RAFAEL DE OLIVEIRA ANTUNES

SELEÇÃO COM BASE EM CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS NO MARACUJAZEIRO AZEDO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do programa de Pós-graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae.*

RIO PARANAÍBA
MINAS GERAIS - BRASIL
2014

RAFAEL DE OLIVEIRA ANTUNES

SELEÇÃO COM BASE EM CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS NO MARACUJAZEIRO AZEDO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do programa de Pós-graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae.*

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2014

RAFAEL DE OLIVEIRA ANTUNES

SELEÇÃO COM BASE EM CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS NO MARACUJAZEIRO AZEDO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do programa de Pós-graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae.*

APROVADA: 09 de Julho de 2014

_____

Prof. Cláudio Horst Bruckner Prof. Mário Puiatti

_____

Prof. Carlos Eduardo Magalhães dos Santos
(Orientador)

Dedico,

A minha esposa, Sarah, e meus familiares, José Antunes, Maria Iolanda e Kaká, grandes responsáveis por essa conquista.

AGRADECIMENTOS

Obrigado meu Senhor pelas bênçãos derramadas em minha vida. Mesmo sem merecer o Senhor me concede muitas conquistas e vitórias, agradeço pela tua misericórdia e graça sobre mim.

Agradeço a minha família, meu pai, mãe e irmã, pelo carinho e amor que sempre demonstraram por mim. Por todo esse tempo sempre me deram apoio e fizeram sacrifícios por mim. Serei sempre grato a eles e os amarei para sempre.

À Sarah, meu eterno agradecimento pela ajuda, companheirismo, à paciência, a convivência agradável e todo o carinho e amor que ela me dá. Sem ela não teria realizado este projeto. A amarei para eternidade.

Ao Professor Carlos Eduardo Magalhães dos Santos, pela orientação e ideia principal do projeto, a condução do meu conhecimento eapoio que foram de grande valia pra o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Muitas pessoas me acompanharam neste trajeto, contudo gostaria de agradecer, em especial ao meu primo Gustavo que me acolheu e foi um grande companheiro e amigo na minha estadia no Rio Paranaíba.

Aos amigos de moradia agradeço pela convivência, as amizades feitas e as boas temporadas vividas.

Aos meus amigos de UFV, que compartilharam comigo bons momentos durante o curso.

A Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade da realização deste curso e aperfeiçoamento dos meus conhecimentos.

E a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão deste trabalho.

Obrigado a todos.

RESUMO

ANTUNES, Rafael de Oliveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, 09 de julho de 2014. **Seleção com base em características morfológicas no maracujazeiro azedo.** Orientador: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos. Coorientador: Pedro Ivo Vieira GoodGod e Everaldo Antônio Lopes.

O objetivo do trabalho foi realizar a seleção de progênies de maracujazeiro azedo fazendo um comparativo da eficiência dos métodos de seleção direta e indireta, dos índices de Mulamba & Mock e da distância genótipo–ideótipo, baseando em caracteres morfoagronômicos. O experimento foi conduzido com 22 progênies de maracujazeiro, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, no campo experimental da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Campus Rio Paranaíba, Rio Paranaíba/Minas Gerais. O trabalho foi desenvolvido em delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições, tendo uma planta por parcela. Foram selecionados dois ramos na planta, um do lado leste e outro do oeste, estes sendo avaliados por 140 dias. Para as análises foram mensurados dez variáveis, número de folhas, comprimento dos entrenós, número de nós, comprimento do ramo, diâmetro do ramo, massa fresca, massa seca e teor de massa seca. Aos 70 dias foi mesurada a morfologia foliar tomando-se o comprimento da nervura principal e a maior largura entre a extremidade distal dos lóbulos mais externos, descrita como largura foliar. Houve alta variabilidade genética, entre e dentro das progênies, altos valores de herdabilidade, indicando uma boa possibilidade de ganho genético com a seleção. Os coeficientes de correlação fenotípica superaram os de correlação genotípica, mostrando que os fatores ambientais foram mais determinantes que os genéticos para expressão dos caracteres. Com relação aos métodos utilizados, a seleção direta e indireta proporcionaram altos valores de ganhos de seleção em praticamente todas as características avaliadas, exceto para o teor de matéria seca que teve ganhos de seleção negativo. Os índices de seleção apresentaram altos ganhos de seleção positiva para os caracteres em análise e com melhor equilíbrio na distribuição dos ganhos para as características em estudo do que com a seleção direta e indireta. As progênies que foram selecionadas em todos os métodos como os mais promissores, passíveis de recombinação formando a população do novo ciclo de seleção no programa de melhoramento neste trabalho foram os 5, 7, 8 e 9.

ABSTRACT

ANTUNES, Rafael de Oliveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, 09 de julho de 2014. **Selection based on morphologic characters in passion fruit.** Adviser: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos. Co-advisers: Pedro Ivo Vieira GoodGod e EveraldoAntônio Lopes.

The objective of this work was the selection of yellow passion fruit genotypes making a comparative efficiency of methods, direct and indirect selection, index Mulamba & Mock and the genotype - ideotype distance index, based on morphoagronomic characters. The experiment was conducted with 22 genotypes of passion fruit, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, on the experimental field of the University Federal of Viçosa (UFV), Campus Rio Parnaíba, RioParanaíba/Minas Gerais. The experimental design was a randomized complete block, with five replicates and one plant per plot. Were selected two branches of the plant canopy, one east side and one west side, these were evaluated at 140 days after marking. For analyzes were measured ten variables, number of leaves, length of internodes, number of nodes, branch's length, branch's diameter, fresh weight, dry weight and dry matter content. After 70 days was gauged leaf morphology with the length of the midrib and largest width between the distal end of the outer lobes, as described leaf width. There was high genetic variability among and within genotypes, high values of heritability showing a good possibility of genetic gain from selection.The coefficients of phenotypic correlation exceeded genotypic correlation, showing that environmental factors were more determinants than genetic for expression of the characters. With relation to methods used the direct and indirect selection yielded high values of selection gains in almost all characteristics evaluated, except for the dry matter content had negative gains selection. The selection indices showed high gains positive selection for the traits analyzed and with better balance in the distribution of earnings for the traits under study than with the direct and indirect selection. Genotypes were selected in all methods as the most promising, recombine forming the population of the new cycle of selection in the breeding program, this work were 5, 7, 8 and 9.

ÍNDICE

RESUMO v

ABSTRACT vi

INTRODUÇÃO 1

MATERIAL E MÉTODOS 3

RESULTADOS E DISCUSSÃO 5

CONCLUSÃO 17

BIBLIOGRAFIA 18

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro é uma espécie originada da América Tropical pertencente à família Passifloraceae. Os cultivos comerciais são principalmente da espécie *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* conhecida como maracujá-azedo (MELETTI & MAIA, 1999), devido à qualidade de seus frutos e ao seu maior rendimento industrial (RUGGIERO et al. 1996).

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá, com área de aproximadamente 57.848 ha plantados. Estima-se que no ano de 2012, a produção brasileira foi de 776.097 t, tendo o rendimento médio de 13.416 kg ha^{-1}, sendo da regiãoNordeste a maior parcela da produção nacional, correspondendo por 72,59% (IBGE, 2012).

A produtividade média do maracujazeiro é considerada baixa em decorrência da cultura apresentar fatores limitantes, dentre eles a falta de genótipos altamente produtivos e grande variabilidade existente em pomares comerciais, o que reflete a necessidade do melhoramento genético (GONÇALVES et al. 2007).

Os programas de melhoramento genético baseiam-se na existência de variabilidade genética a partir de coleções de trabalho, composta por muitos acessos, em que utiliza-se a caracterização físico-química, identificando o germoplasma para gerar informações sobre a descrição e a classificação do material conservado. A discriminação de caracteres mais importantes e desenvolvimento de programas de melhoramento genético visa identificar indivíduos desejáveis e quantificar a diversidade disponível (FALEIRO et al. 2005).

Caracteres morfológicos têm sido utilizados, tradicionalmente, como descritores da pureza varietal e genética (AMBIEL et al., 2008). O uso deste descritor além dos agronômicos e botânicos sem critérios relativos a sua contribuição real para a variabilidade ocorre desperdício de tempo e mão de obra para informações da diversidade genética (OLIVEIRA et al., 2006).

Caracteres agronômicos são muito utilizados, visando principalmente a produtividade nos processos de melhoramento. Porém a utilização de características morfológicas da planta, principalmente caracteres estruturais (número de folhas, diâmetro e comprimento de ramos, dentre outros) proporciona maiores ganhos de produtividade, possibilita determinar e selecionar precocemente a variabilidade desejada no processo de melhoramento.

Após a constatação da existência de variabilidade genética devem-se utilizar diferentes estratégias para selecionar as progênies de interesse. A seleção direta e indireta são as primeiras alternativas para obtenção de ganhos genéticos compensadores. Entretanto, os métodos de seleção univariada geralmente não permitem a obtenção de ganhos satisfatórios quando reunidas as características em estudo (MARTINS et al. 2003).

O uso de índices de seleção para múltiplos caracteres possibilita a obtenção de genótipos mais produtivos e adaptados pela reunião de diversos atributos favoráveis (CRUZ et al. 2004). Os índices de seleção permitem a utilização de um único valor para efetuar a seleção das progênies, uma vez que a análise é realizada por meio de combinações lineares dos dados fenotípicos dos diversos caracteres em estudo, cujos coeficientes de ponderação são estimados de modo a maximizar a correlação entre o índice e os valores genéticos dos candidatos à seleção (GARCIA et al. 1999; CRUZ et al. 2004).

No melhoramento do maracujazeiro azedo diversos trabalhos têm utilizado mais comumente os índices de seleção Smith (1936) e Hazel (1943), Pesek & Baker (1969), Mulamba & Mock (1978) e mais recente o índice da distância genótipo - ideótipo (IDGI) de Cruz (2006) (GONÇALVES et al. 2007, SANTOS et al. 2008, ROSADO et al. 2012, NEVES et al. 2013). Assim é importante a escolha e identificação de critérios de seleção capazes de promover alterações no sentido desejado e nas características de interesse dentro de um programa de melhoramento (REIS et al. 2004).

Objetivou-se com o trabalho realizar a seleção de progênies de maracujazeiro azedo fazendo um comparativo da eficiência dos métodos de seleção direta e indireta, os índices de Mulamba & Mock e o da distância genótipo – ideótipo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido com 22progênies de maracujazeiro, *Passiflora edulis*, no campo experimental da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Campus Rio Paranaíba, Rio Paranaíba/Minas Gerais. As mudas foram transplantadas para o campo em fevereiro de 2013 no espaçamento de 3,5 entre fileiras e 4,0 entre plantas. O sistema de condução utilizado foi espaldeira vertical, com um fio de arame liso nº12, a 2 m de altura do solo. Realizaram-se os tratosculturais preconizados para a cultura do maracujazeiro azedo. O trabalho foi desenvolvido em delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições, tendo uma planta por parcela.

Foram selecionados dois ramos da cortina vegetativa por planta, um do lado leste e outro do oeste. Aos 70 dias foi mesurada na terceira folha o comprimento da nervura principal (CF) e a maior largura entre a extremidade distal dos lóbulos mais externos, descrita como largura foliar (LF). Aos 140 dias foi determinado o número de folhas (NF), comprimento dos entrenós (CEN), número de nós (NN), comprimento do ramo (CR), diâmetro do ramo (DR) na base, matéria fresca do ramo (MFR), matéria seca do ramo (MS) e teor de matéria seca do ramo (TMS).

A existência de variabilidade nas progênies de maracujá-azedo foi verificada por meio da análise estatística para cada característica em plantas individuais conforme o modelo estatístico $Y_{ijk}= \mu + g_i + b_j + d_{ij} + e_{ijk}$, em que: Y_{ijk} é a observação da planta k, da progênie i na repetição j; μ é a média geral; g_i é o efeito da progênie i; b_j é o efeito do bloco j; d_{ij} é o efeito do genótipo i, no bloco j; e_{ij} é o erro experimental associado ao genótipo i, no bloco j, na planta k. Em seguida as médias das progênies foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Foi realizada correlação fenotípica e genética entre as variáveis analisadas.

Foram estudadas alternativas de seleção direta, seleção indireta e seleção simultânea de características (índices de Mulamba & Mock e o da distância genótipo – ideótipo).

As estimativas de ganhos foram obtidas na seleção direta segundo o estimador: $GS_x = DS_x.h^2$, em que GS_x é o ganho direto predito na variável X; DS_x é o diferencial de seleção da variável X, e h^2 é o coeficiente de herdabilidade da variável X, no sentido amplo.

As estimativas de ganhos obtidas na seleção indireta foram obtidas segundo o estimador: $GS_{y(x)} = DS_{y(x)}. h^2_y$, em que $GS_{y(x)}$ é o ganho de seleção em Y pela seleção na variável X; $DS_{y(x)}$ é o diferencial de seleção indireto, em que a média dos selecionados é obtida em relação às progênies, que apresentam superioridade para a variável auxiliar X, e h^2_y é o coeficiente de herdabilidade da variável principal.

O índice de Mulamba & Mock (1978) hierarquiza os genótipos, inicialmente, para cada característica, por meio da atribuição de valores absolutos àqueles de melhor desempenho. Por fim, os valores atribuídos a cada característica são somados, obtendo-se a soma dos "*ranks*", que assinala a classificação dos genótipos, ou seja, quanto menor for a soma, melhor é o desempenho de um genótipo em relação às várias características, resultando numa medida adicional. Adicionalmente, é permitido ajuste na ordem de classificação das variáveis, bastando atribuir pesos distintos a cada variável. Desta forma, tem-se: $I = p_1r_1 + p_2r_2 + ...+ p_jr_n$, sendo p_j= peso econômico atribuído a j-ésima característica, r_n= rank de um genótipo em relação à j-ésima característica. No presente trabalho se estabeleceram dois modelos de pesos econômicos, um igual a 1 e outro correspondendo as médias das características avaliadas.

Utilizou-se o índice da distância genótipo - ideótipo (IDGI) de Cruz (2006). Esse índice não paramétrico é obtido a partir das médias fenotípicas ajustadas e as distâncias euclidianas de cada indivíduo a um genótipo ideal. Segundo esse autor, considera-se nesse índice que X_{ij} é o valor fenotípico médio do i-ésimo genótipo em relação à j-ésima característica, Y_{ij}, representa o valor fenotípico médio padronizado e C_j é uma constante relativa à depreciação da média do genótipo, por não estar dentro dos padrões desejados pelo melhorista. Quanto aos caracteres utilizados, foram adotados valores iguais a 1 de pesos econômicos. Para a realização das análises estatísticas, utilizaram-se os recursos computacionais do programa Genes (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas ($p>0,01$) entre as progênies em todas as características avaliadas (Tabela 1). Os coeficientes de variação experimentais (CV_{exp}) variaram de 16,12% (diâmetro do ramo) a 82,34% (matéria fresca do ramo). De maneira geral, a precisão experimental é aceitável devido às características avaliadas sofrerem elevada influência do ambiente.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância e estimativas de alguns parâmetros genéticos referentes aos caracteres número de folhas (NF), comprimento dos entrenós (CEN), número de nós (NN), comprimento do ramo (CR), diâmetro do ramo (DR), largura da folha (LF), comprimento da folha (CF), massa fresca do ramo (MFR), massa seca do ramo (MS) e teor de massa seca do ramo (TMS)

FV	GL	Quadrado médio									
		NF	**CEN**	**NN**	**CR**	**DR**	**LF**	**CF**	**MFR**	**MS**	**TMS**
Blocos	4	86,34	1,79	143,39	728,03	1,31	163,84	68,98	3693,53	23,92	89,48
Progênies	21	141,72**	5,23**	162,49*	3529,57**	4,16**	1934,83**	1168,29**	17544,95**	346,05**	585,99**
Entre parcelas	84	58,56	1,78	84,94	1604,64	1,51	776,37	371,71	3931,79	89,85	106,32
Dentro de parcelas	110	63,75	1,74	81,67	1575,86	1,69	673,52	283,55	4989,99	132,64	159,80
Média original		13,58	2,42	18,96	59,64	5,39	61,67	59,86	53,85	11,95	23,94
CV_{exp} (%)[1]		39,85	38,99	34,36	47,49	16,12	31,95	22,78	82,34	56,10	30,46
$S^2 ge^2$		8,32	0,35	7,76	192,49	0,27	115,85	79,66	1361,32	25,62	47,98
$S^2 gd^2$		24,95	1,03	23,27	577,48	0,80	347,54	238,98	4083,95	76,86	143,90
h^{23}		0,46	0,65	0,34	0,43	0,54	0,55	0,78	0,86	0,65	0,92
CV_{gd}[1]		36,78	41,98	25,44	40,29	16,54	30,23	25,83	118,68	73,38	50,12

(1) CV_{exp} e CV_{gd}: Coeficiente de variação experimental e genética dentro das progênies, respectivamente. (2) S^2_{ge} e S^2_{gd}: variância genética entre e dentro progênies, respectivamente. (3) h^2herdabilidade do indivíduo no experimento. *Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.**Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Variabilidade genética elevada, entre e dentro de progênies de meios-irmãos de maracujá-azedo (Tabela 1), permite o estabelecimento de diversas estratégias de seleção com o objetivo de aumentar a frequência dos alelos favoráveis da população. Oliveira et al. (2008) também observaram alta variabilidade genética em seleção em progênies de maracujazeiro-azedo em caracteres relacionados ao fruto.

Os valores das estimativas dos coeficientes de herdabilidade do indivíduo no experimento mostraram ter altas magnitudes, variando de 0,34 a 0,92, apresentando o menor valor o número de nós e o maior o teor de matéria seca do ramo (Tabela1). Os altos valores de herdabilidade demonstrados indicam uma boa possibilidade de ganho genético com a seleção, sendo uma estratégia de melhoramento viável. Viana et al. (2004) observou altos valores de herdabilidade no sentido amplo, acima de 0,8, quanto a caracteres agronômicos como, número de frutos e comprimento de frutos.

O agrupamento das médias não demonstrou diferença significativa entre as progênies para os caracteres, número de folhas, comprimento de entre nó, número de nós, comprimento do ramo, diâmetro do ramo, largura de folha, comprimento de folha e massa seca do ramo (Tabela 2). Houve diferença significativa em massa fresca do ramo em que a progênie 14 distinguiu das demais com média de 217,28. Também se observou diferença significativa em teor de matéria seca do ramo agrupando as médias das progênies 5, 8, 9, 13, 15, 17 e 18 como tendo os maiores valores (Tabela 2).

Tabela 2- Médias de características morfológicas avaliadas em 22 progênies de maracujazeiro-azedo

Genótipos	Características[1]																	
	NF		CEN (cm)		NN		CR (cm)		DR (mm)		LF (mm)		CF (mm)		MFR		MS		TMS	
1	13,6	a[2]	1,87	a	17,9	a	47,77	a	5,56	a	72,64	a	64,95	a	77,03	b	14,44	a	19,29	b
2	9,25	a	1,28	a	14,13	a	28,91	a	4,53	a	48,38	a	43,02	a	19,63	b	5,07	a	17,38	b
3	8,46	a	1,64	a	12,88	a	34,5	a	4,52	a	67,2	a	64,15	a	23,28	b	5,84	a	16,83	b
4	8,25	a	2,01	a	14,5	a	47,45	a	4,74	a	44,16	a	40,92	a	31,16	b	7,13	a	14,33	b
5	16,67	a	2,39	a	21,33	a	57,82	a	6,46	a	76,07	a	78,49	a	37,5	b	11,39	a	31,64	a
6	13,58	a	1,92	a	18,0	a	48,03	a	6,1	a	51,23	a	50,92	a	55,85	b	12,54	a	15,17	b
7	15,17	a	2,44	a	22,0	a	77,34	a	4,86	a	59,39	a	63,09	a	105,82	b	21,14	a	21,48	b
8	18,18	a	4,35	a	23,53	a	98,37	a	6,59	a	91,72	a	80,06	a	63,09	b	17,03	a	28,54	a
9	14,31	a	2,58	a	20,43	a	59,26	a	5,57	a	78,74	a	69,66	a	33,25	b	9,49	a	31,43	a
10	15,67	a	2,11	a	20,67	a	61,58	a	5,38	a	43,56	a	61,45	a	51,63	b	15,08	a	24,40	b
11	23,75	a	3,36	a	30,5	a	104,83	a	6,67	a	81,81	a	73,94	a	28,38	b	4,13	a	8,80	b
12	15,5	a	2,54	a	21,33	a	75,92	a	4,86	a	46,34	a	65,02	a	50,16	b	13,67	a	25,68	b
13	16,0	a	3,17	a	20,58	a	69,5	a	5,49	a	60,16	a	56,14	a	41,58	b	11,82	a	27,39	a
14	13,5	a	2,3	a	20,4	a	60,9	a	6,17	a	58,02	a	56,42	a	217,28	a	29,61	a	23,31	b
15	11,0	a	1,57	a	16,43	a	41,82	a	5,1	a	47,78	a	46,86	a	17,69	b	4,22	a	43,97	a
16	14,1	a	1,79	a	19,55	a	48,55	a	5,36	a	62,86	a	56,7	a	59,38	b	11,46	a	19,12	b
17	8,75	a	3,32	a	14,67	a	52,07	a	4,94	a	84,36	a	72,14	a	20,61	b	6,09	a	32,89	a
18	11,54	a	2,91	a	15,3	a	58,51	a	4,76	a	59,91	a	61,73	a	48,86	b	13,82	a	30,74	a
19	7,75	a	1,82	a	13,58	a	39,74	a	4,99	a	60,57	a	56,87	a	50,85	b	10,7	a	25,44	b
20	13,8	a	2.88	a	20,71	a	67,08	a	5,34	a	53,97	a	54,71	a	42,64	b	11,15	a	23,34	b
21	15,63	a	2,89	a	20.75	a	74,81	a	5,24	a	49,67	a	49,15	a	60,56	b	15,09	a	21,63	b
22	14,33	a	2,14	a	18,04	a	57,41	a	5,42	a	58,18	a	50,46	a	48,40	b	11,96	a	23,77	b
$\overline{X}_o$	13,58		2,42		18,96		59,64		5,39		61,67		59,86		53,85		11,95		23,94	

[1] NF: número de folhas ,CEN: comprimento dos entrenós, NN: número de nós, CR: comprimento do ramo, DR: diâmetro do ramo, LF: largura da folha, CF: comprimento da folha, MFR: massa fresca do ramo, MS: massa seca do ramo e TMS: teor de massa seca do ramo. [2] Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Scott e Knott, a 5% de probabilidade.

Observaram-se diversas correlações fenotípicas significativas e positivas entre as características NF x (CEN, NN, CR, DR, CF, MS); CEN x (NN, CR, DR, LF, CF,); NN x (CR, DR,CF, MS); CR x (DR, CF, MS); DR x (LF, CF, MS); LF x CF; MFR x MS (Tabela 3), as magnitudes variaram entre (0,478 a 0,969) demonstrando forte ligação entre os caracteres.

Tabela 3 – Estimativas de correlação fenotípica[(1)] e genotípica[(2)], de características morfológicas avaliadas em 22 progênies de maracujazeiro-azedo

Caráter[(3)]	NF	CEN (cm)	NN	CR (cm)	DR (mm)	LF (mm)	CF (mm)	MFR	MS	TMS
NF		0,557**	0,969**	0,855**	0,746**	0,324	0,489*	0,256	0,533*	0,141
CEN (cm)	0,4339		0,573**	0,827**	0,469*	0,580**	0,599**	0,084	0,333	0,325
NN	0,979	0,457		0,887**	0,725**	0,316	0,478*	0,331	0,577**	0,145
CR (cm)	0,807	0,780	0,857		0,576**	0,369	0,520*	0,280	0,574**	0,186
DR (mm)	0,723	0,306	0,710	0,435		0,512*	0,503*	0,373	0,499*	0,165
LF (mm)	0,086	0,581	0,040	0,184	0,445		0,827**	0,003	0,086	0,295
CF (mm)	0,409	0,580	0,392	0,471	0,481	0,839		0,056	0,248	0,357
MFR	0,168	-0,068	0,277	0,150	0,326	-0,111	0,022		0,919**	-0,179
MS	0,483	0,187	0,567	0,496	0,423	-0,092	0,199	0,925		-0,130
TMS	0,075	0,336	0,088	0,163	0,054	0,258	0,326	-0,252	-0,275	

[(1)]Acima da diagonal. [(2)] Abaixo da diagonal. [(3)]NF: número de folhas ,CEN: comprimento dos entrenós, NN: número de nós, CR: comprimento do ramo, DR: diâmetro do ramo, LF: largura da folha, CF: comprimento da folha, MFR: massa fresca do ramo, MS: massa seca do ramo e TMS: teor de massa seca do ramo.** e * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste t.

Demonstrou-se que o crescimento vegetativo proporciona o desenvolvimento de várias características morfológicas avaliadas, que estão intimamente relacionadas e são influenciadas pelo ambiente. Assim ao aplicar a seleção para o aumento de um caractere o sentido da seleção é o mesmo para os demais (PAULA et al. 2002). Não se observou correlações genotípicas significativas. Igualmente como Krause et al. (2012) observando caracteres agronômicos, houve uma tendência dos coeficientes de correlação fenotípica superarem os de correlação genotípica (Tabela 3), mostrando que os fatores ambientais foram importantes para expressão dos caracteres.

A seleção direta proporcionou ganhos de seleção em todas as características avaliadas (tabela 4). Os maiores ganhos genéticos foram observados em MFR (62,46), MS (42,03) e TMS (31,69), porém as características MFR e MS apresentaram altos valores de CV_{exp} 82,34 e 56,10, respectivamente (Tabela 1), já na característica TMS a seleção indireta demonstrou valores negativos relacionados a NF e NN. Demonstrando não ser interessante realizar a seleção das progênies por estas características.

Tabela 4-Estimativas da média das progênies selecionadas ($\overline{X}_s$) e dos ganhos percentuais (GS) utilizando a seleção direta e indireta

Seleção direta	Seleção indireta - $\overline{X}_s$ (GS%)									
	Características[1]									
	NF	**CEN (cm)**	**NN**	**CR (cm)**	**DR (mm)**	**LF (mm)**	**CF (mm)**	**MFR**	**MS**	**TMS**
NF	17,65 (17,57)	3,04 (16,9)	22,89 (9,89)	77,82 (16,62)	5,97 (6,82)	67,16 (5,34)	66,54 (7,61)	47,12 (-9,69)	12,42 (2,95)	23,74 (-0,69)
CEN (cm)	15,64 (8,9)	3,33 (24,76)	20,89 (4,84)	76,35 (15,27)	5,62 (2,62)	71,3 (9,32)	65,53 (6,46)	43,85 (-14,41)	11,33 (-3,82)	25,0 (3,64)
NN	17,48 (16,85)	3,0 (15,58)	23,24 (10,76)	81,51 (20,0)	5,78 (4,55)	67,5 (5,66)	68,29 (9,61)	57,59 (5,39)	13,74 (11,12)	22,96 (-3,33)
CR (cm)	17,37 (16,37)	3,13 (19,11)	23,12 (10,45)	83,46 (21,78)	5,62 (2,65)	64,85 (3,09)	64,57 (5,37)	58,27 (6,37)	13,81 (11,56)	22,25 (-5,75)
DR (mm)	16,66 (13,32)	2,82 (10,81)	22,37 (8,56)	71,53 (10,87)	6,26 (10,23)	72,93 (10,93)	68,25 (9,56)	72,56 (26,96)	14,03 (12,91)	23,15 (-2,69)
LF (mm)	15,88 (9,92)	2,98 (15,18)	21,39 (6,11)	70,02 (9,49)	5,96 (6,75)	80,89 (18,66)	73,21 (15,21)	43,31 (-15,18)	10,43 (-9,42)	25,43 (5,12)
CF (mm)	16,19 (11,28)	3,09 (18,21)	21,97 (7,55)	74,71 (13,78)	5,85 (5,36)	76,51 (14,41)	73,22 (15,22)	38,83 (-21,64)	10,3 (-10,21)	26,5 (8,76)
MFR	15,03 (6,25)	2,61 (5,01)	20,69 (4,34)	67,96 (7,6)	5,63 (2,79)	65,72 (3,93)	61,73 (2,13)	97,19 (62,46)	18,13 (38,3)	22,23 (-5,83)
MS	15,29 (7,38)	2,66 (6,45)	20,87 (4,81)	70,13 (9,59)	5,63 (2,83)	62,5 (0,81)	62,52 (3,04)	95,90 (60,6)	18,73 (42,03)	23,11 (-2,82)
TMS	13,40 (-0,75)	2,85 (11,75)	18,61 (-0,88)	61,31 (1,52)	5,57 (2,09)	73,10 (11,1)	68,16 (9,45)	36,83 (-24,52)	10,34 (-9,97)	33,20 (31,69)

[1] NF: número de folhas ,CEN: comprimento dos entrenós, NN: número de nós, CR: comprimento do ramo, DR: diâmetro do ramo, LF: largura da folha, CF: comprimento da folha, MFR: massa fresca do ramo, MS: massa seca do ramo e TMS: teor de massa seca do ramo.

Entretanto a seleção através de NF, CEN, NN, CR, DR, LF e CF mostrou-se bastante interessante, pois diretamente e indiretamente apresenta altos valores de ganho de seleção nas características avaliadas (Tabela 4). Apesar dos resultados dos ganhos seleção terem sido satisfatórios, a utilização de apenas uma característica para a seleção pode ser inadequada, pois conduz um produto final superior com relação à característica em seleção, mas que pode levar a desempenhos não tão favoráveis nas demais (CRUZ et al. 2004).

Uma forma de se aumentar o êxito com a seleção é o uso de várias características simultaneamente, por meio de índices de seleção que resultem em ganhos simultâneos e equilibrados de modo desejado no programa de melhoramento (NEVES et al. 2013).

Com relação aos índices de seleção todos apresentaram altos ganhos de seleção positiva para os caracteres em análise (Tabela 5). O índice da distancia genótipo-ideótipo teve ganho de seleção total estimado (GStotal) de 94,59% (Tabela 5). O índice de seleção de Mulamba & Mock obteve valores similares ao IDGI quanto ao ganho de seleção total, sendo que, considerando o peso econômico igual as médias o GStotal foi de 93,89% (Tabela 5) e com peso econômico igual a 1 obteve o mesmo valor que no IDGI, GStotal 94,59% (Tabela 5). Em todos os índices os ganhos de seleção em quase todas as características foram expressivos e positivos, exceto na característica MFR, tanto no índice IDGI quanto no Mulamba & Mock, que teve valor negativo de -3,23% e -1,17 no Mulamba & Mock com peso econômico igual às médias (Tabela 5).

Tabela 5 - Estimativas das médias das progênies avaliadas ($\overline{X}_o$), selecionadas ($\overline{X}_s$), herdabilidade (h^2 %) e ganhos de seleção (GS %) com o uso do índice da distância genótipo - ideótipo (IDGI) e Mulamba e Mock com pesos econômicos igual a 1 e a média, em progênies de maracujá-azedo

Característica[(1)]	Índice da distância genótipo-ideótipo (IDGI)				Mulamba e Mock							
					Pesos econômicos 1:1:1:1:1:1:1:1:1:1				Médias			
	$\overline{X}_o$	$\overline{X}_s$	h^2%	GS %	$\overline{X}_o$	$\overline{X}_s$	h^2%	GS %	$\overline{X}_o$	$\overline{X}_s$	h^2%	GS %
NF	13,58	17,34	58,68	16,26	13,58	17,34	58,68	16,26	13,58	17,26	58,68	15,9
CEN (cm)	2,42	3,05	65,90	17,07	2,42	3,05	65,90	17,07	2,42	2,94	65,90	14,23
NN	18,96	23,06	47,73	10,32	18,96	23,06	47,73	10,32	18,96	23,19	47,73	10,63
CR (cm)	59,64	77,85	54,54	16,65	59,64	77,85	54,54	16,65	59,64	78,92	54,54	17,63
DR (mm)	5,39	5,94	63,70	6,45	5,39	5,94	63,70	6,45	5,39	5,83	63,70	5,21
LF (mm)	61,67	74,65	59,87	12,6	61,67	74,65	59,87	12,6	61,67	72,35	59,87	10,37
CF (mm)	59,86	70,23	68,18	11,82	59,86	70,23	68,18	11,82	59,86	71,70	68,18	13,5
MFR	53,85	51,60	77,59	-3,23	53,85	51,60	77,59	-3,23	53,85	53,03	77,59	-1,17
MS	11,95	12,50	74,04	3,41	11,95	12,50	74,04	3,41	11,95	12,81	74,04	5,33
TMS	23,94	24,88	81,86	3,24	23,94	24,88	81,86	3,24	23,94	24,60	81,86	2,26
GS_{total}%				94,59				94,59				93,89

[(1)] NF: número de folhas ,CEN: comprimento dos entrenós, NN: número de nós, CR: comprimento do ramo, DR: diâmetro do ramo, LF: largura da folha, CF: comprimento da folha, MFR: massa fresca do ramo, MS: massa seca do ramo e TMS: teor de massa seca do ramo.

Nos índices de seleção houve melhor equilíbrio na distribuição dos ganhos para as características em estudo do que com a seleção direta e indireta. Oliveira et al. (2008) tiveram com o uso da seleção direta ganhos genéticos positivos em relação aos caracteres peso de fruto, rendimento de polpa, comprimento dos frutos, largura de frutos, formato do fruto e número de frutos por planta. Apesar do progresso esperado com o uso da seleção direta, o índice da distância genótipo-ideótipo mostra-se como mais promissor na avaliação de progênies de maracujá-azedo, e proporciona maior ganho de seleção de forma equilibrada em todos os caracteres de frutos analisados, quando se estabelece maior peso econômico para peso e número de frutos por planta.

Freitas et al. (2012) usando a seleção direta obtiveram elevados ganhos genéticos em produtividade e massa de frutos, mas perdas indesejáveis no rendimento de polpa e no teor de sólidos solúveis totais, além de aumento na severidade de doenças. Já o índice de Mulamba & Mock, quando se considera o desvio padrão genético como peso econômico, proporcionou ganhos simultâneos satisfatórios em produtividade, massa de frutos, rendimento de polpa, teor de sólidos solúveis totais e redução na severidade das doenças; portanto, ele pode ser considerado o melhor índice de seleção para o conjunto de progênies avaliadas.

Silva et al. (2009) estimaram também em uma população de maracujá-azedo os ganhos genéticos preditos por meio da seleção direta e pelo índice de seleção de Mulamba & Mock, mostrando que, em ambas as simulações de ganho (diferentes intensidades de seleção), os ganhos fundamentados no referido índice, mesmo que menores, foram expressivos e contribuíram com o processo de seleção das plantas que foram utilizadas como genitoras para a obtenção das progênies para a fase de teste da seleção recorrente. Krause et al. (2012) demonstraram que o uso do índice de seleção de Mulamba & Mock proporciona ganhos genéticos positivos em produtividade, percentagem e peso de polpa, comprimento, diâmetro e peso de fruto, e espessura de casca.

Através dos métodos de seleção utilizados no trabalho as progênies selecionadas foram: 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 21 pela seleção direta e indireta (Tabela 6), o índice distância genótipo – ideótipo selecionou as progênies: 5, 7, 8, 9, 11 e 13 (Tabela 6). O índice de Mulamba & Mock com peso econômico igual a 1 e igual a média selecionou as progênies 5, 7, 8, 9, 11 e 13; 1, 5, 7, 8, 9, 11 e 12 respectivamente (Tabela 6). Na seleção direta e indireta as progênies selecionadas que foram mais comuns entre as características foram 5, 7, 8, 9, 11, 17 e 21 (Tabela 6), já

nos índices somente as progênies 12 e 13 não foram similar (Tabela 6). Observando todos os métodos de seleção as progênies selecionadas foram 5, 7, 8, 9 e 11.

Tabela 6- Progênies de maracujazeiro-azedo selecionados com o uso da seleção direta e indireta (SDI) e os índices com o uso da distância genótipo - ideótipo (IDGI) e Mulamba & Mock com pesos econômicos igual a 1 (MM1) e as médias (MM2)

Métodos de seleção	**Progênies selecionadas**
SDI	
Características[1]	
NF	5 - 8 - 10 - 11 - 13 - 21
CEN (cm)	8 - 11 - 13 - 17 - 18 - 21
NN	5 - 7 - 8 - 11 - 12 - 21
CR (cm)	7 - 8 - 11 - 12 - 13 - 21
DR (mm)	5 - 6 - 8 - 9 - 11 - 14
LF (mm)	1 - 5 - 8 - 9 - 11 - 17
CF (mm)	5 - 8 - 9 - 11 - 12 - 17
MFR	1 - 7 - 8 - 14 - 16- 21
MS	1 - 7 - 8 - 10 - 14- 21
TMS	5 - 8 - 9 - 15 - 17 - 18
Índices	
IDGI	5 - 7 - 8 - 9 - 11 - 13
MM1	5 - 7 - 8 - 9 - 11 - 13
MM2	5 - 7 - 8 - 9 - 11 - 12

[1] NF: número de folhas ,CEN: comprimento dos entrenós, NN: número de nós, CR: comprimento do ramo, DR: diâmetro do ramo, LF: largura da folha, CF: comprimento da folha, MFR: massa fresca do ramo, MS: massa seca do ramo e TMS: teor de massa seca do ramo.

CONCLUSÃO

Os altos valores de herdabilidade obtidos indicaram a possibilidade de ganho genético com a seleção, sendo uma estratégia de melhoramento viável.

A seleção direta e indireta proporcionou altos valores de ganhos de seleção em praticamente todas as características avaliadas, exceto para o teor de matéria seca do ramo que houve ganhos de seleção negativo.

Com relação aos índices de seleção todos apresentaram altos ganhos de seleção positiva para os caracteres em análise; houve melhor equilíbrio na distribuição dos ganhos para as características em estudo do que com a seleção direta e indireta.

A utilização dos caracteres morfológicos num programa de melhoramento de maracujazeiro azedo demonstrou ser uma boa alternativa devido aos ganhos de seleção observados.

As progênies 5, 7, 8, 9 e 11 foram as selecionadas por todos os métodos como as mais promissoras para um programa de melhoramento.

BIBLIOGRAFIA

AMBIEL, A. C.; GUABERTO, L. M.; VANDERLEI, T. M.; MACHADO NETO, N. B. Agrupamento de acessos e cultivares de três espécies de Brachiaria por RAPD. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 4, p. 457-464, 2008.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**.3.ed. Viçosa: UFV,480p.,2004.

CRUZ, C. D. **Programa genes: biometria.** Viçosa: UFV, v.1, 382 p.,2006.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 670p. : Il.,2005.

FREITAS, J. P. X. de.; OLIVEIRA, E. J.de.; JESUS O. N. de.; NETO, A. J. C., SANTOS, L. R. dos. Formação de população base para seleção recorrente em maracujazeiro‑amarelo com uso de índices de seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.3, p.393-401, mar. 2012.

GARCIA, A. A. F.; SOUZA JÚNIOR, C. L. de. Comparação de índices de seleção não paramétricos para a seleção de cultivares. **Bragantia**, Campinas, v.58, p.253-267, 1999.

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**, Brasília, v.42, p.193-198, 2007.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal**.Rio de Janeiro, v. 39, p.1-101, 2012.

KRAUSE, W.; SOUZA, R. S. de.; NEVES, L. G.; CARVALHO, M. L. da S.; VIANA, A. P.; FALEIRO,F. G. Ganho de seleção no melhoramento genético intrapopulacional do maracujazeiro‑amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.1, p.51-57, jan. 2012.

MARTINS, I. S.; CRUZ, C. D.; REGAZZI, A .J.; PIRES, I. E. Eficiência da seleção univariada direta e indireta e de índices de seleção em *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, p.327-333, 2003.

MELETTI, L. M. M.; MAIA, M .L. **Maracujá: produção e comercialização.** Campinas: IAC, 64 p. (Boletim técnico, 181),1999.

MELETTI, L. M. M.; AZEVEDO F. J. A. de.; BENTO, M. M. *'IAC-275' – Primeira cultivar de maracujazeiro-amarelo* (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) para a agroindústria de sucos. In: Simpósio Brasileiro de Melhoramento de Fruteiras, 2000, Viçosa. **Anais.**Viçosa, MG: UFV/DFT, p. 166.,2000.

NEVES, C. G.; JESUS, O. N. de.; LEDO, C. A. S.; OLIVEIRA, E. J. de. Avaliação agronômica de parentais e híbridos de maracujazeiro- amarelo**. Revista Brasileira deFruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 1, p. 191-198, Março 2013.

OLIVEIRA, M. S. P.; FERREIRA, D. F.; SANTOS, J. B. Seleção de descritores para caracterização de germoplasma de açaizeiro para produção de frutos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.7, p.1113-1140, 2006.

OLIVEIRA, E. J. de.; SANTOS, V. S.; LIMA, D. S. de., MACHADO, M. D.; LUCENA, R. S.; MOTTA, T. B. N.; CASTELLEN, M.S.Seleção em progênies de maracujazeiro‑amarelo com base em índices multivariados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.11, p.1543-1549, nov. 2008.

PAULA, R.C. de.; PIRES, I.E.; BORGES, R. de C.G.; CRUZ, C.D. Predição de ganhos genéticos em melhoramento florestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.159‑165, 2002.

REIS, E. F.; REIS, M. S.; CRUZ, C. D.; SEDIYAMA, T. Comparação de procedimentos de seleção para produção de grãos em populações de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p. 685-692, 2004.

ROSADO, L. D. S.; SANTOS, C. E. M. dos.; BRUCKNER, C. H.; NUNES, E. S.; CRUZ, C. D. *Simultaneous selection in progênies of yellow passion fruit using selection índices.* **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n.1, p. 95-101, jan/fev, 2012.

RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A. R.; VOLPE, C. A.; OLIVEIRA, J. C. de.; DURIGAM, J. F.; BAUMGARTNER, J. G.; SILVA, J. R. da.; NAKAMURA, K.; FERREIRA, M. E.; KAVATI, R.; PEREIRA, V. P de. **Maracujá para exportação.** *A*spectos técnicos da produção.Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 64 p. (Publicaçõestécnicas FRUPEX, 19).

SANTOS, C. E. M. dos.; PISSIONI, L. L. M.; MORGADO, M. A.D.; CRUZ, C. D.; BRUCKNER, C. H. Estratégias de seleção em progênies de maracujazeiro amarelo quanto ao vigor e incidência de verrugose. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 2, p. 444-449, Junho 2008.

SILVA, M. G. M.; VIANA, A. P.; GONCALVES, G. M.; AMARAL JUNIOR, A. T.; PEREIRA, M. G. Seleção recorrente intrapopulacional no maracujazeiro-amarelo: Alternativa de capitalização de ganhos genéticos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, p. 170-176, 2009.

SUASSUNA, T. de M. F.; BRUCKNER, C. H.; CARVALHO, C. R. de.; BORÉM, A. Self-incompatibility in passionfruit: evidence of gametophytic - sporophytic control. **Theoretical and Applied Genetics***,* v.106, p.298-302, 2003.

VIANA, A. P.; PEREIRA, T. N. S.; PEREIRA, M. G.; AMARALJÚNIOR, 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.