo com as obtidas em outros experimentos com progênies de maracujazeiro-amarelo, em que foram observadas estimativas de 4,75 a 22,66% (Viana et al., 2004; Farias et al., 2005; Negreiros et al., 2008; Oliveira et al., 2008). No entanto, Silva et al. (2009), ao relatar crescimento desuniforme de progênies de maracujazeiro-amarelo, observaram CVe acima de 70% para NF.

O coeficiente de variação genética (CVg) foi elevado, sobretudo para as características NF, Prod, MF, MC e MP (acima de 25%), o que é mais um indicativo da existência de variabilidade genética nos acessos avaliados, e do alto potencial de ganhos por seleção. Portanto, há alta probabilidade de sucesso no desenvolvimento de populações melhoradas a partir dos genótipos avaliados. Essas populações devem ser obtidas para reduzir a variabilidade qualitativa e quantitativa e, conseqüentemente, propiciar o lançamento de cultivares uniformes e produtivas.

Em comparação ao CVg, o índice de variação (IV) não é influenciado pela média das variáveis e pode representar a real magnitude do incremento de uma característica em um grupo de indivíduos analisados. OIV foi maior que a unidade para todas as características avaliadas, o que indica condições altamente favoráveis à seleção (Tabela 1).

Os valores de herdabilidade no sentido amplo variaram de 59,94 (ATT) a 98,02 (NF). Ao se considerar as características de maior importância e a magnitude das estimativas de herdabilidade e dos coeficientes de variação genéticos, maiores ganhos são esperados, por seleção direta, para NF e CF. As características Prod, MF, Rend, SST e Ratio apresentaram valores intermediários de herdabilidade, ou seja, 75,47, 75,90, 79,68, 62,89 e 73,05%, respectivamente, o que também reflete situação favorável ao melhoramento. Porém, o uso de métodos mais

Tabela 1. Análise de variância das características agrônômicas avaliadas em 38 acessos de maracujazeiro-amarelo e em cinco testemunhas, com respectivas amplitudes, coeficiente de variação experimental (CVe) e de variação genética (CVg), índice de variação (IV), variância fenotípica (σ_f^2) e genotípica (σ_g^2), e herdabilidade dos caracteres no sentido amplo (h^2).

Estimativa	Característica ⁽¹⁾											
	NF	Prod	MF	CF	DF	EC	MC	MP	Rend	SST	ATT	Ratio
QM Gen.(ajust.)	6507,64**	60,96*	1852,91*	0,79**	0,58*	1,12*	775,54**	184,69**	15,67**	0,96*	0,27*	63,92**
\bar{X} comuns	213,51	33,57	164,39	7,83	7,51	7,16	93,51	52,33	31,52	12,58	3,86	3,18
\bar{X} não comuns	524,12	29,22	158,26	7,77	7,11	7,04	81,56	51,23	32,49	12,88	3,63	3,74
Mínimo	14,00	10,72	67,25	5,51	5,52	4,98	33,54	20,38	23,06	11,15	2,39	2,31
Máximo	115,70	48,84	268,67	9,43	9,22	9,79	140,52	81,96	39,74	15,40	4,60	5,59
CVe (%)	7,21	15,08	14,59	4,81	6,68	8,49	11,55	12,52	5,85	4,87	8,47	9,92
CVg (%)	46,72	27,81	26,25	10,54	9,76	11,96	34,09	25,27	11,47	6,29	10,59	15,50
IV	8,14	17,54	1,77	2,18	1,43	1,40	2,81	2,00	1,98	1,30	1,22	1,65
σ_f^2	6087,51	87,56	2271,60	0,81	0,72	1,07	871,19	200,37	17,44	1,04	0,25	0,46
σ_g^2	5997,10	66,08	1724,10	0,67	0,48	0,71	773,20	167,64	13,89	0,66	0,15	0,34
h^2 (%)	98,02	75,47	75,90	82,69	67,3	66,24	88,75	80,07	79,68	62,89	59,94	73,05

⁽¹⁾NF, número de frutos por parcela; Prod, produtividade em Mg ha⁻¹; MF, massa de frutos (g); CF, comprimento dos frutos (cm); DF, diâmetro dos frutos (cm); EC, espessura da casca (mm); MC, massa da casca (g); MP, massa da polpa (g); Rend, rendimento de polpa (%); SST, sólidos solúveis totais (°Brix); ATT, acidez total titulável (g por 100 g); Ratio, razão entre SST e ATT. **e*Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

eficientes de seleção pode resultar em maiores ganhos a curto prazo. Esses resultados são consistentes com as estimativas de herdabilidade obtidas em progênies melhoradas (Viana et al., 2004; Ferreira et al., 2010), embora as extrapolações dessas estimativas devam ser realizadas com critério, pois podem variar de acordo com a característica avaliada, o método de estimação, a diversidade na população, o tamanho da amostra, a unidade experimental, o número de ambientes considerados e a precisão na condução do experimento e na coleta de dados.

Com relação aos componentes da variância, observou-se maior participação da variância genotípica, em todas as características avaliadas (Tabela 1). Segundo Cruz & Carneiro (2003), a utilização de parâmetros genéticos no melhoramento de plantas permite a identificação da variabilidade genética e a análise da eficiência das estratégias de melhoramento utilizadas para maximizar os ganhos e, ao mesmo tempo, manter a base genética da população.

No geral, a média dos tratamentos não comuns foi superior à das testemunhas para as características NF, Rend, SST e Ratio. Como as testemunhas são constituídas por genótipos melhorados, sobretudo para qualidade de frutos, na média geral, apresentaram estimativas mais elevadas para as características de maior importância econômica, como Prod, CF, DF e ATT. Entretanto, quando analisados individualmente, muitos acessos superaram as testemunhas para a maioria dessas características, em virtude da alta variabilidade dos valores (Tabela 1).

Quanto ao NF, observou-se que o acesso BGM188 produziu mais de 115 frutos por planta, tendo-se destacado dos demais. Adicionalmente, os acessos BGM208, BGM017, BGM079, BGM123 e BGM041 produziram entre 80 e 98 frutos por planta e podem ser considerados adequados para uso como parentais em programas de melhoramento. Esses valores são muito superiores aos 27 frutos por planta observados em trabalhos com progênies de meios-irmãos de maracujazeiro-amarelo (Gonçalves et al., 2009). As testemunhas apresentaram NF bastantes inferiores aos obtidos para os acessos de germoplasma, tendo variado de 15,86 (BRSGA) a 26,68 (M17) (Tabela 2).

Os acessos BGM222, BGM277, BGM185, BGM181, BGM034, BGM094, BGM123, BGM079 e BGM051, e a testemunha B20 foram os mais

produtivos (acima de 40 Mg ha⁻¹). As outras testemunhas apresentaram produtividades intermediárias, entre 27,65 e 37,22 Mg ha⁻¹. Contudo, os acessos BGM140, BGM216, BGM064, NA12-09, NA13-09, NA07-09, NA03-09, NA09-09 e NA10-09 tiveram menor produtividade (10,72 a 20,03 Mg ha⁻¹). Esses resultados são bastante promissores para programas de melhoramento genético, em razão da grande superioridade da maioria dos acessos, em comparação à média nacional de 14,1 Mg ha⁻¹ (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009). Além disso, os acessos de maior produtividade superaram o híbrido BRSGA em pelo menos 9 Mg ha⁻¹, o que indica alto potencial para uso per se ou em combinações híbridas. Em condições experimentais, Albuquerque et al. (2009) observaram produtividade em torno de 23,7 Mg ha⁻¹.

Quanto à MF, foram identificados acessos com massa de frutos acima de 250 g (NA12-09 e NA05-09). Frutos com massa média acima de 180 g apresentam ótimo valor comercial para consumo in natura. Neste sentido, também podem ser destacados os acessos NA08-09, NA03-09, BGM071, BGM051, NA09-09, BGM185, NA10-09, NA13-09, NA02-09, BGM222, NA12-09 e NA05-09, e a testemunha BRSGA. Ao avaliar progênies de maracujazeiro-amarelo, Nascimento et al. (2003) e Silva et al. (2009) obtiveram peso médio de frutos inferiores ao de muitos acessos avaliados no presente trabalho. Contudo, os genótipos BGM188, BGM041 e BGM208 apresentaram frutos com massa média abaixo de 84 g, o que é indesejável para o mercado de frutas frescas (Tabela 2). Em relação ao CF, não foram observadas diferenças significativas para os acessos NA01-09, NA03-09, BGM311, BGM181, BGM071, NA08-09, BGM094, NA09-09, NA10-09, BGM051, NA13-09, BGM222, BGM205, BGM186, NA05-09, BRSGA, NA02-09, NA12-09 e BGM185, que apresentaram frutos com comprimento de 7,98 a 9,43 cm. O menor CF foi observado para o genótipo BGM188 (5,51 cm).

Os genótipos com maior CF, como o acesso BGM222, também apresentaram maior DF, que é uma tendência natural em função do aumento das dimensões do fruto. A maioria desses genótipos apresenta frutos com formato alongado, preferido para o mercado de frutas frescas, pois esse formato está comumente associado ao maior rendimento de suco, embora Negreiros et al. (2007) tenham demonstrado que não

há correlação entre o rendimento de polpa e a forma do fruto. Ao se considerar frutos com DF acima de 7,0 cm, também destacaram-se os acessos BGM048,

BGM049 e BGM216, não identificados com maior CF e que tendem a apresentar frutos com formato mais arredondado.

Tabela 2. Médias das características agrônômicas avaliadas em 38 acessos de maracujazeiro-amarelo e em cinco testemunhas⁽¹⁾.

Acesso	Característica ⁽²⁾											
	NF	Prod	MF	CF	DF	EC	MC	MP	Rend	SST	ATT	Ratio
BGM007	71,00e	32,12b	116,00d	6,53c	6,44b	6,65b	57,87c	35,88d	30,93b	12,42b	4,15a	4,15b
BGM017	82,30c	36,30b	113,08d	6,76c	6,28b	7,47b	58,37c	33,42d	29,55b	13,90b	3,70a	3,74b
BGM028	64,60f	35,52b	141,00c	6,60c	6,44b	6,18b	55,79c	36,03d	25,55b	12,35b	3,63a	3,50b
BGM034	75,00d	41,73a	142,67c	7,18b	6,99b	7,19b	71,38b	49,09c	34,41b	13,20b	4,19a	3,23b
BGM041	97,93b	27,31c	71,50e	6,23c	5,78b	6,58b	36,06d	25,57e	35,76b	12,92b	3,12b	4,35b
BGM051	67,00f	48,84a	186,92c	8,60a	7,02b	6,77b	86,13b	67,27b	35,99b	12,70b	3,31b	3,92b
BGM078	49,70h	25,92c	133,75c	7,59b	6,90b	6,83b	64,12c	47,73c	35,69b	11,57b	3,89a	2,99b
BGM079	82,50c	45,26a	140,67c	7,33b	6,62b	8,18b	76,80b	43,96c	31,25b	14,62a	3,88a	3,84b
BGM094	64,30f	42,40a	169,08c	8,40a	7,49b	7,07b	72,69b	47,17c	27,90b	14,77a	3,60a	4,17b
BGM121	72,90e	34,05b	119,75d	7,10b	6,70b	6,20b	55,10c	38,95c	32,53b	12,33b	3,67a	3,49b
BGM123	84,70c	43,69a	132,25c	7,37b	6,65b	4,98b	62,12c	50,66c	38,31a	12,10b	3,24b	3,78b
BGM158	65,90f	26,49c	103,08d	6,48c	6,14b	6,11b	53,96c	31,06d	30,13b	11,73b	3,27b	3,63b
BGM181	62,10f	40,79a	168,42c	8,16a	7,13b	7,13b	81,21b	66,39b	39,42a	12,27b	3,51b	3,53b
BGM185	51,70h	40,23a	199,50c	9,43a	7,62b	7,88b	116,05a	62,15b	31,15b	12,25b	4,28a	2,89b
BGM186	37,70j	26,10c	177,50c	8,81a	7,07b	7,13b	93,76b	58,85b	33,15b	13,38b	3,49b	4,27b
BGM188	115,70a	30,35b	67,25e	5,51d	5,52b	5,56b	33,54d	20,38e	30,30b	11,93b	2,62c	4,55b
BGM048	59,50g	35,06b	151,08c	7,52b	7,12b	8,50b	91,97b	40,29c	26,67b	15,08a	3,78a	4,11b
BGM049	58,50g	37,63b	164,92c	7,44b	7,18b	7,08b	83,89b	58,51b	35,48b	13,27b	4,60a	2,90b
BGM205	51,50h	31,85b	158,58c	8,72a	7,32b	6,26b	77,94b	55,04b	34,71b	13,33b	2,48c	5,59a
BGM208	80,30c	26,33c	84,08e	6,45c	5,99b	5,14b	43,35d	21,83e	25,96b	11,72b	2,39c	5,11a
BGM222	44,90i	40,06a	228,75b	8,65a	9,22a	9,79a	128,39a	61,15b	26,73b	12,60b	3,91a	3,29b
BGM227	58,30g	27,45c	120,75d	7,32b	6,68b	7,22b	60,32c	45,46c	37,65a	12,50b	3,71a	3,45b
BGM277	77,30d	40,22a	133,42c	7,77b	6,90b	6,48b	68,56b	39,63c	29,70b	11,42b	2,83c	4,14b
BGM311	53,53h	33,46b	160,25c	8,08a	7,00b	6,50b	76,15b	57,91b	36,14b	12,15b	3,45b	3,60b
BGM064	22,50l	12,34d	140,67c	7,27b	6,77b	7,43b	72,71b	49,94c	35,50b	13,07b	3,91a	3,41b
BGM071	33,60k	24,14c	184,25c	8,23a	7,27b	6,06b	94,41b	62,25b	33,79b	13,72b	3,85a	3,57b
BGM140	25,10l	10,72d	109,50d	7,57b	5,83b	5,98b	49,63c	43,52c	39,74a	15,40a	3,06b	5,07a
BGM216	18,30m	11,15d	156,25c	7,45b	7,60b	7,81b	84,17b	44,04c	28,19b	13,75b	4,12a	3,36b
NA01-09	37,60j	23,69c	161,58c	7,98a	7,24b	7,52b	88,50b	56,23b	34,80b	11,15b	4,19a	2,70b
NA02-09	32,50k	28,61c	225,75b	9,20a	8,21b	6,45b	119,03a	80,38a	35,61b	13,50b	3,74a	3,64b
NA03-09	26,80l	19,21d	183,83c	8,03a	7,76b	8,44b	92,55b	60,81b	33,08b	14,00b	3,61a	4,02b
NA05-09	22,30l	23,37c	268,67a	8,88a	8,01b	7,91b	127,57a	76,82a	28,59b	12,20b	3,49b	3,55b
NA07-09	29,60k	17,44d	151,08c	7,61b	6,82b	6,70b	76,97b	54,48b	36,06b	13,07b	3,80a	3,47b
NA08-09	30,90k	21,84c	181,25c	8,26a	7,28b	6,79b	82,29b	67,56b	37,27a	13,77b	4,13a	3,37b
NA09-09	26,80l	19,73d	188,75c	8,44a	8,13b	9,04b	121,71a	43,52c	23,06b	12,05b	3,59a	3,43b
NA10-09	24,80l	20,03d	207,08c	8,46a	8,16b	8,02b	121,65a	59,13b	28,55b	11,67b	3,65a	3,44b
NA12-09	14,00m	13,77d	252,17a	9,36a	8,50b	7,48b	140,52a	81,96a	32,50b	12,78b	3,39b	3,85b
NA13-09	18,00m	15,37d	219,00b	8,60a	8,41b	6,89b	122,08a	71,77a	32,77b	12,83b	4,53a	2,85b
A17	18,63m	27,65c	153,05c	7,52b	7,33b	6,80b	87,75b	46,47c	29,95b	12,60b	4,15a	3,06b
B20	23,85l	41,22a	178,15c	7,60b	7,61b	7,99b	99,88a	56,64b	31,93b	12,73b	4,06a	3,08b
BRS GA	15,86m	30,95b	203,02c	8,97a	7,94b	7,77b	125,99a	62,67b	31,26b	12,22b	3,30b	3,66b
J20	21,75l	30,80b	144,05c	7,40b	7,18b	5,91b	76,29b	46,59c	32,15b	12,92b	3,68a	3,34b
M17	26,68l	37,22b	143,68c	7,68b	7,51b	7,34b	77,69b	49,29c	32,33b	12,43b	4,11a	2,78b

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. ⁽²⁾NF, número de frutos por parcela; Prod, produtividade em Mg ha⁻¹; MF, massa de frutos (g); CF, comprimento dos frutos (cm); DF, diâmetro dos frutos (cm); EC, espessura da casca (mm); MC, massa da casca (g); MP, massa da polpa (g); Rend, rendimento de polpa (%); SST, sólidos solúveis totais (°Brix); ATT, acidez total titulável (g por 100 g); Ratio, razão entre SST e ATT.

Para EC, houve diferenças significativas apenas para o acesso BGM222, em comparação aos demais. Entretanto, os acessos BGM123, BGM208, BGM188 e BGM140, e a testemunha J20 apresentaram menor EC, com variação de 4,98 a 5,98 mm. A maioria dos genótipos avaliados (74%) apresentou EC de 6,06 a 7,99 mm (Tabela 2). Negreiros et al. (2007) observaram correlação significativa e negativa (-0,69) da EC com Rend. Além disso, as características MF, CF, DF e EC são correlacionadas positivamente entre si e negativamente com NF e Rend. Assim, o aumento na massa dos frutos pode resultar em ganhos no comprimento, no diâmetro e na espessura da casca dos frutos, bem como na redução no número de frutos por planta e na percentagem de polpa (Viana et al., 2003; Gonçalves et al., 2008), o que não é interessante do ponto de vista do melhoramento genético.

Embora a casca do maracujazeiro possa ser utilizada para produção de geleias e produtos farmacêuticos, ainda é considerada um subproduto da cultura e, portanto, há preferência por genótipos com menor proporção de casca. Menor MC foi encontrada para os acessos BGM188, BGM041 e BGM208, que também apresentaram menor MF e EC. Com relação à MP, destacaram-se os acessos NA13-09, NA05-09, NA02-09 e NA12-09 (acima de 71,77 g de polpa por fruto). Abreu et al. (2009), ao avaliar cinco genótipos de maracujazeiro-amarelo nos diferentes meses do ano, no Distrito Federal, obtiveram valores máximos de MP no mês de abril, o que corrobora os resultados positivos à respeito da existência de variabilidade para essa característica de grande importância industrial.

Quanto ao rendimento de suco, os acessos NA08-09, BGM227, BGM123, BGM181 e BGM140 foram os mais promissores para esta característica, pois foi observado Rend acima de 37%. No entanto, como o Rend acima de 30% também pode ser considerado satisfatório para a indicação dos melhores materiais, há outros 22 acessos e quatro testemunhas (BRSGA, B20, J20 e M17) com potencial de uso (Tabela 2).

De acordo com Gonçalves et al. (2009), a variância de dominância é mais importante do que a genética aditiva, para número de frutos por planta, espessura da casca e número de dias para floração, o que indica forte efeito ambiental e presença de sobredominância no controle dessas características. Nesse sentido, é possível explorar essas informações para maximizar o uso da variância de dominância na obtenção de híbridos heteróticos para essas características, além

de continuar selecionando genótipos superiores em populações segregantes para outras características, como MF, CF e DF, em que os ganhos genéticos são baseados na magnitude da variância genética aditiva.

Negreiros et al. (2007) e Morgado et al. (2010) relataram altas correlações fenotípicas positivas entre MC e CF, e DF e MF, no maracujazeiro-amarelo. Esses resultados estão de acordo com a relação positiva observada entre CF e MC, sobretudo para os acessos BGM185, BGM222, NA02-09, NA05-09, NA10-09 e NA13-09, e a testemunha BRSGA. Essas correlações dificultam o trabalho de melhoramento, pois os sentidos de seleção dos caracteres são inversamente proporcionais.

Os acessos BGM185 e BGM051, e a testemunha B20 são considerados os mais promissores para o desenvolvimento de populações melhoradas ou para uso nos programas de melhoramento genético. Apesar de os acessos BGM208, BGM017, BGM041 e BGM188 terem apresentado maior número de frutos por planta, a combinação de Prod, MF, CF e DF não favorece sua exploração para o mercado de frutos in natura. Já os acessos BGM181, BGM034, BGM123 e BGM079 apresentaram frutos pequenos, mas com alta produtividade e rendimento de suco, acima de 40,79 Mg ha⁻¹ e 31,25%, respectivamente. Portanto, esses acessos poderiam ser muito interessantes para o mercado de processamento de frutos, no qual as dimensões dos frutos são irrelevantes.

O teor elevado de SST é uma característica bastante desejável para a indústria e o mercado de frutos in natura, pois são necessários cerca de 11 kg de frutos com SST entre 11 e 12% para obtenção de 1 kg de suco concentrado a 50°Brix. Assim, quanto mais alto for o teor de SST, menor a quantidade de frutos necessária para a concentração do suco (Nascimento et al., 2003). Para essa característica, foi observada uma amplitude nos dados de 11,15 a 15,40°Brix. Apenas os acessos BGM079, BGM094, BGM048 e BGM140 diferiram dos demais, tendo apresentado valores acima de 14,62°Brix. No entanto, todos os acessos avaliados estão acima de 11°Brix, considerado como padrão preconizado para a comercialização dos frutos de maracujazeiro-amarelo (Brasil, 2003). Os SST das testemunhas não diferiram significativamente e apresentaram pequena variação, de 12,22 (BRSGA) a 12,92°Brix (J20). Esses valores estão de acordo com os observados por outros autores, nesta cultura (Nascimento et al., 2003; Negreiros et al., 2008).

A amplitude dos dados de ATT variou de 2,39 a 4,60 g por 100 g em ácido cítrico, e os acessos BGM208,

BGM205, BGM188 e BGM277 apresentaram menor acidez no suco (variação de 2,39 a 2,83). Outros 28 acessos/testemunhas apresentaram ATT de 3,59 a 4,60, o que os torna excelentes opções para o melhoramento, uma vez que o Ministério da Agricultura e do Abastecimento recomenda valor mínimo de ATT, no suco do maracujá, de 0,27 (Brasil, 2003). Todos os acessos avaliados no presente trabalho atendem a essa exigência. Valores elevados de acidez no suco de maracujazeiro constituem uma característica de importância para o processamento da fruta, em virtude da possibilidade de redução da adição de acidificantes (Nascimento et al., 1999).

O valor Ratio é considerado uma das formas mais práticas de se avaliar o sabor dos frutos. A acidez é decisiva nesse ponto pois, se for muito elevada, diminui essa relação. A melhor relação entre SST e ATT foi observada para os acessos BGM140, BGM208 e BGM205 (5,07 a 5,59). Esses valores estão acima do máximo observado por Nascimento et al. (2003), ao analisar progênies de maracujazeiro-amarelo derivadas de seleção massal, para redução da espessura da casca. Entretanto, como o Ratio pode sofrer variação em decorrência de fatores ambientais e práticas de cultivo, da qualidade de luz solar e da temperatura, bem como do tipo e das dosagens de fertilizantes, essa relação deve ser analisada com cuidado no momento da seleção dos melhores genótipos.

O conhecimento da variabilidade genética dos caracteres de importância agrônômica é imprescindível para definição dos métodos de melhoramento, seleção de genitores, escolha dos locais para condução dos testes, definição do número de repetições e predição dos ganhos por seleção (Jung et al., 2008). Portanto, é grande o potencial de exploração dos recursos genéticos do maracujazeiro-amarelo, ao se considerar a ampla variação dos acessos avaliados para as características de maior importância econômica da cultura, com superação das testemunhas melhoradas de alto desempenho agrônômico.

Conclusões

1. Os parâmetros genéticos estimados indicam a existência de grande variabilidade genética ainda não explorada, a qual permite que o processo seletivo, baseado em métodos simples de melhoramento, tenha sucesso.

2. Os acessos BGM185 e BGM051 são os mais promissores para o mercado de frutas frescas, pela qualidade dos frutos, enquanto os acessos BGM181, BGM034, BGM123 e BGM079 são indicados para a indústria de sucos, por apresentar alta produtividade e rendimento de polpa.

3. Não foram identificados acessos de maracujazeiro-amarelo que combinem todas as características favoráveis ao melhoramento, o que indica a necessidade de recombinação dos melhores acessos para características individuais e seleção das melhores progênies.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro.

Referências

- ABREU, S. de P.M.; PEIXOTO, J.R.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SOUSA, M.A. de F. Características físico-químicas de cinco genótipos de maracujazeiro-azedo cultivados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, p.487-491, 2009.
- ALBUQUERQUE, I.C. de; CAVALCANTE, L.F.; LOPES, E.B.; ARAÚJO, R. da C.; BRITO, C.H. de. Efeito de diferentes podas em ramos produtivos no rendimento do maracujazeiro amarelo. **Engenharia Ambiental**, v.6, p.577-593, 2009.
- BERNACCI, L.C.; VITTA, F.A.; BAKKER, Y.V. Passifloraceae. In: WANDERLEY, M. das G.L.; SHEPHERD, G.J.; MELHEM, T.S.; GIULIETTI, A.M.; KIRIZAWA, M. (Coord.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP: RiMa, 2003. v.3, p.247-274.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução normativa nº 12, de 4 de setembro de 2003. Aprova o regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade gerais para suco tropical; os padrões de identidade e qualidade dos sucos tropicais de abacaxi, acerola, cajá, caju, goiaba, graviola, mamão, manga, mangaba, maracujá e pitanga; e os padrões de identidade e qualidade dos néctares de abacaxi, acerola, cajá, caju, goiaba, graviola, mamão, manga, maracujá, pêssego e pitanga. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 9 set. 2003. Seção 1, p.2.
- CERVI, A.C.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M.A.; BERNACCI, L.C. Passifloraceae. In: LISTA de espécies da flora do Brasil. Rio de Janeiro: Jardim Botânico, 2010. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB000182>>. Acesso em: 22 jan. 2011.
- CROCHEMORE, M.L.; MOLINARI, H.B.; STENZEL, N.M.C. Caracterização agromorfológica do maracujazeiro (*Passiflora* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, p.5-10, 2003.

- CRUZ, C.D. **Programa Genes**: estatística experimental e matrizes. Viçosa: UFV, 2006. 285p.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. 585p.
- FARIAS, M.A.A.; FARIA, G.A.; CUNHA, M.A.P. da; PEIXOTO, C.P.; SOUSA, J.S. Caracterização física e química de frutos de maracujá amarelo de ciclos de seleção massal estratificada e de populações regionais. **Magistra**, v.17, p.83-87, 2005.
- FERREIRA, M.F.; NEVES, L.G.; BRUCKNER, C.H.; VIANA, A.P.; CRUZ, C.D.; BARELLI, M.A.A. Formação de supercaracteres para seleção de famílias de maracujazeiro amarelo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, p.247-254, 2010.
- GONÇALVES, G.M.; VIANA, A.P.; BEZERRA NETO, F.V.; PEREIRA, M.G.; PEREIRA, T.N.S. Seleção e herdabilidade na predição de ganhos genéticos em maracujá-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.193-198, 2007.
- GONÇALVES, G.M.; VIANA, A.P.; PEREIRA, M.G.; BEZERRA NETO, F.V.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; PEREIRA, T.N.S.; GONÇALVES, T.J.M. Genetic parameter estimates in yellow passion fruit based on design I. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.52, p.523-530, 2009.
- GONÇALVES, G.M.; VIANA, A.P.; REIS, L.S. dos; BEZERRA NETO, F.V.; AMARAL JÚNIOR, A.T. do; REIS, L.S. dos. Correlações fenotípicas e genético-aditivas em maracujá-amarelo pelo delineamento I. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.1413-1418, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [home page]**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 5 ago. 2010.
- JUNG, M.S.; VIEIRA, E.A.; BRANCKER, A.; NODARI, R.O. Herdabilidade e ganho genético em caracteres do fruto do maracujazeiro-doce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, p.209-214, 2008.
- MELETTI, L.M.M.; BERNACCI, L.C.; SOARES-SCOTT, M.D.; AZEVEDO FILHO, J.A. de; MARTINS, A.L.M. Variabilidade genética em caracteres morfológicos, agronômicos e citogenéticos de populações de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, p.275-278, 2003.
- MELETTI, L.M.M.; SOARES-SCOTT, M.D.; BERNACCI, M.C.; PASSOS, I.R. da S. Melhoramento genético do maracujá: passado e futuro. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. p.55-78.
- MORGADO, M.A.D.; SANTOS, C.E.M. dos; LINHALES, H.; BRUCKNER, C.H. Correlações fenotípicas em características físico-químicas do maracujazeiro-azedo. **Acta Agronômica**, v.59, p.457-461, 2010.
- NASCIMENTO, T.B. do; RAMOS, J.D.; MENEZES, J.B. Características físicas do maracujá-amarelo produzido em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.2353-2358, 1999.
- NASCIMENTO, W.M.O. do; TOMÉ, A.T.; OLIVEIRA, M. do S.P. de; MÜLLER, C.H.; CARVALHO, J.E.U. de. Seleção de progênies de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) quanto à qualidade de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, p.186-188, 2003.
- NEGREIROS, J.R. da S.; ÁLVARES, V. de S.; BRUCKNER, C.H.; MORGADO, M.A.D.; CRUZ, C.D. Relação entre características físicas e o rendimento de polpa de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, p.546-549, 2007.
- NEGREIROS, J.R. da S.; ARAÚJO NETO, S.E. de; ÁLVARES, V. de S.; LIMA, V.A. de; OLIVEIRA, T.K. de. Caracterização de frutos de progênies de meios-irmãos de maracujazeiro-amarelo em Rio Branco – Acre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, p.431-437, 2008.
- NUNES, T.S.; QUEIROZ, L.P. de. Flora da Bahia: Passifloraceae. **Sitientibus: Série Ciências Biológicas**, v.6, p.194-226, 2006.
- OLIVEIRA, E.J.; PÁDUA, J.G.; ZUCCHI, M.I.; CAMARGO, L.E.A.; FUNGARO, M.H.P.; VIEIRA, M.L.C. Development and characterization of microsatellite markers from the yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Molecular Ecology Notes**, v.5, p.331-333, 2005.
- OLIVEIRA, E.J. de; SANTOS, V. da S.; LIMA, D.S. de; MACHADO, M.D.; LUCENA, R.S.; MOTTA, T.B.N.; CASTELLEN, M. da S. Seleção em progênies de maracujazeiro-amarelo com base em índices multivariados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1543-1549, 2008.
- PAULA, M. da S.; FONSECA, M.E. de N.; BOITEUX, L.S.; PEIXOTO, J.R. Caracterização genética de espécies de *Passiflora* por marcadores moleculares análogos a genes de resistência. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, p.222-229, 2010.
- SANTOS, C.E.M. dos; BRUCKNER, C.H.; CRUZ, C.D.; SIQUEIRA, D.L. de; PIMENTEL, L.D. Características físicas do maracujá-azedo em função do genótipo e massa do fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, p.1102-1119, 2009.
- SANTOS, L.F. dos; OLIVEIRA, E.J. de; SILVA, A. dos S.; CARVALHO, F.M.; COSTA, J.L.; PÁDUA, J.G. ISSR markers as a tool for the assessment of genetic diversity in *Passiflora*. **Biochemical Genetics**, v.49, p.540-554, 2011.
- SILVA, M.G. de M.; VIANA, A.P.; GONÇALVES, G.M.; AMARAL JÚNIOR, A.T. do; PEREIRA, M.G. Seleção recorrente intrapopulacional no maracujazeiro amarelo: alternativa de capitalização de ganhos genéticos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p.170-176, 2009.
- VIANA, A.P.; PEREIRA, T.N.S.; PEREIRA, M.G.; AMARAL JÚNIOR, A.T. do; SOUZA, M.M. de; MALDONADO, J.F.M. Parâmetros genéticos em populações de maracujazeiro amarelo. **Revista Ceres**, v.51, p.541-551, 2004.
- VIANA, A.P.; PEREIRA, T.N.S.; PEREIRA, M.G.; SOUZA, M.M. de; MALDONADO, J.F.M.; AMARAL JÚNIOR, A.T. do. Simple and canonic correlation between agronomical and fruit quality traits in yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) populations. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.3, p.133-140, 2003.

Recebido em 21 de junho de 2011 e aprovado em 9 de setembro de 2011