

LEONARDA GRILLO NEVES

ALTERNATIVAS DE SELEÇÃO, PREDIÇÃO DE GANHO GENÉTICO,  
ESTIMATIVAS DE CORRELAÇÃO E COEFICIENTE DE REPETIBILIDADE EM  
MARACUJAZEIRO AMARELO.

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de "*Doctor Scientiae*".

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2006

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

N518a  
2006

Neves, Leonarda Grillo, 1973-

Alternativas de seleção, predição de ganho genético,  
estimativas de correlação e coeficiente de repetibilidade  
em maracujazeiro amarelo / Leonarda Grillo Neves.

– Viçosa : UFV, 2006.

xii, 103f. : il. ; 29cm.

Orientador: Cláudio Horst Bruckner.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de  
Viçosa.

Inclui bibliografia..

1. Maracujá - Melhoramento genético. 2. Genética  
quantitativa. 3. Maracujá - Seleção. 4. Correlação  
canônica (Estatística). I. Universidade Federal de Viçosa.  
II. Título.

CDD 22.ed. 634.4252

LEONARDA GRILLO NEVES

ALTERNATIVAS DE SELEÇÃO, PREDIÇÃO DE GANHO GENÉTICO,  
ESTIMATIVAS DE CORRELAÇÃO E COEFICIENTE DE REPETIBILIDADE EM  
MARACUJAZEIRO AMARELO.

Tese apresentada à Universidade Federal  
de Viçosa, como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em Genética e  
Melhoramento, para obtenção do título de  
*Doctor Scientiae*.

APROVADA: 28 de agosto de 2006.



Prof. Cosme Damião Cruz  
(Co-orientador)



Alexandre Pio Viana  
(Co-orientador)



Prof. Ney Sussumu Sakiyama



Prof. Flavio Alencar d' Araujo Couto



Prof. Cláudio Horst Bruckner  
(Orientador)

## **OFEREÇO**

A minha amada mãe, e ao meu querido irmão, e a minha maravilhosa sobrinha.

## **DEDICO**

Aos meus avós que muito se orgulhariam desta conquista.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por Sua constante e preciosa presença em minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). E a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Cláudio Horst Bruckner, pela amizade, pela orientação, paciência, apoio, conselhos e sugestões. Além do seu exemplo de competência e idoneidade no desenvolvimento dos trabalhos.

Ao professor Cosme Damião Cruz pelas valorosas sugestões e por todo o incentivo e amizade. Ao professor Alexandre Pio Viana pela parceria e colaboração. Aos professores Flávio Alencar d'Araújo Couto e Ney Sussumu Sakiyama que contribuíram com sugestões neste trabalho. Ao professor Marcelo Picanço pela co-orientação em mais esta etapa de minha formação.

A todos os professores componentes do formidável corpo docente da UFV, exemplos de servidores públicos, que brilhantemente contribuíram para nossa formação.

Aos colaboradores e amigos, Leonardo Pimentel e Marco Antonio D. Morgado, e Gustavo Menezes Gonçalves pela ajuda e dedicação durante a avaliação do experimento. Meu agradecimento especial ao meu irmão Endson e a Mayra pela excelente convivência.

A Rita e a Carla, pela dedicação ao trabalho, carinho e responsabilidade.

Ao Grupo de Estudos em Genética e Melhoramento (GenMelhor) por ter possibilitado imenso aprendizado e prazer. Aos demais coordenadores do GenMelhor: Gustavo, Leandro, Milene, Claudia, Carolina, Cândida, Tatiana, Rodrigo, Edmar, Thiago pela convivência e pela amizade.

Aos amigos e irmãos, eternos entusiastas, que sempre me incentivaram e inspiraram: Luiz Alberto Pessoni, Márcia Regina Costa, Leandro Vagno de Souza, Fabio Medeiros, Sonia Regina Nogueira, e Odilon Lemos de Mello

Filho. Pela presença constante em todas as etapas, pelo companheirismo, pela amizade, pelos incontáveis risos.

A minha mãe Maria Tereza Grillo Neves pelo excepcional amor e dedicação. Ao meu tão amado irmão Alberto Grillo Neves. A minha querida cunhada Vanessa Quintão. A minha amadíssima sobrinha Mayara Neves. E ao nosso Kayak Grillo Neves. Pela compreensão, apoio e construção do caminho. Aos fundamentais e amados Alexandra e Antonio Costa.

Tio Roberto, Tia Sonia, Prima Helena, Primo Rodrigo, e Primo Daniel meu especial agradecimento e admiração pela linda família.

À Dora, minha mãe mineira, pela convivência e tanto carinho.

Aos meus super amigos Flavio e Livia Dessaune, a híper Kelly Lana Araújo, Nathalia e Jorge, Claudia Pombo e Aminthia, e Paula Cristina Silva. Por trazerem alegria e eterno companheirismo. Tia Dirce, minha comadre Karime, e meu querido afilhado João Pedro pelo amor e compreensão.

Aos sempre muito queridos Renato, Bidinha, Renatinho, Nathalia, Thiago, Tio Silvio, João, minha madrastra Regina, e Tia Irene, por trazerem alegria.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho se tornasse realidade.

## BIOGRAFIA

LEONARDA GRILLO NEVES, nasceu em 22 de outubro de 1973, na Capital do Estado do Rio de Janeiro, filha de Alberto de Souza Neves e Maria Tereza Grillo Neves.

Estudou o curso de Primeiro Grau no Colégio de Padres Pio XII, no Rio de Janeiro – RJ, porém houve a necessidade de completar o ensino fundamental em outra instituição de ensino. Sendo assim, ingressou e concluiu o segundo grau no Colégio Santa Mônica, também situado na cidade do Rio de Janeiro.

Em 1993, prestou exame vestibular para a Universidade Estadual do Norte Fluminense -UENF, em Campos dos Goytacazes – RJ. Ingressou no curso de Agronomia em junho do mesmo ano. O curso de graduação compreendeu o período de Junho de 1993 a Dezembro de 1998, com a formatura em Janeiro de 1999. Formou-se na primeira turma de agronomia da UENF.

De 1994 e 1998, desenvolveu, no Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal da UENF, atividades de Iniciação Científica, na área de melhoramento de olerícolas.

Ingressou no curso de mestrado em Produção Vegetal em março de 1999, obteve o título de “Magister Scientiae” em setembro de 2001 na mesma Universidade que cursou agronomia.

Em março de 2003 ingressou no curso de doutorado em Genética e Melhoramento da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – MG, tendo defendido tese em 28 de agosto de 2006.

Em outubro de 2006, tomou posse pela Universidade Estadual do Mato Grosso, em Cáceres-MT, como professora do departamento de Fitotecnia.

## ÍNDICE

RESUMO -----	ix
ABSTRACT -----	xi
INTRODUÇÃO GERAL -----	1
Referência -----	4
<b>Capítulo I: Alternativas de Seleção no Delineamento I de Comstock e Robinson em população de maracujazeiro amarelo -----</b>	
1. Introdução -----	6
1. Objetivos -----	7
3. Material e Métodos -----	7
3.1. Obtenção das Famílias de Irmãos Completos de maracujazeiro -----	7
3.2. Descrição do Experimento -----	8
3.2.1. Delineamento Genético Estatístico -----	8
3.3 Caracteres Avaliados -----	9
3.4. Análises de Variância -----	9
3.5. Estimadores de parâmetros genéticos no maracujazeiro -----	10
3.5.1. Componentes de variância genética -----	10
3.5.2. Herdabilidades -----	11
3.6. Alternativas de Seleção -----	12
3.6.1. Seleção baseada no comportamento do macho -----	12
3.6.2. Seleção baseada no comportamento de fêmeas/machos -----	13
3.6.3. Seleção baseada no comportamento de fêmeas -----	13
3.6.4. Seleção entre e dentro de machos -----	13
3.6.5. Seleção combinada -----	13
4. Resultados e Discussão -----	13
5. Conclusões -----	25
Referência -----	26
<b>Capítulo II: Predição de Ganho, com Diferentes Índices de Seleção no Maracujazeiro para Características de Frutos -----</b>	
1. Introdução -----	28
2. Objetivos -----	30

3. Material e Métodos -----	30
3.1. Material Genético e forma de Condução do Experimento -----	30
3.2. Análises de Variância e Estimação dos Parâmetros Genéticos e Ambientais -----	30
3.3. Estimação dos Coeficientes de Correlação entre Características ---	31
3.4. Características Avaliadas -----	31
3.5. Estimação do Ganho com Seleção -----	32
3.5.1. Seleção Genotípica e Fenotípica e Pesos Econômicos -----	32
3.5.1.1. Seleção Direta e Indireta -----	32
3.5.1.2. Índices de Seleção -----	33
3.5.1.2.1. Índice Clássico proposto por Smith (1936) e Hazel (1943) -----	34
3.5.1.2.2. Índice com base nos Ganhos Desejados (Pesek e Baker, 1969)	34
3.5.1.2.3. Índice Base proposto por Willians (1962) -----	35
3.5.1.2.4. Índice com Base em Soma de Postos (ou “Ranks”) Proposto por Mulamba e Mock (1978) -----	35
3.5.1.2.5. Índice “Livre de Pesos e Parâmetros” apresentado por Elston (1963) -----	35
4.Resultados e Discussão -----	35
5. Conclusões -----	55
Referência -----	56
<b>Capítulo III: Relação entre Caracteres de Importância Agronômica no Maracujazeiro Amarelo -----</b>	
1. Introdução -----	59
2. Objetivo -----	60
3. Material e Métodos -----	60
3.1. Obtenção das famílias de Irmãos Completos e Descrição do Experimento -----	60
3.2. Análise de Correlação Canônica -----	60
3.3. Análise de Trilha -----	62
3.3.1 Caracteres avaliados -----	63
4. Resultados e Discussão -----	65
4.1. Correlação Canônica -----	65
4.2. Análise de trilha -----	67

5. Conclusões -----	71
Referência -----	72
<b>Capítulo IV: Avaliação do Comportamento de Famílias de Irmãos Completos do Maracujazeiro Amarelo com Relação ao Ácaro rajado -</b>	
1. Introdução -----	74
2. Objetivo -----	77
3. Material e Métodos -----	77
3.1. Obtenção das famílias de Irmãos Completos e Descrição do Experimento e do Delineamento -----	77
3.2. Quantificação da Incidência natural do Ácaro rajado -----	77
3.3. Caracteres avaliados -----	78
3.4. Análise de Variância e Covariância -----	78
3.5. Estimativa de parâmetros genéticos no maracujazeiro -----	78
3.5.1. Componentes de variância genética -----	78
3.5.2. Herdabilidades -----	79
3.6. Alternativas de Seleção -----	79
4. Resultados e Discussão -----	80
5. Conclusões -----	86
Referência -----	87
<b>Capítulo V: Estimação do Coeficiente de Repetibilidade de Características do Fruto de Maracujazeiro -----</b>	
1. Introdução -----	89
2. Objetivo -----	90
3. Material e Métodos -----	90
4. Resultados e Discussão -----	93
5. Conclusões -----	101
Referência -----	102

## RESUMO

NEVES, Leonarda Grillo, D.S., Universidade Federal de Viçosa, agosto, 2006.  
**Alternativas de seleção, predição de ganho genético, estimativas de correlação e coeficiente de repetibilidade em maracujazeiro amarelo.**  
Orientador: Cláudio Horst Bruckner. Co-orientadores: Cosme Damião Cruz, Marcelo Coutinho Picanço, e Alexandre Pio Viana.

O maracujazeiro amarelo é uma espécie de fruteira tropical de importância, contudo estudos relacionados ao melhoramento genético necessitam ser incrementados. Esse trabalho teve como objetivos avaliar as características das famílias de irmãos completos e meios irmãos; avaliar as respostas à seleção e os ganhos a partir das alternativas de seleção entre genitores masculinos (machos), de fêmeas/machos (todos os genitores masculinos), entre genitores femininos (fêmeas independente de machos), de fêmeas/machos selecionados, e de seleção combinada; aumentar a chance de êxito do programa de melhoramento do maracujazeiro, através da obtenção de informações sobre a eficiência dos índices de seleção; estudar a correlação entre as características avaliadas no maracujazeiro; avaliar o comportamento das famílias com relação à resistência ao ácaro rajado, e viabilizar a seleção das plantas mais resistentes; e ainda estimar o coeficiente de repetibilidade de características físicas e químicas de frutos do maracujazeiro. Ficou evidenciada a presença de variabilidade genética na população. Em todas as características avaliadas, a seleção combinada foi a que proporcionou os maiores ganhos de seleção. Ficou evidente que, tanto em análise genotípica quanto fenotípica, os maiores ganhos foram observados, em todos os índices em estudo, quando aplicado o coeficiente de variação genotípico de fêmea como peso econômico. Comparando-se os resultados dos ganhos totais, pelos diversos índices de seleção utilizados, verificou-se que foram satisfatórios os índices Smith e Hazel, Pesek e Baker, Williams, e Mulamba e Mock, pois proporcionaram ganhos totais satisfatórios a partir da análise genotípica e fenotípica. A seleção combinada foi a que também proporcionou os maiores ganhos de seleção para resistência a ácaro e produtividade. Concluiu-se, ainda, que as estimativas do

coeficiente de repetibilidade obtidas pelo método da análise de variância foram sempre menores às estimativas obtidas pelos demais métodos, e os resultados demonstraram que houve alta confiabilidade para os números de medições necessárias para todas as características em estudo.

## ABSTRACT

NEVES, Leonarda Grillo, D.S., Universidade Federal de Viçosa, August, 2006.  
**Alternatives of selection, prediction of genetic gain, estimates of correlation and coefficient of repeatability in yellow passion fruit.**  
Adviser: Cláudio Horst Bruckner. Co-Advisers: Cosme Damião Cruz, Marcelo Coutinho Picanço e Alexandre Pio Viana.

The yellow passion fruit is an important tropical fruit crop in which genetic improvement needs to be increased. This work had as objective to evaluate full sib and half sib families; to evaluate the selection responses and the genetic gains by selection alternatives: selection among male parents, female/males parents (all the male parents parents), among female parents (female independent of males), among female/selected males, and combined selection; evaluate the probable improvement success through the efficiency of the selection indices; to study the correlation among the evaluated traits; to evaluate the spider mite incidence in the families, aiming the selection of resistant plants; and estimating the coefficient of repeatability of fruit physical and chemical traits of the passion fruit vine. The presence of genetic variability was evident in the studied population. In all the evaluated traits, the combined election provided the highest expected genetic gains. It was evident that, even in genotypic as in phenotypic analysis that the higher genetic gains were expected when the female genotypic coefficients of variation were applied as economic weight in all studied indices. Comparing the total genetic gains expected by the tested selection indices, it was verified that the indices of Smith & Hazel, Pesek & Baker, Williams and Mulamba & Mock were satisfactory, therefore they had provided good total gains by genotypic and phenotypic analysis. The combined selection also provided the highest gains of selection for spite mite resistance and productivity. It was also concluded that the estimates of the coefficients of repeatability gotten by the variance analysis

method had been always lesser than the estimates gotten by the other methods, and that the results were highly trustworthy about the necessary numbers of measurements of all the studied traits.

## INTRODUÇÃO GERAL

O maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) encontra excelentes condições para seu cultivo no Brasil e está em franca expansão. Entre 1985 e 1988, enquanto a área cultivada aumentou em aproximadamente 200%, a produção cresceu 257% (Aguiar e Santos, 2001). O fruto é apreciado pela qualidade do suco, do aroma e do sabor bastante agradáveis, e devido às suas propriedades terapêuticas (Perry et al., 1991). Possui valor ornamental, devido as suas belas flores. Seu uso principal, no entanto, está na alimentação humana, na forma de sucos, doces, geléias, sorvetes e licores. É rico em vitamina C, cálcio e fósforo.

A cultura do maracujazeiro foi incorporada ao rol das culturas de valor comercial nas últimas décadas, sendo escassos os trabalhos de melhoramento genético. Para o estabelecimento desses trabalhos, torna-se de fundamental importância investigar a estrutura genética de populações cultivadas, para a identificação de progenitores promissores, e geração de híbridos suficientemente heteróticos para a conseqüente obtenção de segregantes superiores e, com base em tal informação, estabelecer programas de melhoramento genético para essa cultura.

Vários tipos de estratégias podem ser utilizados para a estimação de parâmetros genéticos em populações objetivando-se a maximização dos ganhos de seleção. Dentre essas, pode-se destacar o delineamento genético I, definido por Comstock e Robinson (1948). Em termos específicos, esta estratégia definida a partir do Delineamento I baseia-se, de forma geral, na formação inicial de progênies de irmãos completos e meio-irmãos por intermédio de polinização controlada. Tal delineamento é apropriado para a estimação dos componentes genéticos de variância para as populações de estudo, além de outros estudos relacionados a ganhos por seleção (Hallauer e Miranda Filho, 1988).

Quando a seleção tem por base vários caracteres, estes podem ser considerados simultaneamente. O índice de seleção é estabelecido com base em um conjunto de caracteres e têm por finalidade classificar os genótipos de

acordo com os objetivos do programa de melhoramento, em conformidade com o critério adotado. E assim serão classificados e selecionados os genótipos ditos promissores. O índice de seleção pode estabelecer uma combinação ótima de vários caracteres (Cruz, 1990 e Cruz et al., 2004). No caso específico da cultura do maracujazeiro amarelo, esta avaliação pode ser de grande valia, pois possibilita seleção eficiente e direcionada para frutos destinados ao mercado de fruta fresca e ou para a indústria de suco.

O estudo de correlações também é de grande importância, pois auxilia na escolha dos procedimentos mais adequados à condução e continuidade de um programa de melhoramento. A análise de correlação canônica explica a relação entre dois conjuntos de variáveis encontrando um pequeno número de combinações lineares, para cada um dos conjuntos de variáveis, de modo a maximizar as correlações possíveis entre os grupos. A análise das variáveis canônicas (obtidas pelas combinações lineares) pode ser útil no estudo de dependências multivariadas.

A análise dos efeitos diretos e indiretos de caracteres sobre uma variável básica, no melhoramento genético de plantas, permite avaliar se a relação entre duas variáveis é de causa e efeito ou determinada pela influência de outra ou outras variáveis. A análise de trilha pode, portanto, ser feita a partir de correlações fenotípicas, genotípicas ou ambientais. Apesar de a correlação de trilha ser intrínseca a dois caracteres em dada condição experimental, sua decomposição é dependente do conjunto de caracteres estudados (Cruz e Carneiro, 2003), podendo ter eficiente aplicação em análises de caracteres qualitativos relacionados a frutos do maracujazeiro, elucidando, a associação entre variáveis.

Vários insetos e ácaros são considerados pragas na cultura do maracujazeiro em todo o Brasil. A ocorrência do ácaro rajado (*Tetranychus* spp.) causa manchas verdes em frutos maduros, manchas em folhas que se tornam cloróticas por senescência e lesões necróticas em ramos no maracujazeiro amarelo. A fim de diminuir o problema de resistência de praga aos acaricidas, o uso de cultivares resistentes para o controle do ácaro pode ser de grande contribuição. Este tipo de controle pode ser obtido, através do melhoramento. A suscetibilidade da planta pode ser observada quando esta é

mais ou menos utilizada pelo ácaro para alimentação, oviposição ou mesmo abrigo (Lara, 1991). Considerando a perda de produção e de qualidade dos frutos do maracujazeiro amarelo pela incidência do ácaro rajado, ressalta-se a necessidade de um programa de melhoramento direcionado ao controle através da resistência genética.

Com a finalidade de elevar o índice de eficiência dos métodos de seleção a repetibilidade tem sido estimada em Pinus (Cornacchia et al., 1995), aceroleira (Lopes et al., 2001) e erva-mate (Sturion & Resende, 2001), entre outras. Estudos sobre repetibilidade em maracujazeiro amarelo, no entanto, se tornam interessantes e úteis, devendo ser efetuados.

Considerando a produção de maracujá por estados, Minas Gerais se encontra em sétimo lugar na colocação nacional. Fica clara a necessidade de maiores investimentos em pesquisa básica e aplicada no melhoramento do maracujazeiro amarelo, onde se espera desenvolver e identificar metodologias e técnicas que aumentem a eficiência no processo seletivo na rotina de um programa de melhoramento aplicado de maracujá.

O presente estudo teve como objetivos avaliar as alternativas de seleção e os ganhos, a partir das possibilidades dentro do delineamento I de Comstock e Robinson; aumentar o êxito do programa de melhoramento do maracujazeiro amarelo, através da obtenção de informações sobre a eficiência dos índices de seleção; estudar a correlação entre as características agronômicas desta cultura; avaliar o comportamento das famílias com relação a resistência ao ácaro rajado; e ainda estimar o coeficiente de repetibilidade de características físicas e químicas de frutos do maracujazeiro amarelo.

## Referência:

Aguiar, D.R.D.; Santos, C. C. F. Importância Econômica e Mercado. In: Bruckner; C.H., Picanço; M.C.: **Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, indústria, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001.

Comstock, R. E.; Robinson, HF. The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. **Biometrics**, North Caroline, v. 4, p. 254-266. 1948.

Cornacchia, G.C.; Cruz, C.D.; Pires, I.E. Estimativas do coeficiente de repetibilidade para características fenotípicas de procedências de *Pinus tecunumanii* (Schw.) Eguiluz & Perry e *Pinus caribae* var. *hondurensis* Barret & Golfari. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 19, n. 3, p. 333-345, 1995.

Cruz, C. D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. 188 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 1990.

Cruz, C.D.; Carneiro, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 585p. 2003.

Cruz, C.D.; Regazzi, A.J.; Carneiro, P.C.S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. Viçosa: UFV, 3.ed. 480p. 2004.

Hallauer, A. R.; Miranda Filho, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. 2. ed. Ames: Iowa State University Press, 468 p. 1988.

Lopes, R.; Bruckner, C.H.; Cruz, C.D.; Lopes, M.T.; Freitas, G.B. Repetibilidade de características do fruto de aceroleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 507-513, mar. 2001.

Perry, N.B.; Albrtson; G.D.; Blunt, J.W.; Cole; A.L.; Munro, M.H. e Walker, J.R. 4-hydroxy-2-cyclopentenome: na anti-pseudomonas and cytotoxic component from *Passiflora tentranda*. **Planta Médica**, 57: 129-131. 1991.

Sturion, J. A.; Resende, M.D.V. Repetibilidade da produção de massa foliar em erva-mate em dois tipos de solos na região da Ponta Grossa, PR. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 43, p. 155-158, 2001.

## **Capítulo I: Alternativas de Seleção no Delineamento I de Comstock e Robinson em população de maracujazeiro amarelo.**

### **1. Introdução**

Entre os setores do agronegócio brasileiro, a fruticultura constituiu-se num dos mais promissores. A cultura do maracujazeiro vem aumentando de importância no Brasil nos últimos anos, sendo fonte de renda para o País, gerando importantes divisas de exportação. O maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) é espécie frutífera que, apesar da importância, tem sido pouco estudada sob o aspecto do melhoramento genético aplicado (Bruckner et al., 2002).

Para o estabelecimento desses estudos, torna-se de fundamental importância investigar a estrutura genética das populações cultivadas para a identificação de genitores promissores e a geração de híbridos suficientemente heteróticos para a conseqüente obtenção de segregantes superiores. Com base em tal informação, se estabelecerão programas de melhoramento genético para essa cultura. Vários tipos de estratégias podem ser utilizados para a estimação de parâmetros genéticos em populações, objetivando-se maximização dos ganhos de seleção. Dentre essas, pode-se destacar os delineamentos genéticos I, II e III, definidos por Comstock e Robinson (1948).

Em termos específicos, a estratégia definida a partir do Delineamento I baseia-se, de forma geral, na formação inicial de progênies de irmãos completos e meio-irmãos por intermédio de polinização controlada. Tal delineamento é apropriado para a estimação dos componentes genéticos de variância nas populações de estudo, além de outros estudos em genética quantitativa (Hallauer e Miranda Filho, 1988).

Sobre uma população estruturada no Delineamento I poderia ser aplicada seleção, caso se decidisse pela utilização em programa de melhoramento. Existem várias estratégias de seleção possíveis, sendo importante verificar qual é a melhor. Entre elas, podem-se citar: seleção entre genitores masculinos (machos), entre genitores femininos (fêmeas), entre e

dentro de genitores masculinos, e combinada de genitores masculinos e femininos. Todas as alternativas de seleção citadas anteriormente baseiam-se no comportamento de famílias, sejam elas de fêmeas ou de machos. A predição de ganhos obtidos por estratégias de seleção constitui uma importante contribuição para o programa de melhoramento genético. As informações obtidas permitem decidir a técnica mais eficaz para o programa.

## **2. Objetivos**

- Avaliar o potencial da população de maracujazeiro em relação a características agrônômicas e estimar parâmetros genéticos para fins de predição de ganhos;
- Avaliar as respostas à seleção e os ganhos a partir das alternativas de seleção entre genitores masculinos (machos), de fêmeas/machos (todos os genitores masculinos), entre genitores femininos (fêmeas independente de machos), de fêmeas/machos selecionados, e de seleção combinada.

## **3. Material e Métodos**

### **3.1. Obtenção das Famílias de Irmãos Completos e Meios Irmãos de maracujazeiro Amarelo**

Foram amostradas plantas na área da Empresa Bela Joana em Campos dos Goytacazes-RJ, no período de maio a julho de 2002, sendo essas plantas oriundas de várias populações conforme procedimentos recomendados pelo Programa Frutificar, sendo compostas das seguintes populações: São Francisco do Itabapoana, Maguary e Yellow Master.

As plantas foram amostradas ao acaso nas linhas de plantio. Os cruzamentos seguiram o procedimento descrito por Hallauer e Miranda Filho (1988), com base no Delineamento I de Comstock e Robinson, em que foi cruzada uma planta doadora de pólen (genitor masculino) com cinco plantas receptoras (genitor feminino). Dessa forma, foram obtidos 03 frutos por genitor feminino para a composição do experimento. Empregou-se relação de

cruzamento 1:5, perfazendo um total de 23 plantas doadoras de pólen e 115 receptoras. Alguns cruzamentos foram preditos resultando em 113 progênies.

Na ocasião dos cruzamentos as flores foram marcadas e ensacadas com sacos de papel. Por volta das 12 horas e 30 minutos, a proteção foi retirada e o pólen foi transferido por meio do contato artificial do estigma com as anteras, sendo logo em seguida novamente ensacadas para se evitar a contaminação por pólen estranho. Vinte e quatro horas após esse procedimento os sacos de papel foram retirados e as flores marcadas com etiquetas, com a data do cruzamento. Quinze dias após, os frutos foram ensacados com sacos de nylon para proteção, evitando que os frutos ao amadurecer fossem perdidos ao chão.

### **3.2. Descrição do Experimento**

Para a realização deste trabalho, as 113 famílias (irmãos-completos e meios irmãos) foram avaliadas, no ano de 2003, na fazenda Mamão, em Viçosa – MG. As adubações foram efetuadas conforme a recomendação de referência com base em análise de solo. A irrigação utilizada foi por gotejamento. O controle de plantas invasoras foi realizado com capinas manuais.

#### **3.2.1. Delineamentos Genético e Estatístico**

Foi utilizado o delineamento I (Hallauer & Miranda, 1988), onde cada genitor masculino (macho) foi cruzado com um grupo de genitores femininos (fêmea), gerando famílias de irmãos completos e meios irmãos. O número de progênies obtidas por genitor masculino envolvido nos cruzamentos foi variado, de forma que foram obtidas no total 113 famílias, usando-se o delineamento em blocos casualizado em arranjo em SETS (grupo de tratamentos), composto de 03 Sets, ficando nessa distribuição o Set 01 com os tratamentos de 01 a 40, o Set 02 com os de 41 a 80 e o Set 03 com os tratamentos 81 a 113. Dentro de cada Set foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso com 3 repetições. As parcelas foram constituídas por 3 plantas, espaçadas 2,5 metros (m) entre plantas e 2,80 m entre fileiras.

### 3.3 Características Avaliadas

Após o começo da frutificação das plantas, os tratamentos foram avaliados, pela média das parcelas, com relação as seguintes características:

- 1- (PPFP) produtividade da primeira florada, em gramas por parcela ( $\text{g}/21\text{m}^2$ ),
- 2- (NF) número de frutos colhidos produzidos na primeira florada,
- 3- (PF) peso de fruto, em gramas (g),
- 4- (PP) peso de polpa com semente (g),
- 5- (%PP) porcentagem de polpa, pela relação entre o peso da polpa com semente e o peso do fruto,
- 6- (SST) teor de sólido solúveis totais ( $^{\circ}$  Brix),
- 7- (EC) espessura da casca, em milímetros (mm),
- 8- (LF) diâmetro equatorial do fruto (mm),
- 9- (CF) comprimento de fruto (mm),
- 10- (PC) peso da casca (g), e
- 11- (DAA) dias até a antese, precocidade das plantas, feita por meio da contagem do número de dias transcorridos desde o plantio em campo até o aparecimento da primeira flor na parcela.

### 3.4. Análises de Variância

Foram realizadas análises de variância de cada uma das características avaliadas, utilizando o programa GENES, Genética e Estatística, versão 2005, de acordo com Cruz (2001). O modelo foi estabelecido com todos os efeitos aleatórios, conforme descrito a seguir:  $Y_{ijk} = \mu + M_i + F/M_{ij} + B_k + \varepsilon_{ijk}$

$Y_{ijk}$  = observação relativa ao cruzamento com macho  $i$  e fêmea  $j$ ,

$\mu$  = média geral,

$M_i$  = efeito relativo ao genitor masculino (macho) de ordem  $i$ ,

$F/M_{ij}$  = efeito relativo ao genitor feminino (fêmea)  $j$  hierarquizada dentro do macho  $i$ ,

$B_k$  = efeito da repetição de ordem  $k$ ,

$\varepsilon_{ijk}$  = erro experimental.

A análise de variância foi feita conforme esquema descrito no Quadro I.

Quadro1: Esquema da análise de variância realizada para cada característica, mostrando as esperanças de quadrados médios

FV	GL	QM	E(QM)
Bloco	r-1	QM <sub>B</sub>	$\sigma^2 + mf\sigma^2_b$
Macho	m-1	QM <sub>M</sub>	$\sigma^2 + r\sigma^2_{f/m} + rf\sigma^2_m$
Fêmea/Macho	m(f-1)	QM <sub>F</sub>	$\sigma^2 + r\sigma^2_{f/m}$
Erro	(r-1)(mf-1)	QM <sub>E</sub>	$\sigma^2$
Total	rmf-1		

O modelo de análise,  $Y_{ijk} = \mu + M_i + F/M_{ij} + B_k + \varepsilon_{ijk}$ , foi estabelecido a partir da correção para grupamento (Set). Considerando:  $Z_{ijkl} = \mu + S_l + B/S_{il} + M/S_{ijl} + F/(MS)_{i(jl)} + \varepsilon_{ijkl}$ , tem-se,  $Y_{ijk} = Z_{ijkl} - S_l$ , sendo,  $S_l = \bar{Z}_{..l} - \bar{Z}...$

### 3.6. Estimadores de parâmetros genéticos

#### 3.6.1. Componentes de variância genética

Para se estimar os componentes de variância genotípica, variância genética aditiva ( $\sigma^2_a$ ) e variância genética devida aos desvios da dominância ( $\hat{\sigma}_d^2$ ), entre os indivíduos de uma população, expressam-se os componentes de variância associados aos efeitos de natureza aleatória do modelo estatístico, variância entre genitores masculinos ( $\sigma^2_m$ ) e variância entre genitores femininos dentro do genitor masculino ( $\sigma^2_{f/m}$ ), em função de  $\sigma^2_a$  e de  $\hat{\sigma}_d^2$ . E assim, obtiveram-se as estimativas desses parâmetros a partir de equações que envolvem os quadrados médios da análise de variância.

As variâncias associadas aos efeitos de natureza aleatória do modelo estatístico, efeito dos genitores masculinos e efeito dos genitores femininos para cada genitor masculino, podem ser estimadas por:

$$\sigma_m^2 = \frac{(QM_M - QM_F)}{fr} e,$$

$\sigma_{f/m}^2 = \frac{(QM_F - QM_E)}{r}$ , conforme pode ser constatado ao se analisarem as esperanças de quadrados médios mostradas no Quadro 1.

As expressões dos componentes de variância do modelo estatístico, pelos componentes de variância genética:

$$\sigma_a^2 = 4\sigma_m^2 \text{ e, } \sigma_d^2 = 4(\sigma_{f/m}^2 - \sigma_m^2)$$

Estes componentes de variância genética dizem respeito à variabilidade entre indivíduos da população de referência. As variâncias genéticas entre médias de progênes também podem ser desdobradas em componente atribuído aos efeitos médios dos genes e outro atribuído aos desvios médios de dominância.

### 3.5.2. Herdabilidades

Um conceito amplamente usado pelos melhoristas de plantas é que a herdabilidade é a fração da variabilidade fenotípica entre as unidades de seleção, que espera-se ser transmitida para a progênie. Considerando o modelo estatístico empregado, tem-se:

1- Herdabilidade em nível de macho: baseada na média do genitor masculino

- Sentido amplo:  $h_{M(A)}^2 = \frac{\hat{\sigma}_m^2 + \left(\frac{\hat{\sigma}_{f/m}^2}{f}\right)}{QM_M / rf}$ . Neste caso, a seleção é praticada

entre os valores médios obtidos para cada macho. A variância genética total que se manifesta entre as médias dos genitores masculinos sob seleção é dada por  $\hat{\sigma}_m^2 + \left(\frac{\hat{\sigma}_{f/m}^2}{f}\right)$ .

- Sentido restrito:  $h_{M(R)}^2 = \frac{\theta \hat{\sigma}_a^2}{QM_M / rf}$ , sendo  $\theta = \frac{f+1}{4f}$ . Considera-se, para fins

de cálculo, apenas a fração da variância genotípica, de natureza aditiva.

2- Herdabilidade em nível de fêmea dentro de macho: baseada nos genitores femininos para cada genitor masculino

- Sentido amplo:  $h_{F/M(A)}^2 = \frac{\hat{\sigma}_{f/m}^2}{\hat{\sigma}_{Ff}^2}$ , onde:  $\hat{\sigma}_{Ff}^2 = \frac{QM_F}{r}$ . Neste caso, pratica-se

a seleção estratificada do genitor feminino. A variância genética total que

se manifesta entre as médias das famílias de genitores femininos, para um dado macho, sob seleção é dada por  $\hat{\sigma}_f^2$ .

- Sentido restrito:  $h_{F/M(R)}^2 = \frac{(1/4)\hat{\sigma}_a^2}{QM_{F/r}}$ . Considera-se para fins de cálculo da herdabilidade apenas a fração aditiva da variância genotípica.

3- Herdabilidade em nível de fêmeas: baseada na média das genitoras femininas

- Sentido amplo:  $h_{F(A)}^2 = \frac{f(m-1)\hat{\sigma}_m^2 + \hat{\sigma}_f^2}{\hat{\sigma}_{Ffm}^2}$ ,

sendo  $\hat{\sigma}_{Ffm}^2 = \frac{(m-1)QM_M + m(f-1)QM_F}{mf-1}$ . Esta estratégia pratica a seleção entre

famílias de genitores femininos, independentemente do grupo de genitores masculinos a que pertence, sendo possível confrontar genitoras femininas pertencentes a um grupo comum, ou acasaladas a diferentes genitores masculinos.

- Sentido restrito:  $h_{F(R)}^2 = \frac{\theta \frac{1}{4} \hat{\sigma}_a^2}{\hat{\sigma}_{Ffm}^2}$ . Neste caso, considera-se para fins de cálculo da herdabilidade apenas a fração aditiva da variância genotípica.

#### 4.6. Alternativas de Seleção

Foram estudados, neste trabalho, alternativas de seleção do Delineamento I no maracujazeiro amarelo: a partir das alternativas de seleção entre genitores masculinos (machos), de fêmeas/machos (todos os genitores masculinos), entre genitores femininos (fêmeas independente de machos), de fêmeas/machos selecionados, e de seleção combinada. Foi utilizado o programa computacional GENES - versão 2005, (Cruz,2001).

##### 4.6.1. Seleção baseada no comportamento do genitor masculino (macho):

Para este caso foi recomendado selecionar as cinco famílias referentes aos nove genitores masculinos que apresentaram médias mais elevadas. Desta forma foram selecionadas 45 famílias.

- 4.6.2. **Seleção baseada no comportamento de fêmeas/machos:** Neste caso, foi admitida apenas a seleção das famílias, de forma que todos os genitores masculinos avaliados contribuíssem para integrar a nova população de recombinantes. Foram selecionadas as duas melhores famílias de cada genitor masculino, perfazendo um total de 46 famílias selecionadas como superiores.
- 4.6.3. **Seleção baseada no comportamento de genitores femininos (fêmeas):** Nesta alternativa foram selecionadas as 45 melhores famílias, independente do grupo referente ao genitor masculino a que pertence.
- 4.6.4. **Seleção entre e dentro de genitores masculinos:** Neste caso, foi avaliada a seleção dos quinze melhores genitores masculinos e, dentro de cada genitor, as três melhores famílias, perfazendo um total de 45 famílias geneticamente superiores.
- 4.6.5. **Seleção combinada:** Foram selecionados as 45 melhores famílias, independente do genitor masculino a que pertence, com base na informação de seus escores, obtidos a partir do índice combinado. O índice combinado é aquele em que o valor da família é dada pela combinação linear da média da família e da média de seus aparentados para cada característica.

## 5. Resultados e Discussão

Uma população adequada para melhoramento deve apresentar, com relação às características de interesse, boa média e ampla variabilidade genética. Sendo assim, serão discutidos os resultados dando-se ênfase a esses parâmetros genéticos, bem como os ganhos através das várias alternativas de seleção, na população de maracujazeiro amarelo do presente estudo, a partir do Delineamento I de Comstock e Robinson.

- **Potencial Genético da População em Maracujazeiro**

Na Tabela 1, apresentam-se os resultados das análises de variância, a média geral e o coeficiente relativos as características: PFPF, NF, PF, PP,

Tabela 1: Resumo da análise de variância das características PFP, NF, PF, PP, %PP, SST, EC, LF, CF, PC, e DAA em 113 famílias de maracujazeiro amarelo.

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.										
		PFP	NF	PF	PP	%PP	SST	EC	LF	CF	PC	DAA
Bloco	2	4,04	34,87	9125,64	2983,97	1057,07	0,08	11,51	275,62	344,03	9366,65	221,73
Machos	22	27,87**	1010,37**	5104,22**	1343,21**	68,39 <sup>ns</sup>	1,76 <sup>ns</sup>	3,66 <sup>ns</sup>	88,73**	266,44**	1747,56**	789,33**
Fêmeas/Machos	90	11,67**	312,28**	1138,10*	360,78*	68,24 <sup>ns</sup>	1,22**	3,16**	25,96**	62,77**	78,41 <sup>ns</sup>	298,08**
Resíduo	224	3,97	98,04	785,97	257,5	109,58	0,80	0,99	13,59	19,02	1010,45	106,9
Total	338											
Média		4,29	22,09	199,99	90,18	45,79	13,64	7,47	76,68	86,29	109,81	115,18
CV (%)		46,43	44,82	14,02	17,8	22,86	6,54	13,37	4,81	5,05	28,95	8,98

(\*\*)(\*) Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, e (<sup>ns</sup>) não significativo, pelo Teste F.

PFP - produtividade da primeira florada, em gramas por parcela (g/21m<sup>2</sup>), NF - número médio de frutos colhidos produzidos na primeira florada, PF - peso médio de fruto, em gramas (g), PP - peso de polpa com semente (g), %PP - porcentagem de polpa (%), pela relação entre o peso da polpa com semente e o peso do fruto, SST - teor de sólido solúveis totais (<sup>o</sup> Brix), EC - espessura da casca, em milímetros (mm), LF - diâmetro equatorial do fruto em mm, CF - comprimento de fruto em mm, PC - peso da casca (g), e DAA - dias até a antese.

%PP, SST, EC, LF, CF, PC, e DAA na população composta por 113 famílias de irmãos completos e meios irmãos de maracujazeiro amarelo.

Os coeficientes de variação encontrados nas onze características analisadas apresentaram valores de diferentes magnitudes, o que já era esperado, pois esse coeficiente, que mede a precisão experimental, é também uma particularidade do caráter. Para as características PFP e NF foram verificados os maiores coeficientes de variação, 46,43% e 44,82%, respectivamente. Sendo assim, essas características foram verificadas como de maior sensibilidade à variação ambiental e, portanto, muito sujeita a erros experimentais. Contudo, deve-se ressaltar que para as demais características em estudo no presente trabalho, pode-se considerar que os coeficientes de variação calculados foram de médios a baixos. Deve ser destacado que as características comprimento e diâmetro equatorial dos frutos apresentaram os menores coeficientes de variação, 5,05% e 4,81%, respectivamente, sendo, portanto as menos influenciadas pelo ambiente.

Nunes (2006), em estudo sobre seleção entre e dentro de progênies de irmãos completos de maracujá amarelo, verificou, para as características número de frutos por planta, comprimento do fruto, diâmetro do fruto, teor de sólidos solúveis totais, relação massa da polpa / massa do fruto, e produção estimada por planta, os seguintes coeficientes de variação experimentais: 22,05%, 2,48%, 1,79%, 5,01%, 4,07%, e 25,52%, respectivamente. Nascimento et al. (2003) obtiveram os coeficientes de variação 21,8%, 8,2%, 14,7% e 6,4% para as características massa do fruto, comprimento do fruto, rendimento de suco e sólidos solúveis totais, respectivamente.

No Delineamento I de Comstock e Robinson (1948), utilizado neste trabalho, os graus de liberdade relativos às progênies foram desdobrados em famílias de genitores masculinos (machos) e famílias de genitores femininos dentro de machos. O teste F acusou variância genética diferente de zero com relação às características: PFP, NF, PF, PP, LF, e CF, PC e DAA em nível de machos. Houve variância pelo teste F, em nível de fêmea/macho, para PFP, NF, PF, PP, SST, EC, LF, CF, e DAA (Tabela 1).

Os ganhos a serem obtidos deverão ser diferenciados dependendo de onde poderá ser explorada a variabilidade genética para cada característica.

Deve ser levado em consideração em qual ou quais tipos de famílias, ou seja, macho e/ou fêmea dentro de genitores masculinos, houve variabilidade, devendo ser possível prever as possibilidades de se obterem ganhos de seleção.

Contudo, ficou evidenciada a presença de variabilidade genética na população, o que é bastante favorável ao melhoramento na medida em que a heterogeneidade genética possibilita a obtenção de ganhos por meio seleção.

Deve ser ressaltada a característica %PP, sendo a única em que não se detectou diferença significativa pelo teste F. Apesar disso não haverá comprometimento na análise de seleção e ganho, pois essa característica se caracteriza por boa média, ou seja, 45,79 de percentagem de polpa.

Segundo Araújo et al. (1974), os frutos do maracujazeiro amarelo, considerado padrão para indústria, devem ter no mínimo 30% de polpa e conter 17% de <sup>o</sup>Brix. Pio et al. (2003), trabalhando com caracterização físico-química dos frutos de sete seleções de maracujazeiro amarelo para a Região de Lavras, quantificaram valores de SST em torno de 15 <sup>o</sup>Brix. Será mais difícil conseguir esse padrão de SST, nas condições de Viçosa, Zona da Mata de Minas Gerais, por ser uma região com características climáticas inferiores às exigidas para um ótimo desenvolvimento e obtenção das características químicas ideais do maracujazeiro amarelo.

A produtividade média nacional de frutos do maracujazeiro foi de 28,33 t/ha no ano de 2003 (Agrianual, 2004), porém a produtividade média no Estado de Minas Gerais, no mesmo ano, ficou em torno de 11,07 t/há, muito abaixo da média nacional. Dentro deste contexto, a Zona da Mata Mineira teve incremento de 28% na produtividade, do ano agrícola de 2003 para 2004, ainda assim sua média de produtividade deixa muito a desejar por estar por volta de 10,6 t/ha.

Com isso, fica clara a necessidade imediata da realização de pesquisas voltadas para o melhoramento da cultura do maracujá, visando o desenvolvimento de cultivares com maior potencial produtivo e com frutos de melhor qualidade, e ainda com alta adaptação as condições de cultivo do estado de Minas Gerais.

- **Parâmetros genéticos relacionados às Progênes de maracujazeiro amarelo.**

Na Tabela 2 apresentam-se estimativas de componentes de variância associados aos efeitos de natureza aleatória do modelo estatístico, de coeficiente de variação genética aditiva e de componentes de variância genética entre os indivíduos da população de referência.

Os componentes de variância associados aos efeitos dos genitores masculinos ( $\hat{\sigma}_m^2$ ), aos efeitos dos genitores femininos relacionados aos genitores masculinos ( $\hat{\sigma}_{f/m}^2$ ) e aos efeitos genéticos totais de progênes ( $\hat{\sigma}_g^2 = \hat{\sigma}_m^2 + \hat{\sigma}_{f/m}^2$ ), relativos a todas as características estão apresentados na tabela 2. Esses componentes de variância são dados em nível de média de progênie, mas refletem o grau de variância genética entre os indivíduos na população. A partir desses componentes de variância podem-se estimar a variância genética aditiva ( $\hat{\sigma}_a^2$ ) e a variância genética devido aos desvios da dominância ( $\hat{\sigma}_d^2$ ), entre os indivíduos da população, sendo  $\sigma_a^2 = 4\sigma_m^2$  e,  $\sigma_d^2 = 4(\sigma_{f/m}^2 - \sigma_m^2)$ .

Analisando a Tabela 2, pode-se verificar que  $\hat{\sigma}_m^2$  foi maior que  $\hat{\sigma}_f^2$  para as características PF, PP, %PP, LF e PC. Conseqüentemente, para essas características considera-se não haver  $\hat{\sigma}_d^2$ , ou seja, foram calculadas e obtidas estimativas negativas consideradas nula. Porém nota-se que para as características PF, PP e LF foram verificadas diferenças significativas, tanto em nível de genitores masculinos quanto em nível de fêmea. Ainda em análise da mesma tabela, verifica-se que as características %PP e PC não contribuíram com  $\hat{\sigma}_{f/m}^2$  para o somatório da  $\hat{\sigma}_g^2$ .

A variância genética aditiva tem sido uma das principais ferramentas dos melhoristas para obtenção de parâmetros genéticos que possibilitam ampliar os conhecimentos sobre os caracteres sob seleção e mostrar a escolha da

Tabela 2: Estimativa de componentes de variância associados aos efeitos aleatórios do modelo estatístico, relativas as características PFP, NF, PF, PP, %PP, SST, EC, LF, CF, PC, DAA de famílias de maracujazeiro amarelo.

Características	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{f/m}^2$	$\hat{\sigma}_g^2$	$\hat{\sigma}_a^2$	$\hat{\sigma}_d^2$	CVa
PFP	1,0991**	2,5653**	3,6644	4,3963	5,8649	0,4268
NF	47,3697**	71,4153**	118,785	189,4788	96,1824	2,8022
PF	269,1281**	117,3765*	386,5046	1076,5123	-607,0062	6,6792
PP	66,6649**	34,4272*	101,0921	266,6596	-128,9508	3,3243
% PP	0,0104 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0104	0,4160	-0,0416	0,1313
SST	0,0363 <sup>ns</sup>	0,1420**	0,1783	0,1451	0,4228	0,0775
EC	0,0338 <sup>ns</sup>	0,7234**	0,7572	0,1351	2,7586	0,0748
LF	4,2593**	4,1232**	8,3825	17,0374	-0,5446	0,8420
CF	13,8205**	14,5846**	28,4051	55,2818	3,0564	1,5136
PC	69,8354**	0,0000 <sup>ns</sup>	69,8354	279,3415	-279,3415	3,4024
DAA	33,3349**	63,7257**	97,0606	133,3392	121,5632	2,3507

$\hat{\sigma}_m^2$ ,  $\hat{\sigma}_{f/m}^2$ ,  $\hat{\sigma}_g^2$  Estimativas dos componentes de variância associados aos efeitos de natureza aleatória do modelo estatístico: efeito do genitor masculino, genitor feminino relacionado ao masculino e efeito de progênie, respectivamente.

$\hat{\sigma}_a^2$ ,  $\hat{\sigma}_d^2$  Estimativas dos componentes de variância genética entre os indivíduos da população: variância genética aditiva e variância genética atribuída aos desvios da dominância, respectivamente.

$CVa = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_a^2}}{m}$  Estimativas do componente de variação genética aditiva.

$$\hat{\sigma}_g^2 = \hat{\sigma}_m^2 + \hat{\sigma}_{f/m}^2$$

continuidade do programa de melhoramento. A variância aditiva, que é a principal medida da causa de semelhança entre parentes e, por conseguinte, o principal determinante das propriedades genéticas da população e da reposta da população à seleção. Essa variância pode ser definida como sendo o dobro da variabilidade gamética, cujos efeitos são expressos pelos efeitos alélicos aditivos (Falconer e Mackay, 1996 e Cruz, 2005).

Conforme observado na Tabela 2, a característica que teve o maior destaque com relação a  $\hat{\sigma}_a^2$  foi PF, seguida de PP e NF. E a característica que se destacou, por obter o maior valor de  $\hat{\sigma}_d^2$  foi NF.

O fracionamento da variância genética que interessa é entre a variância genética aditiva e o resto, sendo este resto as variâncias genéticas não aditivas e a variância causada pelo ambiente. A variância atribuída aos desvios de dominância deve ser avaliada em programa de melhoramento sob dois aspectos. Primeiro, por estar relacionado à predição do êxito na confecção de híbridos e, segundo, por ser um fator perturbador na identificação de genótipos superiores (Falconer e Mackay, 1996 e Cruz, 2005).

O coeficiente de variação genética aditiva (CVa), que corresponde ao desvio padrão genético aditivo expresso em porcentagem da média, é um indicador da grandeza relativa das mudanças que podem ser obtidas por meio de seleção em cada característica ao longo de um programa de melhoramento (Furtado, 1996). Desta forma, a característica PF foi a de maior  $\hat{\sigma}_a^2$  e CVa, logo considerada como sendo uma expectativa de resposta à seleção a longo prazo (Tabela 2).

Com o objetivo de estimar os parâmetros genéticos para iniciar um programa de melhoramento da cultura do maracujazeiro amarelo, Viana et al. (2004) puderam verificar em características como número e comprimento de frutos, altas variabilidade e coeficientes de herdabilidade, além de um índice de variação superior a um, mostrando situação favorável para o melhoramento simples. Porém, nas características percentagem de suco e espessura da casca uma situação inversa e desfavorável foi observada, o que justificou a decisão por introdução de variabilidade adicional e o uso de métodos de melhoramento mais complexos.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados dos diferentes coeficientes de herdabilidade. Estimou-se a herdabilidade nas seguintes unidades de seleção: média de famílias de genitores masculinos (machos), médias de famílias de genitores femininos e médias de famílias de fêmeas dentro de genitores masculinos.

Os coeficientes de herdabilidade que apresentaram maiores valores foram em nível de genitores masculinos em todas as características apresentadas na Tabela 3, se comparados com em nível de genitores femininos, e em nível de fêmeas dentro de genitores masculinos. Segundo Furtado (1996) esses resultados não são perfeitamente comparáveis, uma vez que o número de indivíduos é diferente nas unidades de seleção.

Analisando a Tabela 3, pode-se verificar porcentagem de herdabilidade a nível de genitores masculinos considerada alta nos caracteres: PFP, NF, PF, PP, SST, EC, LF, CF, PC, e DAA.

Deverá ser dada maior ênfase aos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito por serem estes utilizados nos cálculos de respostas esperadas à seleção. Uma função importante da herdabilidade no sentido restrito é seu papel de predição do ganho, expressando a confiança do valor fenotípico como estimador do valor genético (Falconer e Mackay, 1996). Entretanto, isso não significa, necessariamente, que maiores respostas à seleção serão obtidos nos caracteres de maior herdabilidade. Altos valores de herdabilidade podem ocorrer em caracteres de pequena variância genética aditiva, desde que a influência do ambiente no caráter seja pequena. Significa, sim, que quanto maior a herdabilidade, mais próxima estará a resposta esperada do diferencial de seleção empregado.

Nas características PF, PP, LF e CF, que apresentaram as maiores estimativas de herdabilidade no sentido restrito, poderá ser verificado que a média fenotípica das unidades selecionadas deverá predizer melhor a média fenotípica da população melhorada.

Tabela 3: Coeficientes de herdabilidade no sentido amplo e no sentido restrito, considerando, unidades de seleção, famílias de macho, família de fêmea e famílias de fêmea dentro de macho do maracujazeiro amarelo, relativos as características PFPF, NF, PF, PP, % PP, SST, EC, LF, CF, PC, DAA.

h <sup>2</sup> (%)	Características										
	PFPF	NF	PF	PP	% PP	SST	EC	LF	CF	PC	DAA
h <sup>2</sup> <sub>M(A)</sub>	85,74	90,3	84,60	80,53	0,2	54,7	72,79	84,69	92,86	58,89	86,46
h <sup>2</sup> <sub>M(R)</sub>	69,95	83,10	93,52	88,03	0,3	36,64	16,35	85,15	92,0	70,88	72,91
h <sup>2</sup> <sub>F(A)</sub>	73,24	78,19	59,01	53,5	0,03	40,03	69,46	64,51	81,5	16,67	74,91
h <sup>2</sup> <sub>F(R)</sub>	43,62	62,14	82,75	70,97	0,006	16,12	6,1	65,58	79,27	33,95	49,80
h <sup>2</sup> <sub>F/M(A)</sub>	65,94	68,61	30,94	28,63	0	34,87	68,52	47,65	69,7	0	64,14
h <sup>2</sup> <sub>F/M(R)</sub>	28,25	45,51	70,94	55,43	0,05	8,91	3,2	49,23	66,05	29,16	33,55

h<sup>2</sup><sub>M(A)</sub>, h<sup>2</sup><sub>M(R)</sub> Herdabilidade em nível de média de macho nos sentidos amplo e restrito, respectivamente.

h<sup>2</sup><sub>F(A)</sub>, h<sup>2</sup><sub>F(R)</sub> Herdabilidade em nível de média de fêmea nos sentidos amplo e restrito, respectivamente.

h<sup>2</sup><sub>F/M(A)</sub>, h<sup>2</sup><sub>F/M(R)</sub> Herdabilidade em nível de média de fêmea dentro de macho nos sentidos amplo e restrito, respectivamente.

- **Ganhos de Seleção entre as famílias de irmãos completos de maracujazeiro.**

O delineamento I de Comstock e Robinson (1948), conforme já dito, é utilizado com o objetivo de estimar os parâmetros genéticos de uma população, importantes na sua avaliação com relação às possibilidades de se obterem avanços com relação às estratégias de seleção. Na população estruturada no Delineamento I pode ser aplicado um ciclo de seleção.

O esquema de famílias desse Delineamento aplicado neste trabalho, permitiu adotar as diferentes estratégias de seleção, (SEM) seleção entre genitores masculinos, (SF/M) seleção de fêmeas/machos (todos os genitores masculinos), (SEF) seleção entre genitores femininos (independente do genitor masculino), (SF/MACHOSs) seleção de fêmeas/machos selecionados e (SC) seleção combinada, a partir da média obtida de cada parcela.

Sendo assim, foram selecionados nove das 23 famílias de genitores masculinos, enquanto, entre genitores femininos e na seleção combinada, selecionaram-se em média 45 famílias das 113 unidades de seleção (Tabela 4). Obtendo-se, assim, intensidade de seleção final em torno de 40%.

Na Tabela 4, pode-se verificar que nas características EC, PC, e DAA, adotou-se o critério de seleção em decréscimo, Desta forma, nessas características foram selecionadas as unidades de seleção com as menores médias, ou seja, com menores medidas de espessura de casca e mais precoces. Por isso verifica-se na Tabela 4 valores negativos de ganhos.

Conforme discutido no item anterior (herdabilidade), nas cinco estratégias de seleção estimadas foi utilizada a herdabilidade no sentido restrito no cálculo da porcentagem do ganho de seleção.

As características com os menores ganhos em todas as alternativas de seleção foram %PP e SST (Tabela 4). Este fato deverá ser contornado porque, em ambas as características, as médias obtidas são bastante satisfatórias, logo não poderá ser considerado que a falta de ganho por seleção atrapalhará o desempenho futuro do programa.

Em todas as onze características avaliadas, a seleção combinada (SC) foi a que proporcionou os maiores ganhos de seleção. Conforme pode ser

Tabela 4. Ganho de seleção (GS%) relativo às características PFP, NF, PF, PP, %PP, SST, EC, LF, CF, PC, DAA, nas famílias do maracujazeiro amarelo a partir das diferentes alternativas de seleção SEM, SF/M, SEF, SF/MACHOSs e SC.

Alternativa de seleção	Nº famílias selecionadas	GS%										
		PFP	NF	PF	PP	% PP	SST	EC	LF	CF	PC	DAA
SEM	45	22,06	29,09	8,88	8,57	0,01	0,90	-1,05	2,96	4,93	-6,93	-4,28
SF/M	46	10,94	17,63	5,41	5,34	0,00	0,33	-0,34	1,54	2,83	-3,24	-2,38
SEF	45	22,71	34,15	10,31	10,38	0,00	0,74	-0,76	3,09	5,26	-5,28	-4,73
SF/MACHOSs	45	19,56	29,07	8,22	8,45	0,01	0,76	-0,90	2,51	4,15	-6,34	-4,29
SC	45	24,13	34,73	10,26	10,21	0,01	0,96	-1,06	3,21	5,33	-7,92	-5,07

SEM: seleção entre genitores masculinos,

SF/M: seleção de fêmeas/machos (todos os machos),

SEF: seleção entre fêmeas (independente de genitor masculino),

SF/MACHOSs: seleção de fêmeas/machos selecionados, e,

SC: seleção combinada.

verificado em análise da Tabela 4, na característica PFP, por exemplo, poderá ser obtido um incremento de 24,13% se for constituída uma nova população a partir das genitores femininos selecionadas pela seleção combinada (SC).

Nunes (2006), em estudo com objetivo de analisar a eficiência da seleção dentro de progênies de irmãos completos, e dentre as melhores progênies selecionar os mais promissores genótipos, verificou que o maior ganho percentual predito entre foi encontrado na característica número de frutos por planta (44,52%). O autor destacou também a característica produção estimada por planta por ter apresentando ganho percentual predito entre de 33,12%, que é um valor considerável.

O índice de seleção combinada está relacionado a famílias de genitores femininos, logo, ele tem as informações da família de macho e da de fêmea dentro de macho. Utiliza-se um valor que é atribuído aos mf genitores femininos do experimento em substituição a cada característica (Furtado, 1996; Cruz e Carneiro, 2003).

O valor deste índice de seleção combinada foi dado, na presente tese, a uma determinada fêmea em função do seu desempenho, e em função do desempenho da família de macho em que ela está inserida, para cada uma das onze características estudadas.

Transformando de gramas por parcela para quilos por hectare, e ainda fazendo uma aproximação da produtividade da primeira florada para a produtividade média de plantação comercial de maracujazeiro no segundo ano de produção conclui-se que as 113 famílias obtiveram produtividade em torno de 24 t/ha. Contudo verifica-se ainda que selecionando-se as 45 famílias indicadas pela seleção combinada haverá ganho de seleção de 24,13%. Sendo assim, ocorrerá incremento na produtividade, que ficará em torno de 30t/ha. Somente com um ciclo de seleção a produtividade ficará pouco maior que a produtividade média nacional, e 127% maior que a produtividade média do estado de Minas Gerais.

Com relação ao presente estudo os resultados deixaram evidentes que a melhor das alternativas de seleção avaliadas é a seleção combinada. A seleção entre genitores femininos alcançou o segundo melhor ganho.

## 5. Conclusões

As análises proporcionaram, em geral, as seguintes conclusões:

- Para as características de produtividade e número de frutos foram verificados os maiores coeficientes de variação. Sendo assim, essas características foram verificadas como de maior sensibilidade à variação ambiental. Para as demais características, pode-se considerar que os coeficientes de variação foram de médios a baixos.
- Ficou evidenciada a presença de variabilidade genética na população, o que é bastante favorável ao melhoramento na medida em que a heterogeneidade genética irá possibilitar a obtenção de ganhos por meio de seleção.
- Os maiores coeficientes de herdabilidade foram obtidos em nível de genitores masculinos (machos) em todas as características, se comparados com os obtidos em nível de genitores femininos (fêmeas), e de fêmeas dentro de machos.
- Todas as características avaliadas, a seleção combinada foi a que proporcionou os maiores ganhos de seleção.

## Referência:

Agriannual (2004). **Anuário da Agricultura Brasileira**, 536p.

Araújo, C.M.; Gava, A.J.; Robbs, P.G.; Neves, J.F.; Maia, P.C.B. Características industriais do maracujá e maturação do fruto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 9: 65-69, 1974.

Bruckner, C.H; Meletti, A.M.M.; Otoni, W.C.; Zerbini Junior, F.M. Maracujazeiro. In. Bruckner, C.H. **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Editora UFV, Viçosa, 422p. 2002.

Comstock, R.E.; Robinson, H.F. The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. **Biometrics**, North Caroline, v. 4, p. 254-266. 1948.

Cruz, C.D., **Princípios de Genética Quantitativa**. Viçosa: UFV, 1.ed. 394p. 2005.

Cruz, C.D. **Programa Genes: versão Windows**; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 648p. (versão 2005), 2001.

Cruz, C.D.; Carneiro, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 585p. 2003.

Econômico. SEDE - Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico Disponível em: [http://www.economico.mg.gov.br/noticia\\_20060124.asp](http://www.economico.mg.gov.br/noticia_20060124.asp).– Notícias. Acesso em 05/05/2006.

Falconer, D.S.; Mackay, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. London: Logman. 464p. 1996.

Furtado, M.R. **Alternativas de seleção no Delineamento I de Comstock e Robinson, em milho**. Tese de Doutorado, Viçosa:UFV. 94p. 1996.

Hallauer, A.R.; Miranda Filho, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. 2. ed. Ames: Iowa State University Press, 468 p. 1988.

Pio, R.; Ramos J.D.; Mendonça, V.; Gontijo, T.C.A.; Rufini, J.C.M.; Junqueira, K.P. Caracterização físico-química dos frutos de sete seleções de maracujazeiro-amarelo para a região de Lavras-MG. **Revista Ceres**, 50 (291): 573-582. 2003.

Sabbag O.J.; Tarsitano M.A.A.; Corrêa, L.S. Análise da Produção e Comercialização do Maracujá Amarelo (*Passiflora edulis* F. *Flavicarpa*) no Mercado Brasileiro. Disponível em: [http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais\\_xvii\\_cbf/socio\\_economia/059.htm](http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/socio_economia/059.htm). Acesso em 2006.

Nascimento, W.M.O. do; Tome, A.T.O. P.M. do S. Seleção de progênies de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) quanto à qualidade de frutos. **Rev. Bras. Frutic.**, abr., vol.25, no.1, p.186-188. 2003.

Nunes, E.S. **Seleção entre e dentro de progênies de irmãos completos de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*)**. Tese de mestrado, Viçosa: UFV. 64p. 2006.

Viana, A.P.; Pereira, T.N.S.; Pereira, M.G.; Amaral, A.T.; Souza, M.M.; Maldonado, J.F.M. Parâmetros genéticos em populações de maracujazeiro amarelo. **Revista Ceres**, 51 (297): 545-555. 2004.

## **Capítulo II: Predição de Ganho, com Diferentes Índices de Seleção no Maracujazeiro Amarelo para Características de Frutos.**

### **1. Introdução**

O maracujazeiro encontra excelentes condições para seu cultivo e está em franca expansão no Brasil. É apreciado pela qualidade do suco, do aroma e do sabor bastante agradáveis. Os índices do Banco de Dados Agregados do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) demonstram que o maracujazeiro é plantado em quase todos os estados brasileiros. Verifica-se que a região Sudeste destaca-se no cenário nacional na quantidade produzida de maracujá. O estado de Minas Gerais é responsável apenas por 22,6% da produção da região sudeste, apesar de ocupar 27,38% da área plantada na mesma. Em 2004, o estado, representou somente 21,8% do valor da produção da região sudeste.

Para os produtores de maracujá é muito importante não só produzir com eficiência, mas estarem ligados a um esquema de comercialização capaz de garantir o escoamento do produto, garantindo menores perdas com maior lucratividade em seus negócios (Sabbag, 2006). O incentivo à fruticultura em Minas Gerais está se evidenciando, e prova disso é a implantação crescente do setor agroindustrial. Como exemplo, pode ser citado o investimento da Pomar Brasil Agroindustrial Ltda que aplicará cerca de R\$ 35 milhões para implantação, no município de Jaíba, Norte do Estado, da sua primeira unidade industrial, para entrar em operação em 2007. O empreendimento vai gerar 150 empregos diretos e produzir mais de 15 mil toneladas por ano de polpas e concentrados de abacaxi, goiaba, maracujá e manga para produção de sorvetes, sucos e iogurtes (Econômico, 2006).

Dentro deste contexto, para o melhoramento genético de plantas, a avaliação da produção é essencial e, nas espécies frutíferas, a qualidade dos frutos é importante na aceitação do produto pelo mercado consumidor. Qualidade do fruto é um termo geral que pode compreender dimensões, rendimento em polpa, coloração, entre outros atributos. Na cultura do

maracujazeiro ainda se encontra grande variação quanto a produtividade e características de frutos.

Várias estratégias podem ser utilizadas na estimação de parâmetros genéticos em populações objetivando-se maximização dos ganhos de seleção. Dentre essas, pode-se destacar o delineamento genético I, definido por Comstock e Robinson (1948). Em termos específicos, a estratégia definida a partir do Delineamento I baseia-se, de forma geral, na formação inicial de progênies de irmãos completos e meio-irmãos (Hallauer e Miranda Filho, 1988), que formarão a população inicial onde poderão ser aplicados diversos métodos de seleção.

A predição de ganhos de seleção constitui importante contribuição para programas de melhoramento genético. As informações obtidas permitem escolher a técnica mais eficaz para o programa. Nos trabalhos de melhoramento, a seleção é ferramenta de considerável importância, pois a obtenção de fenótipos superiores passa pela seleção e recombinação de famílias e indivíduos. Neste contexto, a seleção baseada em uma ou poucas características pode-se mostrar inadequada por não levar a um produto final superior com relação a vários caracteres. Uma alternativa é a adoção de índices de seleção, que permitem combinar as múltiplas informações contidas nas unidades experimentais, de modo a se selecionar com base em um grupo de características.

O uso dos índices de seleção apresenta algumas dificuldades e limitações, mas, de modo geral, eles são vantajosos, pois proporcionam maiores ganhos totais, com distribuição destes entre os caracteres de forma adequada aos propósitos do melhoramento.

Atualmente, existem várias propostas para a obtenção de índices de seleção, sendo que diferentes índices representam diferentes alternativas de seleção, e mesmo considerando um único tipo de índice, existem diferentes maneiras de manipular os pesos econômicos, os ganhos desejados ou o grau de restrição imposto ao cálculo dos coeficientes do índice. Os índices de seleção são técnicas multivariadas que associam as informações relativas a vários caracteres de interesse agrônomo com as propriedades genéticas da população avaliada.

## 2. Objetivos

- Comparar os ganhos preditos a serem obtidos com a seleção simultânea de caracteres utilizando vários índices de seleção e vários critérios;
- Predizer o ganho genético em índices de seleção genotípicos e fenotípicos;
- Escolher o índice e o critério de seleção mais adequado para o melhoramento do maracujazeiro destinado ao mercado de fruta fresca.

## 3. Material e Métodos

### 3.1. Material Genético e forma de Condução do Experimento

Para a realização deste trabalho as 113 famílias de irmãos-completos e meios irmãos foram instaladas, no ano de 2003, na fazenda Mamão, em Viçosa-MG. O número de genitores masculinos envolvidos nos cruzamentos foi variado, de forma que foram obtidas no total 113 famílias, usando-se o delineamento em blocos casualizado em arranjo em SETS (grupo de tratamentos), composto de 03 Sets, ficando nessa distribuição o Set 01 com os tratamentos de 01 a 40, o Set 02 com os de 41 a 80 e o Set 03 com os tratamentos 81 a 113. Dentro de cada Set foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso com 3 repetições.

### 3.2. Análises de Variância e Estimação dos Parâmetros Genéticos e Ambientais

Foram realizadas análises de variância de cada uma das características avaliadas, utilizando o programa GENES, Genética e Estatística, versão 2005 de acordo com Cruz (2001). O modelo foi estabelecido com todos os efeitos aleatórios, conforme descrito a seguir:  $Y_{ijk} = \mu + M_i + F/M_{ij} + B_k + \varepsilon_{ijk}$

$Y_{ijk}$  = observação relativa ao cruzamento com macho  $i$  e fêmea  $j$ ,

$\mu$  = media geral,

$M_i$  = efeito relativo ao genitor masculino (macho) de ordem  $i$ ,

$F/M_{ij}$  = efeito relativo ao genitor feminino (fêmea)  $j$  hierarquizada dentro do macho  $i$ ,

$B_k$  = efeito da repetição de ordem  $k$ ,

$\varepsilon_{ijk}$  = erro experimental.

O modelo de análise,  $Y_{ijk} = \mu + M_i + F/M_{ij} + B_k + \varepsilon_{ijk}$ , foi estabelecido a partir da correção para grupamento (Set). Considerando:  $Z_{ijkl} = \mu + S_l + B/S_{il} + M/S_{ijl} + F/(MS)_{i(jl)} + \varepsilon_{ijkl}$ , tem-se,  $Y_{ijk} = Z_{ijkl} - S_l$ , sendo,  $S_l = \bar{Z}_{...l} - \bar{Z}_{...}$

Para se estimar os componentes de variância genotípica, variância genética aditiva ( $\sigma_a^2$ ) e variância genética devida aos desvios da dominância ( $\sigma_d^2$ ), entre os indivíduos de uma população, expressam-se os componentes de variância associados aos efeitos de natureza genética do modelo estatístico, variância entre genitores masculinos ( $\sigma_m^2$ ) e variância entre fêmeas ( $\sigma_{f.}^2$ ) em função da  $\sigma_a^2$  e da  $\sigma_d^2$ . E assim, obtêm-se estimativas desses parâmetros a partir de equações que envolvem os quadrados médios da análise de variância.

Conforme explicado no Capítulo 1, as estimativas dos componentes de variância baseados nas esperanças dos quadrados médios, deram o suporte para o cálculo das estimativas dos parâmetros genéticos que foram usados neste capítulo como pesos econômicos para os diferentes índices de seleção analisados.

### **3.3. Estimação dos Coeficientes de Correlação entre Características**

Os coeficientes de correlação fenotípica ( $r_f$ ) e genotípica ( $r_g$ ) entre médias de famílias de irmãos completos e meios irmãos foram obtidos para cada par de características. Para isso, inicialmente foram obtidos os produtos médios para obtenção dos estimadores dos componentes de covariância entre vários caracteres.

### **3.4. Características Avaliadas**

Após o começo da frutificação das plantas, os tratamentos foram avaliados, pela média das parcelas, com relação as seguintes características:

- 1 - (PPFP) produtividade da primeira florada, em gramas por parcela ( $g/21m^2$ ),
- 2 - (PP) peso de polpa com sementes (g),
- 3 - (SST) teor de sólido solúveis totais ( $^{\circ}Brix$ ),
- 4 - (LF) diâmetro equatorial do fruto em mm,
- 5 - (CF) comprimento de fruto em mm,
- 6 - (DAA) dias antes da antese.

### **3.6. Estimação do Ganho com Seleção**

Foram estudadas alternativas de seleção direta, seleção indireta, e baseada na seleção simultânea de características (índices de seleção). A comparação entre estas estratégias foi feita por meio da resposta esperada à seleção no caráter produtividade decorrente da primeira florada (PPFP), peso da polpa (PP) e comprimento do fruto (CF). Os demais caracteres foram utilizados como auxiliares da seleção. Foi utilizado o programa computacional GENES - versão 2005 (Cruz, 2001).

#### **3.6.1. Seleção Genotípica e Fenotípica e Pesos Econômicos**

Tanto para a seleção direta e indireta, quanto para os cinco índices de seleção utilizados no presente estudo, foram feitas análises de predição de ganhos.

O ganho esperado com a seleção genotípica foi obtido a partir da média de índice combinado e pela correlação fenotípica e genotípica gerada a partir do índice combinado. Para a estratégia de seleção fenotípica, o ganho esperado foi estimado a partir da matriz de média de fêmeas, covariância fenotípica de fêmeas e da matriz de covariância genotípica aditiva de fêmeas.

Para os índices de seleção foram empregados como peso econômico: o desvio padrão genético, coeficiente de variação genético de fêmea, a razão entre o coeficiente de variação genético de fêmea e o coeficiente de variação experimental, e pesos obtidos aleatoriamente por tentativas. A média de cada característica foi utilizada como nível de eliminação ou ponto de corte, quando se adotou o índice de Elston (1963).

Foram adotados, em todos os índices avaliados e na seleção direta e indireta, pesos em decréscimo ou negativo para a característica dias até antese (DAA), com o objetivo de serem selecionadas famílias precoces.

##### **3.6.1.1. Seleção Direta e Indireta**

Foram estimados os ganhos por seleção direta e indireta entre as famílias de irmãos completos e meios irmãos do maracujazeiro em relação a todas as características avaliadas, considerando a seleção de 35 famílias. Nas características PPFP, PP, SST, CF e LF, a seleção foi no sentido de acréscimo

e, em DFP, no sentido de diminuição. Para a estimação dos ganhos por seleção direta e indireta, foram utilizados dois métodos (Cruz e Carneiro, 2003).

As estimativas de ganhos foram obtidas na seleção direta segundo o estimador:  $GS_x = h^2 DS_x = h^2 (\bar{X}_s - \bar{X}_0)$ , em que:

$GS_x$  = Ganho direto predito na variável X.

$h^2$  = herdabilidade, no sentido amplo, da variável X.

$DS_x$  = Diferencial de seleção da variável X.

$\bar{X}_s$  = Média da população selecionada para a variável X.

$\bar{X}_0$  = Média da população inicial para a variável X.

O ganho percentual de seleção foi obtido segundo a seguinte expressão:

$$GS_x \% = (GS_x * 100) / \bar{X}_0$$

E as estimativas de ganhos foram obtidas na seleção indireta segundo o estimador:  $GS_{y(x)} = h_y^2 DS_{y(x)}$ , em que:

$GS_{y(x)}$  = ganho de seleção em Y pela seleção na variável X;

$h_y^2$  = herdabilidade da variável principal;

$DS_{y(x)}$  = diferencial de seleção indireto, em que a média dos selecionados é obtida em relação às progênie, que apresentam superioridade para a variável auxiliar X.

O ganho percentual de seleção foi obtido segundo a seguinte expressão:

$$GS_{Y(X)} \% = (GS_{Y(X)} * 100) / \bar{X}_0$$

Tanto na seleção direta e indireta, todos os coeficientes de herdabilidade foram estimados com base nas médias de famílias de fêmeas.

### 3.5.1.2. Índices de Seleção

Para aumentar a chance de êxito, foram definidas as 35 famílias de irmãos completos e meios irmãos a serem selecionadas para compor o grupo de genótipos a serem recombinados.

A cada uma das características do experimento foi atribuído um peso. O valor desses índices dependem do desempenho da fêmea com relação a produtividade da primeira colheita (PPFP), peso da polpa (PP) e comprimento

do fruto (CF), e também, do seu desempenho com relação a outros caracteres, que se prestaram como caracteres auxiliares ou secundários da seleção. Para isso, foram estimados pesos apropriados para os caracteres principais e secundários.

Diferentes índices, propostos na literatura, foram utilizados para a identificação do índice e da restrição mais adequados ao programa de melhoramento do maracujá destinado ao mercado de fruta fresca.

Os cinco índices estudados foram citados por Cruz e Carneiro (2003) e Cruz e Regazzi (2001), tendo sido analisados com o auxílio do programa GENES, versão 2005 (Cruz, 2001).

#### **3.5.1.2.1. Índice Clássico proposto por Smith (1936) e Hazel (1943):**

Consiste da combinação linear dos valores fenotípicos dos vários caracteres de importância, cujos coeficientes de ponderação foram estimados de modo a maximizar a correlação entre o índice de seleção e o agregado genotípico. Este agregado foi estabelecido por uma combinação linear envolvendo os valores genéticos, ponderados pelos seus respectivos pesos econômicos. O índice (I) e o agregado genotípico (H):  $I = b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n = b'x$ ;  $H = a_1g_1 + a_2g_2 + \dots + a_ng_n = a'g$ , em que:

n: número de caracteres avaliados;

g: matriz de dimensão  $p \times n$  de valores genéticos desconhecidos dos n caracteres considerados;

x: matriz de dimensão  $p \times n$  de valores (ou médias) dos caracteres;

a: vetor de dimensão  $n \times 1$  de pesos econômicos previamente estabelecidos;

b: vetor de dimensão  $n \times 1$  dos coeficientes de ponderação do índice, a serem estimados; e

p: número de famílias que foram avaliadas.

#### **3.5.1.2.2. Índice com base nos Ganhos Desejados (Pesek e Baker, 1969):**

Nesse índice os pesos econômicos foram substituídos pelos ganhos desejados. A construção deste índice envolve o conhecimento da expressão do ganho esperado dos vários caracteres, definido por:  $\Delta g = Gb_i/\hat{\sigma}_i$ , em que substituem-se  $\Delta g$ , que é o vetor de ganhos estimados, por  $\Delta g_d$ , que é o vetor

de ganhos desejados, e eliminou-se o escalar  $i/\hat{\sigma}_i$ . Assim, estimou-se  $b$  pela expressão:  $b = G^{-1} \cdot \Delta g_d$ .

**3.5.1.2.3. Índice Base proposto por Willians (1962):** Este método evita a interferência de imprecisões das matrizes de covariâncias fenotípicas e genotípicas na estimação dos coeficientes que constituem o índice. Assim foi feita a combinação linear de valores fenotípicos médios dos caracteres, os quais foram ponderados diretamente pelos seus respectivos pesos econômicos. Desta forma foi obtido:  $I_b = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n$ .

**3.5.1.2.4. Índice com Base em Soma de Postos (ou “Ranks”) Proposto por Mulamba e Mock (1978):** Consistiu em classificar as famílias de irmãos completos e meios irmãos em relação a cada um dos caracteres, em ordem favorável ao melhoramento. Foram somadas as ordens de cada material genético referente a cada caráter, resultando uma medida adicional que foi tomada como índice de seleção.

**3.5.1.2.5. Índice “Livre de Pesos e Parâmetros” apresentado por Elston (1963):** caracteriza-se por eliminar a necessidade de estabelecer pesos econômicos relativos aos vários caracteres e de estimar as variâncias e covariâncias fenotípicas e genotípicas. Este índice é definido por:  $I_e = \omega_1 \omega_2 \dots \omega_n$ , em que:  $\omega_j = x_j - k_j$ . Neste índice,  $k_j$  é um valor mínimo (ou máximo) estabelecido para o  $j$ -ésimo caráter.

#### **4. Resultados e Discussão**

- **Análise de variância das características dos frutos do maracujazeiro amarelo.**

Na Tabela 1, apresentam-se os resultados das análises de variância, a média geral e o coeficiente relativos as seis características estudadas: PFPF, PP, SST, LF, CF, e DAA. Essas características foram discutidas no capítulo I da presente tese. Ressalta-se que o teste F acusou variabilidade significativa

dentro das características: PFP, PP, LF, CF e DAA em relação às famílias de genitores masculinos. Houve variância significativa pelo teste F em todas as características, em relação às famílias de irmãos completos e meios irmãos (Tabela 1).

Tabela 1: Resumo da análise de variância de todas as características relacionadas aos frutos para as 113 famílias de irmãos completos e meios irmãos de maracujazeiro amarelo.

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.					
		PFP	PP	SST	LF	CF	DAA
Bloco	2	4,04	2983,97	0,08	275,62	344,03	221,73
Machos	22	27,87**	1343,21**	1,76 <sup>ns</sup>	88,73**	266,44**	789,33**
Fêmeas/Machos	90	11,67**	360,78*	1,22**	25,96**	62,77**	298,08**
Resíduo	224	3,97	257,5	0,80	13,59	19,02	106,9
Total	338						
Média		4,29	90,18	13,64	76,68	86,29	115,18
CV (%)		46,43	17,8	6,54	4,81	5,05	8,98

(\*\*)(\*) Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, e (<sup>ns</sup>) não houve diferença significativa, pelo teste F.

(PFP) produtividade da primeira florada, em gramas por parcela ( $g/21m^2$ ), (PP) peso da polpa com semente (g), (SST) teor de sólido solúveis totais (<sup>o</sup>Brix), (LF) diâmetro equatorial do fruto em mm, (CF) comprimento de fruto em mm, e (DAA) dias até anatese.

- **Estimativa de Componentes de Variância das Famílias de maracujazeiro amarelo.**

Na Tabela 2 apresentam-se estimativas de componentes de variância associados aos efeitos de natureza aleatória do modelo estatístico, de coeficiente de variação genética aditiva e de componentes de variância genética entre os indivíduos da população de referência.

Tabela 2: Estimativa de componentes de variância associados aos efeitos do modelo estatístico, relativas as características PFP, PP, SST, LF, CF e DAA das famílias de maracujazeiro amarelo

Características	$\hat{\sigma}_m^2$	$\hat{\sigma}_{f/m}^2$	$\hat{\sigma}_g^2$	$\hat{\sigma}_a^2$	$\hat{\sigma}_d^2$
PFP	1,0991**	2,5653**	3,6644	4,3963	5,8649
PP	66,6649**	34,4272*	101,0921	266,6596	-128,9508
SST	0,0363 <sup>ns</sup>	0,142**	0,1783	0,1451	0,4228
LF	4,2593**	4,1232**	8,3825	17,0374	-0,5446
CF	13,8205**	14,5846**	28,4051	55,2818	3,0564
DAA	33,3349**	63,7257**	97,0606	133,3392	121,5632

$\hat{\sigma}_m^2$ ,  $\hat{\sigma}_{f/m}^2$ ,  $\hat{\sigma}_g^2$  Estimativas dos componentes de variância associados aos efeitos de natureza genética do modelo estatístico: efeito de macho, de fêmea dentro de macho e efeito de progênie, respectivamente.

$\hat{\sigma}_a^2$ ,  $\hat{\sigma}_d^2$  Estimativas dos componentes de variância genética entre os indivíduos da população: variância genética aditiva e variância genética atribuída aos desvios da dominância, respectivamente.

$$\hat{\sigma}_g^2 = \hat{\sigma}_m^2 + \hat{\sigma}_{f/m}^2$$

- **Parâmetros Genéticos Utilizados como Pesos Econômicos**

Na tabela 3, apresentam-se as estimativas dos principais parâmetros genéticos das características em estudo e que foram utilizadas como peso econômico nos diferentes índices de seleção empregados. A magnitude dos ganhos por seleção em uma particular característica e sua facilidade de obtenção também podem ser preditas pelas estimativas dos parâmetros genéticos apresentados na tabela 3. Ganhos elevados são obtidos quando se dispõe de altas estimativas de herdabilidade e a relação entre os coeficientes de variação genético e experimental é superior a unidade (Cruz, 1990). Sendo assim, em relação ao coeficiente de variação genético de fêmea (CVgf), verifica-se que as estimativas encontradas não são favoráveis ao melhoramento, pois mostraram-se inferiores ao coeficiente de variação ambiental (CVe) nas seis características analisadas (Tabela 3).

Tabela 3: Estimativa do Desvio Padrão Genético (DP), Coeficiente de Variação Genética de fêmea (CVgf), Razão entre o Coeficiente de Variação Genética de fêmea e o Coeficiente de Variação experimental (CVgf/CVe), Herdabilidade no sentido restrito de fêmea ( $h_{F(R)}^2$ ), componente de variação genética aditiva (CVa) relativas as características PFP, PP, SST, LF, CF, DAA do maracujazeiro amarelo.

Características	DP	CVgf	CVgf/CVe	$h_{F(R)}^2$	CVa
PFP	1,46	37,3	0,80	43,62	0,4268
PP	11,44	6,50	0,36	70,97	3,3243
SST	0,26	2,76	0,42	16,12	0,0775
LF	2,89	2,64	0,55	65,58	0,842
CF	5,21	4,42	0,87	79,27	1,5136
DAA	8,09	6,93	0,77	49,80	2,3507

(PFP) produtividade da primeira florada, em gramas por parcela ( $g/21m^2$ ), (PP) peso da polpa com semente (g), (SST) teor de sólido solúveis totais ( $^{\circ}$  Brix), (LF) diâmetro equatorial do fruto em mm, (CF) comprimento de fruto em mm, e (DAA) dias até a antese.

Os coeficientes de herdabilidade, fundamentais em programas de melhoramento, por expressarem a confiabilidade com que os fenótipos representam os genótipos, são representados na tabela 3 como herdabilidade no sentido restrito de fêmea ( $h_{F(R)}^2$ ). O destaque dado para  $h_{F(R)}^2$  foi devido a utilização desta herdabilidade na obtenção das estimativas dos ganhos de seleção. Foi estimado o coeficiente de herdabilidade, no sentido restrito, de acordo com expressão apresentada no item 3.5.2 do Material e Métodos do capítulo 1, desta tese. Constatou-se que, devido às maiores herdabilidades, haverá maiores possibilidades de ganhos percentuais em CF, PP, e LF. Em PFP e DFP prediz-se que os ganhos serão apenas moderados, uma vez que os coeficientes de herdabilidade desses caracteres foram de 43,62 a 49,80%, respectivamente.

O coeficiente de variação genética aditiva, que corresponde ao desvio padrão genético aditivo, expresso em porcentagem da média, é indicador da grandeza relativa das mudanças que podem ser obtidas por meio de seleção em cada característica ao longo de um programa de melhoramento (Furtado, 1996). Desta forma, a característica PP foi a de maior  $\hat{\sigma}_a^2$  e de porcentagem de CVa, logo considerada como sendo dela uma das maiores expectativas de resposta à seleção a longo prazo (Tabela 2 e 3).

- **Correlação Genotípica e Fenotípica entre Médias de Famílias**

Na tabela 4 estão apresentadas as estimativas dos coeficientes de correlação genotípica aditiva e fenotípica, baseada em média de famílias, entre os seis caracteres avaliadas nas 113 famílias (Irmãos Completos e Meios irmãos). Tais estimativas são úteis para predizer a influência da seleção de um caráter sobre a alteração na média de outro.

As magnitudes dos coeficientes de correlação genotípica superaram as das correlações fenotípicas, indicando que os componentes genotípicos têm maior influência na determinação das correlações (Tabela 4). A causa da correlação genotípica é, principalmente, pleiotropismo (Falconer, 1987).

Tabela 4: Estimativas dos coeficientes de correlação genética aditiva (acima da diagonal) e fenotípica da média de fêmeas (abaixo da diagonal) entre as características PFP, PP, SST, LF, CF, e DAA, para as 113 Famílias (irmãos completos e meios irmãos obtidos com base no Delineamento I).

características	PFP	PP	SST	LF	CF	DAA
PFP	<b>1,0000</b>	-0,3438	0,3016	-0,5284	-0,4013	-0,8844
PP	-0,0241	<b>1,0000</b>	-0,7103	0,8770	0,7982	0,6896
SST	0,1112	-0,0839	<b>1,0000</b>	-0,3174	-0,1342	0,4700
LF	-0,0689	0,5615	-0,0618	<b>1,0000</b>	0,8432	0,9740
CF	-0,1355	0,6109	-0,1623	0,6379	<b>1,0000</b>	0,8671
DAA	-0,5366	0,2061	-0,0128	0,2752	0,4066	<b>1,0000</b>

As correlações entre PFP e PP, PFP e LF, PFP e CF, PFP e DFP, PP e SST, SST e LF e SST e CF foram negativas (Tabela 4 e 5). Contudo, destas somente correlações entre PFP e LF, PFP e CF, PFP e DFP, PP e SST foram significativas pelo teste t (Tabela 5), havendo a indicação de que a produtividade está inversamente proporcional ao tamanho ou dimensões dos frutos. E ainda, quanto mais produtivo (PFP) for a família também esta se caracterizará por ser mais precoce, o que demonstra ser ótimo indicativo. Não tendo o mesmo bom indicativo a correlação negativa entre o peso da polpa e o SST.

Entre as características PFP e SST, PP e LF, PP e CF, PP e DAA, LF e CF, LF e DAA e CF e DAA foram verificadas a correlações positivas (Tabela 4 e 5). Porém em análise da tabela 5, as estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre as 113 famílias evidenciaram não haver correlação significativa pelo teste t, somente entre PFP e SST. Levando a discussão de que quanto maior a quantidade de polpa maior será o fruto, e que famílias mais tardias produzem maior quantidade de polpa. As estimativas das Tabelas 4 e 5, evidenciam que frutos mais largos são também mais compridos, e que quanto maiores os frutos maiores são também os dias para a primeira antese (DAA), destas famílias.

Viana (2001) também observou alta correlação (0,7645) entre o diâmetro equatorial e o comprimento de fruto, e concluiu que frutos maiores têm suas dimensões proporcionalmente aumentadas. Pelos resultados encontrados nas tabelas 4 e 5, observou-se que as características mais fortemente correlacionadas foram PFP e DAA, PP e LF, PP e CF, LF e CF, LF e CF, LF e DAA e CF e DAA, todas com estimativas de coeficiente de correlação acima de 0,5 e significativas pelo teste t.

Tabela 5: Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre as 113 Famílias quanto as características (PPFP) produtividade da primeira florada, em gramas por parcela ( $g/21m^2$ ), (PP) peso da polpa com semente (g), (SST) teor de sólido solúveis totais ( $^{\circ}$  Brix), (LF) diâmetro equatorial do fruto em mm, (CF) comprimento de fruto em mm, e (DAA) dias até a antese do maracujazeiro amarelo

<b>Caracteres</b>	<b>Var(X)</b>	<b>Var(Y)</b>	<b>Cov(X,Y)</b>	<b>Correlação</b>	<b>Alfa (%)</b>
PPFP x PP	1,1424	97,8499	-1,2273	-0,1161	21,8398
PPFP x SST	1,1424	0,018	0,0224	0,1561	9,4657
PPFP x LF	1,1424	5,8967	-0,5299	-0,2042	2,8458*
PPFP x CF	1,1424	22,1022	-1,0417	-0,2073	2,6115*
PPFP x DAA	1,1424	37,9857	-4,234	-0,6427	0,0000**
PP x SST	97,8499	0,018	-0,3122	-0,235	1,1819*
PP x LF	97,8499	5,8967	15,4548	0,6434	0,0000**
PP x CF	97,8499	22,1022	30,3595	0,6528	0,0000**
PP x DAA	97,8499	37,9857	20,8908	0,3427	0,0279**
SST x LF	0,018	5,8967	-0,0401	-0,123	19,1046
SST x CF	0,018	22,1022	-0,0922	-0,146	11,8538
SST x DAA	0,018	37,9857	0,0904	0,1093	24,7962
LF x CF	5,8967	22,1022	7,8362	0,6864	0,0000**
LF x DAA	5,8967	37,9857	7,1615	0,4785	0,0000**
CF x DAA	22,1022	37,9857	15,3025	0,5281	0,0000**

\*\* , \* : Significativo a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste t

- **Seleção Direta e Indireta: Genotípica e Fenotípica**

A predição de ganho de seleção é fundamental para o sucesso do trabalho de melhoramento. Para obter ganhos por seleção há várias estratégias, de acordo com o objetivo do trabalho. Se o desejo é selecionar somente uma característica, a seleção direta é a estratégia mais viável. Entretanto, no melhoramento vegetal, não só uma característica interessa, mas sim um conjunto de variáveis, que poderá favorecer o produtor em razão do favorecimento econômico, do aumento da qualidade do produto, entre outros benefícios. Assim, o melhorista tem como possibilidade predizer o ganho pela seleção direta, pela seleção indireta e baseado nos índices de seleção (Castoldi, 1997), e adotar a estratégia mais eficaz.

Segundo Martins (1999), a seleção praticada diretamente em uma característica proporciona, na maioria das vezes, maior magnitude de resposta possível na referida característica. No entanto, tal forma de seleção proporciona também respostas nas outras características avaliadas, denominadas respostas indiretas ou correlacionadas. A resposta indireta é dependente da existência de correlação genética entre as características, sendo também importante em caracteres de baixa herdabilidade.

Para a seleção direta e indireta, utilizada no presente estudo, foram feitas análises fundamentadas na seleção genotípica e fenotípica. O ganho esperado para a seleção genotípica foi obtido a partir da matriz de médias do índice combinado.

Na tabela 6 são apresentados os resultados da seleção direta e indireta genotípica para as características PPFP, PP, SST, LF, CF, e DAA, de 35 famílias de maracujazeiro amarelo com destino a mesa. Os ganhos estão expressos em percentuais (GS%), e visam o acréscimo em todos os caracteres, exceto para DAA.

Os sinais negativos e positivos diante dos valores dos ganhos de seleção representam diminuições ou aumentos das médias das expressões das características das famílias selecionadas, comparativamente às médias originais das 113 famílias.

Tabela 6: Estimativas de ganhos percentuais com seleção (GS%) e ganho total (GT%) nas características (PPFP) produtividade da primeira florada, em gramas por parcela (g/21m<sup>2</sup>), (PP) peso da polpa com semente (g), (SST) teor de sólido solúveis totais (°Brix), (LF) diâmetro equatorial fruto em mm, (CF) comprimento de fruto em mm, e (DAA) dias até a antese, obtidas pela seleção genotípica direta e indireta de 35 famílias de maracujazeiro amarelo.

características	PPFP	PP	SST	LF	CF	DAA	<b>GT (%)</b>
PPFP	<b>28,20</b>	-1,31	0,14	-0,99	-1,80	-3,95	<b>20,29</b>
PP	-1,86	<b>12,45</b>	-0,22	2,16	4,03	1,98	<b>18,54</b>
SST	6,06	-2,11	<b>1,03</b>	-0,73	-0,97	0,30	<b>3,58</b>
LF	-6,29	9,38	-0,14	<b>3,75</b>	5,11	3,80	<b>15,61</b>
CF	-8,31	10,42	-0,29	3,32	<b>6,42</b>	4,01	<b>15,57</b>
DAA	19,11	-4,89	-0,14	-1,89	-2,68	<b>-5,81</b>	<b>3,69</b>

Tabela 7: Estimativas de ganhos percentuais com seleção (GS%) e ganho total (GT%) e média de famílias de irmãos completos e meios irmãos selecionados ( $\bar{X} S$ ) nas características (PPFP) produtividade da primeira florada, em gramas por parcela (g/21m<sup>2</sup>), (PP) peso da polpa com semente (g), (SST) teor de sólido solúveis totais (<sup>0</sup>Brix), (LF) diâmetro equatorial do fruto em mm, (CF) comprimento de fruto em mm, e (DAA) dias até a antese, obtidas pela seleção fenotípica direta e indireta de 35 famílias de maracujazeiro amarelo com frutos destinados ao consumo in natura.

Característica	PPFP		PP		SST		LF		CF		DAA		GT(%)
	Gs(%)	$\bar{X} S$	Gs(%)	$\bar{X} S$	Gs(%)	$\bar{X} S$	Gs(%)	$\bar{X} S$	Gs(%)	$\bar{X} S$	Gs(%)	$\bar{X} S$	
PPFP	<b>26,94</b>	6,94	-0,51	89,52	0,13	13,75	-0,35	76,26	-1,14	85,05	-3,11	107,99	<b>21,96</b>
PP	-0,06	4,28	<b>12,42</b>	105,95	-0,08	13,56	1,93	78,93	3,87	90,50	1,4	118,42	<b>16,68</b>
SST	4,17	4,70	-0,68	89,31	<b>0,88</b>	14,38	-0,78	75,77	-1,32	84,85	-0,63	113,72	<b>1,64</b>
LF	-3,16	3,98	7,24	99,38	-0,06	13,58	<b>3,47</b>	80,74	4,17	90,83	2,27	120,44	<b>13,93</b>
CF	-4,38	3,86	8,88	101,47	-0,19	13,47	2,88	80,05	<b>6,16</b>	92,99	2,42	120,77	<b>15,77</b>
DAA	11,21	5,39	-4,6	84,33	0,13	13,74	-1,09	75,40	-2,69	83,36	<b>-5,39</b>	102,71	<b>-2,43</b>

As estimativas de correlação genotípicas quando são superiores às fenotípicas, indicam que as respostas indiretas à seleção deverão apresentar altas magnitudes (Martins, 1999). Contudo, as seleções indiretas não proporcionaram resultados conjuntos satisfatórios em ganhos nas seis características avaliadas, uma vez que o interesse era obter acréscimo nas características PFP, PP, SST, LF e CF, e decréscimo em DAA. Conforme pode ser observado na tabela 6, essa combinação não foi atingida.

Verificou-se que a seleção praticada nas características que expressam o tamanho do fruto proporcionou resposta correlacionada ao aumento da quantidade de polpa. Este fato foi atribuído à alta correlação genética que se verificou entre tais características (PP e LF,  $r_g = 0,88$ ; PP e CF,  $r_g = 0,80$ ).

A produtividade (PFP) foi a que possibilitou maior ganho percentual direto (28,20%), seguido por peso de polpa (PP). A seleção direta, apesar de proporcionar a maximização dos ganhos individuais, não possibilitou a obtenção de ganhos em níveis satisfatórios nos demais caracteres. Assim, se a seleção é praticada apenas sobre a produção (PFP), o ganho seria o maior possível, mas os demais caracteres não seriam contemplados com vantagem, pois o ganho com precocidade (DAA) seria de apenas 3,95%. O mesmo critério de seleção, considerando somente PP, apresenta o seguinte reflexo sobre a produtividade em comparação com a respectiva seleção direta - 1,86 versus o máximo esperado de 28,20% (tabela 6).

Para a estratégia de seleção fenotípica o ganho esperado foi estimado a partir da matriz de média de fêmeas, covariância fenotípica de fêmeas e da matriz de covariância genotípica aditiva de fêmeas. A herdabilidade utilizada (tabela 3), na estimativa dos ganhos de seleção direto e indireto foi a de sentido restrito em nível de fêmea.

São apresentados, na tabela 7, os resultados da seleção direta e indireta Fenotípica nos caracteres PFP, PP, SST, LF, CF, e DAA, de 35 famílias de maracujazeiro amarelo. Os ganhos estão expressos em percentuais (GS%), e objetivam o acréscimo em todos os caracteres, exceto DAA. Os sinais negativos e positivos diante dos valores dos ganhos de seleção representam diminuições ou aumentos das médias das expressões dos caracteres das famílias selecionadas, comparativamente às médias originais das 113 famílias.

Mesmo a seleção direta tendo proporcionado a maximização dos ganhos individuais, não possibilitou a obtenção de ganhos em níveis satisfatórios dos demais caracteres. Conforme pode ser observado na tabela 7, a combinação de ganhos negativos somente para DAA não foi atingida.

Na seleção direta fenotípica relativa a produtividade (PPFP), os ganhos por seleção seriam de 26,94%, seguido por peso de polpa (PP). Selecionando-se exclusivamente quanto a PPFP, os ganhos indiretos relativos a PP e LF e CF seriam de -0,51, -0,35 e -1,14, respectivamente. Neste caso, estaria sendo promovida a redução do peso de polpa e do tamanho do fruto (tabela 7).

As estimativas de ganhos indiretos evidenciam os aspectos negativos da seleção baseada em uma única característica. Elas permitem maiores ganhos na característica sob seleção, mas podem intensificar o desfavorecimento de certos caracteres geneticamente dependentes. Nesse caso, conforme enfatiza Morais (1992), é preferível praticar a seleção considerando as várias características de interesse, como será discutido no próximo tópico.

Contudo, ainda com relação aos ganhos pela seleção direta e indireta, em termos de comparação das estratégias, genotípica e fenotípica, foi verificada grande similaridade das estimativas em ambas as estratégias. Deve ainda ser ressaltado que, em todos os caracteres em estudo os ganhos diretos foram maiores quando utilizada a estratégia genotípica, porém esses acréscimos nos ganhos foram bastante sutis. Observou-se ainda que, em todas as características, o ganho percentual por meio da seleção indireta foi sempre inferior ao obtido pela seleção direta, tanto na estratégia genotípica quanto na fenotípica. De fato, segundo Falconer (1987), a seleção indireta somente seria superior à direta se o caráter associado apresentasse herdabilidade substancialmente maior do que o caráter principal, se a intensidade de seleção no caráter secundário pudesse ser bem maior do que no caráter principal, e se a correlação genética entre os dois fosse alta.

- **Ideótipo de Plantas Produtivas e com Frutos de Alto Peso de Polpa: Índices de Seleção Genotípico e Fenotípico.**

Segundo Hair et al., (2005) a análise de múltiplas variáveis em um único relacionamento ou conjuntos de relações pode ser definido como análise multivariada. A natureza multivariada dos índices de seleção fornecem a opção interessante de obtenção de genótipos que reúnem uma série de atributos favoráveis, e normalmente mais interessante do que os processos de seleção univariada. Além disso, os índices de seleção levam á distribuição de ganhos entre os caracteres mais homogêneos e adequados aos propósitos do programa de melhoramento.

Para aumentar a chance de êxito do programa de melhoramento do maracujazeiro foram definidas as 35 famílias de irmãos completos e meios irmãos que devem ser selecionadas para compor o grupo de genótipos a serem recombinados por diferentes métodos de seleção, no intuito de se escolher aquele que conferir maiores ganhos de acordo com os interesses do programa.

O valor dos índices dependem do desempenho da fêmea com relação à produtividade, peso da polpa, e ao comprimento do fruto e, também, do seu desempenho com relação a outras características a ela relacionados, que se prestaram como caracteres auxiliares da seleção. Para isso, foram estimados pesos apropriados para os caracteres principais e para os demais caracteres auxiliares. Para os cinco índices de seleção utilizados no presente estudo foram feitas análises de seleção genotípica e fenotípica.

Nos índices de seleção foram empregados os pesos econômicos com base nos parâmetros genéticos, e pesos obtidos aleatoriamente por tentativas. Os pesos ditos aleatórios utilizados foram direcionados para que as características principais obtivessem maior importância. A média de cada característica foi utilizada como nível de eliminação ou ponto de corte, quando se adotou o índice de Elston (1963). O estabelecimento de pesos econômicos a partir de estatísticas estimadas dos próprios dados experimentais possibilitam, segundo Cruz (1990) e Cruz et al. (1993), a obtenção de índices que proporcionam ganhos satisfatórios, sendo, portanto, seu uso recomendável neste tipo de estudo.

Foram adotados, em todos os índices, pesos em decréscimo ou negativo para o característica DAA, com o objetivo de serem selecionadas famílias precoces. Conforme pode ser observado nas tabelas 8 e 9, em termos de ganhos percentuais esperados, os índices de seleção genotípicos e fenotípicos, analisados com os referidos pesos econômicos, não foram capazes de proporcionar distribuição de ganhos condizentes com os objetivos do presente trabalho, ressaltando-se que esses ganhos são no sentido positivo para as características PFP, PP, SST, LF e CF, e em sentido negativo para DAA.

A seleção por índices tem a vantagem de possibilitar ganhos melhor distribuídos em todos os caracteres avaliados, de forma que o ganho total seja consistentemente maior, sem, contudo, proporcionar perda significativa nos caracteres principais. Deve-se também ressaltar que combinações mais vantajosas de ganhos podem ser direcionadas

Tabela 8: Estimativas de ganhos percentuais com seleção (Gs%) e ganhos totais percentuais (GT%), nas características (PPFP) produtividade da primeira florada, (PP) peso da polpa com semente, (SST) teor de sólido solúveis totais (<sup>0</sup>Brix), (LF) diâmetro equatorial do fruto, (CF) comprimento de fruto, e (DAA) dias até a antese, obtidos pelos índices de seleção **genotípico** para 35 famílias de maracujazeiro amarelo

Índice	Pesos Econômicos						GS %						GT %
	PPFP	PP	SST	LF	CF	DAA	PPFP	PP	SST	LF	CF	DAA	
SH	1	1	1	1	1	- 1	7,17	11,01	-0,30	2,06	3,46	-0,18	<b>23,22</b>
	10	10	1	1	10	-1	-5,21	11,67	-0,15	2,85	5,89	3,43	<b>18,48</b>
	DP	DP	DP	DP	DP	- DP	2,81	11,85	-0,31	1,77	3,06	0,07	<b>19,25</b>
	CVgf	CVgf	CVgf	CVgf	CVgf	- CVgf	17,75	7,28	-0,32	0,69	1,71	-2,98	<b>24,13</b>
	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	- CVgf/CVe	8,37	8,95	-0,46	1,69	3,79	-1,21	<b>21,13</b>
PB (P/S)	1	1	1	1	1	-1	-3,72	11,20	-0,22	2,81	6,21	3,55	<b>19,83</b>
	10	10	1	1	10	-1	-3,72	11,19	-0,01	2,82	6,21	3,55	<b>20,04</b>
	DP	DP(P	DP	DP	DP	- DP	-0,05	12,44	-0,22	2,01	3,74	1,48	<b>19,04</b>
	CVgf	CVgf	CVgf	CVgf	CVgf	- CVgf	5,36	10,56	-0,14	2,26	5,31	1,99	<b>25,34</b>
	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	- CVgf/CVe	0,69	0,18	-0,007	1,36	4,68	1,77	<b>8,7</b>
W-B	1	1	1	1	1	- 1	7,17	11,01	-0,30	2,06	3,46	-0,18	<b>23,22</b>
	10	10	1	1	10	-1	-5,13	11,67	-0,14	2,85	5,82	3,43	<b>18,5</b>
	DP	DP	DP	DP	DP	- DP	2,81	11,85	-0,31	1,77	3,06	0,07	<b>19,25</b>
	CVgf	CVgf	CVgf	CVgf	CVgf	- CVgf	17,75	7,28	-0,32	0,69	1,71	-2,98	<b>24,13</b>
	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	- CVgf/CVe	8,37	8,95	-0,46	1,69	3,79	-1,21	<b>21,13</b>
MM (S / I) (ranks)	1	1	1	1	1	1	10,29	9,22	0,05	2,26	3,64	0,27	<b>25,73</b>
	10	10	1	1	10	1	8,15	10,58	-0,14	2,24	4,55	1,47	<b>26,85</b>
	DP	DP	DP	DP	DP	DP	6,06	11,18	-0,22	1,81	3,4	-0,25	<b>21,98</b>
	CVgf	CVgf	CVgf	CVgf	CVgf	CVgf	27,97	0,21	0,07	-0,42	-0,97	-4,08	<b>22,78</b>
	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	18,18	6,07	-6,60	1,62	2,96	-1,27	<b>20,96</b>

	Media	Media	Media	Media	Media	Media	24,99	6,90	1,20	0,47	2,85	-2,84	<b>33,57*</b>
E-PP	-0,01	-21,38	-0,34	-4,58	-9,92	-0,06	23,67	0,63	0,08	-0,13	-1,25	-4,43	<b>18,57</b>

\* seleção de 2 famílias.

(SH) Índice Clássico proposto por Smith (1936) e Hazel (1943); (PB) Índice com base nos Ganhos Desejados (Pesek e Baker, 1969); (W-B) Índice Base proposto por Willians (1962); (MM) Índice com Base em Soma de Postos (ou “Ranks”) Proposto por Mulamba e Mock (1978); (E-PP) Índice “Livre de Pesos e Parâmetros” apresentado por Elston (1963).

(DP) Desvio Padrão Genético; (CVgf) Coeficiente de Variação Genético de Fêmea; (CVgf/CVe) razão entre o Coeficiente de Variação Genético de Fêmea e Coeficiente de Variação Ambiental.

PB (P): Variável do tipo principal para as características PFP, PP e CF. PB (S): Variável do tipo secundário para as características SST, LF e DAA.

MM (S): sentido superior do critério de seleção para os caracteres PFP, PP, SST, LF e CF. MM (I): sentido inferior do critério de seleção para a característica DAA.

Tabela 9: Estimativas de ganhos percentuais com seleção (Gs%) e ganhos totais percentuais (GT%) para as características (PPFP) produtividade da primeira florada, (PP) peso da polpa com semente, (SST) teor de sólido solúveis totais (<sup>0</sup>Brix), (LF) diâmetro equatorial do fruto, (CF) comprimento de fruto, e (DAA) dias até a antese, obtidas pelo índice de seleção **fenotípico** de 35 famílias de maracujazeiro amarelo

Índice	Pesos Econômicos						GS %						GT %
	PPFP	PP	SST	LF	CF	DAA	PPFP	PP	SST	LF	CF	DAA	
SH	1	1	1	1	1	- 1	0,17	10,6	-0,39	2,09	4,99	2,24	<b>19,7</b>
	10	10	1	1	10	- 1	-6,42	10,83	-0,11	3,09	5,67	-3,34	<b>9,72</b>
	DP	DP	DP	DP	DP	- DP	-0,93	10,57	-0,44	1,96	4,37	2,12	<b>17,65</b>
	CVgf	CVgf	CVgf	CVgf	CVgf	- CVgf	20,59	5,38	-0,28	-0,03	1,26	-1,82	<b>28,74</b>
	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	- CVgf/CVe	6,66	9,4	-0,46	1,24	3,92	1,18	<b>21,94</b>
PB (P/S)	1P	1P	1S	1S	1P	- 1S	21,86	4,07	0,04	0,06	2,09	-2,01	<b>26,11</b>
	10	10	1	1	10	- 1	21,86	4,07	0,04	0,06	2,09	-2,01	<b>26,11</b>
	DP	DP	DP	DP	DP	- DP	19,83	5,48	-0,05	0,59	2,98	-1,45	<b>27,38</b>
	CVgf	CVgf	CVgf	CVgf	CVgf	- CVgf	23,6	3,4	0,05	-0,16	1,03	-2,95	<b>24,97</b>
	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	- CVgf/CVe	21,2	2,89	0,09	0	2,19	-2,24	<b>24,13</b>
W-B	1	1	1	1	1	- 1	6,29	10,25	-0,11	1,84	3,31	-1,26	<b>20,32</b>
	10	10	1	1	10	- 1	-0,19	11,79	-0,09	2,31	5,11	1,87	<b>20,8</b>
	DP	DP	DP	DP	DP	- DP	5,33	10,99	-0,08	1,66	2,9	-1,01	<b>19,78</b>
	CVgf	CVgf	CVgf	CVgf	CVgf	- CVgf	19,31	6,73	0,06	0,47	0,69	-3,14	<b>24,12</b>
	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	- CVgf/CVe	11,03	6,82	-0,02	1,42	2,65	-2,87	<b>19,03</b>
MM (S/I) (ranks)	1S	1S	1S	1S	1S	1I	8,21	9,13	0,27	2,27	3,34	-0,27	<b>22,95</b>
	10	10	1	1	10	1	9,49	9,5	-0,15	2	4,56	0,24	<b>23,64</b>
	DP	DP	DP	DP	DP	DP	3,79	11,34	-0,05	2,06	3,69	-0,22	<b>20,61</b>
	CVgf	CVgf	CVgf	CVgf	CVgf	CVgf	25,8	2,59	0,16	-0,18	-0,25	-3,08	<b>25,04</b>
	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	CVgf/CVe	14,84	5,75	0,1	1,89	3,37	-1,43	<b>24,52</b>

E-PP	Media	Media	Media	Media	Media	Media	25,8	8,02	0,97	0,78	3,1	-2,75	<b>35,92*</b>
	4,29	70	13	65	75	130	22,64	1,51	0,34	-0,47	-1,15	-2,62	<b>20,25</b>
	3	70	13	70	80	130	15,1	3,72	0,36	0,99	0,96	-1,7	<b>19,43</b>

\* seleção de 2 Famílias.

(SH) Índice Clássico proposto por Smith (1936) e Hazel (1943); (PB) Índice com base nos Ganhos Desejados (Pesek e Baker, 1969); (W-B) Índice Base proposto por Willians (1962); (MM) Índice com Base em Soma de Postos (ou “Ranks”) Proposto por Mulamba e Mock (1978); (E-PP) Índice “Livre de Pesos e Parâmetros” apresentado por Elston (1963).

(DP) Desvio Padrão Genético; (CVgf) Coeficiente de Variação Genético de Fêmea; (CVgf/CVe) razão entre o Coeficiente de Variação Genético de Fêmea e Coeficiente de Variação Ambiental.

PB (P): Variável do tipo principal para as características PFP, PP e CF. PB (S): Variável do tipo secundário para as características SST, LF e DAA.

MM (S): sentido superior do critério de seleção para os caracteres PFP, PP, SST, LF e CF. MM (I): sentido inferior do critério de seleção para a característica DAA.

quando vários caracteres são considerados como principais e que tal estratégia não é possível pela técnica da seleção direta. No presente estudo foram consideradas, no índice como principais as características PFP e PP e CF e os demais como secundários.

A avaliação de diversos índices de seleção evidenciou que eles proporcionam ganhos totais superiores ao obtido mediante a seleção em um só caráter, ou seja, mediante a seleção direta. Verificando-se as tabelas 8 e 9, fica evidente, que tanto em análise genotípica quanto fenotípica, os maiores ganhos são observados, em todos os cinco índices em estudos quando aplicado o CVgf como peso econômico.

O coeficiente de variação genético foi considerado por Cruz (1990) como o peso mais apropriado para estimar ganhos usando índices de seleção, em milho comum. Granate et al. (2002) afirmaram que para o melhoramento da população de milho pipoca os pesos obtidos por tentativas foram os mais vantajosos. Martins (1999), em eucalipto, ao utilizar o coeficiente de variação genético como peso do índice clássico (Smith, 1936; Hazel, 1943), não obteve os resultados desejados, e então optou por usar como pesos valores baseados em estatísticas dos próprios dados.

Como relatado anteriormente, a análise genotípica foi alicerçada com base nos escores das famílias. Dessa forma foi levado em consideração não só o valor da progênie, mas também as informações adicionais dos valores fenotípicos das famílias de irmãos completos e meios irmãos. Esses valores foram estimados pelo desvio da média da população. A aplicação da seleção combinada (análise genotípica) nos índices de seleção proporcionou a comparação com a análise fenotípica (médias fenotípicas). Como pode ser observado não houve diferenças relevantes entre essas duas formas de análise levando à discussão de que variâncias e covariâncias fenotípicas são determinadas predominantemente por causas genéticas, pois os valores genotípicos e fenotípicos são muito próximos em todas as características, pesos econômicos e índices analisados.

O uso do índice de seleção de Smith (1936) e Hazel (1943) (SH) não permitiu obter ganhos preditos simultâneos favoráveis nas características. Com os cinco

conjuntos de pesos, os ganhos preditos em PFP foram maiores quando usado o peso de CVgf para essa característica, com relação a análise genotípica e fenotípica. Após as várias tentativas, atribuindo pesos econômicos de várias grandezas, conseguiu-se prever ganhos simultâneos favoráveis nas características, sendo o maior ganho percentual (fenotípico) conjunto obtido pelo índice SH foi de 28,74% (tabela 8 e 9).

Ainda na análise do índice SH em relação a SST os ganhos, apesar de poderem ser considerados pequenos, não são desejáveis na sua maioria. Os ganhos preditos na característica SST foram negativos, o que não é interessante, porém esses dados não são tão preocupantes na busca do ideótipo de plantas produtivas, precoces e com frutos de características de mesa, porque a redução é muito pequena e não traria grandes perdas.

O índice de seleção de Pesek e Baker (1969) (PB) permitiu prever ganhos totais superiores aos do índice de SH na análise fenotípica, exceto quando usado o peso econômico CVgf. Martins (1999), em eucalipto, considerou o índice de PB mais eficiente do que o índice clássico (SH). Porém a mesma discussão não é possível para a presente análise (tabela 8 e 9).

O índice de seleção base (Williams, 1962) (W-B) permitiu a obtenção de estimativas de ganhos preditos simultâneos favoráveis nas duas características de maior interesse, PFP e PP, com o peso CVgf e com isso, a seleção de 35 famílias de maracujazeiro com ganhos em produtividade e peso de polpa. O índice W-B também se destacou por ganhos totais efetivamente altos, tanto em análise genotípica quanto fenotípica, 24,13% e 24,12%, respectivamente. Esses ganhos totais foram obtidos a partir da utilização do peso CVgf, em ambas as análises (tabela 8 e 9). Segundo Baker (1986), os pesos econômicos devem ser estabelecidos respeitando-se a proporcionalidade de valores econômicos relativos das características envolvidas. Entretanto, esta não tem sido uma tarefa fácil e alternativas para evitar a falta de precisão na fixação dos pesos econômicos têm sido relatadas.

De acordo com Cruz (1990), os índices propostos por Elston (1963) (E-PP) e Mulamba & Mock (1978) (MM) caracterizam-se por eliminar a necessidade de

fixar pesos econômicos relativos às várias características e de estimar as variâncias e covariâncias fenotípicas e genotípicas, que muitas vezes, provocam distorções no índice clássico, em função da baixa precisão a que estão associadas. Baseando-se nessas considerações, verifica-se que o índice de MM pode ser considerado bastante promissor neste programa de melhoramento de maracujazeiro, por ter apresentado ganhos percentuais bem distribuídos em cada característica, além da simplicidade em sua construção.

Resultados promissores com o índice MM também foram obtidos por Barbosa (1997) em batata. No presente estudo, MM também foi um dos índices com melhores ganhos totais e que atenderam ao objetivo do presente estudo com famílias de maracujazeiro, pois este índice alcançou ganho total, 26,85% na análise genotípica (tabela 8).

O índice E-PP, na análise de seleção genotípica e na fenotípica, proporcionou a obtenção de ganhos satisfatórios em todas as características em estudo. Além disso, E-PP também foi, utilizando como peso econômico as médias das características, o índice que apresentou o maior ganho total, em se tratando de seleção genotípica, 33,57%. Porém deve se ressaltar que, apesar de todo destaque, esse índice não alcançou o nível de seleção de 35 famílias (Tabela 8 e 9). Essa redução drástica das famílias selecionadas é indesejável, tendo em vista a alta intensidade de seleção que ocorreria na população em estudo. Como discutido por Barbosa e Pinto (1997), a alternativa para contornar essa situação seria a de aumentar a proporção de selecionados ajustando os limites mínimos e máximos para cada característica, possibilitando a seleção de percentagem significativa de genótipos.

As famílias de maracujazeiro 108, 6, 29, 7, 20, 93, 3, 33, 8, 89, 54, 4, 2, 60, 50, 9, 61, 41, 1, 57, 58, 92, 85, 35, 59, 88, 21, 109, 49, 15, 77, 55, 40, 23, e 56 foram as 35 mais selecionadas por meio dos índices de seleção, portanto são indicadas para serem recombinadas e darem origem ao próximo ciclo de seleção.

Por possuírem diferentes princípios, os índices estimados com diferentes pesos obtiveram ganhos distintos. Como o objetivo principal deste trabalho é de se melhorar a produtividade e o peso da polpa, e ainda o aumento do comprimento

dos frutos, desejando almejar o ideótipo de plantas com frutos de características de mesa, uma comparação simples entre os resultados dos ganhos totais demonstram que foram satisfatórios os índices SH, PB, W-B, e MM (tabela 8 e 9). Os quatro índices citados proporcionaram ganhos totais satisfatórios a partir da análise genotípica e fenotípica, quando usado o peso CVgf sendo considerado procedimento viável no melhoramento simultâneo de várias características do maracujazeiro amarelo, nesta população de famílias, podendo atender a diversos critérios de seleção, conforme os objetivos do melhorista.

## **5. Conclusões**

As análises proporcionaram, em geral, as seguintes conclusões:

- As seleções indiretas não proporcionaram resultados conjuntos satisfatórios em ganhos nas seis características avaliadas.
- Verificou-se que a seleção praticada nas características que expressam o tamanho do fruto proporcionou resposta correlacionada ao aumento da quantidade de polpa.
- Com relação aos ganhos pela seleção direta e indireta, em termos de comparação das estratégias genotípica e fenotípica, foi verificada grande similaridade das estimativas obtidos por ambas as estratégias.
- Ficou evidente, tanto para a análise genotípica quanto fenotípica, que os maiores ganhos são observados, em todos os cinco índices em estudos, quando foi aplicado o coeficiente de variação genético de fêmea como peso econômico.
- Foram satisfatórios os índices Smith e Hazel, Pesek e Baker, Williams, e Mulamba e Mock, pois proporcionaram ganhos totais satisfatórios a partir da análise genotípica e fenotípica.

## Referência:

Barbosa, M.H.P.; Pinto, C.A.B.P. Eficiência de Índices de Seleção na Identificação de Clones Superiores de Batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.2. 1998.

Baker, R.J. **Selection Indices in Plant Breeding**. Florida: CRC Press, 218p. 1986.

Comstock, R.E.; Robinson, H.F. The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. **Biometrics**, North Caroline, v. 4, p. 254-266. 1948.

Castoldi, F.L. **Comparação de Métodos Multivariados Aplicados na Seleção em Milho**. Tese Doutorado: Viçosa:UFV, 1997.

Cruz, C. D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. 188 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 1990.

Cruz, C. D. **Programa Genes**: aplicativo computacional em genética e estatística: versão Windows. Viçosa: UFV. 648 p. 2001.

Cruz, C. D., **Princípios de Genética Quantitativa**. Viçosa: UFV, 1.ed. 394p. 2005.

Cruz, C.D., Carneiro; P.C.S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. Viçosa: UFV, 585p. 2003.

Cruz, C.D., Regazzi, A.J.; Carneiro, P.C.S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. Viçosa: UFV, 3.ed. 480p. 2004.

Cruz, C. D., Vencovsky, R.; Silva, S. O. e; Tosello, G. A. Comparison of gains from selection among corn progenies, based on different criteria. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 16, n. 1, p. 79-89. 1993.

Elston, R. C. A weight-free index for the purpose of ranking or selection with respect to several traits at a time. **Biometrics**, Alexandria, v. 19, n. 1, p. 85-97. 1963.

Falconer, D.S. **Introdução à Genética Quantitativa**. Viçosa: UFV, 279p. 1987.

Falconer, D.S.; Mackay, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. London: Logman. 464p. 1996.

Furtado, M.R. **Alternativas de seleção no delineamento I de Comstock e Robinson, em milho**. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento), UFV, Viçosa. 1996.

Granate, M. J.; Cruz, C. D.; Pacheco, C. A. P. Predição de ganhos genético com diferentes índices de seleção no milho de pipoca CMS-43. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 1001-1008. 2002.

Hair, J.F.; Anderson, R.E.; Tatham, R. L.; Black W.C. **Análise Multivariada de Dados**. Trad. Adonai Schlup Sant'Anna e Anselmo Chaves Neto. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

Hallauer, A. R.; Miranda Filho, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. 2. ed. Ames: Iowa State University Press, 468 p. 1988.

Hazel, H. N. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, Menasha, v. 28, n. 6, p. 476-490, 1943.

Martins, I. S. **Comparação entre métodos uni e multivariados aplicados na seleção em Eucalyptus grandis**. Tese doutorado: UFV. Viçosa. 94p. 1999.

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 of Genetics and Cytology**, Alexandria, v.7, p40-51, 1978.

Pesek, J.; Baker, R.J. Desired improvement in relation to selected indices. **Canadian Journal of Plant Sciences**, Ottawa, v. 49, n. 6, p. 803-804. 1969.

Smith, H. F. A discriminant function for plant selection. **Annals of Eugenics**, London, v. 7, p. 240-250, 1936.

Viana, A.P. **Correlações e parâmetros genéticos em populações de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) e diversidade molecular no gênero *Passiflora***. Tese Doutorado. UENF, 98p. 2001.

Williams, J. S. The evolution of a selection index. **Biometrics**, Alexandria, v. 18, n. 4, p. 375-393, 1962.

## **Capítulo III: Relação entre Caracteres de Importância Agronômica no Maracujazeiro Amarelo.**

### **1. Introdução**

O maracujazeiro pertence à família Passifloraceae que tem entre suas principais espécies de importância econômica *Passiflora edulis* Sims e a forma botânica *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener, conhecida como maracujá amarelo (Bruckner et al., 2002). O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá amarelo. Os principais estados produtores são Pará, Bahia, São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais com destaque para o estado da Bahia (FNP Consultoria e Agroinformativos, 2004).

O maracujazeiro tem boa aceitação devido ao seu sabor, seu aroma e qualidade do suco, sendo consumido de diversas formas. O suco é o principal produto econômico obtido do fruto, sendo que também existe a possibilidade de uso da casca e das sementes. Da casca é extraída a pectina, utilizada na produção de geléias e produtos farmacêuticos (Jordão e Bonnas, 1996). As sementes constituem cerca de 10% do peso do fruto e é constituída de até 25% de óleo (Matsura e Folegatti, 1999).

Nas espécies frutíferas, a qualidade dos frutos determina a aceitação do produto. Diante das exigências dos produtores e consumidores, o estudo das correlações entre as características torna-se de grande importância por direcionar o futuro do programa de melhoramento, pois auxilia o melhoramento de diversas características simultaneamente. Para estudo de associação entre caracteres pode-se citar várias técnicas biométricas, tais como correlação canônica e análise de trilha.

A análise de correlação canônica possibilita explicar a relação entre dois conjuntos de variáveis, encontrando um pequeno número de combinações lineares, em cada um dos conjuntos de variáveis, de modo a maximizar as correlações possíveis entre os grupos. A análise das variáveis canônicas (obtidas pelas combinações lineares) pode ser de grande utilidade no estudo de

dependências multivariadas. O estudo dos efeitos diretos e indiretos de caracteres sobre uma variável básica, no melhoramento genético de plantas, permite avaliar se a relação entre duas variáveis é de causa e efeito ou determinada pela influência de outra ou outras variáveis. A análise de trilha pode ser feita a partir de correlações fenotípicas, genotípicas ou ambientais (Cruz e Carneiro, 2003).

## **2. Objetivo**

- Verificar a associação entre caracteres qualitativos do fruto do maracujazeiro, e relacionar a maturação com as demais características.
- Indicar método que permita efetuar, de forma confiável, seleção rápida de famílias de irmãos completos e meios irmãos de maracujazeiro, associados às características desejáveis.

## **3. Material e Métodos**

### **3.1. Obtenção das famílias de Irmãos Completos e Meios Irmãos e Descrição do Experimento**

O material genético experimental foi obtido a partir da metodologia descrita no item 3.1, do capítulo I, desta tese. O experimento e o delineamento genético estatístico estão descritos no item 3.2.

### **3.2. Análise de Correlação Canônica**

Pela análise de correlação canônica avaliou-se a relação entre dois grupos de variáveis. O primeiro (grupo x) foi constituído pelas seguintes características: número de ácaros (NA), dias até a antese (DAA), e teor de sólido solúveis totais (<sup>o</sup>Brix) (SST). O segundo (grupo y): produtividade da primeira florada (g/parcela (21m<sup>2</sup>)) (PPFP), peso de polpa (g) (PP), diâmetro equatorial (LF) e comprimento de fruto (mm) (CF).

A incidência natural de ácaro rajado (NA) foi quantificada pelo número médio de adultos. A contagem foi feita no campo, no ramo terciário, na 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> folha. Esta contagem foi efetuada diretamente com lupa modelo Magnifier 8250 G, com 50 mm de diâmetro e aumento de 3,5 vezes, sendo estipulado o campo visual de 2,5 cm<sup>2</sup>. A contagem foi realizada na folha trilobada do maracujazeiro, na face abaxial e nos dois pontos de interseção centrais a nervura. O número de ácaros foi estimado a partir da soma dos dois quadrantes de cada folha, das três folhas, e da média das três plantas por parcela. Foram admitidos dois grupos de variáveis X e Y, definidas como:

$X' = [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_p]$  = vetor das medidas de p caracteres que constituem o grupo I.

$Y' = [y_1 \ y_2 \ \dots \ y_q]$  = vetor das medidas de q caracteres que constituem o grupo II.

A estimação da máxima correlação entre combinações lineares de caracteres do grupo I e II, e os respectivos coeficientes de ponderação dos caracteres em cada combinação linear, foi dado por:

$X_1 = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_px_p$ , e,  $y_1 = b_1y_1 + b_2y_2 + \dots + b_qy_q$ . Em que,

$a' = [a_1 \ a_2 \ \dots \ a_p]$  = vetor 1 x p de pesos dos caracteres do grupo I.

$b' = [b_1 \ b_2 \ \dots \ b_q]$  = vetor 1 x q de pesos dos caracteres do grupo II.

A primeira correlação canônica foi expressa por:

$r_1 = \text{Cov}(X_1, Y_1) / (V(X_1) \cdot V(Y_1))^{0,5}$ , sendo:

$\text{Cov}(X_1, Y_1) = a' S_{12}b$ ,

$V(X_1) = a'S_{11}a$ ,

$V(y_1) = a'S_{22}b$ , em que:

$S_{11}$  = matriz p x p de covariâncias entre os caracteres do grupo I;

$S_{22}$  = matriz q x q de covariâncias entre os caracteres do grupo II;

$S_{12}$  = matriz p x q de covariâncias entre os caracteres dos grupos I e II.

Foi utilizada a metodologia descrita por Cruz et al. (2004), e o aplicativo computacional Genes (Cruz, 2001), versão 2005.

### 3.3. Análise de Trilha

Uma amostra de dez progênies (Família de irmão-completo e meios irmãos), das 113 descritos no item 3.1, foram utilizadas para compor o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições e três plantas por parcela.

Foi feita a análise de trilha entre a coloração da polpa do fruto (CLP), maturação do fruto (MTF), acidez total titulável (ATT), teor de sólido solúveis totais (SST), e razão entre e o teor de sólido solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT).

A análise de trilha consistiu do estudo dos efeitos diretos e indiretos dos explicativos (X), citados acima, sobre a variável dependente coloração da polpa do maracujá (Y). Por ser considerado Y um caráter complexo, resultante da ação conjunta de outros caracteres, é possível estabelecer o seguinte modelo:

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon.$$

em que:  $X_1, X_2, \dots, X_n$  são as variáveis explicativas, e Y a variável base (ou variável dependente).

Foram estimados os efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas sobre a variável-base, expressando-se os resultados conforme esquema a seguir. Para o caso de  $x_1$ , por exemplo, têm-se:

Variável: $x_1$	Estimativas
Efeito direto sobre y	$p_1$
Efeito indireto via $x_2$	$p_2 r_{12}$
Efeito indireto via $x_3$	$p_3 r_{13}$
...	...
Efeito indireto via $x_n$	$p_n r_{1n}$
Total	$r_{1y}$

$$\text{Assim: } r_{iy} = p_i + \sum_{j \neq i}^n p_j r_{ij}, \text{ sendo:}$$

$r_{iy}$ : correlação entre a variável principal (y) e a i-ésima variável explicativa;

$p_i$ : medida do efeito direto da variável i sobre a variável principal; e

$p_j r_{ij}$ : medida do efeito indireto da variável i, via variável j, sobre a variável principal.

Foi utilizada a metodologia descrita por Cruz et al. (2004), e o aplicativo computacional Genes (Cruz, 2001), versão 2005.

### 3.3.1 Caracteres avaliados

#### Maturação do fruto (Variável Principal) (MTF)

A classificação dos frutos com relação a maturação foi feita a partir da separação dos frutos pela coloração da casca, conforme escala de notas proposta pela Norma de Classificação do Programa Brasileiro de Melhoria do Padrões Comerciais e de Embalagens de Hortigranjeiros do Maracujá Azedo (2000). Conforme descrito, a seguir na tabela 1.

Tabela 1: Escala de notas adotada para avaliação de maturação dos frutos de maracujazeiro

Nota	Descrição
1	Predominantemente verde, no mínimo 30% da cor final.
2	Predominantemente na cor final. Mesclado com verde.
3	Totalmente na cor final. Amarelo

#### Acidez total titulável (ATT)

A acidez total titulável foi determinada de acordo com a metodologia recomendada pela AOAC (1990) e modificada por ARAÚJO (2001), titulando-se com NaOH 0,5 mol.L<sup>-1</sup>, sob agitação, 5 ml de suco de cada fruto para cada um dos três tipos de maturação pré estabelecido anteriormente. Em seguida, estes foram diluídos em água destilada na proporção de 5:1, usando-se como indicador fenolftaleína a 1 g/L. Os resultados foram expressos em grama equivalente de ácido cítrico por 100 ml de suco, após a aplicação de seguinte fórmula:

(G) = equivalente de ácido cítrico por 100 ml de suco =  $V \cdot f \cdot N \cdot PE \cdot 100 / P$  em que:

V = volume de NaOH 0,5 mol.L<sup>-1</sup>, gasto na titulação;

f = fator de correção devido à padronização de 0,94;

N = normalidade do NaOH (eq.L<sup>-1</sup>) foi de 0,5;

PE = peso equivalente do ácido cítrico (g. eq<sup>-1</sup>) de 64; e

P = volume de suco (ml) de 5.

### Teor de sólidos solúveis totais (SST)

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado por refratometria, utilizando-se um refratômetro portátil, com leitura na faixa de 0 a 32 °Brix, após a extração e filtragem em peneira de tela de 'nylon' do suco de cada fruto.

### SST/ATT

A razão foi obtida pela divisão do teor de sólidos solúveis totais (SST) pela acidez total titulável (ATT).

### Coloração da Polpa (CLP)

A coloração da polpa foi determinada a partir de escala de cores definida na tabela a seguir:

Tabela 2: Escala de notas adotada para avaliação da coloração dos frutos de maracujazeiro

Nota	6	5	4	3	2	1
Cores						
Descrição	Laranja	Laranja claro	Ouro	Amarelo	Amarelo Claro	Amarelo branqueado
Matiz	17	25	34	42	42	42
Saturação	255	255	255	255	255	255
Luminosidade	128	128	128	128	204	242
Vermelho	255	255	255	255	255	255
Verde	102	153	204	255	255	255
Azul	0	0	0	0	153	249

Após a extração do suco de cada fruto, de cada um dos três pontos de maturação, as notas foram estabelecida a partir da comparação visual que foi estabelecida entre a cartela de notas e 20 ml do suco puro sem sementes. A comparação visual foi feita por cinco avaliadores, e o resultado final foi obtido a partir da identificação do maior número de indicações a uma das classes.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Correlações Canônicas

Na tabela 1 do capítulo I, desta tese, apresentam-se os resultados das análises de variância, a média geral e o coeficiente de variação, e os parâmetros genéticos relativos às sete características estudadas neste capítulo. Tais como os do grupo I: número de ácaros (NA), dias até a antese (DAA), e teor de sólido solúveis totais (<sup>0</sup>Brix) (SST). E ainda os que compõem o grupo II: produtividade da primeira florada (g/parcela (21m<sup>2</sup>)) (PPFP), peso de polpa (g) (PP), diâmetro equatorial (LF) e comprimento de fruto (mm) (CF). Apenas há uma ressalva para a característica número de ácaro (NA), cuja a análise de variância está apresentada no capítulo IV.

Quando as variáveis estão correlacionadas entre si, pode ser que haja multicolinearidade entre elas, o que poderá acarretar efeitos indesejáveis nas análises de correlações canônicas. Sendo assim, foi feito o diagnóstico de multicolinearidade, conforme Cruz e Carneiro (2003). Com o resultado da análise verificou-se a ausência de colinearidade entre as características, tornando possível a realização das análises canônicas.

Verificando-se a tabela 3, conclui-se que os grupos não são independentes, e que as associações intergrupos são estabelecidas, pela alta significância evidenciada pelo teste qui-quadrado. Desta forma, algumas discussões foram realizadas.

Os genótipos de maracujazeiro menos produtivos, porém com frutos de maiores dimensões (comprimento e diâmetro equatorial), caracterizaram-se também pela necessidade de mais dias até a antese. Ou seja, nesta população em estudo, genótipos menos produtivos também são tardios na produção.

Os frutos mais largos, e menos compridos possuem maiores teores de sólido solúveis totais, sendo assim, os frutos analisados como arredondados também tiveram maior teor de SST.

Para este estudo, pode-se discutir que a redução do comprimento dos frutos, e maior peso da polpa ocasionaram o aumento do número de ácaros. Sugere-se que estudos mais elaborados deverão ser aprofundados com o intuito

de evidenciar se frutos com maiores rendimentos de suco são também mais suscetíveis a ácaros.

Com o objetivo de se conhecer as correlações canônicas entre características do maracujazeiro amarelo, Viana et al. (2003) verificou que, de modo geral, nos dois ambientes do estudo, indivíduos com frutos mais largos tiveram teores de SST mais elevados. Os resultados encontrados pelo autor estão de acordo com os discutidos no presente estudo.

Tabela 3: Correlações canônicas e pares canônicos estimadas entre componentes primários (Grupo I) e secundários (Grupo II) relacionados às características do maracujazeiro amarelo

Características	Pares Canônicos		
	1º	2º	3º
NA	-0,0908	-0,5275	0,8637
DAA	0,9481	0,1052	0,3330
SST	-0,2405	0,8933	0,3946
PPFP	-0,7566	-0,4476	-0,1777
PP	-0,0603	-0,4411	1,2147
CF	0,5557	-0,9377	-0,9195
LF	0,5533	0,9044	0,1321
r	0,8583**	0,6264**	0,4989**

\*\*Significativo pelo teste de Qui-quadrado a 1% de probabilidade.

Grupo I: (NA) número de ácaros, (DAA) dias até a antese, e (SST) teor de sólido solúveis totais (<sup>0</sup>Brix).

Grupo II: (PPFP) produtividade da primeira florada (g/parcela (21m<sup>2</sup>)), (PP) peso de polpa (g), (LF) diâmetro equatorial e (CF) comprimento de fruto (mm).

## 4.2. Análise de trilha

Encontram-se na tabela 4 os resultados das análises de variância das cinco características qualitativas do maracujazeiro, bem como os coeficientes de variação e as médias, das 10 famílias de irmãos completos e meios irmãos tomados aleatoriamente.

As características em estudo são maturação do fruto (MTF), coloração da polpa (CLP), acidez da polpa (ATT), teor de sólido solúveis totais (<sup>0</sup>Brix) (SST) e razão entre o teor de sólido solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT).

Pode-se verificar em análise sobre a tabela 4 que, em todas as características encontram-se diferenças significativas entre as famílias pelo teste F, indicando a existência de variabilidade e a possibilidade de ganho por seleção. Em todas as características estudadas foram verificados coeficientes de variação considerados de alta magnitude. Valores de coeficiente de variação alto podem indicar a variabilidade genética existente entre os genótipos estudados, no presente caso famílias.

As estimativas dos efeitos diretos e indiretos dos componentes primários qualitativos sobre a maturação do fruto de maracujazeiro estão explícitas na tabela 5. Nota-se que o teor de sólido solúveis totais, SST, possui efeito direto positivo com relação a variável base (coloração da polpa), deixando claro que coloração de polpa mais intenso também se caracterizam por maiores teores SST.

Albuquerque (2001), em estudo sobre a associação entre caracteres da produção do maracujazeiro, verificou que a partir da avaliação das correlações simples e parciais e da análise de trilha, pode ser concluído que é possível à obtenção de ganhos de peso do fruto por meio da seleção indireta no comprimento e no diâmetro do fruto e no peso da polpa confirmando que podem ser vantajosos estudos de correlações entre características do maracujazeiro amarelo.

Tabela 4: Resumo da análise de variância de características de frutos de 10 Famílias de Irmãos Completos e Meios Irmãos de maracujazeiro amarelo

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.				
		MTF	CLP	ATT	STT	STT/ATT
Bloco	2	0,3	0,13	2,74	5,73	0,10
Tratamento	9	6,0*	15,26**	28,46*	108,10*	2,69*
Resíduo	18	0,3	0,65	1,8	8,03	0,19
Total	29					
Média		2,0	1,56	6,85	10,3	1,93
CV (%)		54,77	51,53	61,68	61,68	66,43

(\*\*)(\*) Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

(MTF) Maturação do fruto, (CLP) Coloração da polpa, (ATT) Acidez da polpa, e (STT) teor de sólido solúveis totais (<sup>0</sup>Brix), (SST/ATT) razão entre e o teor de sólido solúveis totais e acidez total titulável.

Tabela 5: Efeitos diretos e indiretos dos componentes qualitativos do maracujazeiro com relação à coloração da polpa do fruto do maracujazeiro

<b>Característica</b>	<b>Efeito</b>	<b>Estimativa</b>
SST	Direto sobre <b>Coloração</b>	0,8184
	Indireto via MAT	-0,0744
	Indireto via ATT	-0,5115
	Indireto via STT/ATT	0,7657
	<b>Total</b>	<b>0,9982</b>
MAT	Direto sobre <b>Coloração</b>	0,7683
	Indireto via STT	-0,0747
	Indireto via ATT	-0,5092
	Indireto via STT/ATT	0,8090
	<b>Total</b>	<b>0,9933</b>
ATT	Direto sobre <b>Coloração</b>	-0,5084
	Indireto via STT	0,7703
	Indireto via MAT	-0,8071
	Indireto via STT/ATT	-0,0745
	<b>Total</b>	<b>0,9943</b>
STT/ATT	Direto sobre <b>Coloração</b>	0,8224
	Indireto via STT	0,7559
	Indireto via MAT	-0,0735
	Indireto via ATT	-0,5090
	<b>Total</b>	<b>0,9958</b>

Coeficiente de Determinação: 1,00

Efeito da Variável Residual: 0,00

(MTF) Maturação do fruto, (CLP) Coloração da polpa, (ATT) Acidez da polpa, e (STT) teor de sólido solúveis totais (<sup>0</sup>Brix), razão entre e o teor de sólido solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT).

A nota para coloração da polpa tem efeito direto positivo sobre a maturação dos frutos, mostrando que quanto mais maduro o fruto mais laranja intenso é a coloração da polpa. A variável base, coloração da polpa, possui alta correlação negativa com a acidez da polpa, e positiva com a razão entre o teor de sólido solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT), evidenciando que frutos com polpa de coloração mais intensa são também menos ácidos e com maior SST/ATT.

Os desdobramentos dos coeficientes de correlação são feitos pela análise de trilha, desenvolvida por Wright (1921 e 1923) e mais detalhada por Li (1975). Apesar de a correlação ser intrínseca a dois caracteres em determinada condição experimental, sua decomposição é dependente do conjunto de caracteres em estudos. Nos casos em que se considera um único modelo causal, a análise de trilha é simplesmente a análise de regressão parcial padronizada, sendo útil no desdobramento dos coeficientes de correlação em efeito direto e indireto (Cruz et al., 2004).

A razão entre o teor de sólidos solúveis totais e a acidez total titulável foi o principal determinante da coloração da polpa dos frutos de maracujazeiro, no presente estudo. É possível a obtenção de ganhos na razão entre o teor de sólidos solúveis totais e a acidez total titulável (SST/ATT) por meio da seleção direta sobre a coloração da polpa. Entretanto, deve-se considerar que a coloração é bastante influenciada pelo estágio de maturação, o que pode mascarar diferenças entre genótipos. Segundo Vangdal (1981), a relação SST/ATT deve ser considerada como indicativo da palatabilidade dos frutos, sendo então de grande importância a alta relação entre estes caracteres principalmente para a indústria de sucos.

## **5.Conclusões**

### **Correlação Canônica**

- Genótipos de maracujazeiro menos produtivos, porém com frutos de maiores dimensões, caracterizam-se também pela necessidade de mais dias até a antese.
- Frutos mais arredondados estão associados a maior teor de sólidos solúveis totais.

### **Análise de trilha**

- A coloração de polpa mais intensa também se caracteriza por maiores teores de sólidos solúveis totais.
- Quanto mais maduro o fruto mais laranja intenso é a coloração da polpa.
- A razão entre o teor de sólidos solúveis totais e a acidez total titulável foi o principal determinante da coloração da polpa dos frutos de maracujazeiro.

## Referência:

Albuquerque, A.S. **Seleção de genitores e híbridos em maracujazeiro (*Passiflora edulis Sims*)**. 90p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

Araújo, R. da C. **Produção, qualidade de frutos e teores foliares de nutrientes no maracujazeiro amarelo em resposta à nutrição potássica**. 103 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

Bruckner, C.H; Meletti, A.M.M.; Otoni, W. C.; Zerbini Junior, F. M. **Maracujazeiro**. In. Bruckner, C.H. Melhoramento de fruteiras tropicais. Editora UFV, Viçosa, 422p. 2002.

Cruz, C.D., **Princípios de Genética Quantitativa**. Viçosa: UFV, 1.ed. 394p. 2005.

Cruz, C.D. **Programa Genes: versão Windows**; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 648p. (versão 2005), 2001.

Cruz, C.D.; Carneiro, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 585p. 2003.

FNP CONSULTORIA; AGROINFORMATIVOS. **Agrianual 2004**: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo, p.359-365: maracujá. 2003.

Jordão, P.R.; Bonnas, D.S. Aproveitamento de casca de maracujá, como subproduto da extração do suco, para fabricação de pectina. In: **Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 14. Curitiba, Resumos... Londrina: IAPAR, p.348. 1996.

Matsura, F.C.A.V.; Folegatti, M.I.S. Produtos. In: Lima, A. de A. (coord.) **O cultivo do maracujá**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, Circular Técnico nº 35, p. 103-108. 1999.

Normas de Classificação do Maracujá (*Passiflora edulis* Sims). **Programa Brasileiro para a melhoria dos padrões comerciais e embalagens de hortigranjeiros**. 2000.

Vandgal, E. Ripening of plums. Forsking og Forsok i Landbrukshogskole. **Lofthus**, v. 32, n. 1, p. 13-20, 1981.

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, n. 2, p. 133-140, 2003.

## **Capítulo IV: Avaliação do Comportamento de Famílias de Irmãos Completos e meios irmãos do Maracujazeiro Amarelo com Relação ao Ácaro rajado.**

### **1. Introdução**

O maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) encontra excelentes condições para seu cultivo e está em franca expansão no Brasil. É apreciado pela qualidade do suco, do aroma e do sabor bastante agradáveis.

O maracujazeiro foi incorporado às culturas de valor comercial, sendo necessário intensificar os trabalhos de melhoramento genético. Para o estabelecimento desses trabalhos, torna-se de fundamental importância investigar a estrutura genética de populações cultivadas, para a identificação de progenitores promissores, e assim constituir programas de melhoramento genético promissores.

Vários tipos de estratégias podem ser utilizados para a estimação de parâmetros genéticos em populações, objetivando-se a predição e a identificação de genótipos para maximização dos ganhos de seleção. Dentre essas, pode-se destacar o delineamento genético I, definido por Comstock e Robinson (1948). O Delineamento I refere-se a um grupo de genitores masculinos acasalados com grupos diferentes de fêmeas. Sendo assim, os indivíduos avaliados poderão ser aparentados, do tipo irmãos completos ou meios irmãos. Tal delineamento é apropriado para a estimação dos componentes genéticos de variância para as populações de estudo, além de possibilitar outros estudos em genética quantitativa (Hallauer e Miranda Filho, 1988) e, desta forma, contribuir com os programas de melhoramento que visam o aumento da produtividade e qualidade.

Meletti e Maia (1999) relatam que diversas espécies de ácaros afetam ao maracujazeiro e, conseqüentemente, reduzem a fotossíntese, podendo provocar intensa desfolha, causando danos significativos na qualidade e quantidade de frutos.

Vários insetos e ácaros são considerados pragas na cultura do maracujazeiro em todo o Brasil. Os efeitos dos ácaros podem ter significado

técnico e econômico em uma região e serem desconsiderados em outra. Para aumentar a produtividade da cultura do maracujazeiro é necessário o conhecimento da biologia desses organismos prejudiciais ao maracujazeiro.

A cultura do maracujazeiro pode ter sua produção comprometida devido à ocorrência de vários problemas fitossanitários que chegam a causar sérios prejuízos e até mesmo inviabilizam economicamente a cultura em algumas áreas (Soares, 1998). Silva et al. (1998) conduziram trabalho com o objetivo de avaliar a eficiência dos produtos Vertimec, Match, Confidor e do extrato de Neem no controle do ácaro vermelho em mudas de maracujazeiro amarelo, de modo a obter mudas sadias e vigorosas para plantio no campo. Não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação ao número de ácaros vivos e mortos, porém o Vertimec se mostrou pouco mais eficiente no controle do ácaro vermelho (Silva et al., 1998).

As principais espécies que atacam o maracujazeiro são o ácaro da leprose ou ácaro plano *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenupalpidae), o ácaro branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) e os ácaros vermelhos ou rajados *Tetranychus* spp. (Acari: Tetranychidae) (Oliveira, 1987; Brandão et al., 1991; Picanço et al., 2001; Picanço et al., 2002; CNPMF/EMBRAPA, 2004). Soares et al. (1998), ao estudarem a ocorrência de ácaros nesta cultura, encontraram as espécies *Tetranychus urticae* e *Tetranychus mexicanus*, sendo o ácaro vermelho (*Tetranychus mexicanus*) o que ocorre com maior frequência.

Os ácaros se alimentam do líquido celular extravasado de células foliares rompidas com o aparelho bucal picador-sugador. Como consequência, as folhas ficam com diversas pontuações claras na face adaxial, que vistas de longe, dão um aspecto amarelado às folhas. As folhas atacadas ficam fracas e caem prematuramente, o que resulta em desfolha das plantas.

O ácaro rajado (*Tetranychus* spp.) é uma praga que surge em decorrência da eliminação dos inimigos naturais e outros organismos antagonistas ao ácaro. Este ácaro habita a parte abaxial das folhas, em colônias com grande número de indivíduos. Para proteção das colônias, os ácaros tecem finos fios de teia, que sob

altas infestações podem se estender até os ramos. A reprodução dá-se por partenogênese, onde os ovos não fertilizados dão origem a machos e os ovos fertilizados a fêmeas. Durante o seu ciclo de desenvolvimento, estes ácaros passam pelos estágios de ovo, larva, ninfa (protoninfa e deutoninfa) e adultos. Entre cada estágio de desenvolvimento a partir da fase larval ocorrem intervalos de inatividade durante os quais os ácaros prendem-se nas folhas ou nos fios da teia. Embora, de maneira geral, ocorram dois estágios ninfais entre a larva e o adulto, muitas vezes observa-se apenas um estágio, o que é mais frequente nas épocas quentes, no qual o desenvolvimento é mais rápido (Flechtmann, 1989).

Com relação às espécies *T. mexicanus* e *T. desertorum*, as fêmeas apresentam coloração vermelha, sendo a espécie *T. mexicanus* de tonalidade mais intensa, quando o hospedeiro é o maracujazeiro (Oliveira, 1987; Brandão et al., 1991). O período de incubação é de 6,5 dias, o período larval é de 4 a 7 dias, o período de protoninfa é de 4 a 5 dias, e o de deutoninfa é de 2 a 4 dias, Sendo que o ciclo completo, em média, do macho é de 18 dias e da fêmea de 20 dias, em condições de 19 a 25<sup>o</sup> C (Oliveira, 1997).

Na cultura do maracujazeiro amarelo a ocorrência do ácaro rajado causa manchas verdes em frutos maduros, manchas verdes em folhas que se tornam cloróticas por senescência, e lesões necróticas em ramos.

*Tetranychus* spp desenvolvem-se na face inferior das folhas, onde tecem grande quantidade de teias, sendo que condições de elevada temperatura e baixa precipitação pluviométrica são favoráveis ao desenvolvimento destes ácaros (Brandão et al., 1991).

Os ácaros possuem enorme capacidade de aumento populacional, chegando a 20-25 gerações por ano. Desta forma, o controle do ácaro precisa ser eficiente, mantendo a população abaixo do nível de dano econômico. Atualmente, o controle químico é o mais utilizado, porém, o mais problemático, porque as ácaros possuem elevada aptidão para desenvolver resistência contra vários grupos de acaricidas (Maruyama et al., 2002).

O uso de cultivares resistentes para o controle do ácaro pode ser de grande contribuição, por tratar-se de um método eficaz, já que deixa as populações

abaixo do nível econômico de dano. Este tipo de controle pode ser obtido através do melhoramento podendo ser observado quando a planta é mais ou menos utilizada pelo ácaro para alimentação, oviposição ou mesmo abrigo (Lara, 1991).

## **2. Objetivo**

Avaliar o comportamento das famílias de irmãos completos e meios irmãos com relação a resistência ao ácaro rajado, determinar os parâmetros genéticos que possibilitem viabilizar a seleção das plantas mais resistentes.

## **3. Material e Métodos**

### **3.1. Obtenção das famílias de Irmãos Completos e Meios Irmãos e Descrição do Experimento e do Delineamento**

O material genético experimental foi obtido a partir da metodologia descrita no item 3.1, do capítulo I, desta tese. Assim como a descrição do experimento e do delineamento genético estatístico foram descritas no item 3.2, do primeiro capítulo.

### **3.2. Quantificação da Incidência natural do Ácaro rajado**

A incidência natural de ácaro rajado foi quantificada pelo número médio de adultos. A contagem foi feita no campo no ramo terciário, na 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> folha, a partir da base do ramo. A determinação do número de ácaros (NA) foi feita diretamente, com lupa modelo Magnifier 8250 G, de 50 mm de diâmetro e aumento de 3,5 vezes, sendo estipulado o campo visual de 2,5 cm<sup>2</sup>.

A contagem foi realizada na folha trilobada do maracujazeiro, na face abaxial, e nos dois pontos de interseção centrais a nervura. O número de ácaros foi obtido a partir da soma dos dois quadrantes de cada folha, das três folhas por planta, e da média das três plantas por parcela.

### 3.3. Caracteres avaliados

As 113 famílias de irmãos completos e meios irmãos foram avaliados, por parcela, com relação a produtividade da primeira florada ( $g/21m^2$ ), a qual foi definida a partir do peso médio dos frutos, e pelo número de frutos colhidos na primeira florada (PPFP) e a característica principal, neste estudo, que é o número médio de ácaros por parcela (NA).

### 3.4. Análise de Variância e Covariância

Foram realizadas análises de variância de cada uma das características avaliadas, utilizando o programa GENES, Genética e Estatística, versão 2005, de acordo com Cruz (2001). O modelo foi estabelecido com todos os efeitos aleatórios, conforme descrito a seguir:  $Y_{ijk} = \mu + M_i + F/M_{ij} + B_k + \varepsilon_{ijk}$

$Y_{ijk}$  = observação relativa ao cruzamento com macho  $i$  e fêmea  $j$ ,

$\mu$  = média geral,

$M_i$  = efeito relativo ao genitor masculino (macho) de ordem  $i$ ,

$F/M_{ij}$  = efeito relativo ao genitor feminino (fêmea)  $j$  hierarquizada dentro do macho  $i$ ,

$B_k$  = efeito da repetição de ordem  $k$ ,

$\varepsilon_{ijk}$  = erro experimental.

O modelo de análise,  $Y_{ijk} = \mu + M_i + F/M_{ij} + B_k + \varepsilon_{ijk}$ , foi estabelecido a partir da correção para grupamento (Set). Considerando:  $Z_{ijkl} = \mu + S_l + B/S_{il} + M/S_{ijl} + F/(MS)_{i(jl)} + \varepsilon_{ijkl}$ , tem-se,  $Y_{ijk} = Z_{ijkl} - S_l$ , sendo,  $S_l = \bar{Z}_{..l} - \bar{Z} \dots$

### 3.5. Estimativa de parâmetros genéticos no maracujazeiro

#### 3.5.1. Componentes de variância genética

Para se estimar os componentes de variância genotípica, variância genética aditiva e variância genética devida aos desvios da dominância, entre os indivíduos de uma população, foram expressos os componentes de variância associados aos efeitos de natureza genética do modelo estatístico,  $\hat{\sigma}_m^2$  e  $\hat{\sigma}_{f/M}^2$ , em função da variância genética aditiva ( $\hat{\sigma}_a^2$ ) e da variância genética atribuída aos desvios de

dominância ( $\hat{\sigma}_d^2$ ) e, assim, foram obtidas as estimativas desses parâmetros a partir de equações que envolvem os quadrados médios da análise de variância. Conforme descrito no item 3.5.1, do capítulo I, desta tese.

### **3.5.2. Herdabilidades**

Considerando o modelo estatístico que foi empregado, foram calculados os seguintes modelos de herdabilidade: Herdabilidade em nível de macho (seleção baseada na média do genitor masculino); Herdabilidade em nível de fêmea dentro de macho (seleção baseada nos genitores femininos para cada genitor masculino); e Herdabilidade em nível de fêmeas (seleção baseada na média das genitoras femininas). As fórmulas, do cálculo da herdabilidade no sentido amplo e restrito estão explicitadas no item 3.5.2, do capítulo I.

### **3.6. Alternativas de Seleção**

#### **3.6.1 Seleção baseada no comportamento do genitor masculino (macho):**

Para este caso foi recomendado selecionar as cinco famílias referentes aos nove genitores masculinos que apresentaram médias mais elevadas. Desta forma foram selecionadas 45 famílias.

**3.6.2. Seleção baseada no comportamento de fêmeas/machos:** Neste caso, foi admitida apenas a seleção das famílias, de forma que todos os genitores masculinos avaliados contribuíssem para integrar a nova população de recombinantes. Foram selecionadas as duas melhores famílias de cada genitor masculino, perfazendo um total de 46 famílias selecionadas como superiores.

#### **3.6.3. Seleção baseada no comportamento de genitores femininos (fêmeas):**

Nesta alternativa foram selecionadas as 45 melhores famílias, independente do grupo referente ao genitor masculino a que pertence.

**3.6.4. Seleção entre e dentro de genitores masculinos:** Neste caso, foi avaliada a seleção dos quinze melhores genitores masculinos e, dentro de

cada genitor, as três melhores famílias, perfazendo um total de 45 famílias geneticamente superiores.

**3.6.5. Seleção combinada:** Foram selecionados as 45 melhores famílias, independente do genitor masculino a que pertence, com base na informação de seus escores, obtidos a partir do índice combinado. O índice combinado é aquele em que o valor da família é dada pela combinação linear da média da família e da média de seus aparentados para cada característica.

#### **4. Resultados e Discussão**

Os resultados discutidos deverão ser de grande valia com relação ao início de um programa de melhoramento visando resistência ao ácaro rajado (*Tetranychus* spp) no maracujazeiro amarelo.

O resultado da análise de variância, envolvendo 113 famílias de irmãos completos e meios irmãos de maracujazeiro é mostrado na tabela 1, para as características número de ácaros (NA) e produtividade da primeira florada por parcela (PPFP).

Os coeficientes de variação encontrados apresentaram valores de diferentes magnitudes, o que já era esperado, pois esse coeficiente, que mede a precisão experimental, é também uma particularidade da característica. Para a característica PPFP foi verificado o coeficiente de variação de 46,43% e para NA o coeficiente de variação foi de 76,31%. Geralmente, em estudos de resistência, tanto a pragas quanto a doenças é comum que estes coeficientes sejam elevados, devido estarem relacionados à interação de mais de um organismo vivo (hospedeiro-parasita).

No Delineamento I de Comstock e Robinson (1948), utilizado neste trabalho, os graus de liberdade relativos às progênies foram desdobrados em famílias de genitores masculinos (machos) e famílias de genitoras femininas dentro de machos.

O teste F acusou variabilidade genética em relação ao NA nas famílias de machos. Houve variância pelo teste F para PPFP em relação às famílias de

fêmeas/machos e famílias de machos (Tabela 1). Os ganhos a serem obtidos deverão ser diferenciados dependendo de onde poderá ser explorada a variabilidade genética para cada característica. Deve ser levado em consideração em qual ou quais tipos de famílias, ou seja, macho e/ou fêmea dentro de machos, houve variabilidade, com possibilidades de se obterem ganhos de seleção.

Os componentes de variância associados aos efeitos de machos ( $\hat{\sigma}_m^2$ ), aos efeitos de fêmeas dentro de machos ( $\hat{\sigma}_{f/m}^2$ ) e aos efeitos genéticos totais de progênies ( $\hat{\sigma}_g^2 = \hat{\sigma}_m^2 + \hat{\sigma}_{f/m}^2$ ), relativos a todos os caracteres estão apresentados na Tabela 2. Esses componentes de variância são dados em nível de média de progênie, mas refletem o grau de variância genética entre os indivíduos na população. De acordo com fórmulas apresentadas anteriormente, a partir desses componentes de variância podem-se estimar a variância genética aditiva ( $\hat{\sigma}_a^2$ ) e a variância genética devido aos desvios da dominância ( $\hat{\sigma}_d^2$ ), entre os indivíduos da população, sendo  $\sigma_a^2 = 4\sigma_m^2$  e  $\sigma_d^2 = 4(\sigma_{f/m}^2 - \sigma_m^2)$ .

Analisando a tabela 2, pode-se verificar que  $\hat{\sigma}_m^2$  foi maior que  $\hat{\sigma}_{f/m}^2$  para a característica NA. Conseqüentemente, para essa característica não houve  $\hat{\sigma}_d^2$ , ou seja, foram calculadas como sendo negativas.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados dos diferentes coeficientes de herdabilidade. Estimou-se a herdabilidade para as seguintes unidades de seleção: média de famílias de machos, médias de famílias de fêmeas e médias de famílias de fêmeas dentro de machos.

O coeficiente de herdabilidade que apresentou maior valor foi em nível de machos tanto para NA, quanto para PFP (tabela 2). Deverá ser dada maior ênfase aos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito, por serem estes utilizados nos cálculos de respostas esperadas à seleção. Uma função importante

Tabela 1: Análise de variância das características Número de Ácaros (NA) e Produtividade da primeira florada (PPFP) em 113 Famílias de Irmãos Completos e meios irmãos de maracujazeiro amarelo, a partir do modelo hierárquico proposto Comstock e Robinson

Fonte de Variação	G. L.	Q.M.	
		NA	PPFP
Blocos	2	92,80	4,04
Machos	22	46,85*	27,87**
Fêmeas/Machos	90	29,14 <sup>ns</sup>	11,67**
Resíduo	224	27,50	3,97
Total	338		
Média		6,87	4,29
CV (%)		76,31	46,43

(\*\*)(\*) Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, e (<sup>ns</sup>) não houve diferença significativa, pelo Teste F.

Tabela 2: Estimativa de componentes de variância associados ao modelo estatístico, e coeficientes de herdabilidades, considerando, as unidades de seleção, relativo às características NA e PFPF de maracujazeiro amarelo

Componentes	NA	PFPF
$\hat{\sigma}_m^2$	1,2017*	1,0991**
$\hat{\sigma}_{f/m}^2$	0,5445 <sup>ns</sup>	2,5653**
$\hat{\sigma}_g^2$	1,7462	3,6644
$\hat{\sigma}_a^2$	4,807	4,3963
$\hat{\sigma}_d^2$	-2,629	5,8649
CVa	0,319	0,4268
$h_{M(A)}^2$	41,29	85,74
$h_{M(R)}^2$	45,5	69,95
$h_{F(A)}^2$	5,61	73,24
$h_{F(R)}^2$	12,37	43,62
$h_{F/M(A)}^2$	15,67	65,94
$h_{F/M(R)}^2$	21,72	28,25

$\hat{\sigma}_m^2$ ,  $\hat{\sigma}_{f/m}^2$ ,  $\hat{\sigma}_g^2$  Estimativas dos componentes de variância associados aos efeitos de natureza genética do modelo estatístico: efeito de macho, de fêmea dentro de macho e efeito de progênie, respectivamente.

$\hat{\sigma}_a^2$ ,  $\hat{\sigma}_d^2$  Estimativas dos componentes de variância genética entre os indivíduos da população: variância genética aditiva e variância genética atribuída aos desvios da dominância, respectivamente.

CVa =  $\frac{\sqrt{\hat{\sigma}_a^2}}{m}$  Estimativas do componente de variação genética aditiva.  $\hat{\sigma}_g^2 = \hat{\sigma}_m^2 + \hat{\sigma}_{f/m}^2$ .

$h_{M(A)}^2$ ,  $h_{M(R)}^2$  Herdabilidade em nível de média de macho nos sentidos amplo e restrito, respectivamente.

$h_{F(A)}^2$ ,  $h_{F(R)}^2$  Herdabilidade em nível de média de fêmea nos sentidos amplo e restrito, respectivamente.

$h_{F/M(A)}^2$ ,  $h_{F/M(R)}^2$  Herdabilidade em nível de média de fêmea dentro de macho nos sentidos amplo e restrito, respectivamente.

da herdabilidade no sentido restrito é seu papel preditivo, expressando a confiança do valor fenotípico como estimador do valor genético (Falconer e Mackay, 1996).

O esquema de famílias, do Delineamento I de Comstock e Robinson (1948), e aplicado neste trabalho, permitiu adotar diferentes estratégias de seleção. Foi adotada a intensidade de seleção final em torno de 40%. Na Tabela 3, pode-se verificar que para a característica (NA) número de ácaros, adotou-se o critério de seleção em decréscimo. Desta forma, para essa característica foram selecionadas as unidades de seleção com as menores médias, ou seja, com menores número de ácaro, logo menor incidência de danos. Para as duas características avaliadas, a seleção combinada (SC) foi a que proporcionou os maiores ganhos de seleção. Conforme pode ser verificado em análise da tabela 3, para a característica PFP e NA, onde poderá ser obtido um incremento de 24,13% e 11,54%, respectivamente, se for constituída uma nova população a partir das fêmeas selecionadas pela seleção combinada (SC).

Na seleção combinada utiliza-se um valor que é atribuído às mf fêmeas do experimento em substituição a cada característica (Furtado, 1996; Cruz e Carneiro, 2003). O valor deste índice de seleção combinada foi então dado, na presente tese, a uma determinada fêmea em função do seu desempenho, e em função do desempenho da família de macho em que ela está inserida, para cada uma das duas características estudadas.

O valor dos índices atribuídos apropriadamente foram, nesse caso, respectivamente, as herdabilidades de machos e fêmeas dentro de machos, ambas no sentido restrito, para desvio de macho e de fêmea dentro de macho. Sendo assim, os resultados deixaram evidentes que a melhor das alternativas de seleção avaliadas é a seleção combinada.

As famílias de irmãos completos e meios irmãos de maracujazeiro 4, 12, 15, 16, 17, 35, 37, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 52, 76, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 94, 97, 101, 105, e 106 foram as 28 selecionadas em comum para as duas características simultaneamente, portanto são indicadas para serem recombinaadas e darem origem ao próximo ciclo de seleção, juntamente com mais 16 famílias a serem direcionadas a partir da análise.

Tabela 3: Estimativa do ganho de seleção (GS%) relativos às características NA e PFP no maracujazeiro amarelo, a partir de seleção SEM, SF/M, SEF, SF/MACHOSs e SC

Alternativa de seleção	GS %	
	NA	PFP
SEM	-11,00	22,06
SF/M	- 4,38	10,94
SEF	-8,93	22,71
SF/MACHOSs	- 10,22	19,56
SC	-11,54	24,13

SEM:seleção entre machos,

SF/M: seleção de fêmeas/machos (todos os machos),

SEF: seleção entre fêmeas (independente de machos),

SF/MACHOSs: seleção de fêmeas/machos selecionados, e,

SC: seleção combinada.

## 5. Conclusões

- O teste F acusou variabilidade genética com relação ao número de ácaros com relação às famílias de machos e, variabilidade para produtividade da primeira florada em relação às famílias de fêmeas/machos e famílias de machos.
- Pode-se verificar que a variância de macho foi maior que a variância de fêmea para a característica número de ácaros. Conseqüentemente, para essa característica não houve efeito gênico atribuído à dominância.
- O coeficiente de herdabilidade, em nível de machos, para número de ácaros foi a metade da herdabilidade para produtividade na primeira florada, indicando ser altamente influenciada pelo ambiente.
- Nas duas características avaliadas, a seleção combinada foi a que deverá proporcionar os maiores ganhos de seleção.

## Referência

Brandão, A. L. S.; São José, A. R.; Boaretto, M. A. C. Pragas do maracujazeiro. In: São José, A. R. **A cultura do maracujá no Brasil**. Jaboticabal, FUNEP, p. 139-168, 1991.

Comstock, R.E.; Robinson, H.F. The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. **Biometrics**, North Caroline, v. 4, p. 254-266. 1948.

CMPMF/EMBRAPA. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br>. Acesso em 6 de outubro de 2004.

Cruz, C.D. **Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, (versão 2005). 648p. 2001.

Cruz, C.D.; Carneiro, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 585p. 2003.

Furtado, M.R. **Alternativas de seleção no Delineamento I de Comstock e Robinson, em milho**. Tese de Doutorado, Viçosa:UFV. 94p. 1996.

Hallauer, A. R.; Miranda Filho, J. B. (1988). **Quantitative genetics in maize breeding**. 2. ed. Ames: Iowa State University Press, 468 p. 1988

Lara, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2 ed. São Paulo: Ícone, 336p. 1991.

Maruyama, W.I.; Toscano, L.C.; Boiça Júnior, A.L.; Barbosa, J.C. Resistência de genótipos de tomateiro ao ácaro rajado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 480-484, 2002.

Melleti, L.M.M.; Maia, M. L. **Maracujá: produção e comercialização**. Campinas: Instituto Agrônomo, 26 p. (Boletim Técnico, 158). 1999.

Oliveira, C.A.L. de. Ácaros. In: RUGGIERO, C. **Maracujá**. .ed. Legis Summa. Ribeirão Preto. p. 104-10. 1987.

Picanço, M. C.; Gonring, A. H. R.; Oliveira, I. R. Manejo integrado das pragas. In: Bruckner, C. H. e Picanço, M. C. **Maracujá: Tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado**. Porto Alegre, ed. Cinco Continentes, p. 189-242, 2001.

Picanço, M.C.; Pereira, E.J.G.; Crespo, A.L.B.; Semeão, A. A.; Bacci, L.. **Manejo integrado das pragas das fruteiras tropicais**. In: Zambolim, L. Manejo integrado: fruteiras tropicais doenças e pragas. Viçosa: UFV, p. 513-562, 2002.

Silva, E. A.; Ferreira, I.S.; Araújo, J.R.G.; Araújo Junior, M.M.A. **Controle do Ácaro Vermelho (*Tetranychus mexicanus*, McGregor, 1950) em Mudanças de Maracujazeiro Amarelo (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.*). (1998)**  
Disponível: [http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais\\_xvii\\_cbf/entomologia/442.htm](http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/entomologia/442.htm).  
acesso em 10 de setembro 2005.

Soares, M.A.; Marcior, L.C.; Cassino, D.C.R. Ocorrência de ácaros associados à cultura do maracujazeiro (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa*). In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 7., 1998, Rio de Janeiro. **Resumos**, p. 10. 1998.

Vieira, R.V.; Chivegato, L.G. Biologia de *Polyphagotarsonemus Latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae) em algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, V.33, n.9, 1998.

## **Capítulo V: Estimação do Coeficiente de Repetibilidade de Características do Fruto de Maracujazeiro.**

### **1. Introdução**

O maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) tem despertado grande interesse dos fruticultores, face à sua rápida produção em relação a outras fruteiras e à sua grande aceitação no mercado, como fruta fresca e para a industrialização. A importância econômica do fruto é representada pelo suco integral e concentrado, com sabor característico (Rocha et al., 2001).

A fruticultura, especialmente a cultura do maracujazeiro, vêm aumentando de importância no Brasil nos últimos anos. Um dos problemas mais significativos do maracujazeiro tem sido a baixa produtividade e a desuniformidade da produção nas diferentes épocas de colheita dos pomares. A produção brasileira, segundo Agriannual (2004), se encontrou em torno de 467464 toneladas em 2001. Com a necessidade de reduzir a variabilidade entre os frutos, tem-se objetivado a padronização incentivada pelos preços mais atrativos da fruta de padrão superior. É necessário intensificar os programas de melhoramento do maracujá no Brasil (Bruckner et al., 2002).

Na experimentação com espécies frutíferas, têm-se realizado na seleção de genótipos superiores, avaliações periódicas. Essas avaliações, com frequência envolvem grande número de experimentos, vários ciclos de seleção e avaliações de diferentes características, significando considerável emprego de tempo e custo.

Ao se escolher um genótipo superior de maracujazeiro espera-se que sua superioridade perdure. A veracidade deste bom desempenho poderá ser comprovado pelo coeficiente de repetibilidade das características estudadas no programa. Este coeficiente é possível de ser estimado quando as medições de um dado caráter são feitas repetidas vezes num mesmo genótipo (Cruz et al., 2004).

O método mais empregado para estimar o coeficiente de repetibilidade tem sido baseado nos componentes da análise de variância. No entanto, métodos multivariados, utilizando componentes principais, têm sido propostos por

Abeywardena (1972) e Rutledge (1974), que consideram algumas situações em relação à periodicidade dos genótipos para determinados caracteres.

A repetibilidade varia de 0 a 1, sendo  $r = 1$  a máxima verificada quando o caráter se manifesta com muita constância. Portanto, valores altos, da estimativa da repetibilidade de um dado caráter indicam que é possível prever o valor genético real do indivíduo com um número relativamente pequeno de avaliações. Além disso, a repetibilidade representa o limite superior da herdabilidade ( $h^2$ ), e é bem mais fácil de ser estimada, pois  $h^2$  exige cruzamentos controlados e estudo de progênies (Falconer, 1981). A repetibilidade expressa a proporção da variância total, que é explicada pelas variações proporcionadas pelo genótipo. A repetibilidade, provavelmente irá variar com a natureza de cada um dos caracteres que serão avaliados.

## **2. Objetivo**

O objetivo do presente trabalho foi estimar o coeficiente de repetibilidade, por meio de análise de variância e de métodos multivariados, de alguma características físicas e químicas de frutos do maracujazeiro, importantes no processo de seleção, e determinar o número de medidas que devem ser realizadas para uma predição acurada e eficiente.

## **3. Material e Métodos**

O trabalho foi desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado, e consistiu na avaliação de 113 famílias de irmãos completos e meios irmãos com aproximadamente dois anos de idade, nos quais as medições fenotípicas foram repetidas por dez vezes no período de janeiro a maio de 2004.

O material genético experimental foi obtido a partir da metodologia descrita no item 3.1, do capítulo I, desta tese. Em cada família foram amostrados 10 frutos. As características quantificadas para o estudo de repetibilidade foram: peso de fruto (PF) medido com balança digital e expresso em gramas, peso de polpa com

semente (PP) medido com balança digital e expresso em gramas, espessura da casca (EC) medido com paquímetro digital e expresso em milímetros, diâmetro equatorial e comprimento de fruto (LF) (CF) medido com paquímetro e expresso em milímetros, e teor de sólido solúveis totais (<sup>o</sup>Brix) (SST), determinados por refratometria. As análises foram realizadas no Laboratório de Análises de Frutas, Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Viçosa.

Com a finalidade de avaliar a consistência e chegar a conclusões mais confiáveis sobre os parâmetros estudados, as estimativas dos coeficientes de repetibilidade foram obtidas pelos métodos de análise de variância (ANOVA); componentes principais (CP), com base na matriz de correlações e de covariâncias; e análise estrutural (AE), com base na matriz de correlações.

No método de análise de variância, o coeficiente de repetibilidade é estimado por meio dos resultados da análise de variância, segundo o modelo:

$$Y_{ij} : \mu + g_i + \varepsilon_{ij}, \text{ em que:}$$

$Y_{ij}$ : observação referente ao  $i$ -ésimo ambiente (época de avaliação);

$\mu$ : média geral;

$g_i$ : efeito aleatório da  $i$ -ésima família sob a influência do ambiente permanente ( $i=1, 2, \dots, p$ );

$\varepsilon_{ij}$ : efeito do ambiente temporário associado à  $j$ -ésima medição no  $i$ -ésima família ( $j=1, 2, \dots, \eta$ ).

O coeficiente de repetibilidade foi dado por:

$$r = \hat{\rho} = \frac{\text{Cov}(Y_{ij}, Y_{ij}')}{\sqrt{\hat{V}(Y_{ij})\hat{V}(Y_{ij}')}} = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_Y^2} = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}^2 + \hat{\sigma}_g^2}, \text{ em que:}$$

$Y_{ij}$  e  $Y_{ij}'$  são as diferentes medidas, realizadas num mesmo indivíduo.

Assim, foram estimados os resultados da análise de variância para cada variável descrita, e estimados os componentes de variância associados aos efeitos genético e residual.

O coeficiente de repetibilidade pode ser mais eficientemente estimado por meio da técnica de componentes principais. Numa situação em que o fator periodicidade ocorre, este não pode ser isolado na análise de variância. Com isto, este componente é incluído no erro experimental, elevando seu valor e levando a estimativas não verdadeiras deste componente, e, nesta situação, a repetibilidade é subestimada (Abeywardena, 1972; Kendall, 1975; Vasconcellos et al., 1985).

As estimativas dos coeficientes de repetibilidade foram obtidas pelo método dos componentes principais, com base tanto na matriz de correlações como na matriz de covariâncias entre cada par de medições avaliadas nas diferentes famílias de maracujazeiro amarelo.

Também foram obtidas as estimativas de repetibilidade pelo método da análise estrutural, com base na matriz de correlações entre as famílias em cada par de avaliação proposto por Mansour et al. (1981). De acordo com Cruz et al. (2004), este estimador é a média aritmética das correlações fenotípicas entre genótipos, considerando cada par de medições.

Uma vez estimado o coeficiente de repetibilidade ( $r$ ), a estimativa do número de medições ( $n_0$ ) necessárias para se predizer o valor real dos indivíduos com o valor de determinação genotípica ( $R^2$ ) desejado foi obtida pela expressão:

$$n_0 = \frac{R^2(1-\hat{r})}{(1-R^2)\hat{r}}$$

O coeficiente de determinação genotípica ( $R^2$ ), que representa a porcentagem de certeza da predição do valor real dos indivíduos selecionados com base em  $n$  medições foi obtido pela equação:

$$R^2 = \frac{\eta r}{1+r(\eta-1)}$$

As estimativas foram obtidas através do procedimento repetibilidade do programa GENES (Cruz, 2001; versão 2005).

#### 4. Resultados e Discussão

Houve diferença, a 1% de probabilidade, entre as famílias de irmãos completos e meios irmãos, indicando a existência de variabilidade entre elas e, assim, perspectivas positivas na obtenção de ganhos genéticos por meio de seleção (Tabela 1). Tal fato fornece indícios da existência de heterogeneidade entre as famílias, com possibilidade de auxiliar na identificação de famílias de irmãos completos e meios irmãos que deverão ser incluídos no próximo ciclo de cruzamentos.

Em média, as famílias de maracujazeiros amarelo, do presente estudo, apresentaram características morfoagronômicas desejáveis, ou seja, frutos com pesos médios de 200 gramas, que está acima dos padrões, levemente ovalados, e com <sup>0</sup>Brix em torno de 13. Entre os caracteres de produtividade pode-se destacar o peso da polpa, que exibiu média de 90,14 gramas, o qual equivale a 45,04% de rendimento em suco (tabela 1). Dados relativos às características do fruto de maracujá, atualmente disponível no mercado, são bastante variáveis. Porém tem apresentado as seguintes características: 50-130 gramas de peso, máximo de 36% de rendimento em suco e sólido solúveis totais entre 13 e 18 <sup>0</sup>Brix (Ruggiero, 1996).

Os coeficientes de variação obtidos para essas características estiveram dentro dos limites de experimentos avaliados em campo, evidenciando boa precisão experimental. As características que exibiram os maiores valores foram peso da polpa (PP) e espessura da casca (EC), com 22,83% e 21,17%, respectivamente, sendo possivelmente as mais influenciadas pelo ambiente. Por outro lado, o comprimento (CF) e a diâmetro equatorial dos frutos (LF) foram as características morfológicas com menores coeficientes de variação (tabela 1).

As estimativas do coeficiente de repetibilidade obtidas, com relação às seis características por meio dos quatro métodos estatísticos utilizados, encontram-se nas tabelas 2, 3, 4 e 5. Houve concordância nas magnitudes dos coeficientes de repetibilidade obtidas pelos diferentes métodos, conferindo-lhes maior confiabilidade.

Os coeficientes de repetibilidade dos caracteres do fruto mostraram índices que variaram de  $r = 0,30$  a  $r = 0,54$ . Os maiores valores foram registrados para diâmetro equatorial e comprimento de frutos  $r = 0,46$  e  $r = 0,55$ , respectivamente, obtidos pelo método de componentes principais baseado na matriz de correlação e covariância (tabela 3 e 4). Mansour et al. (1981) relatam que uma característica de considerável repetibilidade possui melhor desempenho que as demais, principalmente se apresentar alta associação com a variável desejável. Desta forma, pode-se supor que tais caracteres devam ter um bom controle genético, havendo possibilidades de proceder à seleção fenotípica simples indireta para aumento de produção.

As estimativas do coeficiente de repetibilidade obtidas pelo método da análise de variância foram sempre menores do que as estimativas obtidas pelos demais métodos. Lopes et al. (2005) determinaram as estimativas do coeficiente de repetibilidade, em acerola, utilizando os métodos da análise de variância, componentes principais e análise estrutural, e também verificaram coeficientes sempre menores quando obtidos pelo método da análise de variância.

Através do método dos componentes principais, baseado na matriz de covariância e correlação, as estimativas foram sempre maiores ou iguais às obtidas pelos demais métodos (tabela 3 e 4).

Os caracteres morfológicos e de produção variaram de 79,75 a 92,37%, para PP (pelo método de ANOVA) e CF (Componentes Principais) respectivamente, de certeza para expressar o real valor das plantas para o número de medições efetuadas. Tais resultados demonstram que há alta confiabilidade nos números de medições necessárias para todas as características em estudo. De acordo com Padilha et al. (2003), em estudo para fins de obtenção da estimativa da repetibilidade em caracteres morfológicos e de produção de palmito em pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth), estabeleceram que valor real acima de 50% indica que existe confiabilidade significativa para os números de medições necessárias para os diferentes coeficientes de determinação.

Tabela 1: Análise de variância das características peso de fruto (PF), peso de polpa com semente (PP), espessura da casca (EC), diâmetro equatorial e comprimento de fruto (LF) (CF), e teor de sólido solúveis totais (<sup>0</sup>Brix) (SST), em 10 medições, em 113 famílias de maracujazeiro amarelo, e estimativa dos componentes de variância entre famílias e variância ambiental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Q.M.					
		PF	PP	EC	LF	CF	SST
Medições	9	29094,27	9691,71	48,93	323,22	353,85	2,15
FAMÍLIAS	112	6785,20**	2092,19**	14,03**	146,49**	344,20**	5,14**
Resíduo	1008	1035,69	340,77	2,08	15,60	26,88	0,75
Média		200,12	90,14	7,45	76,73	86,34	13,64
CV %		17,90	22,83	21,17	5,57	6,32	6,42
$\sigma_{\gamma}^2$		550,12	166,87	1,15	12,82	31,44	0,43
$\sigma^2$		1283,99	423,52	2,49	18,32	29,78	0,76

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 2: Estimativa dos coeficientes de repetibilidade, coeficientes de determinação e do número de medições calculados, utilizando o método de análise de variância para as características peso de fruto (PF), peso de polpa com semente (PP), espessura da casca (EC), diâmetro equatorial e comprimento de fruto (LF) (CF), e teor de sólido solúveis totais (<sup>0</sup>Brix) (SST), em 10 medições, em 113 famílias de maracujazeiro amarelo

Característica	Valor obtido a partir de 10 medições		Número de medições necessárias para diferentes coeficientes de determinação	
	$\hat{r}$	R <sup>2</sup> (%)	R <sup>2</sup>	$\eta_o^{(1)}$
PF	0,30	81,08	0,80	9(9,33)
			0,85	13(13,23)
			0,90	21(21,01)
			0,95	44(44,35)
			0,99	231(231,07)
PP	0,28	79,75	0,80	10(10,15)
			0,85	14(14,38)
			0,90	23(22,84)
			0,95	48(48,22)
			0,99	251(251,26)
EC	0,32	82,22	0,80	9(8,64)
			0,85	12(12,25)
			0,90	19(19,46)
			0,95	41(41,08)
			0,99	214(214,04)
LF	0,41	87,49	0,80	6(5,72)
			0,85	8(8,10)
			0,90	13(12,87)
			0,95	27(27,16)
			0,99	142(141,52)
CF	0,52	91,35	0,80	4(3,79)
			0,85	5(5,37)
			0,90	9(8,52)
			0,95	18(17,99)
			0,99	94(93,77)
SST	0,36	85,09	0,80	7(7,01)
			0,85	10(9,93)
			0,90	16(15,77)
			0,95	33(33,30)
			0,99	173(173,50)

<sup>(1)</sup> Número aproximado (número calculado).

Tabela 3: Estimativa dos coeficientes de repetibilidade, coeficientes de determinação e do número de medições calculados, utilizando o método de componentes principais baseado na matriz de correlação para as características peso de fruto (PF), peso de polpa com semente (PP), espessura da casca (EC), diâmetro equatorial e comprimento de fruto (LF) (CF), e teor de sólido solúveis totais (<sup>0</sup>Brix) (SST), em 10 medições, em 113 famílias de maracujazeiro amarelo

Característica	Valor obtido a partir de 10 medições		Número de medições necessárias para diferentes coeficientes de determinação	
	$\hat{r}$	$R^2$ (%)	$R^2$	$\eta_o^{(1)}$
PF	0,36	85,21	0,80	7(6,94)
			0,85	10(9,84)
			0,90	16(15,62)
			0,95	33(32,99)
			0,99	172(171,89)
PP	0,35	84,20	0,80	7(7,50)
			0,85	11(10,64)
			0,90	17(16,90)
			0,95	36(35,66)
			0,99	186(185,83)
EC	0,44	88,87	0,80	5(5,01)
			0,85	7(7,10)
			0,90	11(11,27)
			0,95	24(23,80)
			0,99	124(124,01)
LF	0,46	89,48	0,80	5(4,70)
			0,85	7(6,66)
			0,90	11(10,58)
			0,95	22(22,33)
			0,99	116(116,39)
CF	0,54	92,26	0,80	3(3,35)
			0,85	5(4,75)
			0,90	8(7,54)
			0,95	16(15,94)
			0,99	83(83,03)
SST	0,37	85,58	0,80	7(6,74)
			0,85	10(9,55)
			0,90	15(15,17)
			0,95	32(32,03)
			0,99	167(166,92)

<sup>(1)</sup> Número aproximado (número calculado).

Tabela 4: Estimativa dos coeficientes de repetibilidade, coeficientes de determinação e do número de medições calculados, utilizando o método de componentes principais baseado na matriz de covariância para as características peso de fruto (PF), peso de polpa com semente (PP), espessura da casca (EC), diâmetro equatorial e comprimento de fruto (LF) (CF), e teor de sólido solúveis totais (<sup>0</sup>Brix) (SST), em 10 medições, em 113 famílias de maracujazeiro amarelo

Característica	Valor obtido a partir de 10 medições		Número de medições necessárias para diferentes coeficientes de determinação	
	$\hat{r}$	$R^2$ (%)	$R^2$	$\eta_o^{(1)}$
PF	0,38	86,06	0,80	6(6,47)
			0,85	9(9,18)
			0,90	15(14,58)
			0,95	31(30,77)
			0,99	160(160,32)
PP	0,35	84,34	0,80	7(7,43)
			0,85	11(10,53)
			0,90	17(16,97)
			0,95	35(35,28)
			0,99	186(185,82)
EC	0,40	87,07	0,80	6(5,94)
			0,85	8(8,42)
			0,90	13(13,37)
			0,95	28(28,22)
			0,99	147(147,06)
LF	0,46	89,55	0,80	5(4,66)
			0,85	6(6,06)
			0,90	10(10,50)
			0,95	22(22,16)
			0,99	115(115,45)
CF	0,55	92,37	0,80	3(3,30)
			0,85	5(4,68)
			0,90	7(7,44)
			0,95	16(15,70)
			0,99	82(81,81)
SST	0,37	85,65	0,80	7(6,70)
			0,85	9(9,49)
			0,90	15(15,07)
			0,95	32(31,82)
			0,99	165(165,78)

<sup>(1)</sup> Número aproximado (número calculado).

Tabela 5: Estimativa dos coeficientes de repetibilidade, coeficientes de determinação e do número de medições calculados, utilizando o método da análise estrutural baseado na matriz de correlação para as características peso de fruto (PF), peso de polpa com semente (PP), espessura da casca (EC), diâmetro equatorial e comprimento de fruto (LF) (CF), e teor de sólido solúveis totais (<sup>0</sup>Brix) (SST), em 10 medições, em 113 famílias de maracujazeiro amarelo

Característica	Valor obtido a partir de 10 medições		Número de medições necessárias para diferentes coeficientes de determinação	
	$\hat{r}$	$R^2$ (%)	$R^2$	$\eta_o^{(1)}$
PF	0,35	84,51	0,80	7(7,33)
			0,85	10(10,38)
			0,90	16(16,50)
			0,95	35(34,82)
			0,99	181(181,44)
PP	0,34	83,81	0,80	8(7,73)
			0,85	11(10,95)
			0,90	17(17,39)
			0,95	37(36,71)
			0,99	191(191,29)
EC	0,43	88,25	0,80	5(5,32)
			0,85	8(7,54)
			0,90	12(11,98)
			0,95	25(25,29)
			0,99	132(131,77)
LF	0,46	89,35	0,80	5(4,77)
			0,85	7(6,75)
			0,90	11(10,73)
			0,95	22(22,65)
			0,99	118(118,04)
CF	0,54	92,17	0,80	3(3,40)
			0,85	5(4,81)
			0,90	8(7,64)
			0,95	16(16,14)
			0,99	84(84,10)
SST	0,37	85,49	0,80	7(6,79)
			0,85	10(9,62)
			0,90	15(15,28)
			0,95	32(32,25)
			0,99	168(168,05)

<sup>(1)</sup> Número aproximado (número calculado).

No que diz respeito ao número de medições feitas para efetuar uma seleção efetiva a 90% de certeza ( $\eta$ ), foi verificado que apenas o comprimento do fruto apresentou um número de medição possível de ser realizada, ou seja, sete medições por família, resultado obtido pelo método de componentes principais baseado na matriz de covariância (tabela 4). Os demais caracteres morfológicos exibiram números de medições elevados para uma seleção efetiva por todos os quatro métodos estatísticos estudados, necessitando de mais de 11 medições por famílias, para 90% de certeza.

As quantidades de medições verificadas tornam-se extremamente trabalhosa e até mesmo inviáveis de serem realizadas em maracujazeiro, pois há a necessidade de grande dispêndio de tempo e mão de obra. Entretanto é possível obter maiores níveis de precisão para essas características, nas quais se espera alcançar pelo menos 90% de determinação do valor real mediante maior número de medições.

Segundo Faria Neto et al. (2003) pode ser considerando satisfatório um nível de 90% de predição na tomada de decisão sobre a superioridade relativa das famílias, e assim espera-se que com um maior número de repetições possa ser alcançado maior precisão na determinação do valor real do coeficiente. Entretanto, o processo seletivo seria impraticável para a avaliação dos caracteres PF, PP, EC e SST, pois seria necessário realizar pelo menos 15, 17, 13 e 15 avaliações, respectivamente, tomando como base o método dos componentes principais baseado na matriz de covariância (tabela 4).

## 5. Conclusões

As análises proporcionaram, em geral, as seguintes conclusões:

- Houve concordância nas magnitudes dos coeficientes de repetibilidade obtidas pelos diferentes métodos, conferindo-lhes maior confiabilidade.
- As estimativas do coeficiente de repetibilidade obtidas pelo método da análise de variância foram sempre menores às estimativas obtidas pelos demais métodos.
- Os resultados demonstraram que há alta confiabilidade para os números de medições necessárias para todas as características em estudo.
- A confiabilidade do processo seletivo a partir de 10 medições está em torno de 80% para as características avaliadas.

## Referências

Abeywardena, V. An application of principal components analysis in genetics. **Journal of Genetic**, New York, v. 16, n. 9, p. 27-51, 1972.

Agriannual (2004). **Anuário da Agricultura Brasileira**, 536p.

Bruckner, C.H; Meletti, A. M. M.; Otoni, W. C.; Zerbini Junior, F. M. Maracujazeiro. In. Bruckner, C.H. **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Editora UFV, Viçosa, 422p. 2002.

Cavalcanti, J. J. V.; Paiva, J. R. de; Barros, L. de M.; Crisóstomo, J. R.; Corrêa, M. P. F. Repetibilidade de caracteres de produção e porte da planta em clones de cajueiro-anão precoce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 1-6, 2000.

Cruz, C.D. **Programa Genes: versão Windows**; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 648p. (versão 2005), 2001.

Cruz, C.D.; Regazzi, A.J; Carneiro, P.C.S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. Viçosa: UFV, 3.ed. 480p. 2004.

Falconer, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Tradução de M.A. Silva e J.C. Silva. Viçosa. MG:UFV, Impr. Univ., 279p., 1981.

Lopes, R.; Bruckner, C. H.; Cruz, C.D.; Lopes, M.T.G.; Freitas, G.B. Repetibilidade de características do fruto de aceroleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 1-13, 2001.

Mansour, H.; Nordheim, E.V.; Ruledge, J.J. Estimators of repeatability. **Theor. Appl. Genet.**, New York, v.60, p. 151-156, 1981.

Neto, J.T. de F.; Lins, P.M.P.; Muller, A.A. Estimativa dos coeficientes de repetibilidade para produção de fruto e albúmen sólido em coqueiro híbrido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 10, p. 1237-1241, 2003.

Oliveira, J.C. de. **Melhoramento genético de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg visando aumento de produtividade**. Jaboticabal, SP: FCAV-UNESP, 133p. 1980.

Padilha, N.C.C.; Oliveira, M. do S.P.; Mota, M.G. da C. Estimativa da repetibilidade em caracteres morfológicos e de produção de palmito em pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n. 24, p. 435-442, 2003.

Rocha, M.C.; Bonelli, A.L.S.; Almeida, A. de; Collad, F.H. Efeito do uso de biofertilizante AGROBIO sobre as características físico-químicas na pós-colheita do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) no município de Taubaté. **Revista Biociências**, Taubaté, v.7, n.2, p.7-13. 2001.

Ruggiero, C.; São José, A.R.; Volpe, C.A.; Oliveira, J.C. de; Durigan, J.F.; Baumgartner, J. G., Silva, J.R.; Nakamura, K.; Ferreira, M. E.; Kavati, R.; Pereira, V. de P. **Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: MAARA, Secretaria de Desenvolvimento Rural, EMBRAPA-SPI, 64p, 1996. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 19).

Rutledge, J.J.A. scaling which remove bias of Abeywardena's estimator of repeatability. **Journal of Genetic**, New York, v. 16, p. 247-254, 1974.