

FICHA CATALOGRÁFICA

Santos, Karine Louise dos

Bases genéticas de características de importância agrônômica em Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana*). / Karine Louise dos Santos – 2005.

125f. : il., tabs.

Orientador: Rubens Onofre Nodari

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias.

1. Bases genéticas. 2. *Acca sellowiana*. 3. Cruzamento dialélico. 4. Genética quantitativa. 5. Marcadores moleculares. Título.

KARINE LOUISE DOS SANTOS

**Bases Genéticas de Características de Importância Agronômica em
Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana*)**

Florianópolis
Estado de Santa Catarina - Brasil
2005

Bases Genéticas de Características de Importância Agronômica em Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana*)

KARINE LOUISE DOS SANTOS

Orientador: Prof. **Rubens Onofre Nodari**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais/Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências com Área de concentração em Recursos Genéticos Vegetais.

Florianópolis
Estado de Santa Catarina - Brasil
2005

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, pela confiança depositada. A CAPES pelo apóio financeiro fornecido durante o curso.

Ao professor Rubens Onofre Nodari que mesmo assoberbado de tarefas, se fez presente nos momentos cruciais desta dissertação através de sua orientação e amizade.

Ao pesquisador Jean Pierre Ducroquet que mostrou outra face da pesquisa, o campo, e ajudou a superar as dificuldades ali encontradas.

Ao produtor Shu Otani, por acreditar nesta espécie e facilitar a realização deste trabalho.

Aos professores Miguel Guerra e Maurício Sedrez dos Reis, que em vários momentos assumiram o papel de orientador, obrigado pela segurança que transmitiram; e ao professor Antônio A. A. Uberti pelo seu inestimável apóio.

Aos Professores José F. Barbosa Neto, Jean P. Ducroquet, Maurício S. Reis e Aparecido L. Silva, por aceitarem o convite em participar da banca examinadora deste trabalho.

Aos colaboradores Adelar Mantovani, Luisa Peixoto, Adriana Dantas, Bernadete Ribas, Alex Pires, Cristina Pandolfo, Hamilton Vieira e Ivan Shuster os quais tiveram importante participação neste trabalho.

À amiga Neusa Steiner, pelo apóio e críticas que contribuíram em muito no meu crescimento. A Cíntia Finardi e Gisele Bruggemann, obrigada pela companhia nas frias noites de avaliação em São Joaquim.

Aos colegas Douglas, Liziane Kadine, Richard, Clarissa, Gabriela, Daniela, Elaine, Maritza e “Cromossomos do Núcleo e agregados”, pelos momentos de descontração e por aturarem meu humor discreto.

Aos funcionários da Epagri, Sebastião, Humberto, Paulo, Agnaldo, Olavo, Adriana, Elisangela, Miguel, Adriano, por todo apóio técnico, pelos momentos descontraídos de trabalho e pelo “empréstimo do aquecedor”.

Aos demais professores e colegas do curso que de uma forma ou de outra contribuíram para este trabalho.

Ao meu pai Adelar por compreender minhas ausências. À Regina e Edison Siminski, por terem me acolhido e ajudado a superar momentos difíceis deste período.

Ao Alexandre Siminski por toda cumplicidade, dedicação e amor.

À minha mãe Ilka, pela mão estendida durante todos os passos por mim dados, a quem dedico.

À Deus por permitir que eu conviva com pessoas que de uma forma ou de outra, contribuem para meu crescimento.

ÍNDICE

RELAÇÃO DE TABELAS	vi
RELAÇÃO DE FIGURAS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiv
Apresentação e Estrutura da Dissertação	xvi
CAPÍTULO 1	1
Caracterização da Espécie e do Estudo	1
1.1 Introdução	1
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo Geral	3
1.2.2 Objetivos específicos	3
1.3 Revisão Bibliográfica	4
1.3.1 Classificação Botânica e Histórico	4
1.3.2 Distribuição Geográfica e Adaptabilidade	5
1.3.3 Descrição Botânica	8
1.3.4 Morfologia Floral e Biologia Reprodutiva da Espécie	12
1.3.5 Pragas e Doenças	14
1.3.6 Domesticação da Espécie	15
1.3.7 Conservação <i>in situ</i> e <i>ex situ</i>	16
1.3.8 Caracterização de Germoplasma e Melhoramento Genético	18
1.3.9 Aspectos econômicos	20
1.3.10 Situação contemporânea do conhecimento em Goiabeira-Serrana	20
1.4 Referências Bibliográficas	21
CAPÍTULO 2	27
Caracterização fenotípica de progênies F₁ de Goiabeira-Serrana	27
2.1 Introdução	27
2.2 Material e Métodos	28
2.2.1 Delineamento Experimental	28
2.2.2 Área de Estudo	30
2.2.3 Avaliações Fenotípicas	30
2.2.5 Análise Estatística dos Dados Quantitativos	32
2.3 Resultados e Discussão	35
2.3.1 Análise dos Dados Qualitativos	35
2.3.2. Análise dos Dados Quantitativos	45
2.4 Considerações Finais	56
2.5 Referências Bibliográficas	57

CAPÍTULO 3	60
Avaliação de cruzamento dialélico entre acessos de Goiabeira-Serrana	60
3.1 Introdução	60
3.2 Material e Métodos	62
3.2.1 Área de Estudo	62
3.2.2 Delineamento Experimental	63
3.2.3 Avaliação Fenotípica	64
3.2.3.1 Plantas	64
3.2.3.2. Frutos	64
3.2.4 Análise Estatística - Bases Genéticas das Características de Importância Agronômica	65
3.2.4.1 Análise de Variância	65
3.2.4.2 Ranqueamento dos Genitores	67
3.2.4.3 Análise de Multivariada	67
3.3 Resultados	68
3.3.1 Análise da Variância	68
3.3.2 Ranqueamento dos Genitores	77
3.3.3 Análise de Componentes Principais	79
3.4 Discussão	84
3.4 Conclusões	88
3.5 Referências Bibliográficas	89
CAPÍTULO 4	93
Caracterização genética de progênes de três cruzamentos de Goiabeira-Serrana (<i>Acca sellowiana</i>)	93
4.1 Introdução	93
4.2 Materiais e Métodos	95
4.2.1 Material Vegetal	95
4.2.2 Análise Molecular	96
4.2.3 Caracterização da diversidade genética	98
a) Frequências Alélicas	98
b) Heterozigosidade média observada (H_o)	98
c) Heterozigosidade média esperada (H_e)	99
d) Porcentagem de locos polimórficos (P)	99
e) Número médio de alelos por loco (A)	99
f) Índice de fixação de Wright (F)	99
g) Distância genética	99
4.2.4 Análise da variância	100
4.3 Resultados e Discussão	101
4.3.1 Resolução e Interpretação dos géis	101
4.3.2 Frequências Alélicas	103
4.3.3 Índices de Diversidade Genética	104
4.3.4 Distâncias genéticas	106
4.3.5 Análise de variância	109
4.4 Conclusões	113
4.5 Referências Bibliográficas	113
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	118
6.ANEXOS	122

RELAÇÃO DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1.1 Composição química em % de peso fresco total do fruto de Goiabeira-serrana.	10
Tabela 2.1. Características dos genitores envolvidos nos cruzamentos, avaliados no ciclo 2001/2002- Estação Experimental de São Joaquim/Epagri.	29
Tabela 2.2 Genitores utilizados e cruzamentos obtidos. Epagri/São Joaquim. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.....	30
Tabela 2.3 Classes de produtividade baseada no número de frutos produzidos por planta. Epagri/São Joaquim.	31
Tabela 2.4 Ano de implantação das repetições e número de plantas avaliadas por repetição nos anos de 2003 e 2004 em cada genitor e progênie de Goiabeira-Serrana. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.....	33
Tabela 2.5 Análise da Variância fenotípica para cruzamentos avaliados segundo a metodologia proposta por Cruz & Regazzi (2001).....	34
Tabela 2.6 Genitores e progênies F_1 avaliados nos anos de 2003 e 2004 de Goiabeira-Serrana. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.	35
Tabela 2.7 Freqüências para a característica de Inserção de sépalas em frutos avaliados de progênies e genitores de Goiabeira-Serrana, avaliados nos anos de 2003 e 2004. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.....	37
Tabela 2.8 Freqüências para a característica de Formato de fruto avaliada em progênies e genitores de Goiabeira-Serrana, nos anos de 2003 e 2004. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.	38
Tabela 2.9 Freqüências para a característica de Consistência de casca em frutos avaliados em progênies e genitores de Goiabeira-Serrana, nos anos de 2003 e 2004. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.....	39
Tabela 2.10 Freqüências para a característica Cor de polpa em frutos avaliados em progênies e genitores de Goiabeira-Serrana, nos anos de 2003 e 2004. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.....	40
Tabela 2.11 Freqüências para a característica Rugosidade da casca em frutos avaliados em progênies e genitores de Goiabeira-Serrana, nos anos de 2003 e 2004. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.....	41

Tabela 2.12 Freqüências para a característica Cor de casca em frutos avaliados em progênies e genitores de Goiabeira-Serrana, nos anos de 2003 e 2004. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.....	42
Tabela 2.13 Freqüências para a característica Produtividade em progênies e genitores de Goiabeira-Serrana avaliados nos anos de 2003 e 2004. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.....	43
Tabela 2.14 Freqüências para a característica Presença de Brilho na casca e Presença de vácuo entre polpa e casca em progênies e genitores de Goiabeira-Serrana avaliados nos anos de 2003 e 2004. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.	44
Tabela 2.15 Resumo da análise de variância para os cruzamentos avaliados no ano de 2003, para as características de Diâmetro de caule (DCa), Altura de planta (AP), Diâmetro de copa (DCo), Peso de fruto (PF), Relação comprimento diâmetro (CD), Resistência da casca (RC), Rendimento em polpa (RP), Sólidos Solúveis Totais (SST) e Acidez Total Titulável (ATT). Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.....	45
Tabela 2.16 Médias das características Altura de Planta (AP), Relação comprimento/diâmetro (CD), Resistência da casca (RC) e Acidez Total Titulável (ATT) de 12 cruzamentos avaliados no ano de 2003 sendo um dos cruzamentos proveniente da autopolinização do genitor 451 (Tipo Uruguai), agrupados de acordo com a combinação entre genitores (BrasilxBrasil, BrasilxUruguai, UruguaixBrasil e UruguaixUruguai). Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.....	47
Tabela 2.17 Resumo da Análise de Variância para os cruzamentos avaliados no ano de 2004, para as características de Diâmetro do caule (DCa), Altura da planta (AP), Diâmetro da copa (DCo), Peso de fruto (PF), Relação comprimento/diâmetro (CD), Resistência da casca (RC), Rendimento em polpa (RP), Sólidos Solúveis Totais (SST) e Acidez total Titulável (ATT). Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.....	48
Tabela 2.18 Médias das características Diâmetro de caule (DCa), Altura de planta (AP), Diâmetro de copa (DCo), Peso de fruto (PF) e Relação comprimento/diâmetro (CD), Resistência da casca (RC), Rendimento em polpa (RP), Sólidos Solúveis Totais (SST) e Acidez Total Titulável (ATT), para os genitores e progênies avaliados no ano de 2004 e agrupados de acordo com a combinação entre genitores (BrasilxBrasil, BrasilxUruguai, UruguaixBrasil e UruguaixUruguai). Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.....	51
Tabela 2.19 Resumo da análise de variância para os cruzamentos avaliados nos anos de 2003 e 2004, para as carterísticas de Diâmetro do caule (DCa), Altura da planta (AP), Diâmetro da copa (DCo), Peso de fruto (PF), Relação comprimento/diâmetro (CD), Resistência da casca (RC), Rendimento em polpa (RP), Sólidos Solúveis Totais (SST) e Acidez Total Titulável (ATT). Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.....	52

Tabela 2.20 Médias das características Peso de fruto e Acidez Total Titulável (ATT) para um progenitor do Tipo Uruguai e para os cruzamentos avaliados no ano de 2003 e 2004, agrupados de acordo com a combinação entre genitores (BrasilXBrasil, BrasilXUruguai, UruguaiXBrasil e UruguaiXUruguai). Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.	54
Tabela 2.21 Coeficiente de correlação linear simples entre as características Diâmetro do caule (DCa), Altura da planta (AP), Diâmetro da copa (DCo), Peso de fruto (PF), Relação comprimento/diâmetro (CD), Resistência da casca (RC), Rendimento de polpa (RP), Sólidos Solúveis Totais (SST) e Acidez Total Titulável (ATT), avaliados em 12 e 23 progênies de cruzamento de Goiabeira-Serrana para os anos de 2003 e 2004, respectivamente. Os valores acima da diagonal são referentes as correlações entre as características obtidas para o ano de 2003, e os valores abaixo da diagonal para o ano de 2004. Florianópolis-UFSC/CCA, 2005.	56
Tabela 3.1 Características dos genitores envolvidos no cruzamento dialélico, avaliados no ciclo 2001/2002- Estação Experimental de São Joaquim/Epagri.	63
Tabela 3.2 Análise da Variância fenotípica para 15 cruzamentos segundo a metodologia proposta por Cruz & Regazzi (2001).	66
Tabela 3.3 Análise da Variância para cruzamentos dialélicos balanceados, envolvendo apenas híbridos F_{1s} , segundo a metodologia proposta por Griffith (1956) e adaptado por Cruz & Regazzi (2001).	67
Tabela 3.4 Famílias avaliadas em cruzamento dialélico entre seis genitores de Goiabeira-Serrana, em 2004 no Município de São Joaquim. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.	68
Tabela 3.5 Resumo da análise de variância fenotípica das características: Diâmetro de caule (DCa), Altura de planta (AP), Diâmetro de copa (DCo), Peso de fruto (PF), Resistência da casca (RC), Relação comprimento/diâmetro do fruto (CD), Rendimento de polpa (RP), SST (SST) e Acidez (AC). Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.	70
Tabela 3.6 Médias das características: Diâmetro de caule (DCa), Altura de planta (AP), Relação comprimento/diâmetro (CD), e Acidez (ATT- expresso em g de ácido cítrico por 100 mL de suco), de 15 progênies de cruzamentos de Goiabeira-Serrana avaliados no ano de 2004. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.	71
Tabela 3.7 Resumo da Análise Dialélica das características: Diâmetro de caule (DCa), Altura de planta (AP), Diâmetro de copa (DCo), Peso de fruto (PF), Resistência da casca (RC), Relação comprimento/diâmetro do fruto (CD), Rendimento de polpa (RP), SST (SST) e Acidez Total Titulável (ATT). Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.	73
Tabela 3.8 Capacidade Geral de Combinação dos genitores para as características Diâmetro de caule (DCa), Altura de planta (AP), Diâmetro de copa (DCo), Peso de fruto (PF), Resistência da casca (RC), Relação comprimento/diâmetro do fruto (CD),	

Rendimento de polpa (RP), Sólidos Solúveis Totais (SST) e Acidez Total Titulável (ATT). Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.....	75
Tabela 3.9 Capacidade Específica de Combinação dos genitores para as características Diâmetro de caule (DCa), Altura de planta (AP), Diâmetro de copa (DCo), Peso de fruto (PF), Resistência da casca (RC), Relação comprimento/diâmetro do fruto (CD), Rendimento de polpa (RP), Sólidos Solúveis Totais (SST) e Acidez Total Titulável (ATT). Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.....	76
Tabela 3.10 Ranqueamento dos genitores com base na Capacidade Geral de Combinação (CGC), para as características: Diâmetro de caule (DCa), Altura de planta (AP), Diâmetro de copa (DCo), Peso de fruto (PF), Resistência de casca (RC), Relação comprimento/diâmetro (CD), Rendimento em polpa (RP), Sólidos Solúveis Totais (SST) e Acidez Total titulável (ATT). Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.....	78
Tabela 3.11 Autovalores, autovetores e percentual de variação dos eixos 1, 2, 3, 4 e 5 da Análise de Componentes Principais aplicada a 15 cruzamentos de Goiabeira-Serrana. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.....	80
Tabela 3.12 Coeficientes de correlação dos descritores fenotípicos para os cinco primeiros eixos de ordenação da Análise de Componentes Principais. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.	81
Tabela 4.1 Identificação, seqüência e peso molecular dos iniciadores microssatélites empregados na caracterização de progênies de três cruzamentos de Goiabeira-Serrana. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.	97
Tabela 4.2 Número de alelos encontrados em três progênies de <i>Acca sellowiana</i> e para o complexo <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i> , com o uso de 10 iniciadores microssatélites. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.	103
Tabela 4.3 Frequências alélicas para dez locos microssatélites avaliados em progênies de irmãos inteiros de três cruzamentos de <i>Acca sellowiana</i> . Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.....	104
Tabela 4.4 Índices de diversidade para três cruzamentos de <i>Acca sellowiana</i> , obtidos a partir da análise de 10 locos microssatélites. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005. ...	106
Tabela 4.5 Identidade (diagonal superior) e Distância genética (diagonal inferior) não viesada de Nei (1978), para três cruzamentos de <i>Acca sellowiana</i> . Florianópolis-SC.CCA/UFSC, 2005.....	107
Tabela 4.6 Frequências alélicas para dez locos microssatélites a partir de 10 genótipos de Goiabeira-Serrana do Tipo Brasil e 10 genótipos do Tipo Uruguai. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.	108
Tabela 4.7 Índices de diversidade para três cruzamentos de <i>Acca sellowiana</i> , obtidos a partir da análise de 10 locos microssatélites. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005. ...	109

Tabela 4.8 Resumo da análise de variância para oito marcadores SSRs e as características de Diâmetro de caule (DCa), Altura de planta (AP), Diâmetro de copa (DCo), Peso de fruto (PF), Rendimento em polpa (RP), Relação comprimento/diâmetro (CD), Resistência da casca (RC), Acidez Total Titulável (ATT) e Sólidos Solúveis Totais (SST), a partir de progênies de três cruzamentos de Goiabeira-Serrana avaliados no ano de 2003. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005..... 111

Tabela 4.9 Resumo da análise de variância com teste F significativo ($P < 0.05$) para seis marcadores e as características de Diâmetro de caule (DCa), Altura de planta (AP), Diâmetro de copa (DCo), Peso de fruto (PF), Rendimento em polpa (RP), Relação comprimento/diâmetro (CD), Resistência de casca (RC), Acidez Total Titulável (ATT) e Sólidos Solúveis Totais (SST) a partir de progênies de três cruzamentos de Goiabeira-Serrana avaliados em 2004. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005..... 112

RELAÇÃO DE FIGURAS

- Figura 1.1.** Zoneamento Edafoclimático para a Goiabeira-Serrana no Estado de Santa Catarina (SANTOS *et al*; 2002 dados não publicados).....07
- Figura 1.2.** Padrões de distribuição de estames e distância entre estigma e anteras em *Acca sellowiana*. Classe A - Distribuição de estames aleatória; Classe B - Distribuição de estames radial. Classes 1, 2 e 3 - distância entre o estigma e os estames variando entre 0 e 0,4 cm; 0,5 e 0,9 cm e 1,0 e 1,4 cm. São Joaquim, SC, 200013
- Figura 3.1** Dendograma de dissimilaridade genética para os cruzamentos de Goiabeira-Serrana, estimado através de Distância Euclidiana, empregando-se como descritores as características Diâmetro de caule, Altura de planta, Diâmetro de copa, Peso de fruto, Resistência de casca, Relação comprimento/diâmetro, Rendimento em polpa, SST e Acidez. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.....79
- Figura 3.2** Diagrama de ordenação baseado nos eixos 1 e 2 da Análise de Componentes Principais, representando 63,52% da variação total dos dados. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.....82
- Figura 3.3** Diagrama de ordenação baseado nos eixos 1 e 3 da Análise de Componentes Principais, representando 51,92% da variação total dos dados Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.....83
- Figura 3.4** Diagrama de ordenação em 3D dos baseado nos eixos 1, 2 e 3 da Análise de Componentes Principais representando 79,3% da variação total dos dados.....84

RESUMO

Bases Genéticas de Características de Importância Agronômica em Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana*)

Autor: Karine Louise dos Santos

Orientador: Dr. Rubens Onofre Nodari

Em razão do potencial organoléptico dos frutos, a Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana*) vem sendo alvo de investigação multidisciplinar através de um Programa de Melhoramento Genético, estabelecido pela Epagri¹. O êxito no desenvolvimento de cultivares é altamente dependente do conhecimento científico de vários aspectos, em especial da magnitude da variância genética relacionada às características a serem melhoradas, da capacidade combinatória dos genitores e da determinação dos mecanismos genéticos responsáveis pelos principais caracteres. Em razão deste contexto, este trabalho foi concebido para determinar as bases genéticas das principais características de importância agronômica, a partir de um cruzamento dialélico parcial envolvendo seis genótipos. O delineamento experimental consistiu de blocos completamente casualizados, com quatro repetições, em que cada parcela foi constituída de 10 plantas para as progênies F₁ e de 5 plantas, no caso de genitores. Os dados coletados para avaliação fenotípica das plantas referem-se às características: Altura de planta (AP), Diâmetro do caule (DCa), Diâmetro de copa (DCo). As características quantitativas relacionadas aos frutos foram: Peso (PF), Relação comprimento/diâmetro (CD), Resistência da casca (RC), Rendimento em polpa (RP), Sólidos Solúveis Totais (SST) e Acidez Total Titulável (ATT). As características qualitativas foram: Formato, Inserção das sépalas, Cor de polpa, Consistência da casca, Rugosidade, Coloração e Brilho da casca, Produtividade e Presença de vácuo entre casca e polpa. As médias das características quantitativas foram submetidas à Análise de Variância, seguidas do teste DMS. As demais variáveis foram submetidas à análise não paramétrica com base no teste χ^2 . A estimativa dos parâmetros genéticos foi obtida com o emprego do modelo IV de Griffith (1956). O efeito de tratamento foi considerado como fixo e decomposto em capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC). Em três cruzamentos pré-selecionados, de acordo com a origem do genitor, foi realizada a

¹ Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A

caracterização genética a partir de marcadores microssatélites. Posteriormente, foram analisadas possíveis associações entre marcadores e características fenotípicas. Tomando-se ambas as análises das características qualitativa e quantitativa dos genitores e progênies, destacaram-se como genótipos de interesse o acesso 85 por apresentar alto peso de fruto; porém, com alta resistência de casca e sem atrativo quanto ao sabor e o acesso 458 altamente produtivo e de alto rendimento em polpa. Sugerindo-se desta forma cruzamentos entre estes genótipos. Nos resultados referentes à análise dialélica, os valores de CGC, indicaram que é predominante o efeito aditivo dos genes sobre a característica Altura de planta. Já os valores de CEC indicaram que o efeito não-aditivo dos genes está atuando sobre as características Diâmetro de copa, Peso de fruto e Acidez. Diâmetro de caule e Relação comprimento/diâmetro revelaram a existência de efeitos aditivos e não aditivos na sua expressão. As características que refletiram possibilidade de maiores ganhos na seleção foram Altura de planta e Relação comprimento/diâmetro, e as mais relevantes para discriminar os cruzamentos foram Diâmetro de copa, Peso de fruto, Rendimento em polpa e Acidez. A caracterização genética, por meio de marcadores microssatélites desenvolvidos para o complexo *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, revelou que os acessos do Tipo Uruguai apresentaram menor diversidade genética comparativamente aos acessos do Tipo Brasil, sendo evidente a necessidade de desenvolver iniciadores microssatélites específicos para a espécie. Também não foi possível estabelecer qualquer tipo de associação consistente entre as combinações alélicas e características fenotípicas. Ressalta-se ainda a necessidade de aumento no número de anos de avaliação, no sentido de aumentar a precisão e a consistência da descrição das propriedades genéticas e dos efeitos ambientais sobre a expressão fenotípica das características de importância agrônômica.

ABSTRACT

Genetic bases of Characteristics of Agronomic Importance in Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana*)

Taking into account the unique flavor and potential of the its fruits, the Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana*) it is being object of investigation through a Program of Genetic Breeding, established for Epagri. The success in the development of commercial cultivars it is highly dependent of the scientific knowledge of several aspects, especially of the magnitude of the genetic variance related to the characteristics to be bred, of the combining ability of the genitors and of the determination of the genetic mechanisms responsible for the main agronomic traits. In this context, this work was conceived to determine the genetic bases for characteristics of agronomic importance, based on a diallel crossing involving six genotypes. The experimental design consisted of a RCB, with four repetitions, being each plot constituted of 10 plants for the progenies F₁ and of 5 plants, in the case of genitors. The data collected on plants refer to the characteristics: Plant height (AP), Diameter of the stem (DCa) and Diameter of canopy (DCo). The quantitative characteristics related to the fruits were: Fruit Weight (PF), Relationship length/diameter (CD), Resistance of the peel (RC), flesh yield (RP), Solids Contentens (SST) and Acidity (ATT). The qualitative characteristics were: Fruit format, Insert of the sepals, pulp Color, Consistence of the peel, Rugosity, Coloration and Shine of the peel, Productivity and Presence of vacuous between peel and pulp. The averages of the quantitative characteristics were submitted to the Analysis of Variance, followed by the test LSD. The other variables were submitted to the non parametric analysis, based on the χ^2 test. The estimate of the genetic parameters was obtained with the employment of the model IV of Griffith (1956). The treatment effect was considered as fixed and decomposed in general combining ability (CGC) and specific combining ability (CEC). In three pre-selected crossings based on the origin of the genitor, the genetic characterization was accomplished with the use of microsatellites markers. Later, possible associations were analyzed between markers and phenotypic characteristics. Taking together the results of both qualitative and quantitative analysis of the genitors and progenies, it can be conclude that the genitors of interest are (i) 85 because it presented high fruit weight; however, with high peel resistance and flavor without attraction and (iii) the genitor 458, highly productive and with high flesh yield. Diallel analysis revealed that the additive effect of the genes was predominant on the characteristic Plant Height. On the other hand, the high values of CEC

indicated that the non-addictive effects of the genes are acting on the characteristics Relationship Length/Diameter, Fruit Weight and Acidity. Stem diameter and Relationship length/diameter, however, are subject to both effects: addictive and not addictive ones. Plant Height and Relationship length/diameter are the characteristics where the genetic gain due to selection could be very high in comparison to the others. In addition, canopy Diameter, fruit Weight, flesh yield and Acidity are the ones more capable to discriminate phenotypes. The genetic characterization, with the use of microsatellite primers, developed for the complex *Eucalyptus grandis* x *E. Urophylla*, revealed that the access belong to the Uruguay Type presented less genetic diversity in comparison with Brazilian Type, being evident the needs of specific microsatellite markers for further studies in Goiabeira-Serrana. It was not possible to establish any strong and consistent association between the microsatellite allelic combinations and phenotypes for the characteristics so far analyzed. It is also pointed out the increase need of further evaluation in the following years, in order to increase precision and consistency on description of the genetic properties and of the environmental effects on the phenotypic expression.

Apresentação e Estrutura da Dissertação

Este trabalho tem como foco a Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana*), espécie de alto potencial para o desenvolvimento da fruticultura de Santa Catarina, em especial da região do Planalto Catarinense e Norte do Rio Grande do Sul, regiões estas consideradas de ocorrência natural e, possivelmente, centro de origem da espécie.

Frente ao potencial do fruto e a indisponibilidade de uma variedade melhorada, almeja-se colaborar com o programa de melhoramento da espécie, através do avanço no conhecimento das bases genéticas atuantes sobre as características de importância agrônoma mais relevantes para a produção comercial, contribuindo para que as estratégias de melhoramento sejam mais eficazes.

Para tanto, este estudo teve como objetivo a caracterização genética e fenotípica de progênies obtidas de cruzamentos entre diferentes genótipos previamente selecionados a campo. Estes foram utilizados em cruzamentos com intuito de promover, nas progênies, segregação para as características de importância agrônoma.

Para melhor compreensão dos temas abordados nesta dissertação, optou-se por organizá-la em capítulos. No primeiro é apresentada uma revisão geral, no sentido de familiarizar o leitor com a espécie. O segundo capítulo aborda a caracterização fenotípica das progênies estudadas, com ênfase na identificação de genótipos de melhor desempenho agrônomo.

O terceiro capítulo, embora também baseado na caracterização fenotípica das progênies alvo, visou conhecer as bases genéticas que estão envolvidas na expressão das características avaliadas.

O capítulo quatro teve como objetivos, estimar a diversidade genética de progênies de três cruzamentos, bem como testar a associação entre marcadores microssatélites e características fenotípicas.

O último capítulo deste trabalho trata das Recomendações/Sugestões para o programa de melhoramento da espécie.

CAPÍTULO 1

Caracterização da Espécie e do Estudo

1.1 Introdução

É enorme a diversidade de espécies existentes no Brasil. Entretanto, é extremamente pequena a utilização deste potencial na produção agrícola. Este fato é, em grande parte, decorrente da utilização preferencial por espécies exóticas e do desconhecimento ou desinteresse pelas espécies autóctones. O presente trabalho é uma tentativa de contribuição para o uso sustentável desta imensa biodiversidade existente no país.

Muitas espécies nativas, apesar do potencial inerente que possuem, continuam não exploradas e desconhecidas pela grande maioria da população, mesmo em seus centros de origem (FRANÇA, 1991). De forma contrária a esta omissão, está o mercado, sempre em busca de novos sabores e cores (CLEMENT *et al.*, 2000).

A região Sul do Brasil é exemplo desta riqueza de diversidade, onde existem várias espécies frutíferas nativas com potencial de uso como a Pitangueira (*Eugenia uniflora*), o Araçazeiro (*Psidium cattleianum*) e, especialmente, à Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana*). Contudo, na grande maioria, os esforços de pesquisa são direcionados à seleção de cultivares de espécies exóticas com resistência a patógenos e melhor adaptação às condições climáticas, em detrimento ao estudo das espécies nativas que podem apresentar potencial equivalente ou até mesmo superior às espécies comumente cultivadas.

A grande parte das espécies nativas, por ocasião da colonização do país, encontrava-se na condição de não domesticada ou incipientemente domesticada, apesar de muitas delas constituírem-se como parte da alimentação da população nativa. O desconhecimento técnico-científico das fruteiras nativas e a introdução seguida do cultivo de espécies exóticas já domesticadas podem ser atribuídos à colonização. Os imigrantes trouxeram consigo sua cultura, com hábitos alimentares baseados nas espécies cultivadas em seus países de origem, o que fez com que fossem introduzidas no Brasil espécies exóticas. A introdução destas se torna atrativa a medida em que já se conhecem suas práticas de manejo, além de terem mercado consumidor relativamente assegurado, o que não ocorre com as espécies aqui encontradas (DEGENHARDT, 2001).

Este fato contribuiu para que muitas das espécies autóctones, apesar de

apresentarem ótimo potencial, não tenham ainda valor expressivo no mercado nacional e mundial de frutíferas. Para viabilizar o cultivo em larga escala, é necessária a intensificação das pesquisas em todas as áreas do conhecimento.

Várias espécies nativas ainda contam com diversidade genética considerável em seus centros de origem ou nas suas áreas de ocorrência, diversidade esta passível de ser utilizada em programas de melhoramento. Este processo não deve ser postergado, pois grande parte desta diversidade vem sendo ameaçada pela expansão das fronteiras agrícolas.

Todavia, existem algumas iniciativas que buscam estimular o estudo de espécies nativas, a exemplo da Goiabeira-Serrana, que devido ao potencial organoléptico de seus frutos têm sido alvo de investigação multidisciplinar através de um Programa de Melhoramento Genético, estabelecido em 1986 pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. - Epagri.

A inexistência de variedades adaptadas e competitivas comercialmente no Brasil foi um estimulador para desenvolver e executar o projeto de Domesticação da Goiabeira-Serrana, iniciado com o levantamento da diversidade existente no Estado de Santa Catarina e Estados vizinhos, e a implantação de um Banco Ativo de Germoplasma (BAG) visando a conservação, o avanço no conhecimento científico, o manejo da diversidade genética ainda existente e a conseqüente viabilização de seu cultivo comercial (DUCROQUET & RIBEIRO, 1991). Em termos de conservação, além do BAG e de amostras depositadas no banco de sementes no Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN), existem áreas de grande ocorrência natural da espécie, bem como pequenos pomares espalhados pela região mais alta do Estado de Santa Catarina. Dentre eles, um pomar localizado no Município de São Joaquim, Santa Catarina, implantado em 1986, que segundo Degenhardt (2001), conta com mais de 890 plantas, sendo considerado um dos pioneiros.

Mesmo com esse esforço, a espécie se constitui em um recurso ainda pouco explorado e, embora seja cultivado comercialmente em alguns países como Nova Zelândia e Estados Unidos, não existem cultivares melhoradas disponíveis e os tipos cultivados ainda não apresentam diferenças significativas do ponto de vista comercial, quando comparados com os exemplares silvestres. Este fato caracteriza seu incipiente estágio de domesticação. Ainda não foi possível superar obstáculos relacionados a aspectos da biologia desta planta, principalmente no que se refere à uniformidade de frutos em uma mesma planta, resistência a doenças e manejo pós-colheita; dificultando seus melhoramentos genéticos, que por sua vez, apresenta-se como a principal esperança para o cultivo comercial.

A partir de acessos mantidos no BAG, estabelecido na Estação Experimental de São Joaquim (EESJ/Epagri) e com a utilização de marcadores izoenzimáticos e moleculares tais como RAPDs (*Randomly Amplified Polymorphic DNA*) e microssatélites (SSRs - *Simple*

Sequence Repeats), estão sendo obtido avanços significativos no que diz respeito ao conhecimento e organização da diversidade genética (NODARI *et al.*, 1997; DEGENHARDT, 2001; SANTOS *et al.*, 2002). Tais estudos foram feitos com intuito de favorecer as estratégias de conservação e de melhoramento genético.

Embora existam lacunas relacionadas ao conhecimento científico da espécie e à baixa expressividade do fruto no mercado nacional, testes de degustação realizados em Blumenau (SC) no ano de 2000 e, posteriormente, em Florianópolis no ano de 2001, demonstraram que mais de 90% das pessoas consideraram o sabor e o aroma da fruta como bons ou ótimos (DUCROQUET *et al.*, 2002; BARNI *et al.*, 2004). Esses resultados ressaltam seu potencial organoléptico, justificando o cultivo como alternativa de produção para agricultores da região sul do país. A espécie ainda apresenta potencial ornamental (MATTOS, 1986), sendo ainda indicada para reflorestamento de áreas degradadas (REITZ *et al.*, 1988).

Para que esta espécie possa ser cultivada comercialmente em larga escala, há a necessidade de cultivares apropriadas ao cultivo comercial nas condições de Santa Catarina, cujo desenvolvimento pode valer-se das ferramentas do germoplasma disponível e do conhecimento das bases genéticas de determinadas características, o que pode ser auxiliado pela biologia molecular. É neste contexto que este estudo foi realizado, com ênfase na análise de características relacionadas à produtividade e qualidade dos frutos, visando selecionar genótipos superiores para cultivo ou para utilização em programas de melhoramento genético.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Determinar as bases genéticas das principais características de importância agronômica, segregadas num cruzamento dialélico entre seis genótipos de Goiabeira-Serrana.

1.2.2 Objetivos específicos

- Estimar os componentes da variação fenotípica de características de importância agronômica de plantas e de frutos;
- Identificar os cruzamentos de melhor comportamento agronômico;

- Estimar a correlação entre as principais características de importância agrônômica;
- Identificar as características que melhor contribuem para a descrição dos cruzamentos envolvidos no estudo;
- Caracterizar a diversidade genética de cruzamentos envolvendo acessos de diferentes origens.

1.3 Revisão Bibliográfica

1.3.1 Classificação Botânica e Histórico

A *Acca sellowiana*, sinônimo *Feijoa sellowiana*, pertence à família *Myrtaceae*, a qual compreende 102 gêneros e 3.024 espécies descritas, sendo a maior família da ordem *Myrtales*. Entre todos os gêneros existentes, quatro tem atualmente importância econômica: 1) *Psidium* – onde se destacam a goiabeira e o araçazeiro; 2) *Eugenia* - do qual se destaca a pitangueira; 3) *Mirciaria* - destacando-se a jabuticabeira e 4) *Feijoa* - do qual destaca-se a Goiabeira-Serrana, nativa no planalto meridional do Brasil com dispersão secundária no Uruguai (CRÖNQUIST, 1981).

Esta espécie também é conhecida popularmente pelos nomes de Goiabeira-Serrana, Goiabeira-do-Mato, Goiabeira-da-Serra ou Feijoa. Os povos indígenas a chamam de “quirina” ou “kanê kriyne” (Ducroquet, comunicação pessoal). Na língua inglesa é denominada de *pineapple-guava*.

Coletada já em 1819 por Sellow, de onde deriva o nome *sellowiana*, foi inicialmente descrita por Berg, que descreveu o gênero *Acca* em 1856 e o gênero *Feijoa* em 1859. Como os dois gêneros não apresentam diferenças que justifiquem a sua separação, atualmente se aceita o nome de *Acca sellowiana*, por ser o mais antigo (MATTOS, 1986; CACIOPPO, 1988, DUCROQUET *et al.*, 2000).

A espécie foi levada inicialmente para a França, a partir do Uruguai, em 1890, pelo professor Edouard André, de onde foi introduzida na Califórnia em 1901. De lá foi levada para a Nova Zelândia, onde teria chegado em 1908. Em 1903 foi levada para a Flórida, onde se tornou popular como planta ornamental (MORTON, 1987). Ainda em 1900 foi introduzida na Criméia, de onde se espalhou pelas Regiões Caucásicas que margeiam o Mar Negro e o Mar Cáspio, tendo chegado ao Azerbaijão e à Geórgia, onde conheceu sua primeira expansão comercial significativa. Foi ainda introduzida na Itália (DUCROQUET *et al.*, 2000). Porém, o germoplasma disponível nestes países apresenta base genética restrita, uma vez que resulta em sua maioria, da introdução inicial feita pela França, a partir de poucas plantas (SHARPE *et al.*, 1993).

Atualmente a Goiabeira-Serrana é cultivada comercialmente na Nova Zelândia, na Califórnia, nas Repúblicas Caucásicas da Geórgia e do Azerbaijão, na Colômbia e em Israel (HEWETT, 1993; DUCROQUET *et al.*, 2000). No Brasil existem apenas alguns pequenos pomares em Santa Catarina, Rio Grande do Sul, na Serra da Mantiqueira, e entre os estados de São Paulo e Minas Gerais.

1.3.2 Distribuição Geográfica e Adaptabilidade

A região Serrana Catarinense e Serra Nordeste do Rio grande do Sul, são consideradas o centro primário de dispersão da Goiabeira-Serrana. Fora desta área existem pequenos núcleos disseminados desde o Sul do Paraná até a metade do Norte do Uruguai (DUCROQUET *et al.*, 2000; THORP & BIELESKI, 2002). Embora alguns autores ainda atribuam sua origem à Argentina e ao Paraguai, devido às descrições de Popenoe em 1912 (DAWES & PRINGLE, 1983; MORTON, 1987 e SEIDEMANN, 1994), há falta de evidências concretas da ocorrência espontânea da espécie nestes dois países (DUCROQUET *et al.*, 2000).

Em Santa Catarina, ocorre com maior frequência em áreas com formação de bosques e matas de araucária, raramente sendo encontrada em locais com altitudes inferiores a 800 metros, e se inserida em altitude inferiores não apresenta produção de frutos (LEGRAND & KLEIN, 1977; MATTOS, 1990; DUCROQUET & RIBEIRO, 1991; MELLER *et al.*, 1997; DUCROQUET *et al.*, 2000), sendo perfeitamente adaptada às condições edafoclimáticas das serras e planaltos Catarinenses (DUCROQUET & HICKEL, 1997).

A planta possui grande resistência ao frio e, como exemplo, cita-se a evidência de plantas cultivadas na República Caucásica da Geórgia, onde perdem as folhas no inverno a temperatura -12,6°C, rebrotando normalmente no ciclo seguinte. Por outro lado, essa espécie é considerada muito sensível às temperaturas muito elevadas durante os meses de verão, juntamente com a ocorrência de baixa umidade do ar, apresentando também baixa tolerância para longos períodos de seca (DUCROQUET *et al.*, 2000).

Em Santa Catarina, a fruticultura de clima temperado, especialmente as frutas de caroço, tem sido bastante prejudicada pela ocorrência freqüente de geadas tardias. Porém, este risco na Goiabeira-Serrana é menor, pois seu florescimento é mais tardio. Além disso, o efeito negativo das temperaturas altas na contagem das horas de frio necessárias para quebrar a dormência em fruteiras de clima temperado não afeta significativamente a espécie (DUCROQUET & HICKEL, 1997; DUCROQUET & RIBEIRO, 1991). Este fato indica a melhor adaptação da espécie às condições climáticas do Planalto Meridional Brasileiro.

Tendo em vista o conjunto de características adaptativas, a espécie se apresenta como alternativa para o cultivo de fruteiras na região Sul do Brasil (MATTOS, 1986), entretanto, a ausência de pesquisa agrônômica apresenta-se como uma das dificuldades no estabelecimento de áreas preferenciais de cultivo, uma vez que a espécie ainda não é cultivada em escala comercial e poucos são os trabalhos de pesquisa a ela associados.

A Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) propôs um zoneamento para a Goiabeira-Serrana, a partir de critérios como a temperatura ($< 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ para áreas preferenciais e $\geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ para áreas toleradas) e a soma de horas frio (>500 para áreas preferenciais e de 400 a 500 para áreas toleradas). Porém, Ducroquet (2000) menciona que as condições ideais para o desenvolvimento da espécie relacionam-se a temperaturas médias de 16°C e altitudes superiores a 800 metros.

Desta forma, uma proposta foi desenvolvida para o ajuste do critério de zoneamento, segundo os critérios estabelecidos por Ducroquet (2000), acrescentando informações relacionadas às características edafológicas do Estado de Santa Catarina, contribuindo com a caracterização das áreas prioritárias para o cultivo desta fruteira em Santa Catarina.

Os resultados indicaram as regiões de São Joaquim, Lages e Matos Costa como áreas preferências para o cultivo (Figura 1.1). Estes aspectos não devem ser tomados como definidos, sendo importante a realização de estudos continuados que permitam um permanente ajuste dos resultados.

Tratando-se de um estudo edafoclimático para uma espécie ainda não cultivada em larga escala, os resultados devem ser submetidos à validação agrônômica, em especial com ensaios nas áreas citadas, que incluam não somente genótipos já selecionados pelo programa de melhoramento, mas também com parte dos acessos do banco de germoplasma implantado e mantido pela Epagri em São Joaquim.

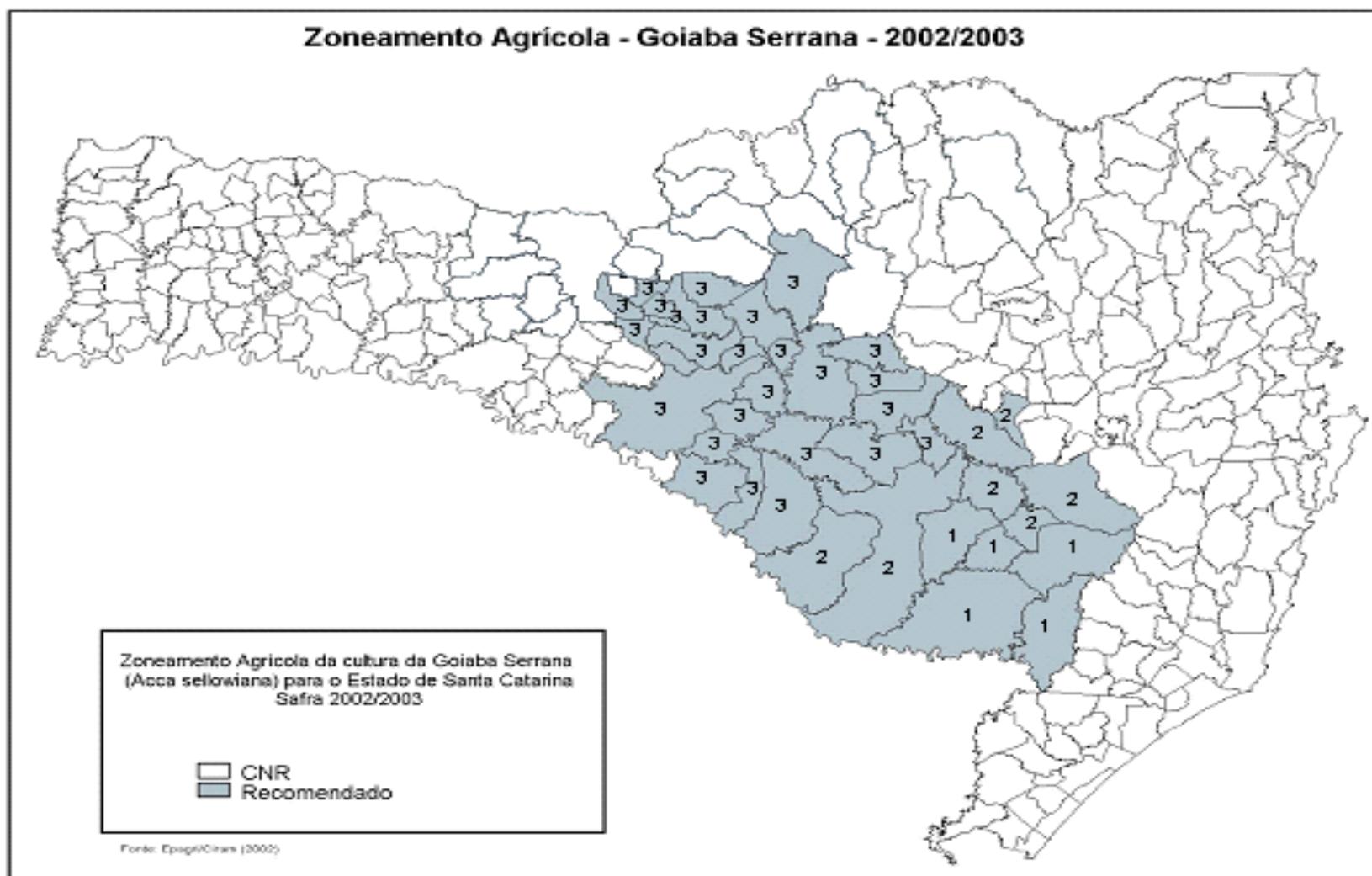


Figura 1.1. Proposta de Zoneamento Edafoclimático para a Goiabeira-Serrana no Estado de Santa Catarina, 1 Região de São Joaquim, 2 região de Lages e 3 região de Matos Costa (SANTOS *et al.*, 2002 dados não publicados).

*CNR - Cultivo não recomendado

1.3.3 Descrição Botânica

Devido à grande variação fenotípica, a espécie pode ser dividida em dois “Tipos”, que apresentam características bem distintas principalmente com relação às plantas (FRANÇA, 1991). O grupo típico, ou “Tipo Brasil” apresenta plantas com folhas de face abaxial verde-clara, pilosidade esbranquiçada curta e rala, os frutos apresentam sementes grandes (0,45 a 0,60 g para 100 sementes). O “Tipo Uruguaí” apresenta plantas com folhas de face abaxial branco-cinza com densa pilosidade branca tipo feltro, as sementes pequenas (0,20 g para 100 sementes) (DUCROQUET *et al.*, 2000, THORP & BIELESKI, 2002).

Uma segunda distinção entre os tipos pode ser feita de acordo com a origem geográfica do germoplasma. Segundo Ducroquet *et al.* (2000), os acessos do Tipo Brasil apresentam sementes grandes e folhas com face abaxial verde-clara com pilosidade esbranquiçada curta e rala. Estas plantas são encontradas nos bosques e capões de encosta que caracterizam as áreas de Campos de Altitude do Brasil meridional, entre 1.200 e 1.600 m de altitude e acima de 1.000 m de altitude no Rio Grande do Sul, onde geadas e temperaturas de até -10°C podem ocorrer, com temperatura média anual abaixo ou próxima de 16°C e o relevo favorecendo a formação de bosques e matas ralas de araucária, independentemente do tipo de solo.

Já as plantas do Tipo “Uruguaí”, procedentes principalmente do Norte do Uruguaí, apresentam-se com sementes pequenas, folhas com face abaxial branco-cinza com densa pilosidade branca tipo feltro, aparecem nos bosques das serras do Sudoeste do Rio Grande do Sul e nas áreas de maior relevo do Uruguaí, com temperatura média anual também por volta dos 16°C (NODARI *et al.*, 1997; DUCROQUET *et al.*, 2000). O tipo Uruguaí foi assim chamado em virtude de que todas as cultivares disseminadas fora do centro de origem são oriundas de material do Uruguaí.

No entanto é necessário tomar com cautela estas propostas pelo fato de que estas classificações foram feitas quando ainda não haviam estudos sobre a diversidade genética. Os poucos estudos ainda não demonstram de forma inequívoca a existência destes Tipos.

De forma geral a espécie apresenta a seguinte morfologia:

Planta

A Goiabeira-Serrana é um arbusto ou árvore pequena de dois a seis metros de altura, existindo grande diversidade no porte da espécie, porém, raramente ultrapassando os cinco metros. Apresenta ramos cilíndricos, acinzentados, glabros, com folhas opostas, curtas, pecioladas, pequenas e estreitas (DUCROQUET & RIBEIRO, 1991). Entrando em produção a partir do quarto ano, apresenta-se muito ramificada, com ramos lignificados que

resistem a geadas de até $-12,6^{\circ}\text{C}$, brotando e florescendo quando a probabilidade de geadas diminui. Suas folhas são opostas, com face superior brilhante, verde escura e face inferior esbranquiçada (MATTOS, 1986).

Flor

A floração da *A. sellowiana* ocorre nos meses de outubro e novembro, podendo variar dependendo da altitude. Mattos (1986) descreveu que os botões florais apresentam-se solitários ou em cachos de no máximo cinco unidades e são característicos pelo seu formato globuloso com tamanho de um grão de ervilha. Suas flores são constituídas de quatro sépalas discretas, quatro pétalas carnosas e profundamente recurvadas em forma de capuz, brancas por fora e púrpuras internamente (DUCROQUET *et al.*, 2000). A flor apresenta tendência à dicogamia por protoginia, pelo fato do estigma se tornar receptivo 24 horas antes da deiscência das anteras, permanecendo receptivo ainda por 10 horas após a deiscência (STEWART, 1987).

Fruto

O fruto da Goiabeira-Serrana é semelhante à goiaba comum em aparência, tamanho e consistência, mas a polpa de cor gelo possui sabor muito diferente, doce-acidulado e aromático (MATTOS, 1986; REITZ *et al.*, 1988; DUCROQUET & RIBEIRO, 1991). É classificado como um pseudofruto do tipo pomo, por ser a flor epígina, com ovário ínfero e aderente. A casca pode ser lisa, semi-rugosa ou rugosa, sendo a espessura da casca variável (FRANÇA, 1991). O número de sementes pode chegar a mais de 100 por fruto (DUCROQUET *et al.*, 2000, DEGENHARDT, 2001). Estas são pequenas e duras e encontram-se embebidas em uma polpa firme e gelatinosa, podendo apresentar formato que varia de gota até coração (SEIDEMANN, 1994). O rendimento de polpa é também bastante variável, geralmente atingindo valores máximos de 50% (DUCROQUET *et al.*, 2000; DEGENHARDT, 2001).

Ducroquet *et al.* (2000), relataram que o fruto apresenta uma diversidade muito grande, com o peso situando-se entre 20 e 250 gramas e seu formato pode variar de redondo a oblongo, com maturação distribuída entre final de fevereiro e final de maio, se estendendo por cerca de três a quatro semanas na maioria dos clones.

A composição do fruto já foi estudada por alguns autores e é apresentada na Tabela 1.1, cujos dados referentes a Popenoe (1912) e Casella (1925) foram extraídos de Ducroquet *et al.* (2000).

O fruto é rico em compostos de lodo solúveis em água e sua porcentagem varia com a localidade e de ano para ano, variando de 1,65 a 3,90 mg/Kg de peso fresco. O teor de vitamina C da polpa está compreendido de 28-35 mg/100g, teores estes comparáveis ao da

laranja. Segundo Morton (1987), os valores de alguns minerais encontrados nos frutos por 100 g de polpa fresca são: potássio - 166 mg, sódio - 5 mg, cálcio - 4 mg, magnésio - 8 mg, fósforo - 10 mg e ferro - 0,05 mg. O fruto apresenta ainda aroma característico e a qualidade do aroma está relacionada à produção de etilbutirato, metil e etilbenzoato, além de aldeídos aromáticos (SEIDEMANN, 1994).

A percentagem de Sólidos Solúveis Totais do suco varia entre 9 e 16%. O suco apresenta um escurecimento relativamente rápido, devido à oxidação dos polifenóis (DUCROQUET, 1993; SEIDEMANN, 1994).

Conforme dados de Harman (1987) e Downs *et al.* (1988), os açúcares principais do fruto da feijoa são a sacarose, frutose e glicose. O conteúdo de açúcares aumenta marcadamente aos 80 dias depois da antese.

Os ácidos cítrico e málico são os ácidos orgânicos predominantes nos frutos da Goiabeira-Serrana e apresentam-se em concentrações similares. O ácido quínico também está presente na maturação, mas somente em pequenas quantidades (HARMAN, 1987).

Downs *et al.* (1988), também verificaram que os ácidos cítricos e málicos são os ácidos orgânicos predominantes, sendo que o ácido cítrico apresenta cerca de 80% da concentração total dos ácidos.

Tabela 1.1 Composição química em % de peso fresco total do fruto de Goiabeira-serrana.

Componentes	Popenoe (1912)	Casella (1925)	Morton (1987)	Seidemmann (1994)
Água	84,88	87,05	84,0	79,2
Proteínas	0,82	0,93	0,9	
Ácidos graxos	0,24		0,2	
Açúcares totais	4,24		10,0	6,04
- Sacarose	1,58			
- Açúcares invertidos	2,66	2,46		
Fibra bruta	3,55	5,04		
Cinzas	0,56	1,44	0,5	0,53
Acidez total (g ácido cítrico/100ml)		2,06		0,85
Pectinas solúveis em água				0,74
Pectinas solúveis em ácido				1,05
Vitamina C (mg/100g)				
- Fruto inteiro				33,9
- Polpa			28,0-35,0	30,8
pH do suco				3,13

Fonte: Ducroquet *et al.* (2000) adaptado por DEGENHARDT (2001).

Vários estudos foram realizados (BASILE *et al.*, 1997; VUOTTO *et al.*, 2000; IELPO *et al.*, 2000) comprovando as propriedades farmacológicas existente nos frutos de *Acca sellowiana*, os quais demonstraram que este fruto apresenta atividade antibactericida e antioxidante, assim como a existência de flavonóides em seus frutos, cujas propriedades auxiliam na atividade imunológica, determinando respostas crônicas em processos inflamatórios e também estudos relacionados a efeitos antialérgicos.

Segundo Mattos (1986), quando os frutos principalmente do Tipo Brasil, apresentarem tamanho normal, coloração verde amarelada e começam a cair ao solo, já estão quase maduros. Neste último caso, os frutos podem ser levados imediatamente para o mercado ou consumidos na propriedade.

Os frutos, por ocasião da maturação, tornam-se mais claros e por este diagnóstico pode-se proceder à colheita (CACIOPPO, 1988). Contudo, esta mudança de coloração não ocorre na maioria das plantas. Desta forma, nestes casos a colheita pode ser feita sacudindo ligeiramente a planta.

Na Nova Zelândia foram feitos numerosos estudos visando obter parâmetros úteis, a fim de se determinar a melhor época de colheita. Dos estudos realizados, pode-se concluir que nem o teste do penetrômetro nem o exame refratométricos são válidos. O único método válido até o momento é a abscisão espontânea do fruto (THORP e KLEIN, 1987).

A expectativa de expansão do cultivo da Goiabeira-Serrana na Nova Zelândia no final da década de 70 não se concretizou e uma das razões foi a freqüente decepção do consumidor ao comparar frutos aparentemente sadios, mas impróprios para o consumo devido a lesões internas, provocadas pela colisão com o solo. Esse problema resulta do aproveitamento de frutos coletados do chão para o comércio *in natura*. A recomendação atual na Nova Zelândia é proceder à colheita, com um leve toque no fruto, prática que provoca o seu desprendimento do pedúnculo. Como os sinais de maturação passam muitas vezes despercebidos, a queda de uma quantidade significativa de frutos antes de serem colhidos é inevitável, mesmo fazendo-se uma colheita diária (THORP E KLEIN, 1987).

Entretanto, existe a alternativa de instalação de redes suspensas por arames esticados abaixo da copa para amortecer a queda dos frutos, evitando, assim, lesões. O problema desse sistema é que não há como impedir que alguns frutos batam nos galhos da copa ou se choquem uns aos outros ao cair na rede (THORP E KLEIN, 1987; SMITH, 1999).

Outra alternativa, é o ensacamento do fruto. Apesar de muito laborioso, esta prática facilita a colheita, reduz as perdas e se torna um diferencial de venda, pela ausência de agrotóxicos (AZAM *et al.*, 1981, DUCROQUET *et al.*, 2000).

O tempo de conservação em câmara fria é limitado. As experiências mencionadas, mas sem comprovação científica, indicam que na melhor das hipóteses, este tempo não

passa de um mês a 4°C seguido de cinco dias de prateleira a 20°C. A armazenagem por longos períodos compromete a qualidade dos frutos, os quais apresentam redução no sabor, cujo declínio está associado a uma redução da acidez total titulável e da concentração de sólidos solúveis, bem como nos teores de vitamina C (HOFFMANN *et al.*, 1990).

1.3.4 Morfologia Floral e Biologia Reprodutiva da Espécie

A espécie é hermafrodita, sendo predominantemente alógama. O florescimento ocorre nos meses de outubro a dezembro quando em condições normais do Planalto Catarinense (DUCROQUET & RIBEIRO, 1991).

Dentro da morfologia da flor, um fator importante na seleção de polinizadores, segundo Degenhardt (2001), é a distância entre estigma e estames. Tecnologias que envolvam a utilização de agentes polinizadores com tamanho corporal menor, como por exemplo, as abelhas domésticas, seriam mais adequadas para os acessos que apresentam menores distâncias entre estigma e estames. Ao contrário da variabilidade apresentada quanto ao tamanho dos frutos, a disposição dos estames na flor e a distância entre estigma e antera, não se apresentam variáveis dentro de plantas e nem mesmo são dependentes do estágio fenológico da flor (DEGENHARDT, 2001), facilitando a identificação dos acessos (Figura 1.2).

Porém, são várias as lacunas com relação a informações sobre a morfologia da espécie, a variabilidade verificada na distância entre estigma e anteras e também na disposição dos estames na flor, que podem dar-se de maneira radial ou aleatória; podem estar exercendo influência sobre a polinização, uma vez que as flores com estames bem distribuídos apresentam maior probabilidade de alguns destes localizarem-se bastante próximos ao estigma, facilitando que os insetos, ao coletarem o pólen das anteras acabem por tocá-los. É relevante ressaltar que outros fatores devem estar envolvidos, como a autocompatibilidade, já observada em alguns dos acessos (HICKEL & DUCROQUET, 2000).

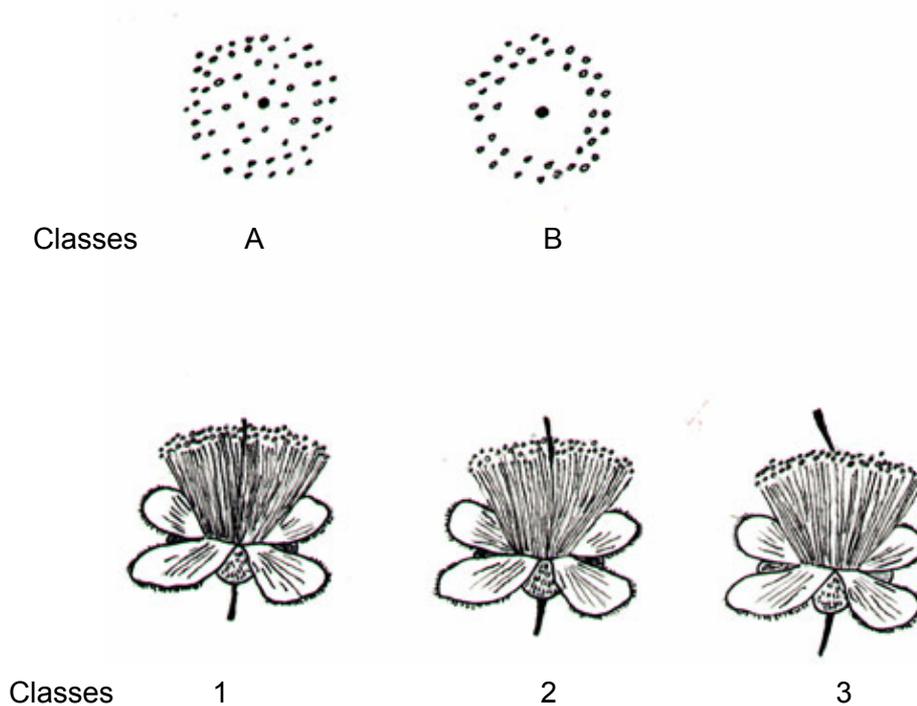


Figura 1.2. Padrões de distribuição de estames e distância entre estigma e anteras em *Acca sellowiana*. Classe A - Distribuição de estames aleatória; Classe B - Distribuição de estames radial. Classes 1, 2 e 3 - distância entre o estigma e os estames variando entre 0 e 0,4 cm; 0,5 e 0,9 cm e 1,0 e 1,4 cm, respectivamente. São Joaquim, SC, 2000.

Fonte: Degenhardt et al., 2001.

Popenoe (1912) admitiu que devido à arquitetura floral, a polinização seria realizada no centro de origem através de pássaros que visitam as flores com o interesse de comer suas pétalas e acabam por transferir o pólen ao roçar seu peito contra as flores. Os insetos teriam essa função dificultada, principalmente os de pequeno e médio porte, devido à distância entre o estigma e o plano dos estames, e à distribuição radial destes (DUCROQUET *et al.*, 2000).

A polinização da Goiabeira-Serrana tem sido alvo de pesquisas também em Santa Catarina e tanto espécies de pássaros como de insetos concorrem para a transferência de pólen das anteras para o estigma. Os pássaros de grande e médio porte que se alimentam das pétalas acabam por tocar os estames das flores de uma planta e ao se deslocarem para outra planta, com a plumagem coberta por grãos de pólen, acabam por tocar os estigmas, efetuando a polinização (STEWART & CRAIG, 1987; DUCROQUET & HICKEL, 1997). Experimentos realizados no BAG de Videira demonstraram que a contribuição dos pássaros está na dependência do tipo de fecundação, sendo essencial para clones de fecundação cruzada.

Posteriormente, observou-se outros visitantes da Goiabeira-Serrana, as mamangavas de toco (*Xylocopa frontalis*) e de chão (*Bombus atratus*), as quais foram consideradas como prováveis polinizadoras, podendo contribuir juntamente com os pássaros para uma maior polinização cruzada entre as plantas (HICKEL & DUCROQUET, 2000).

Finardi (2003) sugere que os insetos desempenham um papel importante na polinização cruzada de Goiabeira-Serrana, porém, complementar à polinização ornitófila, uma vez que a frutificação efetiva avaliada em sistema de polinização livre, atribuída tanto a pássaros quanto a insetos foi superior à frutificação no sistema de polinização apenas entomófila.

Estudos de polinização conduzidos na Nova Zelândia apontaram como agentes polinizadores os pássaros, especialmente de espécies pertencentes às famílias *Thraupidae*, (sanhaços/*Thraupis* spp., Saíra-do-dorso-preto/*Tangara perrwiana* e Gaturanos/*Euphonia* spp.), família *Turdidae* (Sabiás/*Turdus* spp.), família *Mimidae* (Sabiá-do-campo/*Mimus* spp.) e família *Tyrannidae* (Tuque/*Elaenia mesoleuca*). Na Nova Zelândia os principais relatos são para as espécies *Turdus merula* e *Acridotheres tristis* (STEWART, 1987). Isto porque a maior “recompensa” obtida nas flores são as pétalas, muito atrativa aos pássaros que se alimentam de frutas. DUCROQUET & HICKEL (1997), citam que os pássaros que se alimentam de frutas são normalmente de médio a grande porte e, assim, acabam ficando com a plumagem coberta de grãos de pólen, transferindo os grãos de pólen aderidos às penas ao se alimentar das pétalas.

O potencial da polinização manual vem sendo demonstrado em diferentes estudos (SHARPE *et al.*, 1993; HICKEL & DUCROQUET, 2000), que indicaram aumento significativo tanto do “vingamento” dos frutos em todos os casos avaliados, como também das características ligadas à qualidade destes.

A falta de polinizadores, devido a desmatamentos e uso intensivo de inseticidas pode vir a se tornar um fator limitante a altas produtividades. O cultivo da Goiabeira-Serrana chegou a ser descartado no Estado do Alabama (EUA), devido à falta de polinizadores (LAMBERTS, 1993).

Contudo, apesar dos avanços, a espécie ainda carece de estudos que possibilitem definir estratégias para otimizar a produção comercial (DEGENHARDT, 2001).

1.3.5 Pragas e Doenças

Devido ao fato da região Sul do Brasil apresentar-se como centro de origem da espécie, esta apresenta relativamente um grande número de pragas primárias e

secundárias: cochonilhas, percevejos, tripes, ácaros, besouros, traças, mariposas minadoras e mosca-das-frutas (DUCROQUET *et al.*, 2000).

A maioria das mirtáceas frutíferas nativas do território brasileiro é hospedeira de alguma espécie de mosca-das-frutas, notadamente as do gênero *Anastrepha*. A Goiabeira-Serrana é hospedeira primária de *Anastrepha fraterculus*, sendo que os frutos intensamente atacados, podendo ocorrer 100% de infestação na época da maturação, quando estes liberam um forte aroma. O tamanho crítico dos frutos para ocorrência de posturas é quando estes apresentam de 25 a 30 mm de diâmetro, normalmente na última semana de fevereiro, e se estende até a colheita (DUCROQUET *et al.*, 2000). A mosca-das-frutas é considerada a praga mais problemática para o cultivo da Goiabeira-Serrana.

Outra espécie cuja larva também danifica o fruto, especialmente na região serrana, é o gorgulho *Conotrachelus* sp., cujo controle poderá ser facilitado por apresentar apenas uma geração por ano. Entretanto, a identificação desta praga ainda não chegou ao nível de espécie (DUCROQUET *et al.*, 2000).

Dentre as doenças destaca-se a antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, como principal doença da Goiabeira-Serrana no Sul do Brasil, pois provoca o tombamento de plântulas e a perda de um grande número de mudas, bem como o secamento parcial ou total de ramos, podendo causar a morte das plantas adultas. Nos frutos os sintomas são manchas escuras deprimidas com a parte central de coloração rósea devido à multiplicação do agente patogênico. A doença pode danificar até 100% de frutos jovens ou próximos da maturação (ANDRADE & DUCROQUET, 1994, DUCROQUET *et al.*, 2000).

Botrytis cinerea é o agente causador de podridões de pós-colheita, conhecido também como podridão cinza. Kikvadze (1973) descreveu os sintomas e as frutificações do fungo, indicando que o ataque se dá no fruto durante o estágio de maturação e também durante o armazenamento, podendo atingir cerca de 10% dos frutos no pomar antes da colheita (DUCROQUET *et al.*, 2000).

Outros fungos como *Pestalotia feijoa* Art., *Phyllostica feijoe* Art., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Monilia fructigena* e *Pestalotiopsis psidii* são citados em vários países como causadores ocasionais de podridão pós-colheita em Goiabeira-Serrana (DUCROQUET *et al.*, 2000).

1.3.6 Domesticação da Espécie

A domesticação é um processo de co-evolução pelo qual a seleção artificial, tanto consciente quanto inconsciente, sobre as populações de plantas promovidas, manejadas ou cultivadas, resultam em mudanças nos genótipos das populações, tornando-as mais úteis

para o homem e mais adaptadas à intervenção do homem na paisagem (CLEMENT, 1999). Assim, muitos agricultores têm iniciado o processo de promoção por estarem mantendo em quintais, plantas que julgam produzir frutos de melhor sabor e em grande quantidade, comparativamente às demais plantas. A domesticação é considerada, portanto, como um processo multidimensional no qual ocorre interação progressiva entre o homem e os recursos vegetais (WIERSUM, 1997). Para que haja domesticação de plantas é necessário que a seleção e o manejo causem reprodução e sobrevivência diferenciadas nas populações (CLEMENT, 1999).

Os processos de domesticação de espécies arbóreas (frutíferas ou não) e espécies de cereais são apenas parcialmente análogos, uma vez que diferenças essenciais ocorrem quanto ao grau de modificação no ambiente biofísico durante o processo. Tanto pode envolver um processo de manipulação no qual o ecossistema natural é transformado em um ecossistema altamente artificial criado e mantido pelo homem, quanto pode envolver um processo de transformação de ecossistema no qual parte dos indivíduos selvagens é substituída por cultivares melhoradas ou por espécies de maior valor, mas no qual o ecossistema natural é apenas parcialmente modificado, como no caso das frutíferas (WIERSUM, 1997).

As primeiras frutíferas domesticadas foram Tamareira, Figueira, Oliveira e Videira (cerca de 4.000 a.C.). A fácil propagação vegetativa teve importante papel em tornar estas espécies as primeiras a serem domesticadas, já que nestas o homem era capaz de propagar fenótipos idênticos aos dos pais (SPIEGEL-ROY, 1986).

Clement (1999) dividiu o processo de domesticação de espécies cultivadas em etapas, de acordo com o grau de diferenciação em relação aos ancestrais selvagens e de acordo com a intervenção do homem sofrida pela espécie. Entretanto, não se pode afirmar com certeza qual o atual estado de domesticação da Goiabeira-Serrana, pelo menos no que diz respeito ao Tipo Brasil, uma vez que a espécie já era utilizada pelos grupos indígenas de forma extrativista (Ducroquet, Comunicação Pessoal). Contudo, os tipos cultivados em outros países são resultantes de um trabalho de melhoramento genético, envolvendo hibridização e seleção, tipos estes que pertencem, então, a um estágio mais avançado de domesticação relativamente às populações de Goiabeira-Serrana encontradas no Brasil.

1.3.7 Conservação *in situ* e *ex situ*

Em 1986, os estudos com a Goiabeira-Serrana tiveram início no Estado de Santa Catarina, em face desta frutífera ter sido considerada promissora principalmente por pesquisadores catarinenses. As pesquisas iniciaram-se com a recuperação do material

genético existente em seu estado natural, ou de cultivo caseiro, na região Sul do Brasil. Os objetivos iniciais eram a preservação da diversidade genética da espécie com a finalidade de torná-la acessível para os programas de melhoramento futuros, além da seleção de clones aptos ao cultivo comercial, que uma vez multiplicados vegetativamente, constituiriam as primeiras cultivares à disposição dos produtores (DUCROQUET & RIBEIRO, 1991).

Com o auxílio dos agricultores, foi possível a coleta de exemplares em Santa Catarina, a partir dos quais montou-se o Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da espécie, estabelecido inicialmente na Estação Experimental de Videira, SC (DUCROQUET, 1993; DUCROQUET, 1996). Este BAG chegou a ser composto por 160 acessos, com três plantas por acesso. Contudo, a partir de 1990, devido ao fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, causador da antracnose, perderam-se todas as plântulas da casa de vegetação, produzidas para diversas finalidades. Na coleção, as plantas que vinham apresentando boa sanidade até então, começaram também a apresentar sintomas de secamento, com intensidade diferenciada, dependendo do acesso. Em 1991, os primeiros acessos introduzidos começaram a apresentar, em praticamente todos os frutos, manchas de antracnose, sendo poucos os frutos que chegavam a maturação completa na planta (ANDRADE & DUCROQUET, 1992; DUCROQUET & BONIN, 1999).

Estudos realizados em laboratório permitiram identificar alguns dos fungicidas mais eficientes no combate do fungo *in vitro*. Contudo, testes preliminares realizados a campo mostraram que na falta de maiores conhecimentos sobre a epidemiologia da doença são necessárias aplicações semanais destes fungicidas, desde a floração até a colheita, para controlar a doença no fruto (DUCROQUET, 1996).

Esse fungo requer altas temperaturas e precipitações pluviométricas para o seu desenvolvimento, incidindo com muito mais intensidade no Alto Vale do Rio do Peixe (onde foi estabelecido o primeiro BAG) do que na Região Serrana (São Joaquim e arredores), a qual oferece condições menos favoráveis ao desenvolvimento da antracnose, especialmente durante o período que se estende da floração até a colheita (DUCROQUET, 1996).

Devido às condições climáticas menos favoráveis ao estabelecimento da doença, transferiu-se o BAG em 1995 para o Município de São Joaquim. Atualmente, conta-se com mais de 195 acessos, a maioria procedente do Estado de Santa Catarina, além de 10 exemplares oriundos da Nova Zelândia e Califórnia (USA) (DUCROQUET, comunicação pessoal). Além do BAG existente em São Joaquim, sementes de alguns acessos estão sendo mantidas em coleção *ex situ*, no CENARGEN. Existem ainda coleções de germoplasma em outras partes do mundo, como Itália, Nova Zelândia, Colômbia e nas regiões costeiras da Ucrânia, Geórgia e do Azerbaijão (DUCROQUET *et al.*, 2000).

Muitas populações de ocorrência natural ainda existem no Sul do Brasil. Desta forma a conservação *in situ* ainda é a principal forma de conservação e o maior repositório de

genes quase que totalmente desconhecidos, que por sua vez sofrem a ameaça da erosão genética, principalmente ocasionada pela remoção da vegetação nativa e utilização da área para atividades agropecuárias, entre elas bovinocultura e florestamento de *Pinus* sp.

1.3.8 Caracterização de Germoplasma e Melhoramento Genético

No Brasil, o primeiro trabalho com Goiabeira-Serrana foi feito em 1951 por Mattos, que publicou o trabalho intitulado "A Goiabeira-Serrana". Porém, somente a partir de 1985 pesquisadores brasileiros intensificaram trabalhos com esta planta, principalmente na Epagri - Estação Experimental de Videira/SC (DUCROQUET, 1993).

Embora a caracterização de germoplasma venha sendo realizada para outras espécies nativas e exóticas, a caracterização e avaliação das coleções existentes têm sido deficientes, devido à falta de recursos e mão-de-obra disponível. Isso se deve ao fato de que experimentos com espécies arbóreas ocupam muito espaço, levam muito tempo e apresentam custos elevados. Essas dificuldades ficam evidentes pelo fato de apenas sete fruteiras nativas da Amazônia serem consideradas domesticadas, 20 semi-domesticadas e 36 incipientemente domesticadas (CLEMENT *et al.*, 2000).

No entanto, a variabilidade da Goiabeira-Serrana vem sendo avaliada no Brasil a partir dos acessos do BAG e de populações naturais pela utilização de descritores morfológicos e marcadores alozímicos, RAPDs e, mais recentemente, microsatélites. A utilização de isoenzimas para a caracterização dos acessos do BAG de São Joaquim revelou uma alta variabilidade genética entre estes, com 82% dos locos sendo polimórficos (NODARI *et al.*, 1997). Os marcadores moleculares do tipo RAPD também vêm revelando alta variabilidade genética (WELTER *et al.*, 1999). Recentemente, na Itália, estes marcadores também foram utilizados para discriminar 25 acessos e cultivares de Goiabeira-Serrana introduzidos naquele país, onde se suspeita que a grande similaridade entre os mesmos, provavelmente, seja devido à introdução de poucos indivíduos (DETTORI & PALOMBI, 2000), o que corrobora com a afirmação de Ducroquet *et al.* (2000), sobre a estreita base genética em cultivo. Esta hipótese também foi discutida por Santos *et al.* (2002).

Mesmo sendo nativa do Brasil, não foi aqui que iniciou o melhoramento da espécie e, neste contexto, Thorp & Bielecki (2002) relatam trabalhos já desenvolvidos em outros países, dentre eles, Nova Zelândia, França, Estados Unidos, Rússia, Itália, Israel e Colômbia. Algumas cultivares já foram desenvolvidas, como na Nova Zelândia e Estados Unidos. No início da década de 50, três variedades principais já existiam na Califórnia: Coolidge, Choiceana e Superba (DAWES & PRINGLE, 1983).

Os programas de melhoramento para a espécie na Nova Zelândia também tiveram início na década de 50, porém, somente após 1979 é que estes foram intensificados e importantes cultivares foram obtidas, entre elas Apollo, Unique e Gemini (DAWES & PRINGLE, 1983; DUCROQUET *et al.*, 2000). Além destas, cultivares melhoradas também são cultivadas em outros países como Uruguai, Colômbia, Espanha e Israel.

O fato destas cultivares apresentarem base genética restrita, por terem sido obtidas com base apenas no material do Tipo Uruguai, é bastante animador, porque se constitui numa possibilidade real de serem utilizadas em cruzamentos com Tipos Brasil visando a combinação de características desejáveis (DAWES & PRINGLE, 1983; DUCROQUET & RIBEIRO, 1991).

Uma forma de determinar o comportamento dos cruzamentos para posterior inserção no programa de melhoramento, é estimando a capacidade geral e específica de combinação dos genitores envolvidos. A capacidade geral de combinação refere-se à avaliação das progênies de meio-irmãos com um genitor em comum proporcionando informações quanto a concentração de genes aditivos, e a capacidade específica de combinação avalia o desempenho de progênies de irmãos inteiros, identificando efeitos não aditivos (VIÉGAS, 1979; VENCOSKI & BARRIGA, 1992; CRUZ & REGAZZI, 2001).

Duas estratégias básicas de melhoramento estão sendo utilizadas no Brasil para o desenvolvimento de novas variedades. A primeira delas consiste no estabelecimento de genótipos previamente selecionados a campo e propagados vegetativamente, e da avaliação do desempenho agrônomico e do grau de adaptação em diferentes regiões de Santa Catarina. A segunda estratégia consiste da avaliação de populações F_1 oriundas do cruzamento de genitores previamente selecionados e a seleção das plantas superiores. Enquanto a primeira estratégia visa obter tipos superiores a curto prazo, a segunda estratégia visa retorno a longo prazo.

Considerando que a biologia floral da Goiabeira-Serrana favorece a fecundação cruzada (EVREINOFF, 1955; PUGLIANO, 1980; SOH, 1985; FINARDI, 2003), plantas portadoras de características diferentes dos genitores são esperadas nas progênies. Este aspecto dificulta a manutenção dos caracteres de alto valor genético quando a propagação é feita por sementes. Entretanto, esforços foram e estão sendo feitos para viabilizar a propagação vegetativa tanto por enxertia quanto por técnicas de cultura de tecidos: organogênese (OLTRAMARI *et al.*, 2000) e embriogênese somática (GUERRA *et al.*, 2001).

A eficácia da seleção de genótipos superiores é facultada em grande parte pelo conhecimento das bases genéticas das diversas características adaptativas e de importância agrônômica, da interação genótipo x ambiente, das correlações entre elas bem como da precisão das avaliações. Desta forma, o avanço do conhecimento científico sobre características de plantas e frutos é de fundamental importância para a melhor eficiência dos

programas de melhoramento genético (DEGENAHRDT, 2001).

1.3.9 Aspectos econômicos

Atualmente a Nova Zelândia é o principal produtor da fruta, sendo que existem 235 produtores, cultivando 217 hectares com produção média de 950 toneladas por safra (THORP & BIELESKI, 2002). Lamentavelmente, no Brasil praticamente não existem plantios em escala comercial.

O comércio de frutos de Goiabeira-Serrana, na Nova Zelândia, movimenta um montante de U\$ 600 mil, dos quais U\$ 150 mil são provenientes da exportação dos frutos. O valor médio de comercialização dos frutos oscila em torno de U\$ 4,00/Kg e apresentava, em 2002, tendência de aumento no valor (THORP, 2002; comunicação pessoal).

No Brasil, estudos de mercado desenvolvidos em dois centros comerciais do Estado de Santa Catarina (Florianópolis e Blumenau), também demonstram a existência de um mercado promissor, sendo que o valor médio de comercialização dos frutos foi de aproximadamente R\$ 5,00/Kg (BARNI *et al.*, 2004).

Além do consumo *in natura*, os frutos podem ser processados de várias maneiras, dentre elas citam-se sua utilização na produção de sucos, geléias, sorvetes, entre outras (SHARPE *et al.*, 1993), além da produção artesanal de bebidas. Na Nova Zelândia já são 13 produtos derivados da Goiabeira-Serrana: geléia, sorvete, espumante, suco puro, sucos misturados com outras frutas, néctar, molho e alimentos processados (THORP e BIELESKI, 2002). Na região de São Joaquim já há produção de geléias, licores e sucos ainda em escala artesanal (MATTOS, 1986).

Além do valor obtido com a comercialização dos frutos *in natura*, outra vantagem que a espécie apresenta, é a adaptabilidade à região Meridional Brasileira, tornando-se uma excelente alternativa para a agricultura familiar da região.

1.3.10 Situação contemporânea do conhecimento em Goiabeira-Serrana

O interesse pelo fruto da Goiabeira-Serrana vem crescendo nos últimos anos, simultaneamente ao desenvolvimento de novos projetos de pesquisa e avanço no conhecimento científico da espécie. A maior preocupação da última década foi a biologia da planta.

Atualmente, a espécie vem sendo estudada em Santa Catarina por pesquisadores da Epagri e da UFSC, por meio de um projeto de pesquisa intitulado “Domesticação da Goiabeira-Serrana”, o qual é subdividido em várias linhas de pesquisa e tem por objetivo

intensificar o processo de domesticação desta espécie, através de ações de pesquisa coordenadas nas áreas de melhoramento genético, micropropagação, adaptabilidade, controle da antracnose, caracterização genética, biologia reprodutiva e conservação de germoplasma. Os resultados desta parceria entre UFSC e Epagri estão dispostos em cinco dissertações de mestrado e uma tese de doutorado, além de inúmeros artigos científicos e publicações técnicas, a maior parte, citados nas referências bibliográficas.

Em outras instituições como a UFPEL e a Embrapa/Clima Temperado, ambas de Pelotas, RS, também são desenvolvidos diversos estudos com esta espécie.

Estes estudos são de extrema importância, pois estão proporcionando auxílio aos programas de domesticação e melhoramento da espécie, permitindo o desenvolvimento de variedades adaptadas às condições edafoclimáticas do Sul do Brasil, especialmente as catarinenses. Na verdade tais estudos têm como objetivo maior e de longo prazo, contribuir para viabilização do cultivo comercial da Goiabeira-Serrana na região considerada centro de origem.

1.4 Referências Bibliográficas

ANDRADE, E.R.; DUCROQUET, J.P. Antracnose em Goiabeira-Serrana. In: **Congresso Nacional de Horticultura**, 4., Montevideu: Soc. Uruguaya de Hort/Conf. Latinoamericana de Hort., p. 31.1992.

ANDRADE, E.R.; DUCROQUET, J.P.H.J. Antracnose em Goiabeira-Serrana. **Horti Sul**, v.3, n.2, p. 21-25. 1994.

AZAM, B.; LAFITTE, F. ; OBRY, F. ; PAULET, J.L. La feijoa em Nouvelle-Zélande. **Fruits**, v.36, n.3, p. 361-369. 1981.

BARNI, E.J.; DUCROQUET, J.P.; SILVA, M.C.; NETO, R.B.; PRESSER, R.F. **Potencial de Mercado para Goiabeira-Serrana catarinense**. Documento nº 212, Florianópolis: Epagri, 2004. 48p.

BASILE, A.; VUOTTO, M.L.; VIOLANTE, U.; SORBO, S.; MARTONE, G.; CASTALDO-COBIANCHI, R. Antibacterial activity in *Actinidia chinensis*, *Feijoa sellowiana* in *Aberia coffra*. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v.8, p.199-203. 1997.

CACIOPPO, O. **La Feijoa**. Madrid: Ediciones Mundi Persa, 1988. 85p.

CASELLA, D. La Feijoa sellowiana (Berg) . In: **Annali R. Instit. Sup. Agricoltura**, Série III a, v.1, p.87-110. 1925.

CLEMENT, C.R. 1492 and the loss of amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and human population decline. **Economic Botany**, v. 53 n. 2: p. 188-202 abr-jun. 1999.

CLEMENT, C.R.; FARIAS NETO, J.T.; CARVALHO, J.E.U.; SOUZA, A.G.C.; GONDIM, T.M.S.; LÉDO, F.J.S. Fruteiras nativas da Amazônia: O longo caminho entre a caracterização e a utilização. **51º Congresso nacional de Botânica**, programas e Resumos, Brasília. 2000.

CRONQUIST, A. **An integrate system of classification of flowering plants**. New York: Columbia university Press, 1981. 519p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2 ed. rev, Viçosa, UFV, 2001. 390p.

DAWES, S.N.; PRINGLE, G.J. Subtropical fruits from south and central America, In. WRATT, G.S. & SMITH, H.C. (Org.). **Plant breeding in New Zealand**. Ed. Butterworths of New Zealand in association with DSIR, New Zealand, p. 123-138. 1983.

DEGENHARDT, J. **Variação Fenotípica de Características de plantas e de frutos de Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana*)**. 2001. 71 f. Dissertação (mestrado em Recursos Genéticos Vegetais). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis -SC. 2001.

DETTORI, M.T.; PALOMBI, M.A.. Identification of *Feijoa sellowiana* Berg accessions by RAPD markers. **Scientia Horticulturae**, vol. 86, p. 279-290. 2000.

DOWNS, C.G.; PICKERING, A.E.; REIHANA, M.; O'DONOGHUE, E.M.; MARTIN, W. The relationship between fruit retention force at harvest and quality of feijoa after storage. **Annual Applied Biology**, v.113, p.197-204. 1988.

DUCROQUET, J.P.H.J.; RIBEIRO, P.; A Goiabeira-Serrana: velha conhecida, nova alternativa. **Agropecuária Catarinense**, v.4, n.3, p. 27-29. 1991.

DUCROQUET, J.P.H.J. A pesquisa em Goiabeira-Serrana (*Feijoa Sellowiana*, Berg) em Santa Catarina. **Simpósio Nacional de Recursos Genéticos de Fruteiras Nativas**, Cruz das Almas, BA, Anais, EMBRAPA - CNPMF, 131p. 1993.

DUCROQUET, J.P.H.J. Goiabeira-Serrana: fatores climáticos trazem a pesquisa de volta ao centro de origem da espécie. **Agropecuária Catarinense**, vol.9, n.3, p.13-15. 1996.

DUCROQUET, J.P.H.J.; HICKEL, E.R. Birds as pollinators of feijoa (*Acca sellowiana* Berg). **Acta Horticulturae**, n. 452, p. 37-40. 1997.

DUCROQUET, J.P.H.J.; BONIN, V. BAG - Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana*) In: FERREIRA, F.R. Recursos Genéticos de Espécies Frutíferas no Brasil. **Anais do Workshop para Curadores de Bancos de Germoplasma de Espécies Frutíferas**, 27 a 31 de out 1997, Brasília, EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia, p. 143-145. 1999.

DUCROQUET, J.P.H.J.; HICKEL, E.R.; NODARI, R.O. **Goiabeira-Serrana (*Feijoa sellowiana*)**. Série Frutas nativas 5; Jaboticabal:Funep, 2000. 66p.

EVREINOFF, D. V. A. Étude Promologique sur le Feijoa. J. D' Agric. **Tropicale et de Botanique Appliqué**. n.2, p. 5-6. 1955.

FINARDI, C. **Caracterização da Biologia Reprodutiva da Goiabeira-Serrana (*Acca Sellowiana* Berg.)**. 2003. Dissertação (mestrado em Recursos genéticos Vegetais). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis -SC. 2003.

FRANÇA, S. Fruteiras nativas: preservação e lucro. **Manchete Rural**, 4, p 30-32. 1991.

GUERRA M.P., DAL VESCO, L., DUCROQUET, J.P. H.J.; NODARI, R. O.; REIS, M. S. Somatic embryogenesis in goiabeira-serrana: genotype response, auxinic shock and synthetic seeds. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, n.2, p117-128. 2001

HARMAN, J.E. Feijoa fruit: growth and chemical composition during development. **New Zealand Journal of experimental Agriculture**, v.15, p.209-215. 1987.

HEWETT, E. W. New horticultural crops in New Zealand. In. **New Crops**, Wiley, New York, p. 57-64. 1993.

HICKEL, E.R.; DUCROQUET, J.P.H.J. Polinização entomófila da Goiabeira-Serrana, *Feijoa sellowiana* (Berg), em Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 22, n.1, p. 96-101, 2000.

HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KLUGE, R. A.; BILHALVA, A. B. Influência da temperatura e do polietileno no armazenamento de frutos de Goiabeira-Serrana (*Feijoa sellowiana* Berg). **Scientia Agricola**, vol. 51, n. 3. 1990.

IELPO, M.TL.; BASILE, A.; MIRANDA, R.; MOSCATIELLO, V.; NAPPO, C.; SORBO, S.; LAGHI, E.; RICCIARDI, M.M.; RICCIARDI, L.; VUOTTO, M.L. Immunopharmacological properties of flavonoids. **Fitoterapia**, v.71, p.101-109. 2000.

KIKVADZE, I.V. Studies on feijoa diseases. **Subtropicheskie Kul'tury**, v.1, p. 129-132. 1973.

LAMBERTS, M. New horticultural crops for the southeastern United States. In. **New Crops**. Wiley, New York, p. 82-92. 1993.

LEGRAND, C.D.; KLEIN, R.M. **Mirtáceas**. In: REITZ, P.R. Flora ilustrada catarinense-Herbário "Barbosa Rodriguês", p. 623-629. 1977.

MATTOS, J.R. **A Goiabeira-Serrana**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis, (publicação IPRNR, 19), 1986. 84p.

MATTOS, J.R. **Goiabeira-Serrana- Fruteiras nativas do Brasil**. 2º ed. Porto Alegre- RS. Ed. Gráfica Ceue.1990. 120p.

MELER, K.; NODARI, R.O.; DUCROQUET, J.P.H.J.; GUERAA, M.P.; REIS, M.S. Allozymic diversity among the germoplasm acesssions of Goiabeira-Serrana (*Feijoa sellowiana*). **Congresso Nacional de Genética 43º**. Goiânia, Anais...Revista Brasileira de Genética, SP, n.20, v.3, p. 326, supplement. 1997.

MORTON, J. Feijoa. In: **Fruits os warm climates**. Miami, p. 367-370. 1987.

NODARI, R.O; DUCROQUET, J.P.H.J.; GUERRA, M.P.; MELER, K. Genetic variability of *Feijoa sellowiana* germoplasm. **Acta Horticulturae**, v.452, p. 41-46. 1997.

OLTRAMARI, A.C.; DAL VESCO, L.L.; PEDROTI, E.L.; DUCROQUET, J.P.H.J; NODARI, R.O. & GUERRA, M.P. Desenvolvimento do protocolo de micropropagação da goiabeira serrana (*Acca sellowiana* (Berg) Burret). **Ciência Rural**. v.30, p.61-68. 2000.

POPENOE, F.W. *Feijoa sellowiana*, its history, culture and varieties. **Pomona College Journal of Economic Botany**, v. 2, n. 1, p.217-242. 1912.

PUGLIANO, G. La Feijoa. **Frutticoltura**, v.42, n.9, p.51-54. 1980.

REITZ, R.; KLEIN R.M.; REIS, A. **Projeto: Madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre-RS: Ed. Companhia Riograndense de Artes Gráficas. p 293-296.1988.

SANTOS, K.L.; FINARDI, C.; DUCROQUET, J.P.; NODARI, R.O. Caracterização genética dos acessos do banco de germoplasma de Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana*)” In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, XVII, Belém, PA, 2002, SBF, Jaboticabal, **CD-Room**, p.1-5. 2002.

SEIDEMANN, J. Zur kenntnis der feijoafrucht (*Acca sekkowiana* [O. Berg] Burret). **Deutsche Lebensmittel-Rundschau**, vol 90, n.4, p.112-114. 1994.

SHARPE, R.H.; SHERMAN, W.B.; MILLER, E.P. Feijoa history and improvement. **Proc. Fla. State Hort. Soc.**, vol. 106, p.134-139. 1993.

SOH, R.R. La Feijoa. **La Plantina**., p.31-79.1985.

SMITH, R. Newcomers had plenty to learn. **The Orchardist of New Zealand**, v.72, n.5, p.37-38. 1999.

SPIEGEL-ROY, P. Domestication of fruit trees, In. **The origin and domestication of cultivated plants**. Ed. C. Barigozzi, Elsevier Amsterdam, 1986 p. 201-211.

STEWART, A.M.; CRAIG, J.L. Factors affecting pollinator effectiveness in *Feijoa sellowiana*. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, 17:145-154. 1987.

THORP, T.G.; KLEIN, J.D. Export feijoas: post-harvest handing and storage techniques to maintain optimum fruit quality. **The Orchardist of New Zealand**, v.60, n.5, p.164-166. 1987.

THORP, G.; BIELESKI, R. **Feijoas: Origins, Cultivation and Uses**. HortResearch. Ed. David Bateman, 2002. 87p.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética Biométrica no Melhoramento**. Ribeirão Preto. Sociedade Brasileira de Genética-SBG, 1992. 485p.

VIÉGAS, G.P. **Milho Híbrido**. In: PATERNIANI, E. Melhoramento e produção do milho no Brasil. Piracicaba/ESALQ, 1979. 650p.

VUOTTO, M.L.; BASILE, A.; MOSCATIELLO, V.; DE SOLE, P.; CASTALDO-COBIANCHI, R.; LAGHI, E.; IELPO, M.T.L. Antimicrobial and antioxidant activities of *Feijoa sellowiana* fruit. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v.13, p.197-201. 2000.

WELTER, L.J.; BELÓ, A.; DUCROQUET, J.P.; GUERRA, M.P.; NODARI, R.O. Genetic characterization of the Goiabeira-Serrana (*Feijoa sellowiana* Berg) germoplasm. In: Congresso Brasileiro de Genética, 45°, Gramado (RS), Anais..., **Revista Brasileira de genética**, Ribeirão Preto, SP, SBG, v.22, n.3, Supplement, p. 301. 1999.

WIERSUM, K.F. From natural forest to tree crops, co-domestication of forests and tree species, an overview. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, vol. 45, p. 425-438. 1997.

CAPÍTULO 2

Caracterização fenotípica de progênies F₁ de Goiabeira-Serrana

2.1 Introdução

A Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana*) é nativa do Planalto Meridional Brasileiro, sendo encontrada também no Uruguai; ocorrendo com maior frequência em áreas com altitudes superiores a 800 metros em formações de bosques e matas de araucária (LEGRAND & KLEIN, 1977; MATTOS, 1990; DUCROQUET & RIBEIRO, 1991; DUCROQUET *et al.*, 2000).

Detentora de grande variação fenotípica, a espécie pode ser dividida em duas variedades ou Tipos. O Tipo Brasil que apresenta plantas com folhas de face abaxial verde-clara, pilosidade esbranquiçada curta e rala, os frutos apresentam sementes grandes comparadas ao Tipo Uruguai, que apresenta plantas com folhas de face abaxial branco-cinza com densa pilosidade branca tipo feltro, com sementes menores (DUCROQUET *et al.*, 2000, THORP & BIELESKI, 2002).

O principal produto da Goiabeira-Serrana é o fruto, sendo este semelhante ao da goiaba comum (*Psidium guajava*) em aparência, tamanho e consistência. Contudo, a polpa, de cor gelo, possui sabor diferenciado, doce-acidulado e aromático (MATTOS, 1986; REITZ *et al.*, 1988; DUCROQUET & RIBEIRO, 1991).

Atualmente a Nova Zelândia é o principal produtor desta fruteira, com produção média de 950 toneladas por safra, sendo que o comércio de frutos movimenta um montante de U\$ 600 mil anuais (THORP, 2002; comunicação pessoal).

Os frutos por sua vez, também podem ser processados dando origem a distintos produtos como sucos, geléias, sorvetes, licores e espumantes entre outras, o que pode favorecer ainda mais os ganhos do produtor (MATTOS, 1986; SHARPE *et al.*, 1993). Intrigantemente, no Brasil, considerado o centro de origem da espécie, não existem plantios em escala comercial (DEGENHARDT, 2001). Porém, estudos de mercado desenvolvidos em dois centros comerciais do Estado de Santa Catarina (Florianópolis e Blumenau), demonstraram a existência de um mercado promissor (DUCROQUET *et al.*, 2002; BARNI *et al.*, 2004).

Além do potencial de comercialização dos frutos, outra vantagem que a cultura

apresenta é o menor risco causado por danos com geadas tardias sobre a floração, pois seu florescimento é mais tardio que o de outras espécies de clima temperado (DUCROQUET & RIBEIRO, 1991) como macieira e fruteiras de caroço.

Contudo, a espécie carece de estudos referentes à variabilidade genética e fenotípica, tanto entre quanto dentro de plantas, e do comportamento de várias características no tempo; estudos estes que darão indícios não apenas da possibilidade de seleção de genitores para cruzamentos, mas também possibilitarão definir estratégias para otimizar a produção comercial (DEGENHARDT, 2001).

Além do uso da estatística descritiva convencional, a estimativa das correlações entre características permite avaliar a magnitude e o sentido das relações entre caracteres, tornando-se de grande utilidade, pois permite entender alguns aspectos da ação gênica e avaliar a viabilidade da seleção indireta nos casos de baixa herdabilidade ou difícil mensuração (CRUZ & REGAZZI, 2001).

As correlações genéticas entre características podem ser devidos, principalmente, a pleiotropia, a qual ocorre quando um gene afeta duas ou mais características, e a efeitos de ligação de modo que se o gene estiver segregando causará variação simultânea nas características que afeta (FALCONER, 1987).

O estudo da natureza e magnitude das associações entre características visa o aprimoramento do material genético não somente de caracteres isolados, mas para o conjunto; permitindo conhecer as implicações da mudança de uma característica sobre outra (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

Desta forma, partindo do pressuposto de que o conhecimento da variabilidade fenotípica é de fundamental importância para o melhoramento de plantas, pois permite a seleção de genitores de melhor desempenho (FALCONER, 1987; MARTINS *et al.*, 2002), foi realizado este trabalho com o objetivo de avaliar fenotipicamente progênies de cruzamentos de Goiabeira-Serrana, obtidos a partir de seis genitores previamente selecionados, em dois anos produtivos, possibilitando a identificação dos cruzamentos de melhor comportamento agrônomico e estimativa da correlação entre as principais características de importância agrônômica.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Delineamento Experimental

Os cruzamentos envolveram seis genitores, escolhidos no Banco Ativo de Germoplasma – BAG da Estação Experimental de São Joaquim (SC), com base na

variabilidade fenotípica das características consideradas prioritárias na fase inicial do melhoramento (Tabela 2.1).

Tabela 2.1. Características dos genitores envolvidos nos cruzamentos, avaliados no ciclo 2001/2002- Estação Experimental de São Joaquim/Epagri.

Características	Genitores					
	50	85	101	231	451	458
Origem	Videira	Campos Novos	Urubici	Urupema	Nova Zelândia	Nova Zelândia
Tipo	Brasil	Brasil	Brasil	Brasil	Uruguai	Uruguai
Produtividade ¹	4	3	4	2	4	5
Formato	Oblongo	Piriforme	Obovóide	Obovóide	Oblongo	Obovóide
Peso Fruto (g)	58,1	78,0	63,6	95,1	47,7	73,3
Comprimento/ Diâmetro	1,43	1,48	1,57	1,36	1,63	1,5
Rendimento em polpa (%)	41	37	27	31,5	25	30
SST	10,5	10,5	11,5	9,6	10,0	8,9
Rugosidade da casca	Rugosa	Rugosa	Semi-rugosa	Semi-Rugosa	Lisa	Lisa
Consistência da Casca ²	2	2	2	1	1	1
Cor da Casca ³	Verde Escuro	Verde Claro	Verde Claro	Verde Claro	Verde Claro	Verde Claro
Hábito Reprodutivo	Autofértil	Autoincom- patível	Autoincom- patível	Autoincom- patível	Autofértil	Autofértil

¹ Produtividade em número de frutos por planta: 0- 0 a 10, 1-11 a 40, 2- 41 a 80, 3- 81 a 120, 4- 121 a 160 e 5 mais de 160; ²Consistência da casca: 1-mole, 2- semidura e 3-dura. ³Cor estabelecida mediante comparação com palheta de cores da *Royal Horticulture Society* (1992).

Todas as sementes oriundas dos cruzamentos dirigidos foram submetidas à germinação em junho de 1996 e as mudas transplantadas a campo em agosto de 1997. Devido a problemas de mortalidade, o replantio de mudas em algumas parcelas foi feito em 1998 e 1999.

Foram obtidos e implantados 18 cruzamentos e os seis genitores, sendo que as mudas dos genitores foram obtidas via propagação vegetativa por enxertia e três deles também por sementes oriundas da autofecundação (50, 451 e 458) (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 Genitores utilizados e cruzamentos obtidos. Epagri/São Joaquim. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Mãe/Pai	50	85	101	231	451	458
50						
85						
101						
231						
451						
458						

Progênes Obtidas
 Genitores obtidos por autofecundação e propagação vegetativa
 Genitores obtidos por propagação vegetativa
 Indicação de ausência de progênes

Cada parcela foi constituída de 10 plantas, sendo que o delineamento adotado foi de blocos completamente ao acaso, com quatro repetições, totalizando assim 40 plantas F₁ por tratamento. Para os genitores foram estabelecidas cinco plantas por repetição, totalizando 20 plantas por tratamento. O número total de plantas úteis no experimento foi de 960.

Os tratos culturais aplicados no experimento obedeceram às recomendações técnicas preconizadas para a cultura (DUCROQUET *et al.*, 2000).

2.2.2 Área de Estudo

A área de estudo foi constituída de um pomar experimental implantado pela Epagri na propriedade rural pertencente ao Sr. Shu Otani, no Município de São Joaquim (SC), situado a altitude aproximada de 1.350 metros, temperatura média anual de 13,5°C, precipitação média anual de 1.585 mm, solo cambissolo húmico, distrófico, álico, textura argilosa, substrato basáltico.

As avaliações relacionadas aos frutos foram executadas no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Estação Experimental de São Joaquim (EESJ/Epagri). As avaliações de Diâmetro de caule, Altura de planta e Diâmetro de copa, foram realizadas a campo.

2.2.3 Avaliações Fenotípicas

2.2.3.1 Plantas

As avaliações feitas em plantas nos anos de 2003 e 2004 foram:

- Altura: medida com o auxílio de uma régua dndométrica, constituindo na maior distância da superfície do solo até a última folha superior;
- Diâmetro do caule: esta variável foi medida, igualmente a cada ano, com o auxílio de paquímetro e consistiu na mensuração do diâmetro do caule a 30 cm do colo da planta para caracterização do desenvolvimento destas;
- Diâmetro da copa: variável medida, com o auxílio de trena, horizontalmente que representa o maior diâmetro da copa;
- Produtividade: número de frutos produzidos por planta, de acordo com seis classes pré-estabelecidas pelos descritores desenvolvidos pela Epagri e analisados como dado qualitativo (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 Classes de produtividade baseada no número de frutos produzidos por planta. Epagri/São Joaquim.

Classes	Número de frutos produzidos por planta
0	Menos de 10
1	11-40
2	41-80
3	81-120
4	121-160
5	Mais de 160

A produtividade foi inicialmente avaliada em dezenas de amostras com o auxílio de um contador manual de frutos para estabelecer as cargas padrão para cada classe. Posteriormente, por avaliação visual foi atribuída à produtividade de cada uma das plantas uma nota equivalente à classe em que se enquadrava.

2.2.3.2. Frutos

Foi coletada uma amostra por planta, constituída de 10 frutos, conforme recomendação de Degenhardt (2001). A coleta foi realizada com um leve toque da mão, de baixo para cima, e desprendendo-se os frutos, os mesmos eram considerados maduros. As variáveis avaliadas nos frutos foram:

1- Características quantitativas:

- Peso médio do fruto em gramas.
- Relação comprimento/diâmetro: obtida com auxílio de paquímetro, sendo a relação obtida pela divisão do comprimento pelo diâmetro.
- Resistência da casca, efetuada com auxílio de penetrômetro com ponteira de 8 mm de

diâmetro e ponta plana, tomando-se a leitura após a retirada da casca, sendo os resultados expressos em kg/cm^2 ,

- Rendimento de polpa: obtido pela diferença entre os peso total dos frutos inteiros das amostras e peso total das cascas.
- Sólidos Solúveis Totais – SST: obtido através de refratômetro e expresso em °Brix,
- Acidez Total Titulável ATT: determinada a partir da neutralização de uma alíquota de cinco mL do suco de Goiabeira-Serrana misturada a 25 mL de água destilada por titulação. A amostra foi titulada com NaOH a 0,1N padronizado, tendo como indicador a fenolftaleína 0,1%, expressando-se os resultados em gramas de ácido Cítrico/100 mL de suco.

2- Características qualitativas

- Coloração da polpa: 1-verde-abacate, 2-verde-oliva e 3-verde amarelado.
- Presença de espaço entre casca e polpa: 1- presença e 2- ausência.
- Formato: 1- Redondo, 2- Oblongo, 3- Obovóide, 4- Piriforme, 5- Ovóide, 6- Lanceolado.
- Inserção das sépalas: 1-Abertas, 2- Semi-eretas e 3- Eretas.
- Rugosidade: 1-ausente, 2-leve, 3-média e 4-intensa.
- Consistência: 1-Mole, 2- Demi-dura e 3- Dura.
- Coloração da casca: estabelecida mediante comparação com palheta de cores da *Royal Horticulture Society* (1992).
- Brilho da casca: presente ou ausente.

2.2.4 Análise Estatística dos Dados Qualitativos

Quanto aos dados qualitativos, as variáveis (Inserção de sépalas, Formato de fruto, Consistência da casca, Cor de polpa, Rugosidade da casca, Brilho da casca, Produtividade e Presença de vácuo entre casca e polpa) foram submetidas à análise não paramétrica de contingência, com o uso do teste χ^2 (STEEL & TORRIE, 1980), para averiguar diferenças entre os padrões de distribuição de freqüências entre cruzamentos.

2.2.5 Análise Estatística dos Dados Quantitativos

2.2.5.1 Análise de Variância

Aos dados foi aplicado o teste de homogeneidade de variâncias, cujo resultado indicou a necessidade da transformação dos dados das características avaliadas, com exceção dos dados de relação comprimento/diâmetro e acidez. Os dados de rendimento em polpa foram transformados para arcoseno, enquanto que os demais dados foram

transformados para logaritmo.

Os dados das características fenotípicas quantitativas Diâmetro de caule, Altura de planta, Diâmetro de copa, Peso de fruto, Relação comprimento/diâmetro de frutos, Resistência de casca, Rendimento em polpa, SST e Acidez avaliadas em 2003 e 2004 foram submetidas inicialmente à análise de co-variância previamente a análise de variância e ao teste de separação de médias, em razão do estabelecimento das progênes dos cruzamentos em diferentes anos, empregando-se a idade das plantas como co-variável (Tabela 2.4) (COCHRAN & COX, 1980).

Tabela 2.4 Ano de implantação das repetições e número de plantas avaliadas por repetição nos anos de 2003 e 2004 em cada genitor e progênie de Goiabeira-Serrana. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Identificação		Nº de plantas /repetição				Identificação		Nº de plantas /repetição			
		1	2	3	4			1	2	3	4
458x458	Implantação	98	98	99	99	101x50	Implantação	97	97	97	97
	2003	-	-	-	-		2003	6	9	4	6
	2004	1	4	2	2		2004	8	8	9	10
451x451	Implantação	97	97	98	97	451x50	Implantação	97	97	97	97
	2003	5	4	3	6		2003	-	-	-	-
	2004	10	8	9	8		2004	6	8	8	10
50x50	Implantação	98	98	97	98	101x231	Implantação	97	97	97	97
	2003	-	-	-	-		2003	-	-	-	-
	2004	5	4	3	3		2004	8	8	8	10
85	Implantação	99	99	99	99	451x231	Implantação	97	97	97	97
	2003	-	-	-	-		2003	6	2	2	7
	2004	5	2	5	2		2004	10	9	9	10
458	Implantação	99	99	99	99	101x451	Implantação	97	97	97	97
	2003	-	-	-	-		2003	7	5	5	8
	2004	4	4	4	5		2004	9	9	9	8
50x231	Implantação	98	98	98	98	458x85	Implantação	97	97	97	97
	2003	-	-	-	-		2003	8	5	7	9
	2004	7	4	2	5		2004	10	9	10	10
101x458	Implantação	97	97	97	97	50x458	Implantação	98	98	98	98
	2003	8	9	6	10		2003	-	-	-	-
	2004	10	9	9	10		2004	7	8	7	10
458x101	Implantação	97	97	97	97	458x50	Implantação	97	97	97	97
	2003	9	5	7	7		2003	6	6	9	7
	2004	10	9	10	10		2004	8	9	9	10
451x458	Implantação	97	97	97	98	458x231	Implantação	97	97	97	97
	2003	-	-	-	-		2003	2	2	5	8
	2004	5	10	6	8		2004	7	10	9	10
101x85	Implantação	98	97	97	97	85x50	Implantação	97	97	97	97
	2003	-	-	-	-		2003	9	2	3	6
	2004	7	8	8	9		2004	9	10	10	10
451x85	Implantação	97	97	97	97	85x231	Implantação	98	98	98	98
	2003	7	5	4	6		2003	-	-	-	-
	2004	7	10	9	9		2004	5	7	5	8
85x451	Implantação	97	97	97	97						
	2003	6	9	4	6						
	2004	8	9	9	10						

Quando a análise de variância (Tabela 2.5) revelou a existência de diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,05$), procedeu-se ao teste de separação de médias DMS (Diferença Mínima Significativa).

Tabela 2.5 Análise da Variância fenotípica para cruzamentos avaliados segundo a metodologia proposta por Cruz & Regazzi (2001).

Causas da variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F	Quadrados Médios Esperados
Blocos	r-1	QMB		
Tratamentos*	g-1	QMT	QMT/QMR*	$\sigma_e^2 + r\sigma_g^2$
Resíduo	(r-1)(g-1)	QMR		σ_e^2
Total	gr-1			
Média	m			
CV (%)	$(100\sqrt{QMR})/m$			

*efeito do tratamento fixo

Onde: Variância fenotípica média : $\sigma_F^2 = QMT/r$

Variância ambiental média : $\sigma^2 = QMR/r$

Variância genotípica média $\sigma_G^2 = (QMT - QMR)/r$

Coefficiente de variação genético: $CV_g\% = (100\sqrt{\sigma_G^2})/m$

Razão $CV_g/CV = \sqrt{\sigma_G^2}/QMR$

2.2.5.2 Análise de Correlação Linear

Para verificar a existência de associações entre as características avaliadas foram estimadas as correlações genéticas entre as características quantitativas para cada ano separadamente. As estimativas de correlação linear simples foram obtidas pelo coeficiente:

Onde:

$$r_g = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{\sqrt{V(X) V(Y)}}$$

Sendo : Cov (X, Y) - covariância entre características X e Y,

$V_g(X)$ – variância genotípica da característica X

$V_g(Y)$ - variância genotípica da característica Y

O nível de significância foi calculado pelo teste t (STELL & TORRIE, 1980).

$$t = \frac{r}{\sqrt{1 - r^2}} \times \sqrt{n-2}$$

Onde: n - número de observações

A magnitude dos coeficientes foi interpretada como segue: nula (0,00), fraca (0,01 a 0,30), média (0,31 a 0,60), forte (0,61 a 0,90) e muito forte (0,91 a 0,99).

2.3 Resultados e Discussão

Não foram realizadas as avaliações em todas as 18 progênes e nos seis genitores previstas para o ano 2003 (Tabela 2.6), em razão da ausência de produção de frutos em 7 progênes e 5 genitores, provavelmente em função da diferença de idade resultante do replantio das mudas que morreram no ano de implantação do experimento e/ou da natureza genética para tal característica. A segunda hipótese para a ausência de produção se justifica no fato de que das oito progênes produtivas somente em 2004, sete já haviam sido implantadas em 1997.

Da mesma forma não foi possível avaliar todos os genitores em 2004, em virtude da ausência de produção.

Tabela 2.6 Genitores e progênes F_1 avaliados nos anos de 2003 e 2004 de Goiabeira-Serrana. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Mãe/pai	50	85	101	231	451	458
50						
85						
101						
231						
451						
458						**

■ Genitores e progênes avaliados nos anos de 2003 e 2004

■ Genitores e progênes avaliados somente no ano de 2004

□ Genitores e progênes não avaliadas

**No ano de 2004 tanto as progênes do acesso 458 oriundas de autopolinização quanto por propagação vegetativa (enxertia), foram avaliadas.

2.3.1 Análise dos Dados Qualitativos

No ano de 2003, a exemplo dos dados quantitativos, foram avaliadas 287 plantas

pertencentes a progênies de 12 cruzamentos sendo um proveniente de autopolinização. Diferenças estatisticamente significativas foram detectadas entre os cruzamentos para todas as características avaliadas: Inserção de sépalas, Formato de fruto, Consistência de casca, Cor de polpa, Rugosidade e Coloração de casca, Presença de brilho na casca, Produtividade e Presença de vácuo entre polpa e casca.

No segundo ano (2004) foram avaliadas progênies de 21 cruzamentos (sendo três por autopolinização) e dois genitores, totalizando 700 plantas, sendo igualmente detectadas diferenças estatisticamente significativas entre os cruzamentos para todas as características avaliadas. O maior número de cruzamentos avaliados no ano de 2004, contribuiu para uma distribuição mais uniforme das freqüências de plantas nas classes.

As plantas oriundas dos cruzamentos 458x101 e 458x85 apresentaram a maior proporção entre sépalas abertas (a forma menos freqüente) comparativamente às formas de Inserção de sépalas eretas ou semi-eretas (13 de 28 e 11 de 29, respectivamente), que juntas correspondem a 75% de ocorrência. Os demais cruzamentos apresentaram alta freqüência de sépalas eretas ou semi-eretas ou ambas. No segundo ano de avaliação, o cruzamento 458x101 também foi o maior detentor de plantas com inserção de sépalas abertas. Os resultados dos dois anos são bastante similares para aqueles cruzamentos que produziram frutos em ambos os anos (Tabela 2.7).

Tabela 2.7 Freqüências para a característica de Inserção de sépalas em frutos avaliados de progênies e genitores de Goiabeira-Serrana, avaliados nos anos de 2003 e 2004. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Identificação	n ¹	2003			2004			
		Abertas	Semi eretas	Eretas	n ¹	Abertas	Semi eretas	Eretas
458x458	0	-	-	-	9	1	4	4
451x451	18	3	5	10	35	3	19	13
50x50	0	-	-	-	15	0	6	9
85	0	-	-	-	14	1	10	2
458	0	-	-	-	17	0	5	12
50x231	0	-	-	-	18	1	13	4
101x458	33	9	19	5	38	9	22	7
458x101	28	13	12	3	39	14	23	2
451x458	0	-	-	-	29	3	16	10
101x85	0	-	-	-	32	2	25	5
451x85	22	3	12	7	35	1	23	11
85x451	25	4	9	12	36	1	23	12
101x50	25	7	13	5	35	7	22	6
451x50	0	-	-	-	34	3	17	14
101x231	0	-	-	-	34	7	20	7
451x231	17	1	9	7	38	4	25	9
101x451	25	3	9	13	35	1	26	8
458x85	29	11	11	7	39	8	23	8
50x458	0	-	-	-	32	2	9	21
458x50	28	7	3	18	36	6	17	13
458x231	17	5	1	11	36	6	20	10
85x50	20	3	7	10	39	4	16	19
85x231	0	-	-	-	25	5	18	2
Total	287	69	110	108	700	90	402	208
GL		22			44			
χ^2		59,76*			120,24			

¹número total de plantas avaliadas. * Valor estatisticamente diferente a 5% de probabilidade.

Também houve variação para Formato de fruto. Em 2003, os cruzamentos com maiores freqüências nas diferentes classes foram: 458x50, com 30% dos frutos redondos; 101x458, com 20% de forma piriforme e 65% ovóide; e 451x85, apresentando todos os frutos lanceolados avaliados no ano. Em 2004, os cruzamentos com maiores freqüências nas diferentes classes foram: 458x50, com 31,2% das plantas produzindo frutos redondos e 101x458, com 9,4% de plantas com frutos piriformes, praticamente a metade do que no ano anterior. O cruzamento 101x231 foi o único a ter descendentes que produziram frutos com formato ovóide. Outro fato que ocorreu em 2004, foi o maior número de cruzamentos (17 de 23) que produziram frutos lanceolados, pois em 2003, somente três plantas do cruzamento 451x85 produziram frutos lanceolados (Tabela 2.8).

Em *Psidium guajava* a seleção para a característica formato, apresenta preferência por frutos redondos pela facilidade na preparação de caldas e na embalagem. Com relação ao consumo *in natura*, não existe preferência aparente pelo formato (MANICA *et al*, 2000).

Tabela 2.8 Frequências para a característica de Formato de fruto avaliada em progênies e genitores de Goiabeira-Serrana, nos anos de 2003 e 2004. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Identificação	n ¹	2003						n ¹	2004					
		1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6
458x458	0	-	-	-	-	-	-	9	0	4	3	2	0	0
451x451	18	3	6	6	3	0	0	35	1	5	13	13	0	3
50x50	0	-	-	-	-	-	-	15	4	8	2	1	0	0
85	0	-	-	-	-	-	-	14	0	1	1	8	0	4
458	0	-	-	-	-	-	-	17	0	1	1	15	0	0
50x231	0	-	-	-	-	-	-	18	5	11	1	1	0	0
101x458	33	1	8	18	4	2	0	38	1	0	9	22	0	6
458x101	28	5	10	12	1	0	0	39	4	3	6	20	0	6
451x458	0	-	-	-	-	-	-	29	2	2	7	14	0	3
101x85	0	-	-	-	-	-	-	32	0	2	5	12	0	13
451x85	22	0	4	14	1	0	3	35	0	1	3	10	0	21
85x451	25	1	5	15	4	0	0	36	0	2	4	14	0	16
101x50	25	2	15	7	0	1	0	35	1	12	8	5	0	9
451x50	0	-	-	-	-	-	-	34	4	10	13	5	0	2
101x231	0	-	-	-	-	-	-	34	1	8	9	10	1	5
451x231	17	2	8	5	2	0	0	38	1	8	11	11	0	7
101x451	25	0	10	13	2	0	0	35	0	1	7	19	0	8
458x85	29	5	4	17	3	0	0	39	4	2	9	21	0	3
50x458	0	-	-	-	-	-	-	32	2	7	10	12	0	2
458x50	28	14	6	8	0	0	0	36	20	9	5	2	0	0
458x231	17	11	4	2	0	0	0	36	10	9	9	7	0	1
85x50	20	1	16	2	1	0	0	39	3	13	18	5	0	0
85x231	0	-	-	-	-	-	-	25	1	8	4	5	0	7
Total	287	45	96	119	21	3	3	700	64	127	158	234	1	116
GL				55							100			
χ^2				172,50*							453,30			

¹número total de plantas avaliadas. * Valor estatisticamente diferente ao nível de 5% de probabilidade. 1- Redondo, 2-Oblongo, 3-Obovoide, 4-Piriforme, 5-Ovoide e 6-Lanceado.

Dois cruzamentos, 101x50 e 85x50 apresentaram, em 2003, as menores proporções de plantas com frutos de casca mole. Nos demais cruzamentos, as frequências das classes de Consistência da casca, praticamente não seguiram padrão algum em termos de proporção entre mole, semi-dura e dura. Embora estatisticamente diferentes, a exemplo do ano de 2003, as frequências de classes obtidas em 2004 não apresentaram um padrão específico, sendo, contudo, evidente a maior frequência de plantas com frutos de Consistência mole e média (Tabela 2.9).

Para espécies como a macieira, goiabeira comum, e até mesmo a Goiaba-Serrana, a firmeza da casca por refletir em maior durabilidade, é de essencial importância no transporte e armazenagem. Porém, é necessário destacar que frutos de Goiabeira-Serrana de maior firmeza de casca apresentam em geral alto peso de casca, característica esta que segundo Degenhardt (2001), apresenta correlação negativa com rendimento de polpa, que por sua vez tem relevante importância agrônômica. Desta forma frutos de Goiabeira-Serrana com

consistência intermediária momentaneamente parecem ser os de maior interesse.

Tabela 2.9 Frequências para a característica de Consistência de casca em frutos avaliados em progênies e genitores de Goiabeira-Serrana, nos anos de 2003 e 2004. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Identificação	n ¹	2003			n ¹	2004		
		Mole	Semi-dura	Dura		Mole	Semi-dura	Dura
458x458	0	-	-	-	9	4	4	1
451x451	18	3	11	4	35	13	19	3
50x50	0	-	-	-	15	3	10	2
85	0	-	-	-	14	1	12	1
458	0	-	-	-	17	10	7	0
50x231	0	-	-	-	18	5	12	1
101x458	33	14	16	3	38	18	18	2
458x101	28	10	12	6	39	15	21	3
451x458	0	-	-	-	29	18	9	1
101x85	0	-	-	-	32	9	21	2
451x85	22	10	8	4	35	15	16	4
85x451	25	5	15	5	36	12	20	4
101x50	25	1	13	11	35	15	17	3
451x50	0	-	-	-	34	18	16	0
101x231	0	-	-	-	34	5	23	6
451x231	17	4	8	5	38	26	8	4
101x451	25	4	19	2	35	19	15	1
458x85	29	10	13	6	39	15	18	6
50x458	0	-	-	-	32	9	22	2
458x50	28	7	14	7	36	22	12	2
458x231	17	7	7	3	36	14	20	2
85x50	20	2	9	9	39	14	18	7
85x231	0	-	-	-	25	10	14	1
Total	287	77	145	65	700	290	352	58
GL		22				44		
χ^2		39,25*				317,18		

¹número de plantas avaliadas. * Valor estatisticamente diferente ao nível de 5% de probabilidade.

A coloração de polpa gelo foi revelada por 89,2% dos frutos. Já as cores branca e rosa na polpa foram encontradas em 24 e 7 amostras (de 281) respectivamente. No ano de 2003, a Cor de polpa rosa estava segregando em quatro cruzamentos, sendo que, no cruzamento 85x451 foi encontrado o maior número de plantas com polpa rósea. No segundo ano de avaliação o cruzamento 85x451 continuou sendo aquele que produziu uma grande quantidade de plantas com frutos cuja polpa é branca. Contudo, este cruzamento não apresentou nenhum fruto com polpa rósea, ao contrário do ano anterior. Dos quatro cruzamentos que produziram descendentes com frutos de polpa rósea, três deles envolveram o genitor 101. De forma geral o padrão de distribuição de classes de cor de polpa no ano de 2004 foi similar ao de 2003 (Tabela 2.10).

Tabela 2.10 Frequências para a característica Cor de polpa em frutos avaliados em progênies e genitores de Goiabeira-Serrana, nos anos de 2003 e 2004. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Identificação	n ¹	2003			n ¹	2004		
		Branca	Gelo	Rósea		Branca	Gelo	Rósea
458x458	0	-	-	-	9	7	2	0
451x451	18	0	18	0	35	3	30	2
50x50	0	-	-	-	15	0	15	0
85	0	-	-	-	14	6	8	0
458	0	-	-	-	17	0	17	0
50x231	0	-	-	-	18	8	10	0
101x458	33	2	31	0	38	1	35	2
458x101	28	3	25	0	39	2	34	3
451x458	0	-	-	-	29	7	21	0
101x85	0	-	-	-	32	10	22	0
451x85	22	3	18	1	35	6	29	0
85x451	25	6	16	3	36	12	24	0
101x50	25	0	25	0	35	1	34	0
451x50	0	-	-	-	34	3	31	0
101x231	0	-	-	-	34	5	29	0
451x231	17	1	16	0	38	4	34	0
101x451	25	1	22	2	35	1	28	6
458x85	29	0	28	1	39	4	35	0
50x458	0	-	-	-	32	3	30	0
458x50	28	3	25	0	36	2	34	0
458x231	17	1	16	0	36	5	31	0
85x50	20	4	16	0	39	8	31	0
85x231	0	-	-	-	25	15	10	0
Total	287	24	256	7	700	113	574	13
GL		22				44		
χ^2		39,32*				192,10*		

¹número total de plantas avaliadas. * Valor estatisticamente diferente ao nível de 5% de probabilidade.

Ausência de Rugosidade em frutos foi verificada praticamente na metade das plantas avaliadas em 2003 e poucas foram as plantas (4 de 287) que exibiram rugosidade intensa. A maior proporção de frutos com média ou acentuada rugosidade foi produzida pela progênie do cruzamento 85x50. Em 2004, o padrão de rugosidade dos frutos das plantas oriundas do cruzamento 85x50 foi muito similar ao padrão de 2003. Contudo, o padrão geral diferiu de maneira expressiva do ano anterior, pois em 2004, a quantidade de amostras sem rugosidade foi de aproximadamente 24% em relação ao total de frutos avaliados (Tabela 2.11).

Segundo Degenhardt (2001), os frutos de casca lisa tendem a apresentar formato arredondado ou oblongo, enquanto que no presente trabalho, os cruzamentos detentores de casca predominantemente lisa apresentaram para a maioria das amostras formato de fruto piriforme.

Tabela 2.11 Freqüências para a característica Rugosidade da casca em frutos avaliados em progênies e genitores de Goiabeira-Serrana, nos anos de 2003 e 2004. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Identificação	n ¹	2003				2004					
		1	2	3	4	n ¹	1	2	3	4	
458x458	0	-	-	-	-	9	8	1	0	0	
451x451	18	13	4	1	0	35	11	16	8	0	
50x50	0	-	-	-	-	15	2	4	6	3	
85	0	-	-	-	-	14	0	1	6	7	
458	0	-	-	-	-	17	15	2	0	0	
50x231	0	-	-	-	-	18	4	4	6	4	
101x458	33	23	8	1	1	38	16	19	3	0	
458x101	28	23	5	0	0	39	20	17	1	1	
451x458	0	-	-	-	-	29	11	15	2	0	
101x85	0	-	-	-	-	32	3	15	10	4	
451x85	22	4	14	4	0	35	1	10	15	9	
85x451	25	3	11	10	1	36	1	8	20	7	
101x50	25	11	9	5	0	35	4	21	8	2	
451x50	0	-	-	-	-	34	6	12	11	5	
101x231	0	-	-	-	-	34	12	14	7	1	
451x231	17	8	8	1	0	38	8	23	7	0	
101x451	25	16	6	3	0	35	9	20	6	0	
458x85	29	8	19	2	0	39	5	19	9	6	
50x458	0	-	-	-	-	32	4	16	12	1	
458x50	28	16	10	2	0	36	13	17	5	1	
458x231	17	14	2	1	0	36	12	19	3	2	
85x50	20	0	3	15	2	39	1	9	10	19	
85x231	0	-	-	-	-	25	3	10	5	7	
Total	287	139	99	45	4	700	169	292	160	79	
GL		33					66				
χ^2		149,50*					317,18*				

¹número total de plantas avaliadas. * Valor estatisticamente diferente ao nível de 5% de probabilidade. 1- ausente, 2- leve, 3- Média e 4-Intensa.

Em 2003, a coloração mais comum foi o verde-oliva, seguido de verde-amarelado e depois do verde-abacate. No cruzamento 85x50 30% dos frutos apresentaram a coloração verde abacate, 101x458 com 17% dos frutos de coloração verde-oliva e 458x231 com 15% da coloração Verde-amarelada (Tabela 2.12).

Do total de plantas com frutos de coloração verde-abacate avaliadas em 2004, 13% pertencem ao cruzamento 458x85. Desde total geral, 8,5% das plantas com frutos de coloração verde-oliva pertencem ao cruzamento 458x101. O cruzamento 451x231 apresentou a maior proporção de plantas com frutos de coloração amarelada (Tabela 2.12). Hewett (1993) e Giacometti (1994), destacam a preferência pela seleção de frutos com coloração amarelada uma vez que frutos de coloração verde tem a colheita dificultada, visto que a característica pode ser considerada como indicativo para estabelecer o ponto de maturação, assim como já ocorre com a cultura de *Psidium guajava* (AZZOLINI *et al.*, 2004).

Tabela 2.12 Frequências para a característica Cor de casca em frutos avaliados em progênies e genitores de Goiabeira-Serrana, nos anos de 2003 e 2004. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Identificação	n ¹	Verde-abacate	Verde-oliva	Verde-amarelado	n ¹	Verde-abacate	Verde-oliva	Verde-amarelado
458x458	0	-	-	-	9	1	6	2
451x451	18	0	12	6	35	1	20	14
50x50	0	-	-	-	15	5	9	1
85	0	-	-	-	14	7	4	3
458	0	-	-	-	17	4	11	2
50x231	0	-	-	-	18	0	7	11
101x458	33	1	33	9	38	6	27	5
458x101	28	1	22	5	39	7	30	2
451x458	0	-	-	-	29	2	10	16
101x85	0	-	-	-	32	0	17	15
451x85	22	3	10	9	35	3	13	19
85x451	25	2	10	13	36	3	18	15
101x50	25	2	17	6	35	5	27	3
451x50	0	-	-	-	34	2	17	15
101x231	0	-	-	-	34	1	9	24
451x231	17	1	5	11	38	1	5	32
101x451	25	0	15	10	35	2	18	15
458x85	29	0	24	5	39	11	20	8
50x458	0	-	-	-	32	7	13	3
458x50	28	1	19	5	36	10	19	7
458x231	17	0	3	14	36	2	18	16
85x50	20	6	12	2	39	4	19	16
85x231	0	-	-	-	25	0	7	18
Total	287	20	172	95	700	84	354	262
GL		22				44		
χ^2		73,17*				201,60*		

¹número total de plantas avaliadas. * Valor estatisticamente diferente ao nível de 5% de probabilidade.

A análise da característica Produtividade demonstrou que o cruzamento 458x231 originou uma alta frequência (33%) de progênies praticamente sem produção de frutos (classe 0). Entretanto, o genitor 458, desde mesmo cruzamento, quando combinado com o genitor 85, 101 ou 50 foi capaz de deixar descendentes cuja proporção de plantas nas classes 3, 4 e 5 as de maior produtividade, atingiu pelo menos dois terços do total de plantas da referida progênie. Em termos de produtividade, somente 12 das 287 plantas (4,2%) foram enquadradas na classe 5, a de maior produção de frutos, sendo que 5 delas são provenientes do cruzamento 458x85 (Tabela 2.13).

No ano de 2004, os cruzamentos 101x85 e 101x231 apresentaram grande proporção de plantas com Produtividade baixa (classe 0). Em termos de alta produção de frutos cabe destacar o genitor 458 e as progênies de vários cruzamentos que o envolvem, e o cruzamento 101x50 (Tabela 2.13).

O genótipo 458 é advindo de material genético melhorado e equivalente a variedade Unique produzida na Nova Zelândia, onde a característica de alta produtividade também é evidente. Porém, frutos deste genótipo geralmente são menores, sendo indispensável um intenso raleio para melhorar a qualidade e tamanho dos frutos (THORP & BIELESKI, 2002).

Tanto variação dentro do cruzamento como a variação dentro de plantas, já foram observadas por Degenhardt (2001), onde plantas avaliadas ao longo de três anos não apresentaram produtividade constante. Esta oscilação de produtividade se deve em muito a ação ambiental sobre a característica, sendo necessária a ampliação do período de avaliação para obtenção de dados mais consistentes.

Tabela 2.13 Freqüências para a característica Produtividade em progênes e genitores de Goiabeira-Serrana avaliados nos anos de 2003 e 2004. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Identificação	n ¹	2003						2004						
		0	1	2	3	4	5	n ¹	0	1	2	3	4	5
458x458	0	-	-	-	-	-	-	9	2	1	3	3	0	0
451x451	18	1	12	3	1	0	1	35	0	11	11	9	3	1
50x50	0	-	-	-	-	-	-	15	1	1	9	4	0	0
85	0	-	-	-	-	-	-	14	1	5	4	4	0	0
458	0	-	-	-	-	-	-	17	0	0	0	0	6	11
50x231	0	-	-	-	-	-	-	18	4	4	5	5	0	0
101x458	33	0	7	6	9	7	4	38	0	0	4	17	14	3
458x101	28	2	8	9	5	3	1	39	0	3	9	12	12	3
451x458	0	-	-	-	-	-	-	29	0	9	8	5	5	1
101x85	0	-	-	-	-	-	-	32	7	1	10	7	7	0
451x85	22	4	13	1	3	1	0	35	0	2	15	13	4	1
85x451	25	3	13	8	0	1	0	36	0	1	12	15	5	3
101x50	25	2	11	2	9	1	0	35	1	0	6	14	11	3
451x50	0	-	-	-	-	-	-	34	1	3	7	13	8	2
101x231	0	-	-	-	-	-	-	34	7	20	7	0	0	0
451x231	17	0	10	5	2	0	0	38	0	13	7	14	4	0
101x451	25	1	13	5	6	0	0	35	0	3	15	12	5	0
458x85	29	0	3	6	9	6	5	39	0	1	4	23	10	1
50x458	0	-	-	-	-	-	-	32	1	14	16	1	1	0
458x50	28	0	7	1	10	9	1	36	0	0	8	12	10	6
458x231	17	7	6	4	0	0	0	36	0	4	7	12	10	3
85x50	20	1	8	6	4	1	0	39	0	2	18	13	6	0
85x231	0	-	-	-	-	-	-	25	3	15	5	2	0	0
Total	287	21	111	56	58	29	12	700	28	113	190	210	121	38
GL		55						100						
χ^2		150,25*						524,40*						

¹número de plantas avaliadas. *Valor estatisticamente diferente ao nível de 5% de Probabilidade. Produtividade caracterizada por classes de acordo com o número de frutos produzidos por planta: 0- menos de 10 frutos, 1-11 a 40, 2- 41 a 80, 3- 81 a 120, 4- 121 a 160 e 5 mais de 160 frutos.

Tomando-se todas as progênes avaliadas em 2003, a Presença de brilho na casca segregou na proporção de 1:1. As principais discrepâncias deste padrão foram reveladas pelos cruzamentos 458x101 e 458x50, com presença de brilho em aproximadamente 75%

dos seus frutos e o cruzamento 85x50, que produziu frutos sem brilho na casca em 17 das 20 plantas avaliadas. No segundo ano de avaliação, os resultados foram bastante similares aos do ano de 2003 (Tabela 2.14).

Degenhardt (2001), chama a atenção para o fato da inconstância observada para algumas características qualitativas ser reflexo da subjetividade empregada durante a classificação das amostras, sendo que os resultados deste tipo de avaliação devem ser tomados com cautela. A característica Brilho de casca é exemplo disto, dado as condições de coleta e armazenamento das amostras, que por promover o contato dos frutos com água (orvalho ou chuva) ou umidade, podem equivocar a avaliação.

A característica Presença de vácuo entre casca e polpa revelou baixa frequência em todos os cruzamentos para a classe presença, sendo que somente 3,7% do total de plantas avaliadas apresentaram frequências para esta classe, com destaque para o cruzamento 85x231 (Tabela 2.14).

Tabela 2.14 Frequências para a característica Presença de Brilho na casca e Presença de vácuo entre polpa e casca em progênes e genitores de Goiabeira-Serrana avaliados nos anos de 2003 e 2004. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Identificação	n ¹	Presença de brilho						Presença de vácuo					
		Sim			Não			Sim			Não		
		2003	2004	n ¹	2003	2004	n ¹	2003	2004	n ¹	2003	2004	n ¹
458x458	0	-	-	9	8	1	0	-	-	9	1	8	
451x451	18	8	10	35	25	10	18	1	17	35	2	33	
50x50	0	-	-	15	6	9	0	-	-	15	0	15	
85	0	-	-	14	3	11	0	-	-	14	0	14	
458	0	-	-	17	14	3	0	-	-	17	0	17	
50x231	0	-	-	18	8	10	0	-	-	18	0	18	
101x458	33	19	14	38	28	10	33	1	32	38	1	37	
458x101	28	22	6	39	32	7	28	1	27	39	1	38	
451x458	0	-	-	29	24	4	0	-	-	29	2	26	
101x85	0	-	-	32	23	9	0	-	-	32	2	30	
451x85	22	10	12	35	19	16	22	1	21	35	1	34	
85x451	25	7	18	36	12	24	25	12	13	36	3	33	
101x50	25	9	16	35	19	16	25	4	21	35	0	35	
451x50	0	-	-	34	19	15	0	-	-	34	1	33	
101x231	0	-	-	34	25	9	0	-	-	34	2	32	
451x231	17	9	8	38	24	14	17	2	15	38	0	38	
101x451	25	17	8	35	25	10	25	1	24	35	0	35	
458x85	29	18	11	39	19	20	29	4	25	39	1	37	
50x458	0	-	-	32	20	13	0	-	-	32	0	33	
458x50	28	21	7	36	24	12	28	3	25	36	0	36	
458x231	17	6	11	36	21	15	17	3	14	36	1	35	
85x50	20	3	17	39	7	32	20	3	17	39	1	38	
85x231	0	-	-	25	12	13	0	-	-	25	5	20	
Total	287	149	138	700	417	283	287	36	251	700	25	675	
χ^2	40,00*			91,20*			38,10*			35,83*			

¹número total de plantas avaliadas. * Valor estatisticamente diferente a 5% de probabilidade.

2.3.2. Análise dos Dados Quantitativos

2.3.2.1 Análise de Variância

A análise de covariância não detectou efeitos estatisticamente significativos da idade sobre qualquer característica avaliada nos dois anos analisados. Desta forma, procedeu-se a Análise de Variância sem ajuste nos dados quanto a idade.

No ano de 2003 (Tabela 2.15), as características que apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre médias dos cruzamentos foram: Altura de planta, Relação comprimento/diâmetro, Resistência de casca e Acidez. A ausência de diferenças estatisticamente significativas entre os cruzamentos com relação às demais características pode ter sido ocasionada pelos erros experimentais que não foram passíveis de controle, mesmo com o bloqueamento. Adicionalmente, o número de plantas com frutos avaliados por parcela, que nem sempre alcançou 10 plantas, também pode ter proporcionado estimativas que inflacionaram as variâncias dos erros.

Tabela 2.15 Resumo da análise de variância para os cruzamentos avaliados no ano de 2003, para as características de Diâmetro de caule (DCa), Altura de planta (AP), Diâmetro de copa (DCo), Peso de fruto (PF), Relação comprimento diâmetro (CD), Resistência da casca (RC), Rendimento em polpa (RP), Sólidos Solúveis Totais (SST) e Acidez Total Titulável (ATT). Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Causas da Variação	GL	QM								
		DCa (mm)	AP (cm)	DCo (cm)	PF (g)	CD (cm)	RC (Kg/cm ²)	RP (%)	SST (°Brix)	ATT
Bloco	3	0,007	0,003	0,005	0,006	0,023	0,007	0,002	0,003	0,002
Cruzamentos	11	0,002	0,006*	0,001	0,008	0,073*	0,033*	0,002	0,001	0,058*
Resíduo	33	0,001	0,0006	0,001	0,005	0,003	0,013	0,002	0,002	0,016
Total	47									
Média**		75	208	140	63,05	1,28	5,8	29	11,12	0,75
CV (%)		2,09	1,08	1,5	4,02	4,54	15,05	7,12	4,14	16,62
Razão CVg/CVe		0,32	1,52	0,34	0,40	2,26	0,61	0,25	-	0,8195

* diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro

**média de dados não transformados.

Um destaque para as características que apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre médias, foi o fato destas apresentarem os maiores valores para razão entre coeficiente de variação genética e coeficiente de variação ambiental (CVg/CVe), comparativamente às outras características, sugerindo que a causa da variação entre cruzamentos é predominantemente devido ao genótipo e não ao ambiente (Tabela 2.15).

A análise do ranqueamento dos cruzamentos para a Altura de planta permitiu detectar que as plantas oriundas de cruzamentos entre genótipos do Tipo Brasil 85x50 apresentaram os maiores valores para esta característica (Tabela 2.16), embora Mattos (1986) tenha classificado o genótipo do Tipo Uruguai como de maior porte. Além dos efeitos genéticos, este fato também pode ser afetado (i) pelo reduzido número de amostras do Tipo Uruguai na análise; (ii) pelo porte mais reduzido dos tipos já melhorados para facilitar tratamentos culturais ou (iii) alternativamente, pela interação genótipo x ambiente.

A partir dos resultados da avaliação da Relação comprimento/diâmetro não foi possível estabelecer nenhuma associação com os tipos Brasil ou Uruguai. Porém, destacaram-se progênies detentoras de frutos mais arredondados, oriundos dos cruzamentos 458x231 e 458x50. Por outro lado, os cruzamentos detentores de frutos mais alongados em geral apresentaram o acesso 451 como um dos genitores, a citar 451x85, 85x451, e 101x451 (Tabela 2.16).

As progênies do cruzamento 85x50 foram as que apresentaram os maiores valores para Resistência da casca (Tabela 2.16). Estes resultados obtidos mostram-se coerentes com a expressão desta característica nos genitores 50 e 85, uma vez que nas avaliações anteriores estes genótipos sempre apresentaram altos valores para esta característica (Tabela 2.1). É relevante mencionar que os genitores deste cruzamento são do Tipo Brasil, os quais geralmente apresentam casca bem resistente. Adicionalmente, as progênies de cruzamentos envolvendo um ou dois genitores do Tipo Uruguai, revelaram valores menores para a característica resistência da casca.

Na Análise de Variância foi detectada diferença estatisticamente significativa entre médias de Acidez nas diferentes progênies, que variaram de 0,94 a 0,54 (gramas de ácido Cítrico/100 mL de suco). O cruzamento 458x231 apresentou menor teor de acidez, sendo que a partir do conjunto de características analisadas pode-se caracterizá-lo como cruzamento detentor de plantas de porte baixo, frutos arredondados e pouco ácidos. Em contraste a este, os cruzamentos envolvendo genitores do Tipo Brasil apresentaram porte de plantas maior, frutos ácidos e resistência de casca alta. Considerando o fato de que, na maioria dos casos, resistência de casca está associada ao alto Peso de casca, e esta por sua vez com menor Rendimento em polpa, identifica-se uma associação negativa indicando que plantas que produzem frutos de alta resistência de casca em geral podem apresentar baixo rendimento (Tabela 2.16).

Tabela 2.16 Médias das características Altura de Planta (AP), Relação comprimento/diâmetro (CD), Resistência da casca (RC) e Acidez Total Titulável (ATT) de 12 cruzamentos avaliados no ano de 2003 sendo um dos cruzamentos proveniente da autopolinização do genitor 451 (Tipo Uruguaí), agrupados de acordo com a combinação entre genitores (BrasilxBrasil, BrasilxUruguaí, UruguaixBrasil e UruguaixUruguaí). Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Identificação	AP (cm)	CD (cm)	RC (Kg/cm ²)	ATT
Genitores				
451x451	209 m	1,29 m	6,3 m	0,65 m
Progênes F ₁				
BrasilXBrasil				
101x50	222 m	1,28 m	8,0 m	0,94 s
85x50	262 s	1,26 m	8,9 s	0,92 m
BrasilXUruguaí				
101x458	204 m	1,29 m	4,2 m	0,79 m
85x451	209 m	1,54 s	6,5 m	0,70 m
101x451	203 m	1,39 s	5,0 m	0,71 m
UruguaixBrasil				
458x101	190 i	1,27 m	5,3 m	0,81 m
451x85	221 m	1,47 s	5,7 m	0,70 m
451x231	201 m	1,26 m	6,2 m	0,65 m
458x85	208 m	1,23 m	5,2 m	0,87 m
458x50	203 m	1,10 i	5,2 m	0,76 m
458x231	179 i	1,06 i	5,2 m	0,54 i
Média	208	1,28	5,8	0,75
DMS_{0,05}	16	0,08	2,67	0,18

m - valores não diferem significativamente da média, i - valores inferiores a média, s - valores superiores a média.

No ano de 2004, houve diferenças estatisticamente significativas entre médias para todas as características avaliadas nas progênes de cruzamentos envolvendo os seis genitores (Tabela 2.17).

Tabela 2.17 Resumo da Análise de Variância para os cruzamentos avaliados no ano de 2004, para as características de Diâmetro do caule (DCa), Altura da planta (AP), Diâmetro da copa (DCo), Peso de fruto (PF), Relação comprimento/diâmetro (CD), Resistência da casca (RC), Rendimento em polpa (RP), Sólidos Solúveis Totais (SST) e Acidez total Titulável (ATT). Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Causas da Variação	GL	QM								
		DCa (cm)	AP (cm)	DCo (cm)	PF (g)	CD (mm)	RC (Kg/cm ²)	RP (%)	SST (°Brix)	ATT
Bloco	3	0,010	0,008	0,013	0,009	0,021	0,003	0,001	0,001	0,039
Cruz ¹	22	0,034*	0,036*	0,021*	0,026*	0,035*	0,015*	0,004*	0,003*	0,044*
Resíduo	66	0,003	0,002	0,003	0,006	0,004	0,007	0,002	0,002	0,016
Total	91									
Média**		74	188	187	57,2	1,37	4,8	33	10,2	0,64
CV (%)		2,87	2,1	2,43	4,36	4,8	12,42	7,32	4,21	19,97
Razão CVg/CVe		1,65	1,93	1,23	0,92	1,32	0,51	0,41	0,41	0,66

¹Cruzamentos; *diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro. **média de dados não transformados.

Poucas foram as comparações entre médias de Diâmetro de caule, Altura de planta e Diâmetro de copa nas progênies que resultaram em diferenças significativas. De forma geral os cruzamentos 101x85 e 85x50 apresentaram as maiores médias para Diâmetro de caule e Altura de planta (Tabela 2.18).

Por outro lado, também é relevante mencionar o desempenho dos genitores, que na sua maioria apresentaram menores médias para estas características, provavelmente, por não atingirem pleno desenvolvimento, em razão do estabelecimento das mudas *a posteriori* (um a dois anos) das progênies, embora a idade não seja um fator que afetou significativamente a análise da covariância. Avaliações adicionais por sua vez darão maior consistência aos resultados já obtidos. Uma vez que análises realizadas por Degenhardt (2001), indicam que as avaliações devem ser realizadas por pelo menos três anos, no sentido de minimizar possíveis efeitos de anos.

Para a característica Peso de fruto, cabe destacar o genitor 85 que produziu frutos com Peso médio de 97 g, valor este 70% superior à média geral (57,2 g). Estes resultados confirmam constatações anteriores de que este genótipo produziu frutos de maior peso dentre os acessos do Tipo Brasil avaliados (Tabela 2.1). O cruzamento que apresentou menor Peso de fruto (42,7 g) foi 458x50, provavelmente em decorrência do grande efeito por parte do genitor 50, que demonstrou em seu histórico de avaliações, baixo desempenho

para esta característica (Tabela 2.1), bem como por efeito de um raleio pouco intenso, tendo em vista que, o histórico do genótipo 458 indica alta produtividade e conseqüentemente, alta intensidade de raleio para a obtenção de frutos de melhor tamanho.

Nenhuma das progênies de cruzamento envolvendo o genitor 85 produziu frutos com peso maior do que 70 gramas. Considerando o fato de que um pomar comercial de Goiabeira-Serrana na mesma região com duas famílias de meios irmãos foi obtida uma média de 72,6 g por fruto (DEGENHARDT, 2001), há a necessidade de um intenso trabalho de melhoramento para esta característica.

A Relação comprimento/diâmetro revelou frutos mais alongados para o genitor 85 (1,51) e os cruzamentos 101x85, 85x451, 101x451, 451x85 e 451x458, todos com índices superiores a 1,46; enquanto que os frutos mais arredondados foram produzidos em plantas oriundas dos cruzamentos 50x231, 458x50 e 458x231 todos inferiores a 1,24 (Tabela 2.18). Segundo levantamento bibliográfico feito por Manica *et al.* (2000), frutos de goiaba comum apresentam em média relação comprimento diâmetro de 0,90 a 1,93, sendo preferíveis aqueles com relação em torno de 1,1, em decorrência da embalagem e industrialização.

A característica de Resistência de casca não apresentou relação direta entre os genitores e sua origem, detectada no primeiro ano de avaliação, com exceção do genitor 458 que pertence ao Tipo Uruguai propagado por enxertia, que apresentou o menor valor de resistência de casca (Tabela 2.18), corroborando com os dados já obtidos anteriormente para o acesso (Tabela 2.1).

O genitor 458 propagado por enxertia se destacou pela alta percentagem de Rendimento em polpa, o qual na avaliação preliminar realizada pela Epagri já apresentava também o maior rendimento entre os genitores do Tipo Uruguai (Tabela 2.1). O resultado revelado pela análise desta característica indica que o rendimento em polpa de plantas do genitor 458 propagado por enxertia (39%) foi superior ao produzido por plantas oriundas de autofecundação (27,8%), o que pode ser justificada pela ação da homozigose presente nas progênies oriundas da autofecundação do acesso 458 (Tabela 2.18). Este efeito negativo da autopolinização na performance de Goiabeira-Serrana já havia sido discutido por Giacometti (1994) e Thorp & Bielecki (2002).

Comparando os dados referentes a Rendimento em polpa médio de 28,6%, obtidos em outros genótipos avaliados na mesma propriedade (DEGENHARDT, 2001), com os obtidos no atual estudo (33%) pode-se afirmar que as progênies dos cruzamentos avaliados no presente trabalho revelam maior desempenho para esta característica e que ainda existe oportunidade para ganho genético.

A menor percentagem de SST foi identificada no genitor 50 autopolinizado (8,8%), sendo que progênies envolvendo tal genitor não diferem da média geral. A média observada de 10,2 equipara-se as médias almeçadas em seleção de genótipos em *Psidium guajava*,

onde valores de 11% são considerados excelentes não somente para consumo *in natura*, como para a indústria que adiciona menos açúcar na elaboração dos produtos (MANICA *et al.* 2000).

A análise do teor de Acidez revelou que as progênies do cruzamento 451x458, ambos genitores do Tipo Uruguai, apresentaram valores de Acidez (0,37) até duas vezes menores que a média do experimento (0,64) e bem menos ainda quando comparado com as progênies do cruzamento de maior acidez 101x458 (0,82) (Tabela 2.18). Este aspecto pode estar relacionado à pressão de seleção exercida sobre estes genótipos, que já são estas variedades melhoradas.

A relação entre Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total Titulável (SST/ATT) em média foi de 15,38, valor superior ao obtido em variedades melhoradas de goiabeira comum de 13,18 (AZZOLINI *et al.*, 2004), ressaltando novamente o potencial organoléptico da Goiabeira-Serrana.

Frente a esta análise preliminar, pode-se destacar o genitor 85 por apresentar porte de planta médio, frutos alongados, de alto peso, porém, alta resistência de casca, sem, contudo, atrativo quanto ao sabor (baixos valores de SST e alta acidez). Por outro lado, destaca-se o genitor 458, por possuir plantas de porte baixo, altamente produtivas e com alto rendimento em polpa.

No sentido de aumentar a durabilidade do fruto com maior Resistência de casca, manter bom Rendimento de polpa, gerar plantas de porte médio e com maior qualidade de frutos (baixa acidez), uma sugestão seria efetuar o cruzamento entre o genótipo 85 e as melhores progênies do cruzamento 451x458.

Tabela 2.18 Médias das características Diâmetro de caule (DCa), Altura de planta (AP), Diâmetro de copa (DCo), Peso de fruto (PF) e Relação comprimento/diâmetro (CD), Resistência da casca (RC), Rendimento em polpa (RP), Sólidos Solúveis Totais (SST) e Acidez Total Titulável (ATT), para os genitores e progênies avaliados no ano de 2004 e agrupados de acordo com a combinação entre genitores (BrasilxBrazil, BrasilxUruguai, UruguaixBrazil e UruguaixUruguai). Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Identificação	DCa(mm)	AP(cm)	DCo(cm)	PF(g)	CD(cm)	RC(Kg/cm ²)	RP(%)	SST (°Brix)	ATT
Genitores									
458x458 ¹	45 i	112 i	127 i	48,63 m	1,38 m	4,6 m	27,8 m	9,8 m	0,57 m
451x451 ¹	77 m	195 m	203 m	62,34 m	1,38 m	4,8 m	35,2 m	10,9 m	0,52 m
50x50	54 i	153 i	172 m	60,23 m	1,29 m	5,6 m	34,5 m	8,8 i	0,65 m
85 ²	53 i	162 i	141 i	97,00 s	1,51 s	6,1 m	32,5 m	10 m	0,66 m
458 ²	43 i	96 i	141 i	48,46 m	1,39 m	3,6 i	39,0 s	9,4 m	0,48 m
Progênies									
BrasilxBrazil									
50x231	74 m	198 m	188 m	68,11 m	1,24 i	5,9 m	29,4 m	9,6 m	0,65 m
101x85	89 s	216 s	198 m	59,72 m	1,47 s	4,9 m	29,9 m	10,4 m	0,59 m
101x50	83 m	232 s	215 m	50,20 m	1,33 m	4,6 m	32,9 m	9,7 m	0,70 m
101x231	85 m	202 m	194 m	68,03 m	1,38 m	5,8 m	31,6 m	9,9 m	0,55 m
85X50	94 s	256 s	218 m	56,62 m	1,29 m	5,5 m	31,7 m	10,1 m	0,62 m
BrasilxUruguai									
101x458	83 m	202 m	214 m	46,64 m	1,37 m	4,3 m	35,0 m	10,2 m	0,82 s
85x451	82 m	210 m	186 m	60,38 m	1,50 s	5,2 m	34,5 m	10,4 m	0,56 m
101x451	79 m	205 m	208 m	56,06 m	1,46 s	4,0 m	34,5 m	10,8 m	0,70 m
50x458	67m	186 m	188 m	66,68 m	1,32 m	4,7 m	31,8 m	9,8 m	0,67 m
85x231	74 m	202 m	176 m	66,15 m	1,41 m	5,4 m	30,3 m	10,9 m	0,63 m
UruguaixBrazil									
458x101	77 m	186 m	191 m	51,24 m	1,37 m	4,7 m	34,1 m	10,3 m	0,79 m
451x85	87 m	224 s	212 m	68,83 m	1,50 s	5,5 m	33,4 m	10,6 m	0,58 m
451x50	84 m	218 s	188 m	60,17 m	1,37 m	4,5 m	33,8 m	10,5 m	0,70 m
451x231	85 m	207 m	217 m	46,15 m	1,42 m	3,9 m	37,4 m	11,5 m	0,62 m
458x85	83 m	206 m	212 m	48,92 m	1,30 m	5,0 m	33,5 m	9,5 m	0,72 m
458x50	76 m	197 m	206 m	42,7 i	1,14 i	4,0 m	36,2 m	10,5 m	0,80 m
458x231	78 m	183 m	202 m	46,84 m	1,25 i	5,0 m	32,5 m	11,2 m	0,71 m
UruguaixUruguai									
451x458	73 m	169 m	180 m	57,89 m	1,46 s	4,5 m	28,8 m	10,9 m	0,37 i
Média	74	188	187	57,2	1,37	4,8	33	10,2	0,64
DMS_{0,05}	13,5	25,8	33,2	14,2	0,09	1,32	5,6	1,38	0,17

m - valores não diferem significativamente da média, i - valores inferiores a média, s - valores superiores a média. ¹genitores obtidos por autopolinização, ²genitores implantados por propagação vegetativa via enxertia.

Com o intuito de conhecer de forma mais precisa o desempenho dos cruzamentos nos dois anos de avaliação e o possível efeito de anos, foi feita uma análise conjunta da variância, na qual foram incluídos exclusivamente dados de plantas avaliadas nos dois anos.

A análise de variância para os cruzamentos foi elaborada com base nos mesmos genótipos e progênies avaliados em ambos os anos, revelando que as características Diâmetro de caule, Altura de planta, Peso de fruto, Relação comprimento/diâmetro e Acidez mostraram diferenças estatisticamente significativas entre cruzamentos (Tabela 2.19).

As características Diâmetro de caule, Diâmetro de copa, Peso de fruto, Relação comprimento/diâmetro, Resistência de casca, SST e Acidez revelaram diferenças entre médias estatisticamente significativas, independente do tipo cruzamento. Contudo, somente as características Peso de fruto e Acidez apresentaram interação, entre cruzamentos e anos, estatisticamente significativa (Tabela 2.19).

Tabela 2.19 Resumo da análise de variância para os cruzamentos avaliados nos anos de 2003 e 2004, para as características de Diâmetro do caule (DCa), Altura da planta (AP), Diâmetro da copa (DCo), Peso de fruto (PF), Relação comprimento/diâmetro (CD), Resistência da casca (RC), Rendimento em polpa (RP), Sólidos Solúveis Totais (SST) e Acidez Total Titulável (ATT). Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Causas da Variação	GL	QM								
		DCa (cm)	AP (cm)	DCo (cm)	PF (g)	CD (mm)	RC (Kg/cm ²)	RP (%)	SST (°Brix)	ATT
Bloco	3	0,012*	0,006*	0,006	0,015*	0,39*	0,003	0,005	0,001	0,01
Cruzamentos	23	0,004*	0,013*	0,002	0,018*	0,132*	0,015	0,007	0,002	0,066*
Ano	1	0,005*	0,002	0,77*	0,169*	0,147*	0,503*	0,001	0,024	0,926*
AnoxCruz	23	0,0001	0,0001	0,001	0,009*	0,003	0,019	0,014	0,001	0,605*
Resíduo	45	0,0001	0,0005	0,0004	0,002	0,001	0,009	0,009	0,001	0,015
Total	95									
Média**		75	208	174	57,97	1,32	4,9	29	10,7	0,72
CV (%)		0,5	1,0	0,9	2,5	2,4	13,7	16,6	3,0	17,0

*Diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro. **média de dados não transformados.

As médias de Peso de fruto apresentaram decréscimo de valor no segundo ano, mas não o suficiente para serem estatisticamente diferentes entre anos para cada um dos cruzamentos. Contudo, constatou-se ainda que esta diminuição de valor do peso de fruto no segundo ano não foi proporcional ao Peso de fruto em 2003, o que provocou a significância estatística tanto de anos quanto da interação entre anos e cruzamentos.

A Acidez também apresentou comportamento similar, contudo as progênies do cruzamento 101x50 e 85x50 apresentaram valores estatisticamente superiores em 2003, comparativamente ao ano 2004 (Tabela 2.20). Ao contrário de Peso de fruto, os valores de Acidez, às vezes, foram superiores e às vezes inferiores em 2004 comparativamente a 2003, dependendo do cruzamento, fato este que proporcionou significância estatística para a interação entre anos e cruzamentos.

Tabela 2.20 Médias das características Peso de fruto e Acidez Total Titulável (ATT) para um progenitor do Tipo Uruguai e para os cruzamentos avaliados no ano de 2003 e 2004, agrupados de acordo com a combinação entre genitores (BrasilXBrasil, BrasilxUruguai, UruguaiXBrasil e UruguaiXUruguai). Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Cruzamentos	Anos	Peso de fruto (g)	ATT
Genitor			
451x451	2003	58,13 m	0,64 m
	2004	67,56 s	0,56 m
BrasilXBrasil			
101x50	2003	68,04 s	0,94 s
	2004	49,46 i	0,71 m
85x50	2003	68,14 s	0,91 s
	2004	51,62 m	0,56 m
BrasilXUruguai			
101x458	2003	58,93 m	0,79 m
	2004	44,63 i	0,87 m
85x451	2003	72,30 s	0,70 m
	2004	61,79 m	0,49 i
101x451	2003	65,50 m	0,71 m
	2004	50,17 i	0,74 m
UruguaixBrasil			
458x101	2003	56,27 m	0,81 m
	2004	51,93 m	0,81 m
451x85	2003	69,82 s	0,70 m
	2004	68,51 s	0,58 m
451x231	2003	64,17 m	0,65 m
	2004	47,72 i	0,58 m
458x85	2003	52,07 m	0,87 m
	2004	49,20 i	0,71 m
458x50	2003	59,44 m	0,76 m
	2004	42,63 i	0,83 m
458x231	2003	63,68 m	0,54 i
	2004	45,61 i	0,84 m
Média	2003	63,07	0,75
Média	2004	52,58	0,69
Média Total		57,97	0,72
DMS_{0,05}		7,8	0,175

m - valores não diferem significativamente da média, i - valores inferiores a média, s - valores superiores a média.

2.3.1.2 Análise de Correlação Linear Simples

A única associação positiva mais relevante no primeiro ano foi encontrada entre Diâmetro de caule e Diâmetro de copa (0,77). No segundo ano, as associações positivas mais relevantes foram entre Diâmetro de caule e Altura de planta (0,87), Diâmetro de caule e Diâmetro de copa (0,87) e Altura de planta e Diâmetro de copa (0,85). Em avaliações de duas progênes de meios irmãos realizadas por Degenhardt (2001), a associação entre Altura de planta e Diâmetro de copa também se mostrou alta e positiva. De certa forma, estes resultados não são surpreendentes, em razão de que plantas de maior porte geralmente apresentam proporcionalidade nas dimensões de diâmetro de caule e copa e altura (Tabela 2.21).

Quanto às correlações negativas, a única considerada como relevante foi observada no segundo ano, entre resistência de casca e rendimento em polpa (-0,62), embora em 2003 o valor do coeficiente de correlação também foi negativo, mas de menor valor (-0,35). Considerando que frutos de maior resistência de casca apresentam em geral maior espessura da mesma, indica que os resultados de certa forma confirmaram avaliações anteriores, já que frutos com casca mais grossa apresentavam menor conteúdo de polpa comparativamente a frutos de casca mais fina. No entanto, com o objetivo de aprimorar os resultados já obtidos e estimar a real correlação existente entre rendimento em polpa e espessura de casca, sugere-se que nas futuras análises, seja incluída a característica espessura de casca.

As demais correlações podem ser consideradas médias ou fracas, destacando-se, no entanto, a associação negativa nos dois anos (-0,49 e -0,43, respectivamente), entre as características peso de fruto e rendimento de polpa. Estes resultados são similares aos encontrados por Degenhardt (2001) também na avaliação de progênes de Goiabeira-Serrana. Para o segundo ano de avaliação, as associações da característica Peso de fruto com Resistência da casca (0,53), e Peso de fruto com Relação a comprimento/diâmetro (0,37), demonstraram que frutos alongados e com casca grossa apresentam tendência de possuir maior peso, comprovando a associação observada anteriormente por Degenhardt (2001), o que por sua vez não reflete em rendimento de polpa, visto que existe correlação negativa entre peso de fruto e rendimento. Em outras espécies, como acerola, a correlação entre tamanho de fruto e rendimento é alta e positiva (CARPENTIERI-PIPOLO *et al.*, 2002), visto que a espessura de casca não é um fato limitante como no caso da Goiabeira-Serrana.

No entanto, os valores absolutos dos coeficientes de correlação foram bastante dependentes do ano em que foram estimados, pois a variação entre anos foi bastante expressiva (Tabela 2.21).

Com base nos resultados obtidos, não é possível sugerir a seleção indireta de

características de interesse, a exemplo das características SST ou rendimento de polpa, a partir de características de fácil mensuração como peso ou relação comprimento/diâmetro (Tabela 2.21).

Tabela 2.21 Coeficiente de correlação linear simples entre as características Diâmetro do caule (DCa), Altura da planta (AP), Diâmetro da copa (DCo), Peso de fruto (PF), Relação comprimento/diâmetro (CD), Resistência da casca (RC), Rendimento de polpa (RP), Sólidos Solúveis Totais (SST) e Acidez Total Titulável (ATT), avaliados em 12 e 23 progênies de cruzamento de Goiabeira-Serrana para os anos de 2003 e 2004, respectivamente. Os valores acima da diagonal são referentes às correlações entre as características obtidas para o ano de 2003, e os valores abaixo da diagonal para o ano de 2004. Florianópolis-UFSC/CCA, 2005.

	DCa	AP	DCo	PF	CD	RC	RP	SST	ATT
DCa	1	0,54*	0,77*	0,33*	-0,02	0,14	-0,05	0,29*	0,08
AP	0,87*	1	0,39*	0,26*	0,23	0,29*	-0,18	0,22	0,34*
DCo	0,87*	0,85*	1	0,16	-0,18	-0,11	-0,06	0,25	0,05
PF	-0,07	0,06	-0,11	1	0,31*	0,35*	-0,49*	0,32*	0,06
CD	0,15	0,10	0,04	0,37*	1	0,17	-0,08	0,13	0,07
RC	0,004	0,06	-0,06	0,53*	-0,01	1	-0,35*	0,14	0,35*
RP	0,04	0,01	0,04	-0,43*	-0,09	-0,62*	1	-0,22	-0,12
SST	0,30*	0,25*	0,29*	0,05	0,31*	-0,22*	-0,03	1	-0,08
ATT	-0,13	0,04	-0,09	-0,22*	-0,36*	-0,11	0,20*	-0,09	1

* significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste t-student

2.4 Considerações Finais

Nos dados qualitativos de 2003 e 2004, foram detectadas diferenças estatisticamente significativas entre os cruzamentos para todas as características avaliadas, incluindo a produtividade, de grande importância para o sucesso comercial.

O desempenho geral das progênies em termos de produtividade ainda está aquém das necessidades para plantios comerciais em larga escala. Contudo, há que ressaltar a pouca idade do pomar experimental sob análise, pois somente os dois primeiros ciclos de produção foram completados. A experiência com esta espécie é pequena, mas mesmo assim existe a expectativa de que a produção de frutos aumente nos próximos anos. Além disso, genitores de alto potencial genético já foram identificados cabendo agora aos melhoristas a tarefa de identificar as melhores combinações em termos de características

agronômicas que possam ser acumuladas em variedades. Uma possibilidade é iniciar um segundo ciclo de seleção com cruzamentos entre as progênes consideradas superiores nesta fase do programa de melhoramento.

A informação de destaque obtida na análise quantitativa do primeiro ano está relacionada à Resistência da casca, pois os resultados obtidos mostraram-se coerentes no sentido de que os cruzamentos que apresentaram maior resistência são os únicos que apresentaram os dois genitores do Tipo Brasil, que por sua vez também apresentaram casca mais resistente, segundo avaliação prévia.

Porém, de forma geral o ano de 2003, foi pouco informativo com relação às características quantitativas, pela ausência de diferenças estatisticamente significativas entre os cruzamentos.

No segundo ano de avaliação (2004), as características de Resistência da casca e Relação comprimento/diâmetro corroboraram com os dados obtidos no ano de 2003. Foi observada pouca diferenciação entre cruzamentos quando tomados por base a característica referente ao porte da planta destacando-se somente o cruzamentos 85x50 com maior porte.

Como genótipos de interesse destacou-se o genitor 85 por apresentar alto Peso de fruto; porém, com alta resistência de casca e sem atrativo quanto ao sabor e o genitor 458 altamente produtivo e de alto Rendimento em polpa. Sugerindo-se desta forma para o programa de melhoramento genético da espécie, a preferência de cruzamentos entre estes genótipos.

Os coeficientes de correlação obtidos sugerem que as associações na sua maioria apresentaram-se fracas e inconstantes entre anos, sugerindo influência ambiental considerável e/ou efeito de ligação, o que seria mais facilmente superado pela recombinação do que se as mesmas são produto de efeitos pleiotrópicos.

2.5 Referências Bibliográficas

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A.P.; BRON, I.U. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, n.2, p.139-145. 2004.

BARNI, E.J.; DUCROQUET, J.P.; SILVA, M.C.; NETO, R.B.; PRESSER, R.F. **Potencial de Mercado para Goiabeira-Serrana catarinense**. Documento nº 212, Florianópolis: Epagri, 2004. 48p.

CARPENTIERI-PIPOLO; BRUEL, D.C. Correlações Fenotípicas, genotípicas e ambientais em aceroleira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.24, n1, p.115-119.2002.

COCHRAN, W.G.; COX, G.M. *Diseños Experimentales*. Ed. Trilhas. Mexico, 1980. 661p.

CRUZ, C. D. Programa Genes - Versão Windows, aplicativo computacional em genética e estatística. MG: Viçosa, UFV. 2001.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2 ed. rev, Viçosa, UFV, 2001. 390p.

DEGENHARDT, J. **Variação Fenotípica de Características de plantas e de frutos de Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana*)**. 2001. 71 f. Dissertação (mestrado em Recursos genéticos Vegetais). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis -SC. 2001.

DUCROQUET, J.P.H.J.; RIBEIRO, P.; A Goiabeira-Serrana: velha conhecida, nova alternativa; **Agropecuária Catarinense**, v.4, n.3, p. 27-29. 1991.

DUCROQUET, J.P.H.J.; HICKEL, E.R.; NODARI, R.O. **Goiabeira-Serrana (*Feijoa sellowiana*)**. Série Frutas nativas 5; Jaboticabal:Funep, 2000. 66p.

DUCROQUET, J.P.H.J.; BARNI, E.J.; SILVA, M.C.; Estudo de mercado da goiaba serrana. XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura, In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, XVII, Belém, PA, 2002. **CD-Room**, SBF,p. 5. 2002.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**, Viçosa:UFV, 1987, 279 p.

GIACOMETTI, D.; LLERAS, E. Feijoa (*Feijoa sellowiana*) In. **Neglected crops: 1942 from a different perspective**. n.26, p. 229-237.1994.

HEWETT, E. W. New horticultural crops in New Zealand. In. **New Crops**, Wiley, New York, p. 57-64. 1993.

LEGRAND, C.D.; KLEIN, R.M. **Mirtáceas**. In: REITZ, P.R. Flora ilustrada catarinense-Herbário "Barbosa Rodrigues", Itajaí-SC. P. 623-629. 1977.

MANICA, I; ICUMA, I.M.; JUNQUEIRA, N.T.V, SALVADOR, J.O; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Fruticultura tropical 6: Goiaba**. Porto Alegre: Cinco Continente, 2000. 374p.

MARTINS, I.S.; PIRES, I.E.; OLIVEIRA, M.C. Divergência genética em progênies de uma população de *Eucalyptus camaldulensis*. **Floresta e Ambiente**, v. 9, n.1, p. 81-89. 2002.

MATTOS, J.R. **A Goiabeira-Serrana**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis, (publicação IPRNR, 19), 1986. 84p.

MATTOS, J.R. **Goiabeira-Serrana: Fruteiras nativas do Brasil**. 2º ed. Porto Alegre- RS. Ed. Gráfica Ceue.1990.120p.

REITZ, R.; KLEIN R.M.; REIS, A.. **Projeto: Madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre- RS . Ed. Companhia Riograndense de Artes Gráficas. p 293-296.1988.

ROYAL HORTICULTURAL SOCIETY. **Colour chart**. London, 1992.

SHARPE, R.H.; SHERMAN, W.B.; MILLER, E.P. Feijoa history and improvement. **Proc. Fla. State Hort. Soc.**, vol. 106, p.134-139. 1993.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics a biometrical approach. 2 ed. McGraw-Hill Publishing Company, 1980. 633p.

THORP, G.; BIELESKI, R. **Feijoas: Origins, Cultivation and Uses**. HortResearch. Ed. David Bateman, 2002. 87p.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética Biométrica no Melhoramento**. Ribeirão Preto. Sociedade Brasileira de Genética-SBG, 1992. 485p.

CAPÍTULO 3

Avaliação de cruzamento dialélico entre acessos de Goiabeira-Serrana

3.1 Introdução

A inexistência de variedades adaptadas e competitivas comercialmente no Brasil foi um estimulador para desenvolver e executar projetos de pesquisa sobre a domesticação da Goiabeira-Serrana em razão desta se constituir em um recurso ainda pouco utilizado no Brasil. Contudo, no Brasil ainda não foi possível superar obstáculos relacionados a aspectos da biologia desta planta, principalmente no que se refere à uniformidade de frutos em uma mesma planta, resistência a doenças e qualidade; dificultando o melhoramento genético e por consequência o cultivo comercial. Cabe ressaltar que a Goiabeira-Serrana é cultivada comercialmente em alguns países como Nova Zelândia e Estados Unidos, porém as cultivares utilizadas nestes países apresentam baixo desempenho quando submetidos as condições edafoclimáticas brasileiras.

Para que esta espécie possa ser cultivada comercialmente em larga escala é necessário que se desenvolva cultivares apropriadas ao cultivo comercial nas condições de Santa Catarina, que pode ser facilitado pelo conhecimento das bases genéticas do germoplasma disponível.

Para o sucesso do cultivo comercial de uma espécie, as cultivares selecionadas devem reunir características superiores às plantas em estado natural em termos de produtividade, estabilidade na produção e qualidade. Para que tais cultivares sejam constituídas é necessário que haja variabilidade genética suficiente, capaz de ser manipulada e associada por seleção. Deste modo, o sucesso do programa dependerá da eficiência na seleção dos genitores com a finalidade de serem utilizados em cruzamentos. Para o melhoramento é fundamental a obtenção de informações sobre o potencial genético, bem como da capacidade de combinação dos genitores, que resultem em híbridos produtores de populações segregantes promissoras (KUREK *et al.*, 2001).

Segundo Allard (1960), o conhecimento da variabilidade fenotípica dos caracteres de importância agrônômica é de grande importância para o melhorista quanto à definição de métodos de melhoramento, escolha dos locais para condução dos experimentos, definição do número de repetições e predição dos ganhos por seleção. A variação entre fenótipos em uma população surge das diferenças médias entre genótipos e variação ambiental. As

variações de ambiente ofuscam as de natureza genética. Quanto maior for a proporção da variabilidade decorrente do ambiente em relação à variabilidade total, mais difícil será selecionar de forma efetiva.

Levantamentos preliminares em populações naturais de Goiabeira-Serrana evidenciaram a existência de grande variabilidade dentro da espécie, principalmente quanto às características de tamanho de fruto e a espessura da casca (DUCROQUET & RIBEIRO, 1991). Populações com ampla variabilidade genética, respondem mais efetivamente à seleção, por apresentarem variância aditiva de maior magnitude (PATERNIANI & MIRANDA FILHO, 1987). A variância genética, por sua vez, pode ser decomposta na fração herdável ou aditiva, ou na fração devida aos desvios de dominância, que não é herdável. Além destas frações, quando se considera mais de um loco surge a fração relativa à interação entre alelos, denominada epistasia. A quantificação de cada fração torna possível prever as conseqüências dos diversos esquemas seletivos (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

A estimativa de parâmetros genéticos, ou seja, os efeitos genéticos envolvidos na determinação dos caracteres pode ser obtida de diferentes maneiras, sendo uma delas pelo modelo dialélico que se constitui na avaliação do material genético a partir de cruzamentos, incluindo os genitores e a progênie obtida em todas as combinações possíveis possibilitando a avaliação dos componentes da variância genética de características fenotípicas (FEHER, 1987).

Segundo Kurek *et al.* (2001), entre as metodologias utilizadas nos modelos dialélicos destacam-se às propostas por Haymann (1954), onde são estimadas principalmente as variâncias; por Gardner & Eberhart (1966), com ênfase a heterose; e por Griffing (1956). Neste último modelo são estimados os efeitos e as somas de quadrados dos efeitos da capacidade geral e específica de combinação, a qual é empregada em uma grande gama de espécies (CRUZ & REGAZZI, 2001).

A variação entre cruzamentos no método dialélico pode ser dividida em variação entre famílias de meios-irmãos e variação entre famílias de irmãos-inteiros. A performance de cada família de meios-irmãos é determinada pela performance média de todos os cruzamentos com um progenitor em comum. A variação entre as famílias de meios-irmãos é uma estimativa da capacidade geral de combinação (CGC). As estimativas dos efeitos da CGC proporcionam informações sobre a concentração de genes predominantemente aditivos em seus efeitos, sendo de grande importância na indicação de genitores a serem utilizados em programas de melhoramento (VIÉGAS, 1979; VENCOSKI & BARRIGA, 1992).

Segundo Cruz & Regazzi (2001), a estimativa favorável da capacidade específica de combinação (CEC), refere-se ao comportamento da família quando cruzada com outra família envolvendo pelo menos um dos genitores que tenha apresentado efeito da CGC

favorável e alta média no cruzamento para caracteres de interesse (VIEGAS, 1979). Os efeitos da CEC são estimados como desvios do comportamento em relação ao que seria esperado com base na CGC, sendo medidas dos efeitos gênicos não-aditivos. O número de cruzamentos num dialélico é igual ao número de famílias de irmãos-inteiros, cuja performance é utilizada para obter a estimativa da CEC, de acordo com o modelo de Griffith (1956) e adaptado por Cruz & Regazzi (2001).

Os modelos dialélicos têm sido empregados para diferentes objetivos, como seleção de genótipos com diferentes períodos de maturação de frutos, como em damasco (COURANJOU, 1995); seleção de características fenotípicas que facilitem os tratos culturais e melhorem a produtividade, em amora, banana e café (VIJAYAN *et al.*, 1997, TENKOUANO *et al.*, 1998, CILAS *et al.*, 1998); análise de capacidade combinatória entre genótipos melhorados e silvestres de mamão no sentido de resgatar características de interesse agrônomo (SUBHADRABANDHU & NONTASWATSRI, 1997); ou ainda teste de herança para resistência a doenças como no caso de *Pytophthora megakarya* em cacau (NYASSÉ *et al.*, 2002), e resistência a inseto *Anthonomus rubi* em morango (SIMPSON *et al.*, 2002).

Baseado neste contexto, este estudo visa compreender as bases genéticas das principais características de importância agrônoma segregadas num cruzamento dialélico entre seis genótipos de Goiabeira-Serrana, com o intuito de auxiliar a tomada de decisões no programa de melhoramento da espécie. Para que tal objetivo seja alcançado propõe-se estimar os componentes da variação fenotípica de características de importância agrônoma de plantas e de frutos; identificar os cruzamentos de melhor performance agrônoma e identificar as características que melhor contribuem para a descrição dos cruzamentos envolvidos no estudo.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Área de Estudo

As avaliações das plantas e frutos foram realizadas em um pomar experimental implantado pela Epagri na propriedade rural pertencente ao Sr. Shu Otani, no Município de São Joaquim (SC), com altitude aproximada de 1.350 metros, temperatura média anual de 13,5°C, precipitação média anual de 1.585 mm, solo cambissolo húmico, distrófico, álico, textura argilosa e substrato basáltico. As avaliações dos frutos coletados no referido pomar foram executadas no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Estação Experimental de São Joaquim (EESJ/Epagri).

3.2.2 Delineamento Experimental

As progênies do dialélico foram estabelecidas pelo Dr. Jean Pierre H. J. Ducroquet na estação experimental de São Joaquim (EESJ/Epagri), sendo efetuada a semeadura em junho 1996 e o transplante das mudas em setembro 1997. Em algumas parcelas houve o replantio de mudas em 1998 e 1999 devido à morte daquelas transplantadas em 1997. Os cruzamentos envolveram seis genitores, escolhidos no Banco Ativo de Germoplasma com base na variabilidade fenotípica das características consideradas prioritárias nesta fase inicial do programa de melhoramento da Epagri (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 Características dos genitores envolvidos no cruzamento dialélico, avaliados no ciclo 2001/2002- Estação Experimental de São Joaquim/Epagri.

Características	Genitores					
	50	85	101	231	451	458
Origem	Videira	Campos Novos	Urubici	Urupema	Nova Zelândia	Nova Zelândia
Tipo	Brasil	Brasil	Brasil	Brasil	Uruguai	Uruguai
Produtividade ¹	4	3	4	2	4	5
Formato	Oblongo	Piriforme	Obovóide	Obovóide	Oblongo	Obovóide
Peso Fruto (g)	58,1	78,0	63,6	95,1	47,7	73,3
Comprimento/ Diâmetro	1,43	1,48	1,57	1,36	1,63	1,5
Rendimento em polpa (%)	41	37	27	31,5	25	30
SST	10,5	10,5	11,5	9,6	10,0	8,9
Rugosidade da casca	Rugosa	Rugosa	Semi-rugosa	Semi-Rugosa	Lisa	Lisa
Consistência da Casca ²	2	2	2	1	1	1
Cor Casca ³	Ver. Esc.	Ver.Claro	Ver.Claro	Ver.Claro	Ver.Claro	Ver.Claro
Hábito Reprodutivo	Autofértil	Autoincom- patível	Autoincom- patível	Autoincom- patível	Autofértil	Autofértil

¹ Produtividade em número de frutos por planta: 0- 0 a 10, 1-11 a 40, 2- 41 a 80, 3- 81 a 120, 4- 121 a 160 e 5 mais de 160; ²Consistência da casca: 1-mole, 2- semidura e 3-dura. ³Cor estabelecida mediante comparação com palheta de cores da *Royal Horticulture Society* (1992).

O termo dialélico tem sido utilizado para expressar o conjunto de $n(n-1)/2$ híbridos, resultante de acasalamento entre os n genitores, podendo incluir, além dos respectivos pais,

os híbridos recíprocos e/ou outras gerações relacionadas, tais como F_2 e retrocruzamentos, sendo que com n genitores espera-se $n(n-1)/2$ diferentes cruzamentos, acrescidos de $n(n-1)/2$ para os recíprocos totalizando n^2 tratamentos (HAYMANN, 1954; JINKS, 1954; KUMAR *et al.*, 1980).

Em virtude da área disponível e da viabilidade dos cruzamentos, foram obtidos e implantados 18 cruzamentos e os seis genitores envolvidos nos cruzamentos, sendo que as mudas dos genitores (50, 85, 101, 231, 451 e 458) foram obtidas via propagação vegetativa por enxertia e três deles também por sementes oriundas da autofecundação (50, 451 e 458).

Cada parcela foi constituída de 10 plantas, sendo arranjadas em blocos completamente casualizados, com quatro repetições, totalizando 40 plantas por tratamento. Para os genitores propagados vegetativamente foram estabelecidas cinco plantas por repetição, totalizando 20 plantas por tratamento. Nos genitores autofecundados foram estabelecidas 10 plantas por repetição, totalizando 40 plantas por tratamento.

3.2.3 Avaliação Fenotípica

3.2.3.1 Plantas

As avaliações feitas nas plantas foram:

- Altura: medida com o auxílio de uma régua dedométrica, constituindo na maior distância da superfície do solo até a última folha superior.
- Diâmetro do caule: medida, igualmente a cada ano, com o auxílio de paquímetro e consistiu na mensuração do diâmetro do caule a 30 cm do colo da planta para caracterização do desenvolvimento destas.
- Diâmetro da copa: medida com o auxílio de trena.

3.2.3.2. Frutos

Foi coletada uma amostra por planta, constituída de 10 frutos cada, conforme recomendação de Degenhardt (2001). A coleta foi realizada com um leve toque da mão, de baixo para cima, e desprendendo-se os frutos, os mesmos eram considerados maduros. As características avaliadas nos frutos foram:

- Peso médio do fruto em gramas.
- Relação comprimento/diâmetro: a obtenção do comprimento e diâmetro foi efetuada com auxílio de paquímetro, sendo a relação obtida pela divisão do comprimento pelo diâmetro.

- Resistência da casca: efetuada com auxílio de penetrômetro.
- Rendimento de polpa: obtido pela diferença entre os peso total dos frutos inteiros das amostras e peso total das cascas.
- Sólidos Solúveis Totais (SST): o percentual de SST foi obtido através de refratômetro e expresso em °Brix
- Acidez Total Titulável (ATT): determinada pela utilização de uma alíquota de cinco mL do suco de Goiabeira-Serrana misturado a 25 mL de água destilada. Esta amostra foi titulada com NaOH a 0,1N padronizado, tendo como indicador a fenolftaleína 0,1%, expressando-se os resultados em gramas de ácido Cítrico/100 mL de suco.

3.2.4 Análise Estatística - Bases Genéticas das Características de Importância Agronômica

3.2.4.1 Análise de Variância

As médias das características fenotípicas quantitativas avaliadas Diâmetro de caule, Altura de planta, Diâmetro de copa, Peso de fruto, Relação comprimento/diâmetro de frutos, Resistência de casca, Rendimento em polpa, SST e Acidez foram submetidas inicialmente à análise de co-variância previamente a análise de variância, em razão do estabelecimento das progênies dos cruzamentos em diferentes anos (COCHRAN & COX, 1980).

Para efetuar a análise estatística, mantendo o pressuposto da homogeneidade de variâncias foi necessária à transformação dos dados, com exceção dos dados de relação comprimento, diâmetro e acidez. Os dados de rendimento em polpa foram transformados para arcoseno, enquanto que os demais dados foram transformados para logaritmo.

A análise dos dados foi feita através da análise da variância (Tabela 3.2), com a utilização do programa GENES, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (CRUZ, 2001).

Quando a análise de variância revelou a existência de diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,05$), procedeu-se ao teste de separação de médias DMS (Diferença Mínima significativa).

Tabela 3.2 Análise da Variância fenotípica para 15 cruzamentos segundo a metodologia proposta por Cruz & Regazzi (2001).

Causas da variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F	Quadrados Médios Esperados
Blocos	r-1	QMB		
Tratamentos	g-1	QMT	QMT/QMR*	$\sigma_e^2 + r\sigma_g^2$
Resíduo	(r-1)(g-1)	QMR		σ_e^2
Total	gr-1			
Média	m			
cv	$(100\sqrt{\text{QMR}})/m$			

*efeito do tratamento fixo

As demais estimativas foram calculadas como segue:

Variância fenotípica média : $\sigma_F^2 = \text{QMT}/r$

Variância ambiental média : $\sigma^2 = \text{QMR}/r$

Variância genotípica média $\sigma_G^2 = (\text{QMT} - \text{QMR})/r$

Herdabilidade para seleção baseada na média de família : $h^2 = \sigma_G^2 / \sigma_F^2$

Coefficiente de variação genético: $\text{CV}_g\% = (100\sqrt{\sigma_G^2})/m$

Razão $\text{CV}_g/\text{CV} = \sqrt{\sigma_G^2}/\text{QMR}$

Considerando o número de cruzamentos estabelecidos a campo, o modelo adequado para a estimativa dos parâmetros genéticos seria o método II proposto por Griffith (1956), onde são considerados os dados provenientes da progênie e dos genitores (CRUZ & REGAZZI, 2001). Porém, a disponibilidade de poucas plantas produtivas e ausência de avaliação de genitores possibilitou o uso do modelo IV onde foram considerados somente os dados das progênies F_{1s} (Tabela 3.3). O efeito de tratamento foi considerado como fixo e decomposto em capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC), utilizando-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = m + g_i + g_j + s_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} = valor médio da combinação híbrida ($i \neq j$)

M = média geral

g_i e g_j = efeitos da CGC do i -ésimo e do j -ésimo genitor, respectivamente.

s_{ij} = efeito da CEC para os cruzamentos entre genitores i e j

ε_{ij} = erro experimental médio.

Tabela 3.3 Análise da Variância para cruzamentos dialélicos balanceados, envolvendo apenas híbridos F_{1s} , segundo a metodologia proposta por Griffith (1956) e adaptado por Cruz & Regazzi (2001).

Causas da variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F	Quadrados Médios Esperados
CGC	n-1	QMG	QMG/QMR	$\sigma_e^2 + (n-2) \hat{\delta}_g$
CEC	n(n-3)/2	QMS	QMS/QMR	$\sigma_e^2 + \hat{\delta}_s$
Erro experimental	f	QMR		σ_e^2

n: número de genitores

f: número de graus de liberdade do resíduo

σ_e^2 : variabilidade genética em termos do erro associado, dada por QMR/r

$\hat{\delta}_g$: variabilidade genética em termos da capacidade geral de combinação, dada por QMG-QMR/n+2

$\hat{\delta}_s$: variabilidade genética em termos da capacidade específica de combinação, dada por QMS-QMR

A interpretação das estimativas de CGC e CEC partiu do pressuposto de que sendo a estimativa de valor próximo a zero, quer seja negativa ou positiva, indicaria que a CGC ou CEC do genitor ou cruzamentos não difere da média geral. Porém, quando as estimativas positivas ou negativas apresentam-se elevadas, o genitor ou cruzamento é muito superior ou inferior aos demais genitores ou cruzamentos, revelando valores importantes para CGC ou CEC.

3.2.4.2 Ranqueamento dos Genitores

O ranqueamento dos genitores em relação à Capacidade Geral de Combinação (CGC) foi elaborado atribuindo-se valores de 1 a 6, em ordem crescente, recebendo atribuição 1 o genitor que apresentou o menor desempenho para CGC e 6 para o genitor com maior desempenho para CGC (JUNG, 2003).

3.2.4.3 Análise de Multivariada

Quando se estudam várias características simultaneamente, tem-se a dificuldade em conhecer a importância relativa que cada uma tem em discriminar os tratamentos, com o emprego da Análise de Componentes Principais pode-se eliminar as características menos importantes para este propósito, as quais possivelmente se distinguem por serem invariantes, redundantes, ou já estarem correlacionados a outras características presentes na análise (GRAVINA *et al.*, 2004).

Desta forma promoveu-se o agrupamento dos dados que utilizou a Distância

Euclidiana como medida de dissimilaridade, e na delimitação dos grupos o método UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*). Na Análise dos Componentes Principais foram utilizados nove descritores quantitativos padronizados para determinação de variáveis mais importantes na distinção dos cruzamentos. A análise foi realizada empregando-se o programa MVSP (*Multi-Variate Statistical Package*) versão 3.12d (KOVACH, 2001).

3.3 Resultados

3.3.1 Análise da Variância

Não foi possível realizar as avaliações em todos os cruzamentos e em todos os genitores previstas para o ano 2003, em virtude da ausência de floração e frutificação. O número de progênies que produziram frutos e, portanto, foram avaliados em 2003 foi de 11 e um genitor, dos 18 cruzamentos e seis genitores implantados.

Porém, no ano de 2004 houve um número superior de cruzamentos avaliados (18) sendo possível avaliar as 15 progênies F_{1s} previstas no modelo dialélico. Destas progênies cinco eram provenientes de cruzamentos recíprocos. Como nem todos os cruzamentos planejados para o dialélico foram obtidos, o fato da obtenção de cinco recíprocos possibilitou utilizar o método IV proposto por Griffing (1956), que toma como análise apenas os F_{1s} . Este modelo só foi possível de ser empregado em razão de que o efeito materno, estimado com base nos recíprocos, não ter sido levado em consideração nesta análise.

Tabela 3.4 Famílias avaliadas em cruzamento dialélico entre seis genitores de Goiabeira-Serrana, em 2004 no Município de São Joaquim. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Mãe/Pai	50	85	101	231	451	458
50						
85						
101						
231						
451						
458						

Progênies avaliadas

Ausência de progênies e/ou não avaliadas

A análise da variância fenotípica evidenciou diferenças estatisticamente significativas pelo teste F ($P < 0,05$), no quadrado médio de tratamentos para Diâmetro de caule, Altura de planta, Relação comprimento diâmetro e Acidez. Contudo, não foi evidenciada, diferenças estatisticamente significativas entre tratamentos (ou cruzamentos) para Diâmetro de copa, Resistência de casca, Rendimento em polpa e SST (Tabela 3.5).

Os maiores valores de herdabilidade, estimada com base na média de parcelas foram observados para as características Altura de planta e Relação comprimento/diâmetro, sendo de 80,33 e 86,99% respectivamente, indicando importância do efeito genotípico sobre o ambiental, o que reflete em maiores ganhos por seleção direta para estas características. Para Diâmetro de caule e Acidez, os valores da herdabilidade foram de 62,60 e 61,84% (Tabela 3.5).

As características Resistência de casca e SST apresentaram valores de herdabilidade não significativos 25,51 e 20,25%, respectivamente. As Características Diâmetro de copa, Peso de fruto e Rendimento de polpa apresentaram valores de herdabilidade significativos de 39,98; 58,18 e 38,36%, respectivamente (Tabela 3.5).

Tabela 3.5 Resumo da análise de variância fenotípica das características: Diâmetro de caule (DCa), Altura de planta (AP), Diâmetro de copa (DCo), Peso de fruto (PF), Resistência da casca (RC), Relação comprimento/diâmetro do fruto (CD), Rendimento de polpa (RP), SST (SST) e Acidez (AC). Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Causas da variação	GL	QM								
		DCa (mm)	AP (cm)	DCo (cm)	PF (g)	RC (Lb)	CD (mm)	RP (°Brix)	SST	ATT
Bloco	3	0,00910	0,00940	0,01001	0,00673	0,00069	0,17800	0,02090	0,00007	0,0550
Tratamento	14	0,00388*	0,00669*	0,00381	0,01515*	0,01160	0,26900*	0,00248	0,00259	0,0416*
Resíduo	42	0,00145	0,00132	0,00228	0,00634	0,00864	0,00349	0,0015	0,00207	0,0159
CV (%)		1,99	1,57	2,08	4,54	13,54	4,3	6,45	4,48	19,64
Média**		81	204	199	56,23	4,79	1,37	32,3	10,2	0,64
Variância Fenotípica		0,00097	0,00167	0,00095	0,00379	0,00290	0,00670	0,00062	0,00065	0,0104
Variância Ambiental		0,000363	0,00033	0,00057	0,00158	0,00216	0,00087	0,00038	0,000518	0,00397
Variância Genotípica		0,000607	0,00134	0,00038	0,00220	0,00074	0,00585	0,000238	0,000131	0,00644
Herdabilidade ¹		62,60	80,33	39,98	58,18	25,51	86,99	38,36	20,25	61,84
CVg (%)		1,29	1,58	0,85	2,67	3,96	5,57	2,54	1,13	12,50
Razão CVg/CVe		0,65	1,01	0,41	0,59	0,29	1,29	0,39	0,25	0,6365

¹Herdabilidade no sentido amplo *diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro. **média de dados não transformados.

A característica Diâmetro de caule apresentou pouca variação entre médias, as quais variaram de 74 a 97 mm, sendo o cruzamento 50x85 o de maior média (97 mm). Os demais cruzamentos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si (Tabela 3.6).

Com relação à Altura de plantas, houve expressiva variação entre médias (170 a 257 cm). Os cruzamentos 50x85 e 50x101 apresentaram as maiores médias (257 e 234 cm, respectivamente), em contraste com o cruzamento 451x458 (170 cm). As médias dos demais cruzamentos apresentaram pouca discrepância entre si (Tabela 3.6).

A Relação comprimento/diâmetro variou de 1,24 a 1,49 mm, revelando a tendência geral de frutos mais alongados. Os cruzamentos que apresentaram padrões de diferenciação com os demais foram: 85x101, 85x451, 101x451 e 451x458 apresentando frutos alongados, enquanto, os cruzamentos 50x231 e 231x458 produziram frutos de menor Relação comprimento/diâmetro, portanto, mais arredondados (Tabela 3.6).

O cruzamento 451x458 apresentou menor teor (em gramas) de ácido cítrico/100 mL de suco (0,37), aproximadamente a metade do valor médio encontrado para os demais cruzamentos (Tabela 3.6).

Tabela 3.6 Médias das características: Diâmetro de caule (DCa), Altura de planta (AP), Relação comprimento/diâmetro (CD), e Acidez (ATT- expresso em g de ácido cítrico por 100 mL de suco), de 15 progênies de cruzamentos de Goiabeira-Serrana avaliados no ano de 2004. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Cruzamentos	DCa(mm)	AP(cm)	CD (mm)	ATT
50x85	94 s	257 s	1,29 m	0,62 m
50x101	83 m	234 s	1,33 m	0,70 m
50x231	74 m	199 m	1,24 i	0,65 m
50x451	83 m	219 m	1,37 m	0,70 m
50x458	76 m	195 m	1,32 m	0,67 m
85x101	89 m	214 m	1,47 s	0,59 m
85x231	74 m	204 m	1,41 m	0,63 m
85x451	81 m	209 m	1,49 s	0,56 m
85x458	83 m	204 m	1,30 m	0,72 m
101x231	85 m	199 m	1,38 m	0,55 m
101x451	79 m	204 m	1,46 s	0,70 m
101x458	83 m	199 m	1,37 m	0,82 s
231x451	85 m	209 m	1,42 m	0,62 m
231x458	78 m	182 m	1,24 i	0,71 m
451x458	74 m	170 i	1,46 s	0,37 i
Média	81	204	1,37	0,64
DMS	9,9	24,5	0,084	0,18

m - valores não diferem significativamente da média, i - valores inferiores a média, s - valores superiores a média.

Nos resultados referentes à análise dialélica (Tabela 3.7), os valores de CGC, indicaram que é predominante o efeito aditivo dos genes sobre a característica Altura de planta (0,0150).

Os quadrados médios referentes a CEC (Tabela 3.7), foram estatisticamente significativos para as características Diâmetro de copa, Peso de fruto e Acidez, indicando que o efeito não-aditivo dos genes está atuando fortemente sobre estas características.

As características Diâmetro de caule e Relação comprimento/diâmetro, apresentaram quadrados médios estatisticamente significativos tanto para CGC quanto para CEC. Detalhando-se os valores encontrados para CGC e CEC para ambas as características, percebe-se que Diâmetro de caule apresenta valores semelhantes para CGC e CEC (0,0037 e 0,0035, respectivamente). Para a característica Relação comprimento/diâmetro os valores para CGC e CEC, diferem em magnitude (0,1229 e 0,3083, respectivamente).

Tabela 3.7 Resumo da Análise Dialélica das características: Diâmetro de caule (DCa), Altura de planta (AP), Diâmetro de copa (DCo), Peso de fruto (PF), Resistência da casca (RC), Relação comprimento/diâmetro do fruto (CD), Rendimento de polpa (RP), SST (SST) e Acidez Total Titulável (ATT). Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Causas da variação	GL	QM								
		DCa (mm)	AP (cm)	DCo (cm)	PF (g)	RC (Lb)	CD (mm)	RP (%)	SST (°Brix)	ATT
Tratamento	14	0,0036*	0,0070*	0,0041	0,0148	0,0114	0,2421*	0,0024	0,0027	0,0418*
CGC	5	0,0038*	0,0150*	0,0019	0,0089	0,0189	0,1229*	0,0016	0,004	0,0247
CEC	9	0,0035*	0,0026	0,0053*	0,0181*	0,0073	0,3083*	0,0029	0,0019	0,0513*
resíduo	42	0,0014	0,0013	0,0023	0,00634	0,0086	0,0035	0,0015	0,0021	0,0159
CV (%)		2,00	1,56	2,08	4,54	13,63	4,50	6,50	4,50	19,69
Média**		81	204	199	56,23	4,79	1,37	32,3	10,2	0,64

*diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro. **média não transformada

Na análise da característica Diâmetro de copa destaca-se o genitor 101, o qual apresentou o maior valor para CGC (0,0158), e os genitores 231 e 451, por apresentarem o menor valor para a característica diâmetro de copa (Tabela 3.8). No caso da CEC, onde foi constatada a existência de diferenças estatisticamente significativas entre as estimativas das combinações, sendo o cruzamento 50x85 detentor do maior valor (0,0390). Por outro lado a combinação de menor estimativa foi entre 231x451, com o valor de -0,0640 (Tabela 3.9).

Embora, os genitores contribuam de maneira similar para a característica Peso de fruto, cabe destacar, que o genitor 50 apresentou o maior valor positivo para CGC (0,030) e o genitor 458, o maior valor negativo (-0,0375) (Tabela 3.8). Contudo, constata-se que os efeitos não aditivos foram estatisticamente significativos. Os cruzamentos 50x458 e 101x231 exibiram o maior valor de CEC (0,0755); em oposição à combinação de menor valor para CEC (231x451) que foi de -0,0970.

Para plantas com frutos de baixa resistência de casca destaca-se o cruzamento 231x451 por apresentar a menor estimativa de CEC (-0,0770) (Tabela 3.9).

Na característica Relação comprimento/diâmetro, o genitor 85 apresentou o maior valor para CGC (0,111), enquanto que, o genitor 101 apresentou o menor valor (-0,127) (Tabela 3.8). Valores de F estatisticamente significativos para CEC indicam que o caráter também é controlado por efeitos não aditivos, possibilitando a escolha de combinações específicas e não somente de genitores. Considerando as estimativas de CEC destaca-se o cruzamento 85x101 como detentor da maior estimativa (0,1825) e o cruzamento 101x451 com menor estimativa (-0,6370) (Tabela 3.9).

Quanto ao rendimento em polpa destaca-se novamente o cruzamento 231x451 por apresentar o maior valor de CEC para rendimento de polpa nas progênies (0,0330).

Outra característica de extrema importância agrônômica é a concentração de SST, sendo 451 o genitor que apresentou o maior valor para CGC (0,0225) e o genitor 50, o menor valor (-0,025) (Tabela 3.8). Para CEC, destaca-se o cruzamento 231x458 por apresentar a maior estimativa (0,0235) e os cruzamentos 85x458 e 101x231 como detentores da menor estimativa (-0,0290) (Tabela 3.9). Ainda com relação ao sabor na Acidez os resultados indicaram que os genitores 101 e 451 apresentaram o maior e o menor valor para CGC 0,039 e -0,063, respectivamente. No caso da CEC, destacou-se o cruzamento 101x458 como detentor do maior valor (0,1185) e a combinação entre 451x458 com a menor estimativa (-0,2290) para acidez (Tabela 3.9).

Tabela 3.8 Capacidade Geral de Combinação dos genitores para as características Diâmetro de caule (DCa), Altura de planta (AP), Diâmetro de copa (DCo), Peso de fruto (PF), Resistência da casca (RC), Relação comprimento/diâmetro do fruto (CD), Rendimento de polpa (RP), Sólidos Solúveis Totais (SST) e Acidez Total Titulável (ATT). Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Genitores	DCa* (mm)	AP* (cm)	DCo (cm)	PF (g)	RC (Lb)	CD* (mm)	RP (%)	SST (°Brix)	ATT
50	0,0025	0,0358	0,0058	0,0300	0,018	0,008	-0,009	-0,0225	0,034
85	0,0175	0,0283	-0,0042	0,0125	0,038	0,111	-0,004	-0,0050	-0,021
101	0,0175	0,0108	0,0158	-0,0100	-0,019	-0,127	0,003	-0,0075	0,039
231	-0,0150	-0,0192	-0,0117	0,0125	0,031	0,043	-0,007	0,0125	-0,010
451	-0,0050	-0,0117	-0,0117	-0,0075	-0,049	-0,079	0,018	0,0225	-0,063
458	-0,0175	-0,0440	0,0058	-0,0375	-0,019	0,043	-0,002	0,000	0,022
Erro padrão (g-g _j)	0,0130	0,0130	0,0170	0,0280	0,033	0,021	0,014	0,0160	0,044

*diferença estatisticamente significativa ($P < 0,05$).

Tabela 3.9 Capacidade Específica de Combinação dos genitores para as características Diâmetro de caule (DCa), Altura de planta (AP), Diâmetro de copa (DCo), Peso de fruto (PF), Resistência da casca (RC), Relação comprimento/diâmetro do fruto (CD), Rendimento de polpa (RP), Sólidos Solúveis Totais (SST) e Acidez Total Titulável (ATT). Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Cruzamentos	DCa* (mm)	AP (cm)	DCo* (cm)	PF* (g)	RC (Lb)	CD* (mm)	RP (%)	SST (°Brix)	ATT*
50x85	0,0400	0,0325	0,0390	-0,0445	-0,0020	-0,1325	0,0080	0,0135	-0,0340
50x101	-0,0100	0,0100	0,0090	-0,0720	-0,0245	0,1450	0,0105	0,0060	-0,0140
50x231	-0,0275	-0,0300	-0,0235	0,0355	0,0355	-0,1150	-0,0195	-0,0240	-0,0140
50x451	0,0125	0,0025	-0,0235	0,0055	0,0055	0,1375	0,0055	0,0060	0,0885
50x458	-0,0150	-0,0150	-0,0010	0,0755	-0,0145	-0,0350	-0,0045	-0,0015	-0,0265
85x101	0,0050	-0,0225	-0,0210	0,0155	-0,0145	0,1825	-0,0245	0,0185	-0,0690
85x231	-0,0425	-0,0125	-0,0335	0,0430	-0,0245	-0,0475	-0,0145	0,0185	0,0210
85x451	-0,0125	-0,0100	-0,0135	0,0230	0,0455	0,1550	0,0105	-0,0215	0,0035
85x458	0,0100	0,0125	0,0290	-0,0370	-0,0045	-0,1575	0,0205	-0,0290	0,0785
101x231	0,0175	-0,0050	-0,0135	0,0755	0,0630	0,1600	-0,0120	-0,0290	-0,1190
101x451	-0,0225	-0,0025	0,0165	0,0155	-0,0070	-0,6375	0,0030	0,0010	0,0835
101x458	0,0100	0,0200	0,0090	-0,0345	-0,0170	0,1500	0,0230	0,0035	0,1185
231x451	-0,0400	-0,0375	-0,0640	-0,0970	-0,0770	0,1525	0,0330	0,0110	0,0535
231x458	0,0125	0,0100	0,0065	-0,0570	0,0030	-0,1500	0,0130	0,0235	0,0585
451x458	-0,0175	-0,0275	-0,0435	0,0530	0,0330	0,1925	-0,0520	0,0035	-0,2290

*diferença estatisticamente significativa (P<0,05).

3.3.2 Ranqueamento dos Genitores

Visando avaliar em conjunto o potencial de cada genitor para o melhoramento genético, foi elaborado um ranqueamento geral dos genitores atribuindo-se notas de 1 a 6, em ordem crescente de valor de CGC para cada característica, dependendo da performance. Assim, plantas de menor diâmetro de copa, menor diâmetro de caule e menor altura, foram consideradas superiores por favorecerem a alta densidade de plantas no pomar e facilitar o manejo da cultura. Nas características Peso de fruto, Rendimento em polpa e SST, os valores elevados tiveram maior ranqueamento, enquanto baixos valores de Acidez foram priorizados. Para a característica Resistência de casca, valores inferiores tiveram maior ranqueamento em razão de haver correlação negativa entre Resistência de casca e Rendimento em polpa. Para Relação comprimento/diâmetro, levou-se em consideração a existência de fraca correlação entre esta característica e SST (Capítulo 2), e por outro lado uma simetria no formato do fruto que favoreça a embalagem e transporte, tornando os valores intermediários de relação comprimento/diâmetro mais relevantes.

O ranqueamento dos genitores, em virtude das características relacionadas a porte de planta, revelou os genitores 50, 85 e 101 como indicados para cruzamentos, onde a elevação do porte das plantas é almejado. Por outro lado, os genitores 231, 451 e 458 apresentam-se mais apropriados para a diminuição do porte da planta (Tabela 3.10).

Em termos de características de fruto, o genitor 451 apresentou maior ranqueamento, sendo um genótipo indispensável ao programa de melhoramento. Quanto aos demais de melhor ranqueamento, os genitores 231 e 458 também têm potencial, em razão de suas particularidades que são concentração de SST para o genitor 231 e baixo porte associado à alta produtividade para 458.

Tabela 3.10 Ranqueamento dos genitores com base na Capacidade Geral de Combinação (CGC), para as características: Diâmetro de caule (DCa), Altura de planta (AP), Diâmetro de copa (DCo), Peso de fruto (PF), Resistência de casca (RC), Relação comprimento/diâmetro (CD), Rendimento em polpa (RP), Sólidos Solúveis Totais (SST) e Acidez Total titulável (ATT). Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Genitores	Características avaliadas												
	Ranking Planta												Ranking fruto
	DCa	AP	DCo	média		PF	RC	CD	RP	SST	ATT	média	
50	1	1	2	1,3	5°	5	3	5	1	1	2	2,8	4°
85	2	2	3	2,3	4°	4	1	1	3	3	5	2,8	4°
101	2	3	1	3,0	3°	2	4	2	5	2	1	2,6	5°
231	4	5	4	4,3	1°	4	2	4	2	5	4	3,5	2°
451	3	4	4	3,6	2°	3	5	3	6	6	6	4,8	1°
458	5	6	2	4,3	1°	1	4	4	4	4	3	3,3	3°

3.3.3 Análise de Componentes Principais

O agrupamento dos cruzamentos, tomando-se como índice de dissimilaridade as Distâncias Médias Euclidianas, resultante da análise das nove características avaliadas, está ilustrado na Figura 3.1. No nível de dissimilaridade de aproximadamente 28%, podem ser estabelecidos quatro agrupamentos. O primeiro formado somente pelo cruzamento entre genitores do Tipo Uruguai (451 e 458). O segundo engloba cruzamentos envolvendo um genitor do Tipo Uruguai. O terceiro agrupamento não discrimina com muita intensidade as origens dos genitores dos cruzamentos, fato que o distingue menos do grupo anterior (30%). Em oposição ao primeiro grupo, forma-se o quarto agrupamento apresentando dois cruzamentos entre acessos do Tipo Brasil, e uma dissimilaridade com os demais, superior a 50%, fato este que ressalta a divergência entre os genitores do Tipo Brasil e Uruguai.

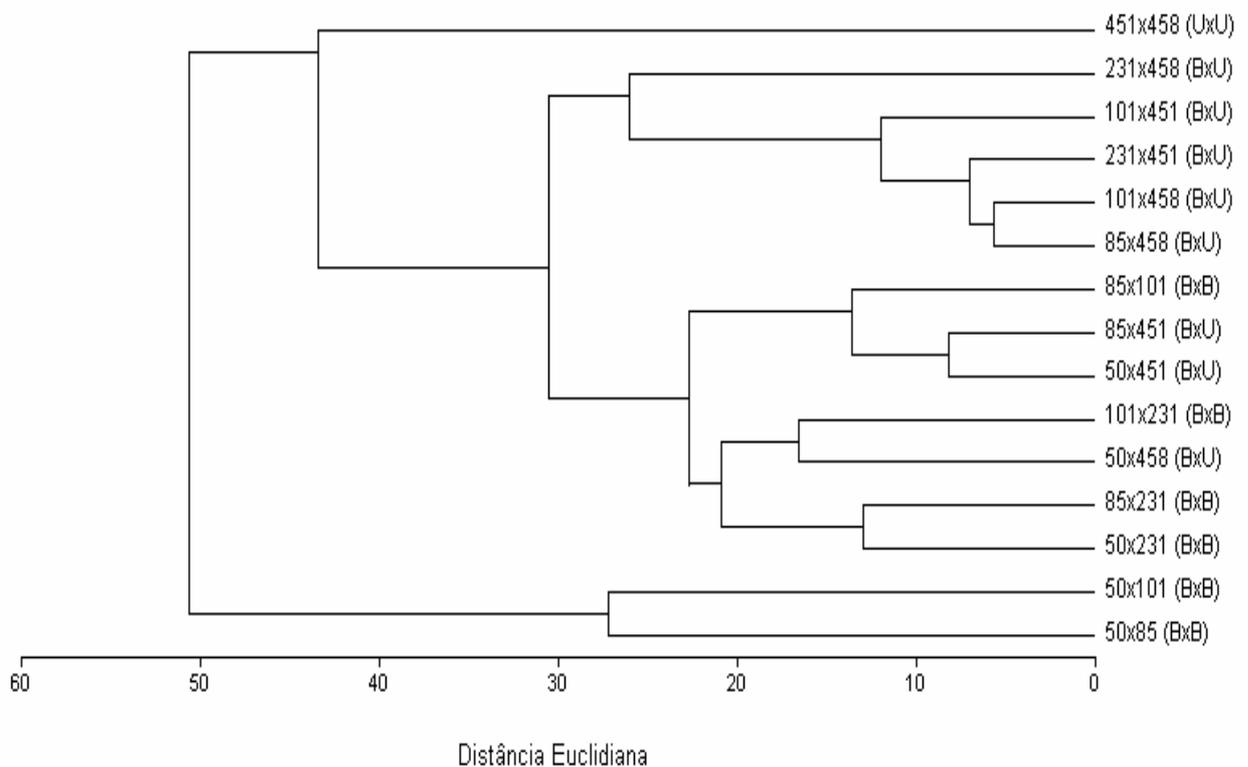


Figura 3.1 Dendrograma de dissimilaridade genética para 15 cruzamentos de Goiabeira-Serrana, com base na Distância Euclidiana, empregando-se como descritores as características Diâmetro de caule, Altura de planta, Diâmetro de copa, Peso de fruto, Resistência de casca, Relação comprimento/diâmetro, Rendimento em polpa, Sólidos Solúveis Totais e Acidez. Índice de correlação cofenética 0,78. Método de agrupamento UPGMA. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Após a análise de agrupamento foi realizada a Análise de Componentes Principais, com o objetivo de identificar quais descritores são mais importantes para explicar a variação

entre cruzamentos. Como produto das análises foram obtidos os autovalores de cada eixo e os respectivos autovetores, bem como a percentagem da variação total dos dados que está representada em cada eixo (Tabela 3.11).

A multiplicação do autovetor pela raiz do seu autovalor permite que o ângulo formado entre o descritor e o eixo principal seja igual à correlação entre eles, permitindo a elaboração de tabelas de correlação dos autovetores com os eixos (Tabela 3.12). Para interpretação dos dados foram utilizados somente os descritores que apresentaram valores de correlação superior a 0,60 com algum eixo.

Tabela 3.11 Autovalores, autovetores e percentual de variação dos eixos 1, 2, 3, 4 e 5 da Análise de Componentes Principais aplicada a 15 cruzamentos de Goiabeira-Serrana. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Autovalores					
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4	Eixo 5
Autovalores	3,250	2,467	1,423	0,629	0,490
Percentagem de variação	36,108	27,412	15,813	6,994	5,440
Percentagem acumulada	36,108	63,521	79,334	86,328	91,768
Autovetores					
Diâmetro de Caule	0,326	0,225	0,554	-0,115	0,161
Altura de Planta	0,254	0,379	0,460	0,105	0,134
Diâmetro de Copa	0,479	0,174	-0,026	-0,272	-0,364
Peso de Fruto	-0,457	0,178	0,154	0,381	-0,070
Resistência de Casca	-0,320	0,427	0,029	0,006	0,542
Relação					
Comprimento/Diâmetro	-0,072	-0,423	0,520	0,381	-0,267
Rendimento em polpa	0,382	-0,290	-0,052	0,524	0,330
Sólidos Solúveis Totais	0,044	-0,514	0,103	-0,378	0,565
Acidez Total Titulável	0,367	0,186	-0,415	0,440	0,162

Tabela 3.12 Coeficientes de correlação dos descritores fenotípicos para os cinco primeiros eixos de ordenação da Análise de Componentes Principais. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Descritores	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4	Eixo 5
Diâmetro de Caule	0,588	0,353	0,661	-0,091	0,112
Altura de Planta	0,458	0,601	0,549	0,083	0,094
Diâmetro de Copa	0,863	0,273	-0,031	-0,216	-0,254
Peso de Fruto	-0,824	0,279	0,184	0,302	-0,049
Resistência de Casca	-0,577	0,671	0,034	0,005	0,379
Relação Comprimento/Diâmetro	-0,129	-0,664	0,620	0,302	-0,187
Rendimento em polpa	0,689	-0,455	-0,062	0,415	0,231
Sólidos Solúveis Totais	0,079	-0,807	0,123	-0,300	0,399
Acidez Total Tilulável	0,661	0,292	-0,495	0,349	0,11

Neste trabalho somente foram levados em consideração os três primeiros eixos (Figuras 3.2 e 3.3), que juntos explicam 79,3% da variação dos dados. Na dispersão gráfica da Análise de Componentes Principais verificou-se uma tendência de agrupamentos de cruzamentos, tendo como base a origem dos genitores (Figura 3.2). Dentro do circunscrito sobre a Figura 3.2, é possível identificar a proximidade entre cruzamentos envolvendo genitores do Tipo Uruguai.

Pode-se considerar que os autovetores de Diâmetro de copa, Peso de fruto, Rendimento em polpa e Acidez, por estarem mais próximos do eixo 1 (menor ângulo) e por apresentarem maior comprimento do vetor, refletem em maiores índices de correlação destes vetores com o eixo 1.

Na fração negativa do eixo 1 estão distribuídos os cruzamentos de maior Peso de fruto (101x231), enquanto que, em sua fração positiva estão os cruzamentos de maior Diâmetro de copa (231x451), maior Rendimento em polpa (231x451) e maior Acidez (85x458).

O eixo 2 foi composto principalmente pelos autovetores: Altura de planta, Resistência de casca, Relação comprimento diâmetro e SST. Os cruzamentos detentores de maiores percentagens de SST (231x451) e maiores índices de relação comprimento/diâmetro (85x451) estão na fração negativa do eixo, indicando uma forte correlação entre estas características. Já os cruzamentos detentores de maior resistência de casca (50x231) e maior altura (50x85), apresentam-se na fração positiva do eixo.

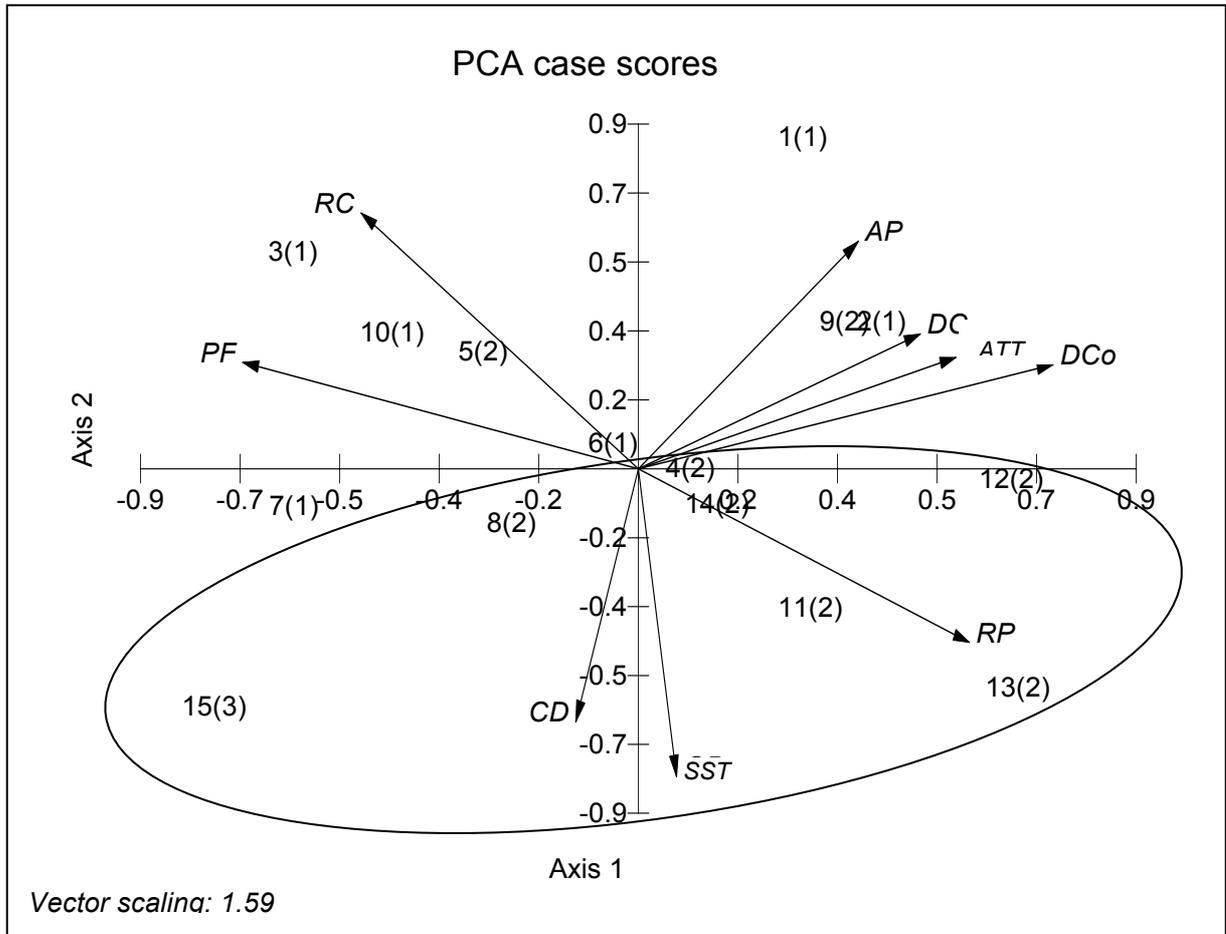


Figura 3.2 Diagrama de ordenação baseado nos eixos 1 e 2 da Análise de Componentes Principais, representando 63,52% da variação total dos dados. Onde: os números entre parênteses indicam a origem dos cruzamentos - (1) BrasilxBrasil, (2) BrasilxUruguai e (3) UruguaixUruguai; e os números de 1 a 15 os cruzamentos como segue: 1-50x85, 2-50x101, 3-50x231, 4-50x451, 5-50x458, 6-85x101, 7-85x231, 8-85x451, 9-85x458, 10-101x231, 11-101x451, 12-101x458, 13-231x451, 14-231x458 e 15-451x458.

Foi determinante na composição do terceiro eixo (Figura 3.3) o autovetor Diâmetro de caule, sendo que o cruzamento de maior valor (50x85) para a característica foi alocado na fração positiva do eixo.

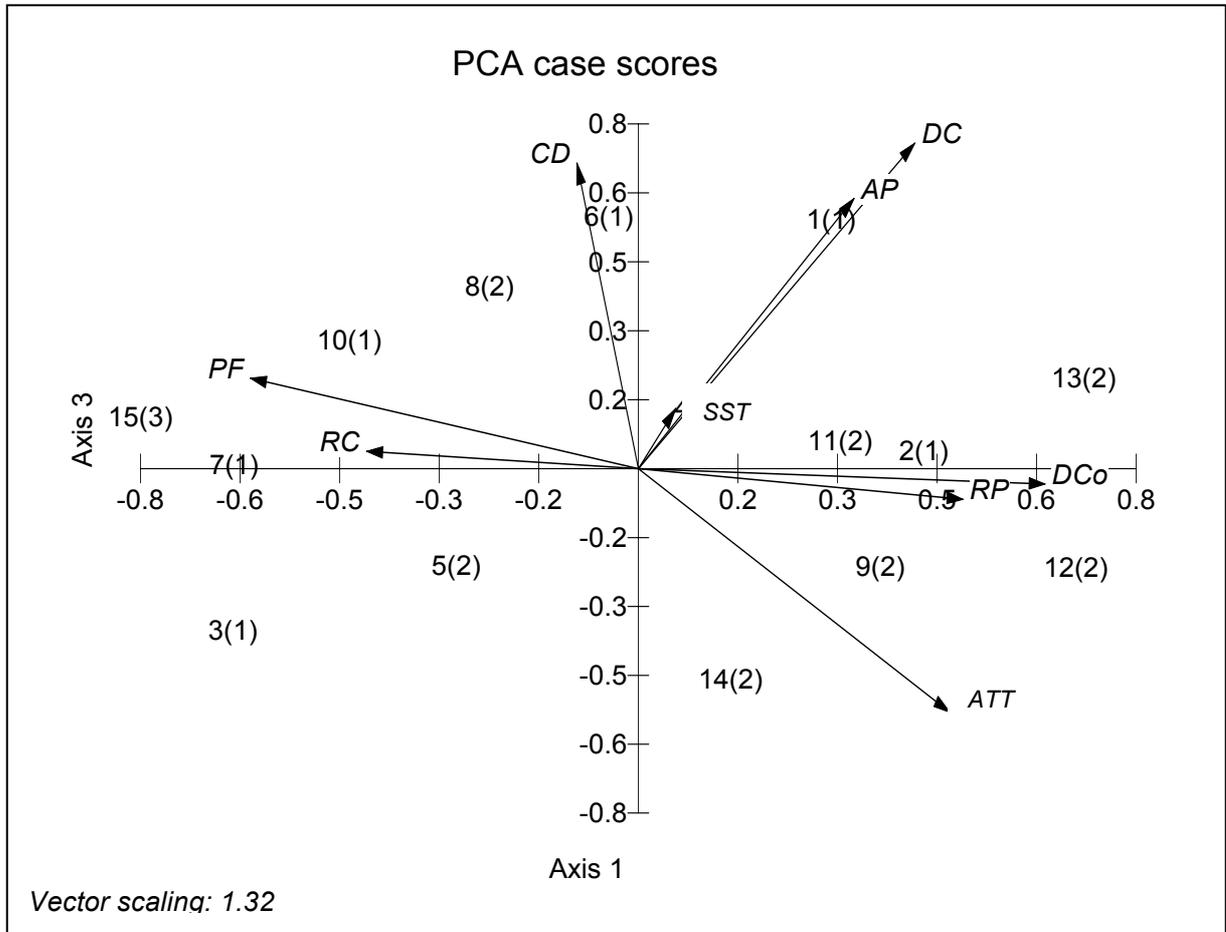


Figura 3.3 Diagrama de ordenação baseado nos eixos 1 e 3 da Análise de Componentes Principais representando 51,92% da variação total dos dados. Onde: os números entre parênteses indicam a origem dos cruzamentos - (1) BrasilxBrasil, (2) BrasilxUruguai e (3) Uruguai xUruguai; e os números de 1 a 15 os cruzamentos como segue: 1-50x85, 2-50x101, 3-50x231, 4-50x451, 5-50x458, 6-85x101, 7-85x231, 8-85x451, 9-85x458, 10-101x231, 11-101x451, 12-101x458, 13-231x451, 14-231x458 e 15-451x458.

No sentido de propiciar uma leitura conjunta dos eixos, elaborou-se um diagrama em três dimensões onde os cruzamentos são distribuídos (Figura 3.4).

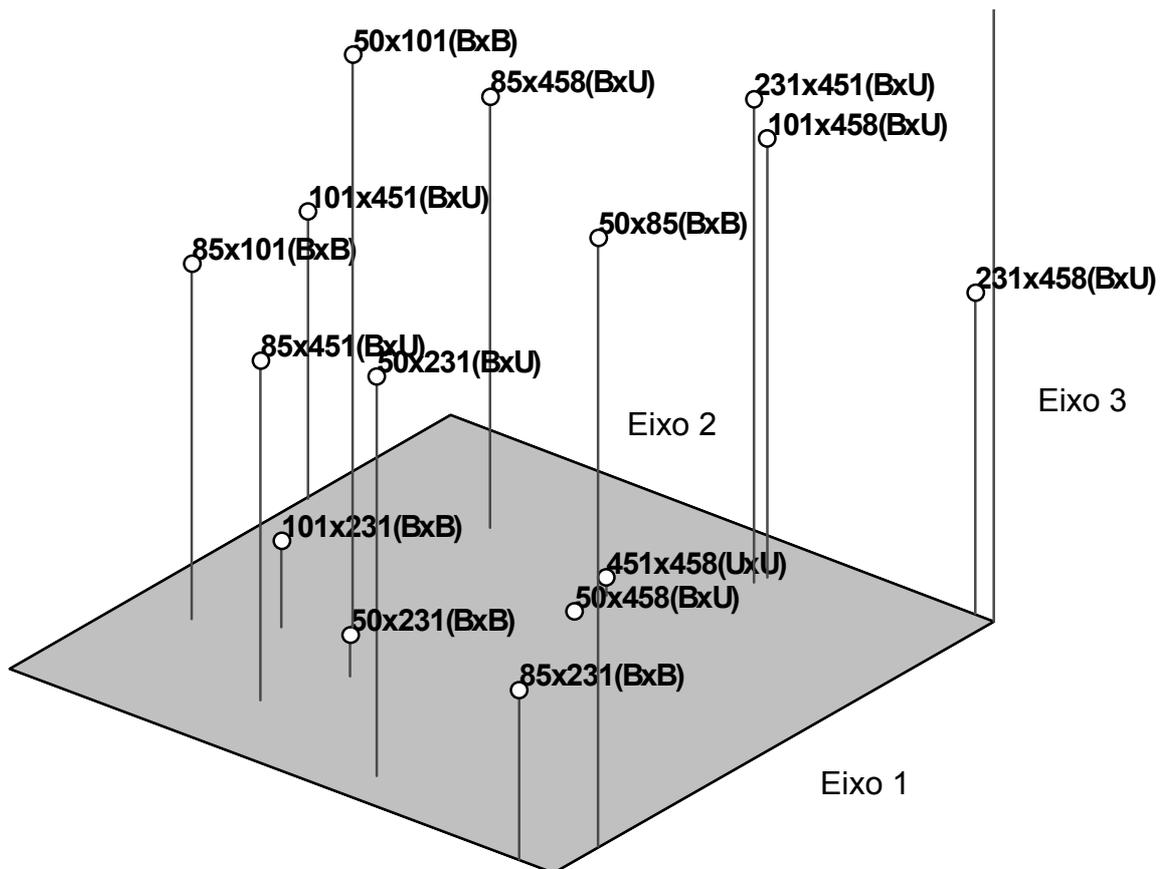


Figura 3.4. Diagrama de ordenação em três dimensões baseado nos eixos 1, 2 e 3 da Análise de Componentes Principais representando 79,3% da variação total dos dados.

3.4 Discussão

No ano de 2003 não foi possível avaliar todos os cruzamentos em virtude da ausência de produção em algumas plantas, quer seja por diferenças de idade oriundas dos diferentes anos de implantação ou da natureza genética que controla a juvenilidade destas plantas, própria dos genótipos envolvidos nos referidos cruzamentos. Por este motivo, foi impossível a análise dos dados pelo modelo dialélico já no primeiro ano de avaliação. Contudo, isto foi possível em 2004 em razão da disponibilidade de dados, em todos os cruzamentos necessários à análise dialélica, independentemente do sentido do cruzamento realizado. Desta forma é necessário advertir que em 5 casos (50x231, 85x231, 101x231, 101x451 e 451x458), foram utilizados os dados de cruzamentos recíprocos devido à ausência de dados nos cruzamentos inicialmente planejados para a análise dialélica.

A indisponibilidade de dados dos genitores dos cruzamentos sobre as características avaliadas impediu a análise dos dados segundo o método II proposto por Griffing (1956) que considera genitores e F_{1s} . Contudo, isto poderá ser feito nos próximos anos uma vez que a produção de frutos está se ampliando nas plantas do experimento. A não inclusão dos genitores na análise dialélica tem por consequência um acréscimo no erro padrão (CRUZ e REGAZZI, 1997). Porém, deve-se levar em consideração que na maioria dos casos, o uso de cruzamentos dialélicos completos é no mínimo limitado pelo menos para espécies frutíferas, em virtude de que um grande número de cruzamentos exigiria grande área e longo tempo para a coleta de dados (COURANJOU, 1995). No presente estudo, embora limitado, o modelo utilizado gerou dados antes não disponíveis. Como a cada ano há a expectativa que novas progênies produzam frutos, as avaliações em anos subsequentes serão mais precisas e complementares às atuais.

As estimativas de herdabilidade devem ser tomadas com cautela, uma vez que a variação dentro de plantas não é capturada, em razão de que, as estimativas para cada planta foram obtidas a partir da média de 10 frutos. Este fato acaba por inflacionar a estimativa da herdabilidade, tornando o ganho real por seleção menor do que o esperado. Outra ressalva que deve ser feita é que esta estimativa é de apenas um ano. Como se trata de uma espécie perene, é plenamente possível realizar avaliações nos anos seguintes, o que resultará em estimativas mais consistentes.

Exemplos da superestimativa dos valores de herdabilidade obtidos podem ser observados comparando-os a valores obtidos para outras espécies perenes. No presente trabalho foram encontrados valores de 80,33%, 39,98% e 62,6% para as características Altura de planta, Diâmetro de copa e Diâmetro de caule, respectivamente, comparativamente superiores aos obtidos para Acerola, 47%, 55% e 38%, para as mesmas características, respectivamente (PAIVA *et al.*, 2002). No caso de Peso de fruto (58,18%), Rendimento em polpa (38,16%) e SST (20,25%) os valores de herdabilidade encontrados também foram superiores às respectivas estimativas obtidas em maracujá doce que foram de 18,2%, 21,85% e 7,30%, respectivamente (JUNG, 2003).

Além dos valores relativamente altos de herdabilidade, a seleção das características Diâmetro de caule, peso de fruto e SST em conjunto pode ser favorecida, considerando-se que existe correlação positiva entre as mesmas (Capítulo 2).

As características Diâmetro de caule, Diâmetro de copa, Peso de fruto, Relação comprimento/diâmetro e Acidez apresentaram efeitos não-aditivos dos genes. Este fato demonstra que, embora o efeito aditivo e o não aditivo estejam contribuindo para a variação entre cruzamentos, o efeito não aditivo é proeminente na expressão destas características.

Sob esta condição, a interação intralocus e a epistasia poderão favorecer maior incremento da expressão destas características nas progênies (TENKOUANO *et al.*, 1998). Resultados similares já foram obtidos anteriormente em outras espécies. O efeito não aditivo de ação gênica, tendo como base a razão entre Capacidade Geral de Combinação (CGC) e Capacidade Específica de Combinação (CEC), foi predominante para a maioria das características avaliadas em amora (VIJAYAN *et al.*, 1997), relacionadas à produção de milho (FIDELIS *et al.*, 2003) ou a firmeza de polpa de tomateiro (REZENDE, 2003).

A existência de efeitos não aditivos pode também ser favorável no melhoramento de plantas perenes, pois uma vez obtida a combinação genética, a mesma pode ser propagada indefinidamente. Assim, estudos desta natureza podem facilitar a escolha de combinações que permitam maior eficiência dos programas de melhoramento genético.

Por outro lado, as características Diâmetro de caule, Altura de planta e Relação comprimento diâmetro apresentaram efeito aditivo sobre sua expressão, a exemplo de resultados obtidos em milho por Gorgulho & Miranda Filho (2001) e Vacaro *et al.* (2002), onde o efeito aditivo foi mais relevante sobre características relacionadas não somente a estatura como a produção.

Segundo Tenkouano *et al.* (1998), ao analisarem características como diâmetro e comprimento de frutos de banana, destacaram que o efeito aditivo possibilita a obtenção de genótipos favoráveis para a característica, através do acúmulo de alelos favoráveis por seleção recorrente; o que se torna facilitado pela alta herdabilidade. Barbieri *et al.* (2001) também observaram o predomínio da ação aditiva dos genes, sobre a expressão da tolerância ao Vírus-do-nanismo-amarelo-da-cevada (BYDV). Gravina *et al.* (2004), observaram o mesmo efeito sobre a resistência da soja a *Cercospora sojina*.

As características Diâmetro de caule e Relação comprimento/diâmetro, apresentaram quadrados médios estatisticamente significativos tanto para CGC quanto para CEC. Detalhando-se os valores encontrados para CGC e CEC percebe-se que Diâmetro de caule apresentou valores semelhantes para CGC e CEC (0,0037 e 0,0035, respectivamente). Este fato pode ser um indicativo de que os efeitos aditivos e não aditivos estão contribuindo de forma equitativa para a expressão fenotípica desta característica. Em contrapartida, para a característica Relação comprimento/diâmetro os valores para CGC e CEC, embora significativos, diferem em magnitude sendo o valor de CEC equivalente a 2,5 vezes o valor da CGC.

Os genitores de maior destaque quanto às estimativas de CGC tiveram seu desempenho sintetizado no ranqueamento, onde ficou evidente a superioridade por genótipos que favoreçam a obtenção de progênies de porte médio/baixo, como os genitores 231, 451 e 458. Vale mencionar que não existem correlações evidentes de aumento de

produtividade ou qualidade de frutos, quando selecionados genótipos de Goiabeira-Serrana de maior porte (Diâmetro de caule, Altura de planta e Diâmetro de copa). Pelo contrário, genótipos de menor porte favorecem tratos culturais e permitem o cultivo de um maior número de plantas por hectare. Na cultura do Caju, por exemplo, genótipos de menor porte são priorizados no programa de melhoramento genético da espécie, uma vez que estes favorecem o adensamento, tornando possível bons índices de produtividade em menor área (BARROS *et al.*, 2000).

Em virtude deste fato os genitores 50, 85 e 101 que apresentaram maior CGC para as características relacionadas ao porte de planta, podem ser considerados pouco atrativos para o programa de melhoramento genético da espécie.

O reflexo do efeito dos genitores com maiores e menores desempenhos para porte de planta, pode ser observado nas progênies dos cruzamentos 50x85 como detentor dos maiores valores de CEC para Diâmetro de caule, Altura e Diâmetro de copa; enquanto que, o cruzamento 85x231 apresentou o menor valor de CEC para Diâmetro de caule e o cruzamento 231x451 proporcionou o menor valor de CEC para Altura e Diâmetro de copa.

Com relação às estimativas de CGC relacionadas às características do fruto, os genitores 231, 451, 458 também apresentaram maior relevância, sendo que cruzamentos envolvendo estes genótipos devem ser priorizados. Notou-se também a presença de ambos os genitores do Tipo Uruguai como preferenciais, o que pode estar associado ao fato destes genótipos serem provenientes de variedades já melhoradas e cultivadas na Nova Zelândia, a citar 451-Apollo e 458-Unique.

Os cruzamentos que apresentaram desempenho relevante quanto às estimativas de CEC relacionadas à característica de fruto foram: 50x458 com elevados valores para a característica Peso de fruto, juntamente com o cruzamento 101x231 que, embora tenha apresentado alto valor para peso, também revelou valores elevados para Resistência de casca, o que conseqüentemente diminui o Rendimento em polpa, em razão da forte correlação negativa entre essas duas características. Outro aspecto indesejável ao cruzamento 101x231 refere-se ao seu baixo desempenho para a característica concentração de SST, o que limita sua utilização no programa de melhoramento genético de Goiabeira-Serrana.

Em oposição ao 101x231, o cruzamento 231x451 que, embora tenha apresentado baixo desempenho para peso, demonstrou baixa Resistência de casca e, conseqüentemente, alto Rendimento em polpa. Vale ressaltar que as avaliações obtidas no Capítulo 2 também indicaram que este cruzamento produziu progênies com relevância nas concentrações de SST e baixa Acidez, tornando-o de grande interesse do ponto de vista comercial. O aumento de peso dos frutos, por sua vez, também pode ser obtido através da

intensificação do raleio (THORP & BIELESKI, 2002).

Os resultados obtidos da Análise de Componentes principais foram congruentes com os obtidos na análise de correlação linear do Capítulo 2, uma vez que os efeitos da correlação negativa entre Peso de fruto e Diâmetro de copa, Rendimento em polpa e Acidez, e a correlação positiva entre Relação comprimento diâmetro e SST, participam da distribuição dos cruzamentos nos eixos 1 e 2.

Pode-se considerar que os autovetores de Diâmetro de copa, Peso de fruto, Rendimento em polpa e Acidez, por estarem mais próximos do eixo 1 (menor ângulo) e por apresentarem maior comprimento do vetor, refletem em maiores índices de correlação destes vetores com o eixo 1, indicando importância destes comparativamente as demais características na composição deste eixo. Na fração negativa do eixo 1 estão distribuídos os cruzamentos de maior Peso de fruto, enquanto que, em sua fração positiva estão os cruzamentos de maior Diâmetro de copa, maior Rendimento em polpa e maior Acidez.

Por sua vez, os cruzamentos detentores de maiores percentagens de SST e maiores índices de relação comprimento/diâmetro estão na fração negativa do eixo, indicando uma forte correlação entre estas características. Em acerola as características de rendimento em polpa, relação comprimento/diâmetro e SST, também foram efetivas na discriminação entre genótipos, por apresentarem altas correlações com o primeiro eixo (GOMES *et al.*, 2000).

Na análise do terceiro eixo foi observada a ocorrência de plantas de menor porte do Tipo Uruguai, comparativamente ao Tipo Brasil. Embora, Mattos (1986) tenha admitido que plantas do Tipo Uruguai apresentem maior porte, os resultados obtidos no presente trabalho não confirmaram esta afirmativa, pois, as progênies dos cruzamentos de menor altura foram oriundas de genitores do Tipo Uruguai (como já observado no Capítulo 2), desta forma, a inclusão de mais genótipos do tipo Uruguai se faz necessária no sentido de obter resultados mais consistentes e amplos.

3.4 Conclusões

Nos resultados referentes à análise dialélica, os valores de Capacidade Geral de Combinação indicaram que é predominante o efeito aditivo dos genes sobre a característica Altura de planta. Por sua vez, os valores de Capacidade Específica de Combinação indicaram que o efeito não-aditivo dos genes está atuando sobre as características Diâmetro de copa, Peso de fruto e Acidez. Por outro lado, Diâmetro de caule e Relação comprimento/diâmetro revelaram que suas expressões fenotípicas estão tanto sob efeitos aditivos quanto não aditivos.

As características que refletem maiores ganhos na seleção, por apresentarem

elevados valores de herdabilidade são a Altura de planta e a Relação comprimento/diâmetro. A considerável correlação existente entre Relação comprimento/diâmetro e SST torna atraente a seleção indireta para esta última, em razão do seu baixo valor de herdabilidade.

O ranqueamento com base na CGC das características relacionadas a porte de planta revelou que os genótipos 231, 451 e 458 são os mais indicados para a diminuição do porte da planta.

Do ponto de vista de utilização de descritores, as características mais relevantes para discriminar os cruzamentos foram Diâmetro de copa, Peso de fruto, Rendimento em polpa e Acidez. Estes resultados também podem ser utilizados futuramente em outros estudos e mesmo em programas de melhoramento para discriminar tanto genótipos quanto suas progênies.

3.5 Referências Bibliográficas

ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blücher, 1960. 381 p.

BARBIERI, R.L.; CARVALHO, F.I.F.; BARBOSA NETO, J.F.; CAETANO, V.R.; MARCHIORO, V.S.; AZEVEDO, R.; LONRECETTI, C. Análise dialélica para tolerância ao vírus-do-nanismo-amarelo-da-cevada em cultivares brasileiras de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.36, n1, p. 131-135. 2001.

BARROS, L.M.; CAVALGANTI, J.J.V.; PAIVA, J.R.; CRISÓSTOMO, J.R.; CORRÊA, M.P.F.; LIMA, A.C. Seleção de clones de cajueiro-anão para o plantio comercial no estado do Ceará. **Pesquisa. Agropecuária. Brasileira**. Brasília, v. 35, n. 11, p. 2197-2204. 2000.

CILAS, C.; BOUHARMONT, P.; BOCCARA, M.; ESKES, A.B.; BARADAR, P. Prediction of genetic value for coffee production in Coffea arábica from a half-diallel with lines and hybrids. **Euphytica**, v. 104, p. 49-59. 1998.

COCHRAN, W.G.; COX, G.M. **Diseños Experimentales**. Ed. Trilhas. Mexico, 1980. 661p.

COURANJOU, J. Genetic studies of 11 quantitative caracteres in apricot. **Scientia Horticulture**, v. 61, p.61-75. 1995

CRUZ, C. D. **Programa Genes - Versão Windows, aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa:UFV. 2001.

CRUZ, C.D. ;REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2^a. ed. rev, Viçosa, UFV, 2001. 390p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v.2. Viçosa, UFV, 2003. 585p.

DUCROQUET, J.P.H.J.; RIBEIRO, P.; A Goiabeira-Serrana: velha conhecida, nova alternativa; **Agropecuária Catarinense**, v.4, n.3, p. 27-29. 1991.

FEHER, W.R. **Principals of cultivars development**. New York, Macmillan, vol. 1, 1987. 536p.

FIDELIS, R.R. **Capacidade de combinação de cultivares locais e melhoradas de milho sob estresse de baixo nitrogênio**. 2003. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2003.

GOMES, J.E.; PERECIN, D.; MARTINS, A.B.G.; FERRAUDO, A.S. Análise de agrupamentos de componentes principais no processo seletivo em genótipos de acerola (*Malpighia emarginata*). **Revista Brasileira de fruticultura**. V.22, n.1, p36-39. 2000.

GORGULHO, E.P.; MIRANDA FILHO, J.B. estudo da capacidade combinatória de variedades de milho no esquema de cruzamento dialélico parcial. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n.1, p. 1-8. 2001.

GRAVINA, G.A.; MARTINS FILHO, S.; SEDIYAMA, C.S.; CRUZ, C.D. Parâmetros genéticos da resistência da soja a *Cercospora sojina*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.39, n.7, p.653-659. 2004.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Science**, Collingwood, v.9, p.463-493. 1956.

ROYAL HORTICULTURAL SOCIETY. **Colour chart**. London, 1992.

HAYMAN, B.I. The analysis of variance of diallel tables. **Biometrics**. p. 235-244, 1954.

JINKS, J.L. The analysis of continuous variation in a diallel cross of *nicotiana rustica* varieties. **Genetics**. v.39, p. 767-787, 1954.

JUNG, M.S. **Adaptação de metodologias relacionadas a reprodução e análise da base genética de características do fruto do maracujazeiro doce (*Passiflora alata*)**. 2003. Dissertação (mestrado em Recursos Genéticos Vegetais). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis- SC. 2003.

KOVACH, W.L. **MVSP. A multivariate statistical package for Windows. Ver. 3.12**. Kovach computing services. Pentraeth, Wales, UK. 2001. 133p.

KUMAR, S. CHAUHAN, B.P.S.; JAIMINI, S.S. Diallel analysis of flowering and maturity in linseed. *Indian Journal Agrucultural Science*. v. 50, n.3, p. 225-230. 1980.

KUREK, A.J.; CARVALHO, F.I.F.; ASSMANN, I.C.; CRUZ, P.J. Capacidade combinatória como critério de eficiência na seleção de genitores em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n 4, p.645-651. 2001.

MATTOS, J.R. **A Goiabeira-Serrana**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis, (publicação IPRNR, 19), 1986. 84p.

NYASSE,S.; DESPRÉAUX, D.; CILAS, C. Validity of a leaf inoculation test to assess the resistance to *Phytophthora megakarya* in a cocoa (*Theobroma cacao*) diallel mating desing. **Euphytica**, v. 123, p. 395-399. 2002.

PAIVA, J.R.; RESENDE, M.D.V.; CORDEIRO, E.R. Índice multifeitos e estimativas de parâmetros genéticos em aceroleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v.37, n.6, p.799-807. 2002.

PATERNIANI, E; MIRANDA FILHO, J.B. Melhoramento de populações. In: PATERNIANI, E; VIEGAS, G.P. **Melhoramento e produção de milho**. Campinas: Fundação Cargil, p.217-274. 1987.

REZENDE, L.V. **Análise dialélica de firmeza de frutos em cultivares e linhagens de tomateiro**. 2003. Tese de doutorado. Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2003.

SIMPSON, D.W.; EASTERBROOK, M.A.; BELL, J.A. The inheritance of resistance to the

blossom weevil, *Anthonomus rubi*, in the cultivated strawberry, *Fragaria x ananassa*. **Plant Breeding**, v. 121, p 72-75. 2002.

SUBHADRABANDHU, S.; NONTASWATSRI, C. Combining ability analysis of some characters of introduced and local papaya cultivars. **Scientia Horticulture**, v. 71, p. 203-212. 1997.

TENKOUANO, A.; CROUCH, J.H.; CROUCH, H.K.; ORTIZ, R. Genetic diversity, hybrid performance, and combining ability for yield in Musa germoplasm. **Euphytica**, v. 102, p.281-288. 1998.

VACARO, E.; BARBOSA NETO, J.F.; PEGORARO, D.G.; NUSS, C.N.; CONCEIÇÃO, L.D.H. Combining ability of twelve maize populations. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n.1, p.67-72. 2002.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética Biométrica no Melhoramento**. Ribeirão Preto. Sociedade Brasileira de Genética-SBG, 1992. 485p.

VIÉGAS, G.P. **Milho Híbrido**. In: PATERNIANI, E. Melhoramento e produção do milho no Brasil. Piracicaba/ESALQ, 1979. 650p.

VIJAYAN, K.; CHAUHAN, S.; DAS, N.K.; CHAKRABORTI, S.P.; ROY, B.N. Leaf yield component combining abilities in mulberry (*Morus spp.*) **Euphytica**, v. 98, p. 47-52. 1997.

CAPÍTULO 4

Caracterização genética de progênies de três cruzamentos de Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana*)

4.1 Introdução

A Goiabeira-Serrana é nativa do Planalto Meridional Brasileiro, produz frutos de sabor único, sendo encontrada também no Uruguai; ocorrendo com maior frequência em áreas com altitudes superiores 800 metros (LEGRAND & KLEIN, 1977; MATTOS, 1990; DUCROQUET & RIBEIRO, 1991; DUCROQUET *et al.*, 2000).

Existe grande variação fenotípica nas áreas de ocorrência natural da espécie. Com base em características de plantas e frutos tem sido proposto classificar os genótipos em duas variedades ou Tipos. No grupo típico ou Tipo Brasil estariam englobadas plantas de porte baixo e frutos de casca lisa, e no Tipo Uruguai as plantas com maior porte, muitos ramos, com frutos maiores, apresentando casca rugosa e mais espessa (MATTOS, 1986).

Uma segunda proposta para entender a variação fenotípica foi feita pelos melhoristas, também com base nas características fenotípicas de planta e do fruto, porém relacionando-as com a procedência do germoplasma. Segundo esta classificação, pode-se distinguir o Tipo Brasil, no qual os acessos apresentam frutos com sementes grandes e folhas com face abaxial verde-clara com pilosidade esbranquiçada curta e rala. Já as plantas do Tipo Uruguai, apresentam sementes pequenas, folhas com face abaxial branco-cinza com densa pilosidade branca tipo feltro (NODARI *et al.*, 1997; DUCROQUET *et al.*, 2000).

Porém, estas tentativas de agrupar a variação genética podem não incluir toda a variação existente no Brasil, o centro de origem da espécie. Os poucos estudos já realizados nesta área revelaram a existência de uma considerável diversidade genética.

Desta forma, para a caracterização da diversidade genética tem sido empregada a heterozigosidade, juntamente com a porcentagem de locos polimórficos (P) e o número médio de alelos por loco (A). A heterozigosidade refere-se à frequência de heterozigotos numa amostra, sendo a heterozigosidade esperada (H_e) proposta por Nei (1973), uma medida apropriada para caracterizar a diversidade em populações.

Como ferramenta empregada para estimar a diversidade genética de espécie faz-se

uso dos marcadores genéticos. Pode ser considerado como um marcador genético a característica capaz de detectar diferenças entre dois ou mais indivíduos ou organismos, desde que seja transmitida pelos pais para as progênes e que permita a análise de similaridades e diferenças entre indivíduos. Assim, pode-se considerar como marcador genético, toda característica fenotípica proveniente da expressão de um gene (marcadores morfológicos e isoenzimáticos) ou qualquer segmento de DNA expresso ou não (marcadores moleculares ou de DNA), capaz de diferenciar o indivíduo.

Embora de fácil aplicação, até o momento um número limitado de marcadores morfológicos foram identificados para a Goiabeira-Serrana, sendo considerado insuficiente para a adequada caracterização da variação dentro desta espécie.

Já os marcadores moleculares são identificados em grande quantidade e de forma rápida, quando comparados a marcadores morfológicos e isoenzimáticos. Esses dois aspectos são uma importante vantagem para trabalhos que envolvem um grande número de indivíduos, como estudos de diversidade genética. Desta maneira, o uso e o desenvolvimento de marcadores moleculares tem fundamental importância nos processos de caracterização e melhoramento genético (NODARI *et al.*, 1997).

Como as seqüências de DNA não codificadoras não sofrem pressão direta de forças evolutivas como a seleção natural, os marcadores baseados nessas regiões podem ser considerados praticamente neutros. Entre estes tipos de marcador, destaca-se o marcador microssatélite ou Seqüências Simples Repetidas (SSRs - *Simple Sequence Repeats*) os quais são compostos de mono, di, tri e tetra nucleotídeos repetidos em número variável de vezes (SHARMA *et al.*, 1995; RAFALSKI *et al.*, 1996). São marcadores amplamente distribuídos no genoma permitindo ampla cobertura genética, de expressão codominante, multialélico e de grande conteúdo informativo.

Estas características fazem com que os marcadores baseados em Seqüências Simples Repetidas sejam preferencialmente utilizados no mapeamento genético e físico de genomas, para identificação e discriminação de genótipos, estudos de variabilidade genética e genética de populações de várias espécies, bem como no manejo de recursos genéticos de plantas para manter uma ampla diversidade genética e para desenvolver estratégias efetivas de conservação de germoplasma (SAGHAI-MAROOF *et al.*, 1994; PHILLIPS *et al.*, 1994; SHARMA *et al.*, 1995; 1997; BRONDANI *et al.*, 1998).

A variabilidade fenotípica e genotípica da Goiabeira-Serrana vem sendo avaliada no Brasil a partir dos acessos do BAG e populações de ocorrência natural, pela utilização de marcadores morfológicos, isoenzimáticos, RAPD e microssatélites. A utilização de isoenzimas para a caracterização dos acessos do BAG de São Joaquim revelou uma alta variabilidade genética entre estes, com 82% dos locos polimórficos (NODARI *et al.*, 1997). Os marcadores moleculares do tipo RAPD também vêm revelando alta variabilidade

genética (WELTER *et al.*, 1999). Na Itália, estes marcadores também foram utilizados para discriminar 25 acessos e cultivares de Goiabeira-Serrana introduzidos naquele país, onde se suspeita que a grande similaridade entre estes, provavelmente seja devido à introdução de poucos indivíduos (DETTORI & PALOMBI, 2000).

A conservação de sítios de microssatélites entre espécies relacionadas torna possível em alguns casos a transferência destes marcadores SSRs para outras espécies (PEAKALL *et al.*, 1998; DARVIERWALA *et al.*, 2000; DI GASPERO *et al.*, 2000; SCOTT *et al.*, 2003). Estudos prévios no Laboratório de Fisiologia do Desenvolvimento e Genética Vegetal/CCA/UFSC confirmaram esta pressuposição e os microssatélites desenvolvidos para o complexo *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* não só amplificam DNA de Goiabeira-Serrana, mas também uma significativa parte deles detectam polimorfismo, permitindo melhor caracterização dos acessos do BAG da espécie se comparados aos resultados obtidos por marcadores RAPD (SANTOS *et al.*, 2002).

Frente ao exposto, o objetivo deste trabalho, foi caracterizar geneticamente progênies oriundas de três cruzamentos entre genótipos de Goiabeira-Serrana, com o uso de marcadores microssatélites originalmente desenvolvidos para o complexo *Eucalyptus grandis* x *E. Urophylla*.

4.2 Materiais e Métodos

4.2.1 Material Vegetal

Nos anos de 1997 a 1999 foram implantados a campo pela Estação Experimental da Epagri em São Joaquim (SC), progênies de cruzamentos no âmbito do Programa de Melhoramento Genético de Goiabeira-Serrana. Neste trabalho foram utilizados progênies e os parentais de três cruzamentos, o primeiro envolvendo dois genitores do Tipo Brasil (B), o segundo, genitores do Tipo Uruguai (U) e o terceiro cruzamento envolvendo um genitor de cada Tipo. A escolha dos três cruzamentos foi baseada nos seguintes critérios dos parentais, para cada um dos três tipos de cruzamentos: peso médio de frutos superior a 50 gramas; número de frutos superior a 50 unidades; rendimento de polpa superior a 20%; resistência da casca inferior a 4,5 kg/cm²; acidez inferior a 0,7 e ausência de vácuo entre polpa e casca. Dos 18 cruzamentos estabelecidos e referenciados nos capítulos anteriores os três selecionados com base nos critérios anteriormente estabelecidos foram: 101x50 (BrasilxBrasil), 101x458 (BrasilxUruguai) e 451x458 (UruguaixUruguai).

4.2.2 Análise Molecular

As amostras foliares dos genitores e das progênes destes cruzamentos (n = 40 indivíduos) foram coletadas e armazenadas a -20°C, das quais foi extraído o DNA genômico, com o método proposto por Doyle & Doyle (1987). De cada amostra, foram tomados cerca de 100 mg de tecido cortado em tiras em um tubo, no qual se adicionou nitrogênio líquido para maceração do material. Uma vez pulverizado o tecido, foram adicionados 700 µl de tampão de extração (2% *cationic hexadecyl trimethyl ammonium bromide* - CTAB; 1,4 M NaCl; 20 mM ethylenediaminetetraacetic acid - EDTA; 100 mM Tris-Cl, pH 8,0; 1% polivinilpirrolidona e 0,2% 2-mercaptoetanol) para a ressuspensão do tecido, e os tubos foram incubados em banho-maria (60-65°C) por 30 min, sendo agitados a cada 10 min durante a incubação.

Após a retirada dos tubos do banho-maria e o resfriamento dos mesmos, foi feita a primeira extração, sendo adicionados 600 µl de clorofórmio-álcool isoamílico (CIA). Os tubos foram agitados por inversão durante 5 min e centrifugados em microcentrífuga (12000 a 15000 rpm durante 5 min). Após este procedimento, foi pipetada a fase superior aquosa para um novo tubo, onde foram adicionados 50 µl de solução de 10% CTAB e 1,4 M NaCl. O procedimento de extração com 600 µl de CIA é repetido mais uma vez, para garantir a qualidade do DNA obtido. Após a segunda extração, foram adicionados 2/3 do volume da solução aquosa de isopropanol a -20°C, para precipitar os ácidos nucleicos. Os tubos foram então centrifugados (6000-7500 rpm) por 3 a 5 min, até a formação do precipitado. O sobrenadante foi descartado e o precipitado lavado duas vezes em 1 mL de etanol a 70% e uma vez em etanol 95% ou absoluto por 2 a 3 min.

Uma vez lavado, o precipitado foi ressuspendido em tampão TE (10mM tris-Cl pH 8,0) com 10 µg/mL de RNase, e incubado a 37°C por 30 a 120 min para a digestão de RNA. O DNA foi quantificado e a sua qualidade avaliada, através de eletroforese em tampão TBE 1X (100mM Tris, 100mM ácido bórico e 2 mM de EDTA pH 8,0) (SAMBROOK *et al.*, 1989) em gel de agarose 0,8 %, corado com brometo de etídio (1mg/mL), através de comparação com DNA de fago λ, com concentração conhecida (10, 50, 100 e 200 ng). Após a quantificação, o DNA foi diluído em H₂O autoclavada, para uma concentração aproximada de 3 ng/µl e requantificado com eletroforese em gel de agarose 0,8%.

A amplificação a partir dos iniciadores microssatélites, foi realizada com a utilização do protocolo já otimizado por Santos *et al.*, (2002). O coquetel das reações de PCR foi composto por tampão 3,46 mM; DMSO 5%; *Taq* DNA polimerase 1 U; dNTPs 0,02 mM; MgCl₂ 2,5 mM; iniciadores 0,3 µM de cada e 0,7 ng/µL de DNA. O programa de amplificação utilizado foi de 96°C por 2 min; 30 vezes o ciclo de 94°C por 1 min para separação das fitas, 56°C por 1 min para anelamento, 72°C por 1 min para extensão; e a finalização por 7 min a

72°C, realizado em termociclador PTC-100 (*MJ Research*).

Foram utilizados 10 marcadores microssatélites desenvolvidos no Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN), para o complexo *Eucalyptus grandis* x *E. Urophylla*, cedidos ao Laboratório de Fisiologia do Desenvolvimento e Genética Vegetal (LFDGV) (Tabela 4.1). Estes iniciadores já haviam sido otimizados e utilizados para avaliar a diversidade genética existente no Banco Ativo de Germoplasma de Goiabeira-Serrana, bem como em seis populações naturais (SANTOS *et al.*, 2002).

Os produtos da amplificação foram submetidos à eletroforese em gel desnaturante de poliacrilamida 6%, sendo posteriormente este corado com nitrato de prata (CRESTE *et al.*, 2001) para a observação do padrão de bandas no mesmo.

Tabela 4.1 Identificação, seqüência e peso molecular dos iniciadores microssatélites empregados na caracterização de progênies de três cruzamentos de Goiabeira-Serrana. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Identificação	Seqüência (F-Foward/ R-Reverse)	Peso Molecular ($\mu\text{g}/\mu\text{mole}$)
EMBRA26	F-CAT GAG TTA CTG CAA GAA AAG	6827,2
	R-ACA GCC AAA AAC CAA ATC	5727,6
EMBRA69	F-TGT GTT CTC GGT TTC AAA ACT	6742,2
	R-TGT GAA GTG ATG CGA AGC	5892,6
EMBRA85	F-CAC CTC TCC AAA CTA CAC AA	6282,0
	R-CTC CTC TCT CTT CAC CAT TC	6213,0
EMBRA99	F- AAT ACA ATT GAG GGG TCT C	6157,8
	R- ACC AAA AAC AAA TGT CGT	5773,6
EMBRA108	F- CGG TTA CTT GCT TCA TTC G	6066,8
	R-GTA CGG ATG GGT GGA CAC	5893,6
EMBRA123	F-AGA ACC CTC TAT AAA ACC CC	6322,0
	R-GGG CTA GAC ATG ATG GAG	5917,6
EMBRA148	F- TGG ATG CTG TTC TCA TCC T	6066,8
	R-GGG TTT CTT TGT GAA ACG A	6179,8
EMBRA166	F-CTG GTC AAC GTC CGA AAG	5797,6
	R-ATG CTG CAG AGG GCA TAA	5861,6
EMBRA267	F-GAC CTC CGC TTC AAC GAT	5708,6
	R- GTG CGA GAC CCT CAA TTC TA	6400,0
EMBRA268	F- TTC CTG TGC CTG GTG AGA G	6156,8
	R- ATG ACA AGA ACA CCG GCT G	6136,8

Fonte: Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia – CENARGEN (2002).

Após a secagem foi realizada a leitura dos géis, sendo estes fotografados e registrados. Os alelos foram numerados seqüencialmente em ordem decrescente de

mobilidade em relação à origem de aplicação, sendo que a banda de maior peso molecular (mais anódica) correspondia ao alelo 1. A partir desta interpretação obtiveram-se os genótipos para cada indivíduo, os quais possibilitaram estimar os índices de diversidade descritos a seguir.

Dois tipos de análise foram empregados. A primeira consistiu de estimativas dos índices relacionados à diversidade genética. A segunda análise visou identificar possíveis associações entre marcadores moleculares e características fenotípicas.

4.2.3 Caracterização da diversidade genética

A diversidade genética das populações foi caracterizada a partir (i) das estimativas das freqüências alélicas, (ii) dos índices de heterozigosidade média observada (H_o) e heterozigosidade esperada (H_e) segundo Nei (1978), (iii) do número médio de alelos por loco (A), (iv) da porcentagem de locos polimórficos (P) e (v) do índice de fixação de WRIGHT. Estas estimativas foram obtidas com auxílio do programa BIOSYS-1 (SWOFFORD & SELANDER, 1989), sendo calculadas como segue:

a) Freqüências Alélicas

A partir da interpretação dos géis foram definidos os genótipos de cada indivíduo, a partir dos quais foram estabelecidas as freqüências alélicas de cada cruzamento (população):

$$P_{ij} = n_{ij}/n_j$$

Onde:

P_{ij} = freqüência do alelo i na população j

n_{ij} = número de ocorrências do alelo i na população j

n_j = número total de alelos amostrados na população j

b) Heterozigosidade média observada (H_o)

A heterozigosidade média observada foi estimada através da fórmula

$$H_o = 1 - \sum P_{ii}$$

onde: P_{ii} é a freqüência dos genótipos homozigotos;

Para obtenção da heterozigosidade média observada, nos vários locos, somou-se os valores obtidos (H_o) para cada loco, dividindo-se pelo número total de locos, independente de revelar polimorfismo ou não.

c) Heterozigosidade média esperada (H_e)

A heterozigosidade média esperada foi estimada por meio da fórmula (Nei, 1978):

$H_e = 2n(1 - \sum P_i^2) / (2n-1)$ onde: P_i = frequência alélica estimada do i ésimo alelo de um loco.

A heterozigosidade média esperada entre todos os locos analisados (polimórficos e monomórficos) foi obtida pela média aritmética das mesmas.

d) Porcentagem de locos polimórficos (P)

A porcentagem de locos polimórficos foi obtida através da média aritmética do número total de alelos pelo número de locos. Considerou-se como um loco polimórfico aquele em que a frequência do alelo mais comum não ultrapassa 95%.

e) Número médio de alelos por loco (A)

Esta estimativa foi obtida dividindo-se o número total de alelos pelo número total de locos.

f) Índice de fixação de Wright (F)

Os índices de fixação foram estimados como desvios da heterozigosidade esperada:

$$F = (H_e - H_o) / H_e$$

A hipótese de nulidade ($F=0$) foi testada para as populações empregando-se:

$$\chi^2 = NF (K-1) \text{ com GL} = [K(K-1)]/2$$

Conforme (LI & HORVITZ, 1953).

Onde:

F é o índice de fixação

N = tamanho total da amostra e

K = número de alelos.

g) Distância genética

A distância genética não viesada entre as progênies segregantes estudadas, foi analisada conforme proposto por Nei (1978) empregando-se o programa BIOSYS-1 (SWOFFORD & SELANDER, 1989).

$$D = -1/n I$$

$$I = J_{xv} / \sqrt{J_x J_v}$$

Onde: $J_{xv} = (\sum_1^r \sum x_i y_i) / r$

$$J_x = [\sum_1^r (2n_x \sum x_i - 1) / (2n_x - 1)] / r$$

$$J_v = [\sum (2n_y \sum y_i - 1) / (2n_y - 1)] / r$$

Sendo:

I = identidade genética não viesada

X_i = freqüência do alelo i na população x

Y_i = freqüência do alelo i na população y

r = número de locos

Os valores obtidos foram utilizados para a construção de dendogramas, empregando-se o método UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*) de agrupamento, conforme descrito em Sneath & Sokal (1973).

No sentido de validar a hipótese da existência de menor diversidade genética entre genótipos do Tipo Uruguai em relação aos do Tipo Brasil, foi realizado uma amostragem aleatória no BAG composta de 10 acessos do Tipo Brasil, que por sua vez foram contrastados com os únicos 10 acessos do Tipo Uruguai, mantidos no mesmo BAG de Goiabeira-Serrana. Esta análise foi feita com a utilização dos mesmos iniciadores microssatélites empregados anteriormente.

4.2.4 Análise da variância

Esta análise visou detectar possíveis associações entre oito marcadores polimórficos (EMBRA123, EMBRA148, EMBRA166, EMBRA26, EMBRA69, EMBRA85, EMBRA99, EMBRA108) e nove características fenotípicas a saber: Diâmetro de caule, Altura de planta, Diâmetro de copa, Peso de fruto, Rendimento em polpa, Relação comprimento/diâmetro, Resistência de casca, Sólidos solúveis totais (SST) e Acidez (mL equivalente de Ácido Cítrico/ 100 mL de suco). Os outros dois marcadores já indicados neste trabalho não foram utilizados por apresentaram-se monomórficos, e conseqüentemente não serem informativos nesta análise.

Os genótipos envolvidos na análise foram famílias de irmão inteiros, provenientes dos três cruzamentos totalizando 70 plantas em 2003 e 102 em 2004. Para avaliar a possível associação entre marcadores moleculares e características fenotípicas, foi feita uma análise de variância, sendo os genótipos para cada marcador microssatélite considerados como classes da variável independente e os valores das características fenotípicas, a variável dependente (EDWARDS *et al.*, 1987). Em caso de significância estatística (P<0,05), admitiu-se a existência de associação entre marcadores e a característica fenotípica. Esta

metodologia tem sido empregada no mapeamento de QTLs, com ênfase a resistência a doenças, em diversas espécies a exemplo do feijão (MELO, 2002) e milho (BRUNELLI, 2002). A análise foi feita com auxílio do programa STATGRAPHICS *Statistical Graphics System*, ver. 7.0.

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Resolução e Interpretação dos géis

Visando obter alta nitidez das bandas tornou-se necessária nova adequação do protocolo, exigindo que os iniciadores EMBRA69, EMBRA99, EMBRA268 e EMBRA148, tivessem sua temperatura de anelamento reduzida para 55°C, enquanto que os demais seis iniciadores continuaram apresentando alta resolução com a temperatura de 56°C. Outra alteração do protocolo originalmente utilizado foi a ampliação de 30 para 35 ciclos da reação de polimerização em cadeia.

Quando houve dificuldade de interpretação dos resultados da amplificação, as reações e géis foram repetidos para a obtenção de dados inequívocos. Esta situação pode ser atribuída ao fato de serem iniciadores desenvolvidos originalmente para o complexo *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, e agora utilizados em outra espécie, no caso a Goiabeira-Serrana. Contudo, a qualidade dos produtos amplificados avaliada em termos de boa resolução no gel e quantidade de polimorfismo foi considerada satisfatória, confirmando as análises anteriores, com os mesmos iniciadores que foram utilizados para caracterizar os acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Goiabeira-Serrana (SANTOS *et al.*, 2002).

No presente trabalho foram encontrados 2,2 alelos por loco, com um máximo de quatro alelos revelados pelo microssatélite EMBRA166. Anteriormente, um número maior de alelos (4,8) foi detectado em 119 acessos do BAG de Goiabeira-Serrana (SANTOS *et al.*, 2002). Em damasco (*Prunus armeniaca*) o número médio de alelos observado em uma população de 50 indivíduos foi de 4,1 (HORMAZA, 2002). Em acessos de um BAG de videira este valor chegou a 24,4 alelos (LAMBOY & ALPHA, 1998). Wunsch e Hormaza (2003) revelaram uma média de 3,5 alelos por loco utilizando 12 iniciadores microssatélites em cultivares locais de cerejeira na Espanha

Porém, a comparação mais adequada seria com estudos feitos em *Eucalyptus* ou em espécies para as quais houve a transferibilidade de iniciadores microssatélites inicialmente desenvolvidos para outras espécies. Tomando-se somente os iniciadores utilizados neste trabalho, o número de alelos por loco encontrado nas três progênies de Goiabeira-Serrana foi de 2,2 e de 4,2 alelos por loco em populações naturais (SANTOS *et al.*, 2002). Os valores

obtidos na Goiabeira-Serrana foram superiores aos observados em *Eucalyptus* por ocasião do ajustamento dos protocolos (1,8) quando foram utilizados 94 genótipos (Tabela 4.2). Entretanto, quando estes mesmos 94 genótipos do complexo *Eucalyptus grandis* X *E. Urophylla* foram avaliados com iniciadores de alto polimorfismo para o complexo, o número médio de alelos por loco foi de 11,4 (BRONDANI *et al.*, 1998). Os iniciadores deste complexo foram ainda transferidos para a *Eugenia dysenterica*, gerando 10,6 alelos por loco em um conjunto de 116 indivíduos de 10 populações naturais (ZUCHI, 2002).

Outro resultado que merece ser destacado é a amplificação de produtos em Goiabeira-Serrana com os iniciadores 85, 99, 108 e 123, que por sua vez não foram capazes de amplificar produtos no complexo *Eucalyptus grandis* X *E. Urophylla* (Tabela 4.2), porém em Goiabeira-Serrana mais que amplificar, estes microssatélites apresentaram-se polimórficos.

São muitas as hipóteses que poderiam ser testadas e que estão relacionadas aos resultados obtidos em Goiabeira-Serrana, a partir da transferibilidade de iniciadores de microssatélites do complexo *Eucalyptus grandis* X *E. Urophylla*: a) Como não foi feito o sequenciamento dos fragmentos amplificados em Goiabeira-Serrana, parte dos alelos pode não ser microssatélites. b) Outra hipótese pode estar relacionada a maior quantidade de regiões repetitivas em Goiabeira-Serrana. c) Alternativamente, existe mais diversidade genética na Goiabeira-Serrana, devido ao fato de que o *Eucalyptus* sofreu maior pressão de seleção, ocasionando o estreitamento da base genética, efeito este já observado por Coart *et al.*, (2003), em análise de espécies silvestres e melhoradas de macieira. d) Outra possibilidade refere-se a evolução independente que ocorreu nas duas espécies a partir do ancestral comum nos sítios de anelamento dos iniciadores utilizados. e) Finalmente, este fato pode se originar nos aspectos relacionados à otimização de protocolo, que pode não somente ter interferido na qualidade e visualização dos produtos finais amplificados tanto para o complexo *Eucalyptus grandis* X *E. Urophylla* quanto para *Acca sellowiana*.

Dentre os sete iniciadores para os quais existem resultados em ambas as espécies, com exceção dos iniciadores EMBRA108 e EMBRA148, cinco produziram produtos com peso molecular maior do que aqueles referidos para o complexo *Eucalyptus grandis* X *E. urophylla* (Tabela 4.2). Em avaliação da transferibilidade de microssatélites do gênero *Glycine* para demais gêneros de leguminosas, Peakall *et al.* (1998) também observaram a mesma situação e sugerem que esta variação no peso molecular dos alelos obtidos seja decorrente de mutações.

Tabela 4.2 Número de alelos encontrados em três progênies de *Acca sellowiana* e para o complexo *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, com o uso de 10 iniciadores microssatélites. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Iniciadores	Número de alelos		Peso molecular	
	<i>Acca</i>	<i>Eucalyptus</i>	<i>Acca</i>	<i>Eucalyptus</i> *
EMBRA26	3	1	110-105-100	169
EMBRA69	2	3	140-130	218
EMBRA85	3	-	99-95-90	-
EMBRA99	2	-	200-190	149
EMBRA108	2	-	190-170	121
EMBRA123	2	-	140-130	223
EMBRA148	2	6	140-130	89
EMBRA166	4	1	145-135-130-120	-
EMBRA267	1	3	110	178
EMBRA268	1	4	200	-
Média	2,2	1,8		

*Informação disponível fornecida CENARGEN: tamanho médio de alelos em bp.

4.3.2 Frequências Alélicas

Os resultados mostram que as frequências alélicas nos diferentes locos variaram desde a completa fixação, locos EMBRA267 e EMBRA268, até frequências com considerável polimorfismo EMBRA148, em todos os cruzamentos (Tabela 4.3).

O cruzamento entre acessos do Tipo Uruguai, não apresentou o alelo 2 do loco EMBRA166 e os alelos 1 e 3 do loco EMBRA85. Observou-se ainda a presença do alelo 3 nos locos EMBRA26 e EMBRA85 somente no cruzamento envolvendo acessos do Tipo Brasil, e também a ausência dos alelos 1 e 2, nos locos EMBRA26 e EMBRA69 respectivamente em progênies do referido cruzamento (Tabela 4.3). O cruzamento que apresentou o maior número de locos polimórficos (8) foi o 101x458 entre os Tipos Brasil e Uruguai.

Tabela 4.3 Frequências alélicas para dez locos microssatélites avaliados em progênes de irmãos inteiros de três cruzamentos de *Acca sellowiana*. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Locos	Alelos/N**	Cruzamentos		
		BrasilxBrazil (101x50)	BrasilxUruguai (101x458)	UruguaiXUruguai (451x458)
EMBRA123	N	39	41	39
	1	0,551	0,500	0,833
	2	0,449	0,500	0,167
EMBRA148	N	41	40	41
	1	0,341	0,663	0,634
	2	0,659	0,338	0,366
EMBRA166	N	41	41	41
	1	0,232	0,012	0,098
	2	0,232	0,183	0,000
	3	0,268	0,463	0,512
	4	0,268	0,341	0,390
EMBRA26	N	41	39	41
	1	0,000	0,282	0,012
	2	0,390	0,718	0,988
	3	0,610	0,000	0,000
EMBRA69	N	42	39	42
	1	1,000	0,795	0,012
	2	0,000	0,205	0,988
EMBRA85	N	42	41	42
	1	0,524	0,280	0,000
	2	0,268	0,720	1,000
	3	0,207	0,000	0,000
EMBRA99	N	40	33	36
	1	0,150	0,303	0,194
	2	0,850	0,697	0,806
EMBRA108	N	42	41	42
	1	0,060	0,098	0,083
	2	0,940	0,902	0,917
EMBRA267	N	42	41	42
	1	1,000	1,000	1,000
EMBRA268	N	42	41	42
	1	1,000	1,000	1,000

*40 indivíduos por cruzamento, acrescidos dos pais.

**N - Número de indivíduos amostrados

4.3.3 Índices de Diversidade Genética

O número médio de alelos por loco variou de 1,8 a 2,0 e a média de locos polimórficos foi de 80%. Os valores de heterozigosidade observada e esperada foram de 0,441 e 0,336, respectivamente para os cruzamentos BrasilxUruguai; 0,260 e 0,185 para o

cruzamento Uruguai x Uruguai e de 0,419 e 0,319 para Brasil x Brasil. Todos os valores de H_o e H_e entre cruzamentos diferiram, com base no teste de χ^2 ($P < 0,05$) (Tabela 4.4).

Análises realizadas em populações naturais de Goiabeira-Serrana da região de Urubici/SC, indicaram valores de 0,400 para H_o e 0,470 para H_e . Enquanto que análises realizadas no Banco Ativo de Germoplasma da espécie indicam valores de heterozigosidade observada e esperada de 0,550 e 0,640, respectivamente (SANTOS *et al.*, 2002). Populações naturais de cagaita (*Eugenia dysenterica*) outra espécie nativa do Brasil pertencente a família Myrtaceae, apresentou valores médios de 0,458 para H_o e 0,442 para H_e (ZUCHI, 2002). Em todos estes trabalhos, que utilizaram os iniciadores do complexo *Eucalyptus grandis* X *E. Urophylla*, revelaram valores superiores a média observada nos cruzamentos de Goiabeira-Serrana (0,372 para H_o e 0,357 H_e) obtidas no presente trabalho. Este fato não pode ser considerado surpresa em razão de que neste caso só foram utilizados quatro acessos do BAG para a obtenção das progênies que foram avaliadas.

Naturalmente que em outras espécies os valores obtidos para este índice de diversidade genética geralmente é maior do que o obtido neste trabalho que foi de 0,357. Exemplo disso: resultados obtidos em 110 plantas de cinco variedades de videira, revelaram um valor médio de $h_e = 0,625$ (LAMBOY & ALPHA, 1998). Em 11 seleções de porta enxerto de pêssogo, o valor médio de H_e observado foi de 0,51, enquanto que H_o foi de 0,54. Para Hormaza (2002), a heterozigosidade média em damasco foi de 0,51. Dierlewanger *et al.*, (2002) analisaram a diversidade genética em pessegueiro e cerejeira com 41 iniciadores microsatélites obteve um número de alelos por loco que variou de 4,2 e de 2,8 para pessegueiro e cerejeira, respectivamente. A heterozigosidade média esperada foi de 0,41 para pessegueiro e de 0,60 para cerejeira.

Anteriormente e na ausência de marcadores microsatélites, Hamrick & Godt (1990) analisando dados de 449 espécies de plantas representando 165 gêneros quanto a diversidade genética, através de dados alozimícos dentro e entre populações de uma espécie, constataram valores médios dentro das espécies de 50,5% de locos polimórficos, número médio de alelos de 1,96 e H_e de 0,149.

Os índices de fixação alélica de Wrigth (Tabela 4.4) assumiram valores negativos nos três cruzamentos, indicando excesso de heterozigotos, o que era esperado por se tratar de cruzamentos direcionados e não de uma população natural coletada por amostragem aleatória.

Tabela 4.4 Índices de diversidade para três cruzamentos de *Acca sellowiana*, obtidos a partir da análise de 10 locos microssatélites. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Cruzamentos	N	A	P*	Ho	He**	F
BrasilxBrasil	41,1 (0,3)	2,0 (0,3)	70,0	0,419 (0,124)	0,319 (0,089)	-0,313***
BrasilxUruguai	39,7 (0,8)	2,0 (0,3)	80,0	0,441 (0,113)	0,336 (0,067)	-0,3125***
UruguaixUruguai	40,8 (0,6)	1,8 (0,2)	50,0	0,260 (0,107)	0,185 (0,068)	-0,405***
Média	121,6	2,2	80,0	0,372 (0,103)	0,357 (0,73)	-0,04***

N: Número médio de indivíduos analisados; A: número médio de alelos por loco; P: porcentagem de locos polimórficos; Ho: heterozigosidade média observada; He: heterozigosidade média esperada; F: índice de fixação; Desvio Padrão entre parênteses; *Critério 95%; ** Estimativa não viesada de Nei (1978); ***Valor significativamente diferente de zero. (P<0,05).

É relevante destacar também o pequeno número de genótipos dos tipos Uruguai (dois) e Brasil (dois) utilizados neste estudo. Contudo, e tomando-se esta ressalva em consideração, os resultados aqui obtidos reforçam a pressuposição da existência de maior variabilidade genética entre acessos do Tipo Brasil comparativamente aos acessos do Tipo Uruguai.

4.3.4 Distâncias genéticas

Os resultados obtidos neste trabalho indicaram que as distâncias genéticas são mais acentuadas entre o cruzamento envolvendo acessos do Tipo Uruguai e os dois outros cruzamentos (Tabela 4.5). Este resultado também é condizente com o fato de que os acessos do Tipo Uruguai presentes no BAG são variedades já melhoradas, principalmente na Nova Zelândia, cujas associações alélicas foram selecionadas. Porém, há que ser feita duas ressalvas: 1) a baixa correlação cofenética (0,596), que pode ser atribuída ao limitado número de marcadores empregados na análise, e 2) ao pequeno número de genitores das populações segregantes.

Tabela 4.5 Identidade (diagonal superior) e Distância genética (diagonal inferior) não viesada de Nei (1978), para três cruzamentos de *Acca sellowiana*. Florianópolis-SC.CCA/UFSC, 2005.

Cruzamentos	BrasilXUruguai	UruguaiXUruguai	BrasilXBrasil
BrasilxUruguai	*****	0,886	0,909
UruguaiXUruguai	0,121	*****	0,739
BrasilxBrasil	0,095	0,303	*****

Quanto a análise realizada com uma amostragem aleatória no BAG composta de 10 acessos do Tipo Brasil, contrastados com os únicos 10 acessos do Tipo Uruguai, mantidos no mesmo BAG de Goiabeira-Serrana, os resultados obtidos mostraram que as frequências alélicas dos locos EMBRA267 e EMBRA268 foram incapazes de detectar polimorfismo em ambos os tipos. Além disso, em todos os locos polimórficos (8 em 10), sempre os acessos do Tipo Brasil revelaram maior número de alelos. Um exemplo relevante disso é, que nos acessos do Tipo Uruguai, foi detectado apenas um alelo no loco EMBRA85, comparativamente a 3 alelos presentes em acessos Tipo Brasil (Tabela 4.6). O número médio de alelos por loco foi de 3,3 entre os acessos do Tipo Brasil e 1,9 para os do Tipo Uruguai.

Dentre as diferenças marcantes nos valores das frequências alélicas entre os dois Tipos, uma está no loco EMBRA166, onde os alelos 1, 2 e 3 não foram detectados no Tipo Uruguai, enquanto que o Tipo Brasil não revelou o alelo 5. No loco EMBRA69, os acessos do Tipo Uruguai não apresentaram os alelos 3 e 4, enquanto que os do Tipo Brasil não apresentaram o alelo 1 (Tabela 4.6).

Tais resultados dão suporte ao maior valor para a diversidade genética nas progênies entre cruzamentos envolvendo genitores dos dois Tipos, do que entre cruzamentos envolvendo genitores do mesmo Tipo, notadamente entre genótipos do tipo Uruguai.

Tabela 4.6 Frequências alélicas para dez locos microssatélites a partir de 10 genótipos de Goiabeira-Serrana do Tipo Brasil e 10 genótipos do Tipo Uruguai. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Locos	N/Alelos	Tipos	
		Brasil	Uruguai
EMBRA123	N	10	10
	1	0,450	0,500
	2	0,500	0,500
	3	0,050	0,000
EMBRA148	N	8	10
	1	0,125	0,500
	2	0,500	0,500
	3	0,375	0,000
EMBRA166	N	9	10
	1	0,167	0,000
	2	0,222	0,000
	3	0,566	0,000
	4	0,056	0,500
	5	0,000	0,500
EMBRA26	N	10	8
	1	0,100	0,000
	2	0,100	0,438
	3	0,100	0,000
	4	0,200	0,000
	5	0,200	0,563
	6	0,300	0,000
EMBRA69	N	9	8
	1	0,000	0,500
	2	0,167	0,500
	3	0,500	0,000
	4	0,333	0,000
EMBRA85	N	9	10
	1	0,278	0,000
	2	0,222	1,000
	3	0,500	0,000
EMBRA99	N	9	10
	1	0,167	0,000
	2	0,222	0,350
	3	0,167	0,000
	4	0,389	0,050
	5	0,056	0,600
EMBRA108	N	10	10
	1	0,000	0,250
	2	0,500	0,100
	3	0,150	0,000
	4	0,250	0,650
	5	0,100	0,000
EMBRA267	N	10	10
	1	1,000	1,000
EMBRA268	N	10	10
	1	1,000	1,000

*N - Número de indivíduos amostrados

Os valores de heterozigosidade observada e esperada foram de 0,555 e 0,548, respectivamente para o Tipo Brasil e de 0,602 e 0,371 para o Tipo Uruguai (Tabela 4.7). O número médio de alelos a partir dos dois Tipos (3,6), é semelhante ao observado em populações naturais de Goiabeira-Serrana na região de Urubici/SC e superior aos valores de heterozigosidade média encontrados a partir de marcadores isoenzimáticos para várias espécies vegetais, segundo levantamento bibliográfico feito por Mariot (2000).

Os índices de fixação alélica de Wrigth (Tabela 4.7) foram negativos para os dois tipos, indicando um excesso de heterozigotos. O índice de fixação do Tipo Uruguai apresentou maior valor absoluto, o que pode estar associado ao fato de que estes acessos são na verdade variedades já desenvolvidas e cultivadas na Nova Zelândia.

Tabela 4.7 Índices de diversidade para três cruzamentos de *Acca sellowiana*, obtidos a partir da análise de 10 locos microssatélites. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Tipos	N	A	P*	Ho	He	F**
Brasil	9,4 (0,2)	3,3 (0,5)	80,0	0,555 (0,110)	0,548 (0,094)	-0,013 ^{ns}
Uruguai	9,6 (0,3)	1,9 (0,2)	70,0	0,602 (0,139)	0,371 (0,081)	-0,622*
Média	19	3,6	800	0,578 (0,119)	0,550 (0,096)	-0,05 ^{ns}

N: Número médio de indivíduos analisados por cruzamento; A: número médio de alelos por loco; P: percentagem de locos polimórficos; Ho: heterozigosidade média observada; He: heterozigosidade média esperada; F: índice de fixação; Desvio Padrão entre parênteses; *Critério 95%; ** Estimativa não viesada de Nei (1978); ***Valor significativamente diferente de zero ($P < 0,05$).

4.3.5 Análise de variância

No primeiro ano observou-se a existência de diferenças estatisticamente significativas entre as combinações alélicas para as características Diâmetro de caule, Altura de planta, Peso de fruto, Rendimento em polpa, Relação comprimento/diâmetro, Resistência de casca, SST e Acidez (Tabela 4.8). No segundo ano a característica Diâmetro de copa passou a apresentar diferenças estatisticamente significativas entre as combinações alélicas, enquanto que as características Resistência de casca e SST deixaram de apresentar esta associação (Tabela 4.9).

Considerando como foco de análise inicialmente o marcador EMBRA123, no primeiro ano observou-se tendência de associação entre classes de combinações alélicas com fenotípicas das características Altura de planta, Rendimento em polpa, Relação comprimento

diâmetro e Acidez. Porém, no segundo ano, a associação se manteve somente para Altura de planta e Acidez, sendo detectadas novas associações com Diâmetro de caule e Diâmetro de copa, que no primeiro ano de avaliação não havia sido detectado.

O marcador EMBRA148, que no ano 2003 apresentou associação com Acidez, no ano 2004 passou a revelar associação com as características Altura de planta e Diâmetro de copa, além de manter a associação com acidez. No ano de 2003 observou-se associação do EMBRA166 com Altura de planta, Resistência de casca e SST, enquanto que no ano 2004 as características associadas a este marcador foram Altura de planta, Rendimento em polpa e Acidez.

Ao marcador EMBRA26 estiveram associadas às características Peso de fruto, Resistência de casca e Acidez, no ano 2003. No ano de 2004, as associações foram com as características Altura de planta, Relação comprimento/diâmetro e Acidez. O marcador EMBRA69 demonstrou associações com as características Diâmetro de caule, Altura de planta, Peso de fruto, Rendimento em polpa e Acidez no primeiro ano de avaliação, enquanto que no segundo as associações foram com as mesmas características acrescidas de Diâmetro de copa e Relação comprimento/diâmetro.

A única das três associações entre o marcador EMBRA85 que se manteve nos dois anos foi com altura de planta. As demais associações encontradas foram com Resistência da casca e Acidez no primeiro ano e com Altura de planta e Diâmetro de copa no segundo ano.

O marcador EMBRA108 apresentou associação somente no primeiro ano com as características Diâmetro de caule e Altura de planta.

O único marcador avaliado que não apresentou associação alguma com as características acima referidas foi EMBRA99.

Tomando os resultados em conjunto, ficou evidente a inconstância dos mesmos nos dois anos, devido provavelmente a interação genótipo X ambiente. Contudo, destacam-se as associações entre o marcador EMBRA69 com as características Diâmetro de caule, Altura de planta, Peso de fruto, Rendimento em polpa e Acidez.

Um dos resultados relevante foi obtido com as características Altura de planta e Acidez. A primeira manteve associações nos dois anos com quatro marcadores (EMBRA123, EMBRA166, EMBRA69 e EMBRA85) e a segunda com três marcadores (EMBRA123, EMBRA26 e EMBRA69), sendo que dois deles são comuns.

Tabela 4.8 Resumo da análise de variância para oito marcadores SSRs e as características de Diâmetro de caule (DCa), Altura de planta (AP), Diâmetro de copa (DCo), Peso de fruto (PF), Rendimento em polpa (RP), Relação comprimento/diâmetro (CD), Resistência da casca (RC), Acidez Total Titulável (ATT) e Sólidos Solúveis Totais (SST), a partir de progênies de três cruzamentos de Goiabeira-Serrana avaliados no ano de 2003. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Fator de variação	GL	QM								
		DCa	AP	DCo	PF	RP	CD	RC	ATT ¹	SST
EMBRA123	2	0,002	0,020*	0,004	0,06	0,038*	0,053*	0,07	0,362*	0,007
resíduo	67	0,004	0,003	0,008	0,02	0,005	0,016	0,05	0,109	0,01
CV%		3,4	2,4	4,2	8,0	12,6	9,4	28,3	42,3	10,0
EMBRA148	3	0,004	0,006	0,003	0,25	0,007	0,03	0,016	0,114	0,038*
resíduo	66	0,004	0,004	0,008	0,019	0,006	0,017	0,052	0,117	0,008
CV%		3,4	2,7	4,2	7,8	13,6	9,9	29,6	45,6	9,2
EMBRA166	6	0,006	0,009*	0,006	0,03	0,011	0,031	0,127*	0,214	0,045*
resíduo	63	0,004	0,003	0,008	0,02	0,005	0,016	0,043	0,1	0,006
CV%		3,4	2,4	4,2	8,1	12,2	9,4	26,9	40,5	8,1
EMBRA26	5	0,003	0,007	0,007	0,049*	0,011	0,024	0,214*	0,488*	0,017
resíduo	64	0,005	0,004	0,008	0,016	0,005	0,017	0,038	0,088	0,009
CV%		3,8	2,7	4,2	10,2	13,3	10,1	25,3	34,9	9,5
EMBRA69	3	0,013*	0,020*	0,018	0,066*	0,030*	0,03	0,102	0,407*	0,024
resíduo	66	0,004	0,003	0,008	0,017	0,004	0,017	0,05	0,103	0,009
CV%		3,3	2,4	4,1	7,7	11,3	10,0	30,0	39,1	9,7
EMBRA85	4	0,005	0,012*	0,01	0,011	0,012	0,01	0,147*	0,276*	0,006
resíduo	65	0,004	0,003	0,008	0,02	0,006	0,02	0,044	0,107	0,01
CV%		3,4	2,4	4,2	7,9	13,8	11,1	24,7	39,9	9,7
EMBRA 99	2	0,008	0,003	0,02	0,014	0,002	0,043	0,095	0,01	0,02
resíduo	67	0,004	0,004	0,008	0,019	0,006	0,017	0,05	0,12	0,009
CV%		3,4	2,7	4,2	7,8	13,3	9,9	29,4	44,4	9,5
EMBRA108	1	0,021*	0,027*	0,005	0,011	0,003	0,015	0,007	0,02	0,001
resíduo	68	0,004	0,003	0,008	0,02	0,006	0,017	0,05	0,12	0,01
CV%		3,4	2,4	4,2	7,9	13,0	10,3	29,8	45,6	9,8

¹expresso em g de ácido cítrico/100ml de suco. * significativo estatisticamente a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 4.9 Resumo da análise de variância com teste F significativo ($P < 0.05$) para seis marcadores e as características de Diâmetro de caule (DCa), Altura de planta (AP), Diâmetro de copa (DCo), Peso de fruto (PF), Rendimento em polpa (RP), Relação comprimento/diâmetro (CD), Resistência de casca (RC), Acidez Total Titulável (ATT) e Sólidos Solúveis Totais (SST) a partir de progênies de três cruzamentos de Goiabeira-Serrana avaliados em 2004. Florianópolis-SC, CCA/UFSC, 2005.

Fator de variação	GL	QM								
		DCa	AP	DCo	PF	RP	CD	RC	ATT ¹	SST
EMBRA123	2	0,019*	0,045*	0,023*	0,42	0,009	0,025	0,001	0,668*	0,002
resíduo	99	0,004	0,004	0,004	0,017	0,005	0,025	0,023	0,032	0,005
CV%		3,4	2,8	2,8	7,6	12,0	11,5	24,5	24,6	7,1
EMBRA148	3	0,009	0,022*	0,013*	0,008	0,007	0,026	0,009	0,118*	0,001
resíduo	98	0,004	0,005	0,004	0,018	0,005	0,025	0,022	0,042	0,005
CV%		3,3	3,1	2,7	7,9	11,8	11,9	23,5	27,7	7,1
EMBRA166	6	0,012	0,029*	0,008	0,025	0,019*	0,016	0,04	0,98*	0,009
resíduo	95	0,004	0,004	0,004	0,017	0,004	0,026	0,02	0,41	0,005
CV%		3,3	2,7	2,7	7,7	10,5	11,8	21,4	83,1	7,1
EMBRA26	5	0,005	0,343*	0,009	0,015	0,004	0,059*	0,033	0,12*	0,006
resíduo	96	0,004	0,004	0,004	0,018	0,005	0,023	0,021	0,040	0,005
CV%		3,3	2,7	2,7	7,9	11,5	11,3	23,4	24,4	7,1
EMBRA69	3	0,265*	0,78*	0,0044*	0,058*	0,016*	0,075*	0,009	0,636*	0,009
resíduo	98	0,003	0,003	0,003	0,016	0,004	0,023	0,022	0,268	0,005
CV%		2,8	2,4	2,4	7,4	10,7	10,9	24,3	66,4	7,1
EMBRA85	5	0,009	0,032*	0,012*	0,027	0,004	0,023	0,035	0,097	0,01
resíduo	96	0,004	0,004	0,004	0,017	0,005	0,025	0,021	0,04	0,004
CV%		3,3	2,7	2,7	7,6	11,6	11,7	22,3	24,7	6,3
EMBRA99		0,003	0,01	0,0004	0,005	0,007	0,016	0,005	0,012	0,003
Resíduo		0,004	0,005	0,004	0,002	0,005	0,025	0,022	0,045	0,005
CV%		3,3	3,1	2,7	8,3	11,8	11,7	23,9	27,9	7,1
EMBRA108		0,0001	0,005	0,0001	0,004	0,002	0,013	0,021	0,03	0,002
Resíduo		0,004	0,005	0,004	0,02	0,005	0,025	0,022	0,045	0,005
CV%		3,3	3,1	2,7	8,3	11,8	11,6	23,5	26,8	7,1

¹expresso em g de ácido cítrico/100ml de suco. * significativo estatisticamente a 5% de probabilidade de erro.

4.4 Conclusões

Frente às dificuldades encontradas, principalmente no que se refere ao número de iniciadores e ajuste de protocolo, torna-se evidente a necessidade de desenvolver iniciadores microssatélites específicos para a espécie, no sentido de otimizar as atividades não somente de pesquisa molecular quanto do processo de melhoramento propriamente dito, mas também aprofundar os estudos de genética e evolução.

Um menor número de bandas e de quantidade informativa foi detectada nos cruzamentos estudados comparativamente ao que foi encontrado no BAG, o que é justificado pela menor variabilidade de meio-irmãos de poucas famílias

Os índices de fixação alélica revelaram excesso de heterozigotos para os três tipos de cruzamentos. O cruzamento de maior polimorfismo envolveu acessos dos Tipos Brasil e Uruguai, enquanto que a análise das distâncias genéticas discriminaram de forma mais evidente o cruzamento envolvendo os acessos do Tipo Uruguai.

Considerando que neste trabalho foi acessado tanto a variabilidade fenotípica, que em parte é reflexo de variabilidade genética, como a variabilidade em nível molecular, pode-se concluir que os acessos do Tipo Uruguai presentes no BAG apresentam menor diversidade genética, quando comparados aos acessos do Tipo Brasil, o que por sua vez tem fundamental importância sobre a tomada de decisões no programa de melhoramento da espécie.

As diferenças na diversidade genética detectada neste estudo podem ser justificadas provavelmente pela maior pressão de seleção a que foram submetidos os genótipos do Tipo Uruguai. Por outro lado, no Brasil ainda não ocorreu pressão de seleção significativa, razão pela qual inexistem variedades geneticamente melhoradas. Este fato associado à fecundação cruzada da espécie permite a geração de maior diversidade em populações segregantes para cruzamentos entre acessos dos dois Tipos.

O uso da análise de variância não permitiu estabelecer conclusivamente qualquer tipo de associação entre combinações alélicas e características fenotípicas, provavelmente em razão dos efeitos ambientais e, principalmente, do limitado número de marcadores moleculares e de genótipos empregados na análise.

4.5 Referências Bibliográficas

BRONDANI, R.P.V.; BRONDANI, C.; TARCHINI, R.; GRATTAPAGLIA, D. Development, characterization and mapping of microsatellite markers in *Eucalyptus grandis* and *E. urophylla*. **Theof Appl Genet**. v.97, n.816, p.27.1998.

BRUNELLI K.R.; SILVA, H.P.; CAMARGO, L.E.A. Mapeamento de genes de resistência quantitativa a *Puccinia polysora* em milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n.2.2002.

COART, E.; VEKEMANS, X.; SMULDERS, M.J.M.; WAGNER, I.; HUYLENBROECK, J.V.; BOCKSTAELE, E, V.; ROLDÁN-RUIZ, I. Genetic variation in the endangered wild apple (*Malus sylvestris* in Belgium as revealed by amplified fragment length polymorphism and microsatellite markers. **Molecular Ecology**, v.12, p.845-857. 2003.

CRESTE, S.; TULMANN-NETO, A; FIGUEIRA, A. Detection of single sequence repeat polymorphism in denaturing polyacrylamide sequencing gels by silver staining. **Plant Molecular Biology**, v. 19, p.1-8. 2001.

DARVIERWALA, A.P.; RAMAKRISHNA, W.; RANJEKAR, P.K.; GUPTA, V.S. Sequence variations at a complex microsatellite locus in rice and its conservation in cereals. **Theor. Appl. Genet.**, v.101, p.1231-1298. 2000.

DETTORI, M.T.; PALOMBI, M.A. Identification of *Feijoa sellowiana* Berg accessions by RAPD markers. **Scientia Horticulturae**, vol. 86, p. 279-290. 2000.

DI GASPERO, G.; PETERLUNGER, E.; TESTOLIN, R; EDWARDS, K.J.; CIPRIANI, G. Conservation of microsatellite loci within the genus *Vitis*. **Theor. Appl. Genet**, v.101, p. 301-308. 2000.

DIERLANGUER, E.; COSSON, P.; TAVAUD, M.; ARANZA, M.J.; POIZAT, C.; ZANETTO A.; ARÚS, P.; LAIGRED, F. Development microsatellites markers in peach [*Prunus persica* (L) Batsch] and their use in genetic diversity analysis in peach and sweet cherry (*Prunus avium* L.). **Theor. Appl. Genet.**, v. 105, p. 127-138, 2002.

DOYLE, J.J.; DOYLE, J.L. HORTORIUM, L.H.B. Isolation of Plant DNA from fresh tissue. **Focus**, v.12, p.13-15. 1987.

DUCROQUET, J.P.H.J.; RIBEIRO, P.; A Goiabeira-Serrana: velha conhecida, nova alternativa; **Agropecuária Catarinense**, v.4, n.3, p. 27-29. 1991.

DUCROQUET, J.P.H.J.; HICKEL, E.R.; NODARI, R.O. **Goiabeira-Serrana (*Feijoa sellowiana*)**. Série Frutas nativas 5; Jaboticabal:Funep, 2000. 66p.

EDWARDS, M. D.; STUBER, C. W.; WENDEL, J. F. Molecular-marker-facilitated investigations of quantitative trait loci in maize: numbers, genomic distribution and types of gene action. **Genetics**, Bethesda, v. 116, p. 113-125, 1987.

HAMRICK, J.L.; GODT, M.J.W. Allozyme diversity in plant species. In: BROWN, A.H.D.; CLEGG, M.T.; KAHLER, A.L., WEIR, B.S. **Plant population genetic, breeding and germoplasma resources**. Sunderland: Sinauer Associates, p. 43-63, 1990.

HORMAZA, J.I. Molecular characterization and similarity relationships among apricot (*Prunus armeniaca*) genotypes using simple sequence repeats. **Theor Appl. Genet.** v. 104, p. 321-328. 2002.

LAMBOY, W. F. ;ALPHA, C.G. using simple sequence repeats (SSRs) for DNA fingerprinting germoplasm accessions of grape (*Vitis L.*) species. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** V. 123, n. 2, p.182-188. 1998.

LEGRAND, C.D.; KLEIN, R.M. **Mirtáceas**. In: REITZ, P.R. Flora ilustrada catarinense- Herbário “ Barbosa Rodrigues”, p. 623-629.1997.

LI, C.C.; HORVITZ, D.G. Some methods of estimating the inbreeding coefficient. **American Journal of Human Genetics**, v.5, p. 107-117. 1953.

MARIOT, A. **Distribuição da diversidade genética e aspectos da fenologia e dispersão de sementes da pariparoba (*Piper cernuum*)**. 2000.133 f. Dissertação (mestrado em Recursos Genéticos Vegetais). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2000.

MATTOS, J.R. **A Goiabeira-Serrana**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis, (publicação IPRNR, 19), 1986. 84p.

MATTOS, J.R. **Goiabeira-Serrana- Fruteiras nativas do Brasil**. 2º ed. Porto Alegre- RS: Ed. Gráfica Ceue,1990.120p.

MELO L.C.; SANTOS, J.B.; FERREIRA, D.F. Mapeamento de QTLs para reação ao oídio e mancha-angular do feijoeiro-comum em diferentes locais. **Revista Agropecuária Brasileira**, v.37, n. 8, p.1115 a 1126, 2002.

NEI, M. Analysis of gene diversity in subdivided populations. **Proc. Nat. Acad. Sci. USA**, v.70, n.12, p. 3321-3323.1973.

NEI, M. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. **Genetics**, v.89, p.583-590. 1978.

NODARI, R.O; DUCROQUET, J.P.H.J.; GUERRA, M.P.; MELER, K. Genetic variability of *Feijoa sellowiana* germoplasm. **Acta Horticulturae**, v.452, p. 41-46. 1997.

PEAKALL, R.; GILMORE, S.; KEYS, W; MORGANTE M.; RAFALSKI, A. Cross-Species amplification of Soybean (*Glycine max*) simple sequence repeats (SSRs) within the genus and other legume genera: Implications for the transferability of SSRs in plants. **Mol. Biol. Evol.** v.15, n.10, p.1275-1287. 1998.

PHILLIPS, W. J.; CHAPMAN, C.G.D.; JACK, P.L. Molecular cloning and analysis of one member of a polymorphic family of GACA hybridising DNA repeats in tomato. **Theor. Appl. Genet.**, v.88, p. 845-851. 1994.

RAFALSKI, J.A.; TINGEY, S.V. Genetic diagnostics in plant breeding: RAPD's, microsatellites and machines. **Theor. Appl. Genet.**, v.8, n.9, p.275-280.1996.

SAGHAI-MAROOF, M.A.; BIYASHEV, R.M.; YANG, G.P.; ZANG, Q.; ALLARD, R.W. Extraordinarily polymorphic microsatellite DNA in Barley: species diversity, chromosomal locations and population dynamics. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**, v.91, p.5466-5470. 1994.

SAMBROOK J., FRITSCH, E.F.; MANIATIS, T. **Molecular Cloning: A Laboratory Manual**. Cold Spring Harbor Laboratory, NY. 1989.

SANTOS, K.L.; FINARDI, C.; DUCROQUET, J.P.; NODARI, R.O. Caracterização genética dos acessos do banco de germoplasma de Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana*)” In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, XVII, Belém, PA, 2002, SBF, Jaboticabal, **CD-Room**, p.1-5. 2002.

SCOTT, L.J.; SHEPHERD, M.; HENRY, R.J. Characterization of highly conserved microsatellite loci in *Araucaria cunninghamii* and related species. **Plant Systematics Evolution**. v. 236, p. 115-123. 2003

SHARMA, P.C.; WINTER, P.; BÜNGER, T.; HÜTTEL, B.; WEINGAND, F.; WEISING, K.; KAHL, G. Abundance and polymorphism of di, tri and tetranucleotide tandem repeats in chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Theor. Appl. Genet.**, v.90, p. 90-96.1995.

SNEATH, P.H.A. e SOKAL, RR. **Numeral taxonomy**. W.H. Freeman, São Francisco. 1973.

STATGRAPHICS **Statistical graphics system**. 1993. Ed. Statistical graphics corporation portions copyright version 7.0.

SWOFFORD, D.L, SELANDER, R.B.A. **A computer program for the analysis of allelic variation in population genetics an biochemical systematics**, Release1.7. Natural History Sursey. Illinois, 1989. 43p.

WEIR, B.S. **Genetic data analysis. Methods for descrete population genetic data**. Sinauer Associates Inc. Publishers, Suderland Massachusetts. 1990. 377p.

WELTER, L.J.; BELÓ, A.; DUCROQUET, J.P.; GUERRA, M.P.; NODARI, R.O. Genetic characterization of the Goiabeira-Serrana (*Feijoa sellowiana* Berg) germoplasm. In: Congresso Brasileiro de Genética, 45°, Gramado (RS), Anais..., **Revista Brasileira de genética**, Ribeirão Preto, SP, SBG, v.22, n.3, Supplement, p. 301.1999.

WÜNSCH, A. and HORMAZA, J.I. Molecular evaluation of genetic diversity and S-allele composition of local Spanish sweet cherry (*Prunus avium* L) cultivars. **Genetic Resources and Crop Evolution**, n. 51, p. 635-641, 2004.

ZUCHI, M.I. **Análise da estrutura genética de Eugenia dysenteria utilizando marcadores RAPD e SSR**. 2002. 178f. Tese (doutorado em Agronomia – área de concentração genética e melhoramento de plantas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba-SP, 2002.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo Degenhardt (2001), estimativas baixas de repetibilidade ressaltam as dificuldades existentes para o melhorista em identificar os melhores genótipos de Goiabeira-Serrana a partir da análise das médias fenotípicas, considerando três anos de análise, sendo necessário ao menos quatro anos de avaliação.

Desta forma, os resultados obtidos neste trabalho devem ser tomados com cautela, uma vez que foram obtidos somente em dois anos de avaliação, o que sugere a continuidade das análises no sentido de garantir maior robustez nos resultados e nas inferências.

Na análise dos dados qualitativos no ano de 2003 e 2004, foi detectada a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os cruzamentos para todas as características avaliadas que foram Inserção de sépalas, Formato de fruto, Consistência de casca, Cor de polpa, Rugosidade e Coloração de casca, Presença de brilho na casca, Produtividade e Presença de vácuo entre polpa e casca. Porém, as características com mais discrepância de freqüências entre cruzamentos foram: Formato de fruto, Cor de polpa, Rugosidade e Produtividade.

Características como Inserção de sépalas e Presença de brilho, apresentaram efeitos advindos da coleta e transporte que mascararam e dificultaram uma análise precisa, além de apresentarem pouca relevância neste momento para o programa de melhoramento de Goiabeira-Serrana. Sugere-se, desta forma, que características como Peso de fruto, Acidez, Rendimento, SST e Produtividade sejam priorizadas não somente por permitirem a discriminação mais efetiva entre genótipos, mas por terem direta relação com o consumidor final, com reflexos diretos no melhoramento genético.

Por outro lado, a característica Rugosidade de casca necessitaria de estudos complementares não somente relacionados à preferência do consumidor, como também sua associação com as demais características abordadas neste trabalho; entre elas a resistência a doenças, visando verificar em particular se as gelhas presentes em frutos rugosos favorecem efetivamente a inoculação e o desenvolvimento de doenças.

Na análise fenotípica dos cruzamentos, a informação de destaque obtida no primeiro ano está relacionada à Resistência da casca, por mostrar-se coerente com resultados obtidos em análises anteriores realizadas pela Epagri.

Porém, de forma geral o ano de 2003 foi pouco informativo com relação aos dados

quantitativos, o que se deve em parte a menor número de cruzamentos avaliados. No segundo ano de avaliação foi observada pouca diferenciação entre cruzamentos, quando tomados por base as características referentes ao porte da planta como diâmetro de caule, altura e diâmetro de copa, destacando somente o cruzamentos 85x50 com porte mais elevado.

Como genótipos de interesse destacou-se o genitor 85 por apresentar porte de planta médio; frutos alongados, piriformes, de coloração verde escura, de alto peso, porém alta resistência de casca, sem, contudo, atrativos quanto ao sabor. Por outro lado, destacou-se o cruzamento 451x458, por possuir plantas de porte baixo, frutos de formado piriforme a obovóide, coloração verde amarelada e de baixo peso, porém apresentou-se como um dos cruzamentos mais atrativos quanto ao aspecto sabor.

Se for considerado como base para a seleção de características de maior impacto como peso de frutos, rendimento de polpa e produtividade, os cruzamentos entre os genótipos, 458 para produtividade e rendimento, e o genótipo 85 para peso de fruto, devem ser considerados prioritários. O fato do genótipo 458 e de algumas de suas progênes terem apresentado alta produtividade, porém, baixo peso de fruto, remete a necessidade de raleio nestes genótipos no sentido de obter melhor qualidade de fruto, caso este genótipo venha a ser cultivado em escala comercial.

Os coeficientes de correlação fenotípicos obtidos sugerem que a maioria das associações apresentaram-se fracas e variáveis entre anos, sugerindo influência ambiental relevante e a necessidade de ampliação do período de avaliação. Contudo, os resultados referentes à análise dialélica revelaram que os cruzamentos envolvendo genitores do Tipo Uruguai apresentaram maior teor de SST e menor acidez quando comparados com os demais cruzamentos. Outra associação detectada foi entre os genitores do Tipo Uruguai e frutos mais alongados, quando comparados aos demais cruzamentos.

As características que refletem maiores ganhos na seleção direta, por apresentarem elevados valores de herdabilidade foram Altura de planta e Relação comprimento/diâmetro, apresentando valores de 80,33% e 86,99%, respectivamente. A considerável correlação existente entre relação comprimento/diâmetro e SST torna possível a seleção indireta. Vale ressaltar que, embora apresentem vantagens no ganho por seleção, plantas de elevada altura e de frutos demasiadamente alongados são pouco desejáveis do ponto de vista agrônomo e comercial, por dificultar tratos culturais e padronização de embalagens, respectivamente.

Contudo, o potencial de formação de progênes superiores, estabelecido pelo ranqueamento dos genitores, com base na CGC, destaca os genitores 231, 451 e 458 apresentam-se mais indicados à diminuição do porte da planta.

O agrupamento dos cruzamentos e dispersão gráfica da Análise de Componentes Principais mostraram, igualmente, uma tendência de agrupamentos entre os cruzamentos, tendo como base a origem dos genitores.

Vale lembrar que é necessária a ampliação do número de genótipos do Tipo Uruguai, para que se possa afirmar a efetiva diferenciação entre tipos Brasil e Uruguai. Para verificar esta diferenciação sugere-se priorizar a avaliação das características mais relevantes para a discriminar os genótipos, a saber: Diâmetro de copa, Peso de fruto, Rendimento em polpa e Acidez. De qualquer forma, pode-se concluir através dos resultados obtidos nesta avaliação que os genótipos do Tipo Uruguai avaliados apresentaram menor diversidade genética, quando comparados aos genótipos do Tipo Brasil, o que por sua vez tem fundamental importância sobre a tomada de decisões nos programas de melhoramento da espécie.

O fato dos genótipos do Tipo Uruguai terem sido submetidos à seleção, enquanto que sobre o Tipo Brasil ainda não, justifica a menor diversidade genética encontrada para o Tipo Uruguai. Porém a possibilidade de cruzamentos entre os dois Tipos permite a geração de maior diversidade de segregantes para as variedades do Tipo Brasil e, por sua vez, expressa características que já podem ter sido selecionadas no Tipo Uruguai.

De qualquer forma, cautela deve ser tomada na análise da diversidade genética dos tipos Uruguai e Brasil, sendo destacada novamente a necessidade de ampliação do número de acessos do Tipo Uruguai para o estabelecimento de resultados mais concisos.

Destaca-se também a necessidade de desenvolver iniciadores microsatélites específicos para a espécie, no sentido de ampliar e dar maior eficiência dos estudos genéticos como suporte à domesticação e ao desenvolvimento de cultivares, para alcançar o uso comercial dessa espécie.

O resultado da Análise de Variância entre combinações alélicas e características fenotípicas, não permitiu estabelecer qualquer tipo de ligação entre os mesmos, tendo em vista os efeitos ambientais elevados e, principalmente, o limitado número de marcadores moleculares utilizados.

De forma geral, o presente estudo, também traz uma caracterização complementar do Tipo Uruguai, indicando que, embora considerado menos diversificado em termos de variabilidade genética, permitiu a seleção de genótipos de bom desempenho. Considerando a maior diversidade do Tipo Brasil e a possibilidade de cruzamentos entre os tipos, podem-se obter progênies muito promissoras para o programa de melhoramento.

Foram caracterizados também genótipos com combinações de genes favoráveis para algumas características como peso de fruto (85) e baixa acidez (451x458), porém ainda não foram identificados genótipos que reúnam características de produtividade e sabor.

Embora limitado pelo número de cruzamentos avaliados, o estudo permitiu

estimativas inéditas sobre as bases genéticas de Goiabeira-Serrana, que poderão ser ampliadas no próximo ano de avaliação. Ressalta-se também a necessidade de aumento no número de anos de avaliação, no sentido de aumentar a precisão da descrição das propriedades genéticas e ambientais sobre a expressão fenotípica.

Em virtude de algumas limitações deste trabalho, os resultados obtidos neste devem ser considerados complementares ao conjunto de dados de Goiabeira-Serrana e tomados como base para novos estudos.

6.ANEXOS

Anexo 1. Genótipos de 10 locos microssatélites em três cruzamentos envolvendo genitores do tipo Brasil e Uruguai, de indivíduos produtivos de *Acca sellowiana*.

SSR1 SSR7 SSR5 SSR2 SSR3 SSR9 SS12 SSR6 SSR8 SS11

BRASIL X URUGUAI

0101 12 12 22 12 24 12 11 11 22 11

0458 12 22 12 12 13 12 11 12 12 11

0401 12 12 12 11 34 12 11 12 12 11

0402 12 22 11 11 24 22 11 12 12 11

0403 12 22 12 12 34 22 11 11 00 11

0404 12 22 12 11 34 22 11 11 22 11

0405 12 12 22 11 34 22 11 11 22 11

0406 12 22 12 22 34 22 11 11 22 11

0407 12 12 12 11 34 22 11 12 12 11

0408 12 12 22 11 23 22 11 11 22 11

0409 12 12 22 22 34 22 11 12 12 11

0410 12 22 22 11 34 22 11 11 12 11

1001 12 12 22 22 23 22 11 12 22 11

1002 12 12 12 11 23 22 11 11 22 11

1003 12 12 12 22 34 22 11 12 12 11

1004 12 12 22 12 23 22 11 11 12 11

1005 12 12 12 11 23 22 11 12 22 11

1006 12 12 22 11 34 22 11 11 00 11

1007 12 22 22 12 34 12 11 11 22 11

1008 12 12 00 12 34 12 11 12 12 11

1009 12 22 12 11 34 12 11 11 22 11

1010 12 12 11 12 34 22 11 11 12 11

2218 12 12 22 00 34 22 11 11 00 11

2219 12 12 11 12 34 12 11 11 12 11

2220 12 22 11 12 23 22 11 12 00 11

2221 12 22 11 11 34 12 11 12 12 11

2222 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

2228 12 22 22 22 34 22 11 12 00 11

2229 12 12 22 11 23 22 11 00 00 11

2230 12 12 22 12 23 22 11 00 00 11
2231 12 12 00 11 23 22 11 12 12 11
2232 12 22 22 12 34 22 11 11 12 11
2812 12 22 22 11 23 22 11 11 00 11
2813 12 12 22 11 34 22 11 11 12 11
2814 12 22 22 22 34 22 11 11 12 11
2815 12 12 22 12 23 22 11 12 22 11
2816 12 22 22 11 24 22 11 11 12 11
2817 12 22 22 11 34 22 11 12 22 11
2818 12 22 12 22 34 22 11 11 12 11
2819 12 12 12 11 34 22 11 11 12 11
2820 12 22 22 12 23 22 11 12 22 11
2821 12 12 22 11 34 22 11 11 12 11
URUGUAI X URUGUAI
0451 12 22 22 11 34 12 11 22 22 11
0458 12 22 12 12 13 12 11 12 12 11
0523 12 22 22 11 00 12 11 22 22 11
0524 12 22 22 11 34 22 11 22 12 11
0525 12 22 22 12 34 22 11 22 12 11
0526 12 22 22 12 34 22 11 22 12 11
0527 12 22 22 12 34 22 11 22 22 11
0528 12 22 22 12 34 22 11 22 12 11
0529 00 22 22 12 34 22 11 22 22 11
0530 00 22 22 12 34 22 11 22 12 11
0531 11 22 22 12 34 22 11 22 22 11
0532 00 22 22 12 34 22 11 22 22 11
1201 11 22 22 12 34 22 11 22 22 11
1202 11 22 22 12 34 22 11 22 22 11
1203 11 22 22 12 34 12 11 22 12 11
1204 11 22 22 11 34 22 11 22 12 11
1205 12 22 22 11 34 22 11 22 22 11
1206 11 22 22 12 34 22 11 22 12 11
1207 11 22 22 11 34 22 11 22 12 11
1208 11 22 22 12 34 22 11 22 00 11
1209 11 22 22 12 34 22 11 22 22 11
1210 11 22 22 11 34 22 11 22 22 11
2207 11 22 22 12 34 22 11 22 22 11

2208 11 22 22 11 34 22 11 22 22 11
2209 11 22 22 11 34 22 11 22 22 11
2210 12 22 22 11 34 22 11 22 22 11
2211 11 22 22 12 34 22 11 22 00 11
2212 11 22 22 11 13 12 11 22 22 11
2213 11 22 22 12 13 22 11 22 22 11
2214 11 22 22 00 33 22 11 22 00 11
2215 11 22 22 12 34 22 11 22 12 11
2216 12 22 00 12 34 22 11 22 22 11
2629 11 22 22 11 34 22 11 22 12 11
2630 11 22 22 12 34 22 11 22 00 11
2631 11 22 22 12 13 12 11 22 00 11
2632 11 22 22 22 34 22 11 22 22 11
2633 11 22 22 12 13 12 11 22 22 11
2634 11 22 22 12 13 22 11 22 22 11
2635 11 22 22 12 13 22 11 22 00 11
2636 11 22 22 12 13 22 11 22 12 11
2637 12 22 22 12 34 22 11 22 22 11
2838 12 22 22 12 34 22 11 22 12 11
BRASIL X BRASIL
0101 12 12 22 12 24 12 11 11 12 11
0050 12 13 23 12 13 12 11 11 22 11
0623 12 12 23 22 23 22 11 11 12 11
0624 12 00 23 12 23 22 11 11 22 11
0625 11 11 23 12 34 22 11 11 22 11
0626 12 11 22 12 14 22 11 11 22 11
0627 12 22 23 00 34 22 11 11 12 11
0628 11 11 33 12 34 22 11 11 22 11
0629 12 12 22 12 12 22 11 11 12 11
0630 12 33 23 12 23 22 11 11 22 11
0631 12 12 23 22 14 22 11 11 22 11
0632 12 12 00 12 00 12 11 11 22 11
1101 12 12 33 12 12 22 11 11 00 11
1102 11 11 23 12 12 22 11 11 00 11
1103 12 13 23 22 14 22 11 11 22 11
1104 12 12 23 12 12 22 11 11 22 11
1105 12 13 33 22 34 22 11 11 12 11

1106 12 12 23 12 12 12 11 11 22 11
1107 12 12 23 12 14 22 11 11 12 11
1108 12 12 33 12 34 22 11 11 22 11
1109 12 12 23 22 14 22 11 11 22 11
1110 12 13 22 12 34 22 11 11 12 11
1734 12 13 33 12 34 22 11 11 22 11
1735 12 13 22 12 14 22 11 11 22 11
1736 12 11 23 12 23 22 11 11 12 11
1737 12 23 23 22 34 22 11 11 22 11
1738 12 13 33 22 34 22 11 11 22 11
1739 00 11 23 22 14 22 11 11 22 11
1740 11 13 33 22 23 22 11 11 22 11
1741 12 11 33 12 23 22 11 11 22 11
1742 12 11 33 12 23 22 11 11 22 11
1743 00 23 33 12 34 22 11 11 12 11
2420 12 12 23 12 23 22 11 11 22 11
2421 12 13 22 22 23 12 11 11 22 11
2422 12 23 23 22 14 22 11 11 22 11
2423 12 12 33 12 23 22 11 11 22 11
2424 12 12 33 22 14 22 11 11 12 11
2425 00 23 22 12 34 22 11 11 22 11
2426 12 12 33 22 12 22 11 11 22 11
2427 12 12 33 12 12 22 11 11 12 11
2428 12 13 33 12 14 22 11 11 22 11
2429 12 13 33 12 12 22 11 11 12 11