

MARIA LUIZA DE ARAUJO


INTERAÇÕES INTRA-LOCO E INTER-LOCOS *alcobaça, crimson e high pigment* SOBRE CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE E DE PRODUÇÃO DE FRUTOS DO TOMATEIRO.

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do grau de "Doutor".

Orientador

Prof. WILSON ROBERTO MALUF

LAVRAS
MINAS GERAIS
19
BRASIL



Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e
Catalogação da Biblioteca Central da UFLA

Araujo, Maria Luiza de

Interações intra-loco e inter-locos *alcobaça*,
crimson e *high pigment* sobre características de
qualidade e de produção de frutos do
tomateiro/Maria Luiza de Araujo.- Lavras:
UFLA, 1997.

131 p.:il.

Orientador: Wilson Roberto Maluf.

Tese (Doutorado) - UFLA.

1. Tomate - Fruto. 2. *Alcobaça*. 3. *Crimson*.
4. *High pigment*. 5. Qualidade. 6. Produção. 7. Pós-
colheita. 8. Interação. 9. Melhoramento genético.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.6426

MARIA LUIZA DE ARAUJO

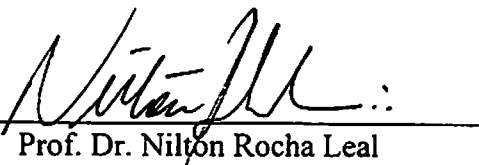
INTERAÇÕES INTRA-LOCO E INTER-LOCOS *alcobaça, crimson E high pigment* SOBRE CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE E PRODUÇÃO DE FRUTOS DO TOMATEIRO

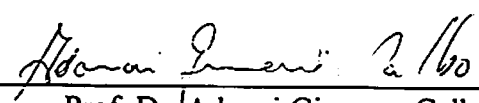
Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de "Doutor".

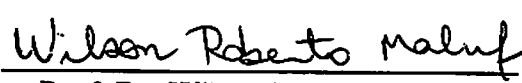
APROVADA em 30 de Junho de 1997


Prof. Dr. Antonio Nazareno Guimarães Mendes


Prof. Dr. Daniel Furtado Ferreira


Prof. Dr. Nilton Rocha Leal


Prof. Dr. Adonai Gimenez Calbo


Prof. Dr. Wilson Roberto Maluf
(Orientador)

Aos meus familiares e aos meus amigos

com carinho,

OFEREÇO.

À memória do meu pai que certamente vibraria

comigo e minha mãe querida,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Sinceros agradecimentos são expressos pela autora:

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e em especial ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realização do curso.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro/PESAGRO-RIO, pela liberação e apoio financeiro durante o curso.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), pelo custeio da 2ª fase experimental, principalmente ao diretor do CCTA, Dr. Nilton Rocha Leal, incentivador incansável.

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

Ao professor Wilson Roberto Maluf pela sugestão do tema, orientação em todas as fases do trabalho e pela amizade e compreensão que sempre me dedicou.

Aos professores, funcionários e amigos que fiz nas duas Universidades pelo incentivo, convivência e apoio durante a realização do curso.

Aos funcionários da Fazenda Palmital em Ijaci, pelo carinho e ajuda com que me acolheram, especialmente aos amigos Luiz Antonio Gomes, Vicente Licursi e Paulo Moreto.

Ao amigo Ronaldo Gomes Coelho pela revisão do texto.

Agradecimentos especiais ainda para os amigos também especiais Joelson André de Freitas, Ana Cláudia Barneche de Oliveira, João Cândido de Souza, Cláudia Pombo Sudré e Luiz Maurício da Silva Soares e Lilian Mattioli.

Aos amigos e orientados da "família" Maluf: Marcio, Luciana, Maguinho, Renatão, Juliano, Faustinho e Arie.

À Rosana, Norma, Renata, Silvio, Telma, Messias, Aucilene, Maria, Amaury, Edésio, Técia, Flávio, Luizinho, José Manoel, Beth, Léo, Karin, Márcio e Herval, pelas boas lembranças que guardaremos desse tempo.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Finalmente, agradeço a Deus por ter me concedido tantos amigos...

BIOGRAFIA DO AUTOR

Maria Luiza de Araujo, filha de Laudelino Bispo de Araujo e Deolinda Martin de Araujo, nasceu em Seropédica, RJ à 8 de fevereiro de 1954.

Diplomou-se pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) em 1979.

Foi contratada pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro em 1981, onde trabalha com olericultura até a presente data.

Cursou o Mestrado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de agosto de 1985 a maio de 1988.

Iniciou o curso de Doutorado em Agronomia na Universidade Federal de Lavras (UFLA) em 1993, concluindo-o em 1997.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 O processo de amadurecimento de frutos	4
2.2 Firmeza dos frutos e conservação pós-colheita	8
2.3 O emprego de mutantes de amadurecimento e de coloração de frutos de tomateiro	10
3 MATERIAIS E MÉTODOS	20
3.1 Obtenção do material genético	20
3.1.1 Genótipo $alc^*/alc^* og^*/og^* hp^*/hp^*$	22
3.1.2 Genótipo $alc/alc og^*/og^* hp^*/hp^*$	22
3.1.3 Genótipo $alc^*/alc^* og^f/og^f hp^*/hp^*$	22
3.1.4 Genótipo $alc^*/alc^* og^*/og^* hp/hp$	23
3.1.5 Genótipo $alc/alc og^f/og^f hp^*/hp^*$	23
3.1.6 Genótipo $alc/alc og^*/og^* hp/hp$	23
3.1.7 Genótipo $alc^*/alc^* og^f/og^f hp/hp$	24
3.1.8 Genótipo $alc/alc og^f/og^f hp/hp$	24
3.1.9 Obtenção dos híbridos F_1	24
3.2 Descrição das linhagens	25
3.2.1 Condução dos materiais genéticos para cruzamentos	25
3.3 Avaliação dos híbridos e linhagens parentais	27
3.4 Avaliação das características	29
3.4.1 Avaliação da altura de plântulas e plantas ..	29
3.4.2 Produção em peso e número de frutos comerciáveis	29
3.4.3 Peso médio dos frutos comerciáveis	30
3.4.4 Formato dos frutos	30
3.4.5 Firmeza dos frutos (nos estádios <i>breaker</i> até maduro)	30
3.4.6 Avaliação dos teores de licopeno e de beta-caroteno	31
3.4.7 Sólidos solúveis totais	31
3.4.8 Acidez total titulável	32
3.4.9 Relação brix/acidez total titulável	32
3.4.10 Percentagem de perda de peso	32

3.4.11	Análise estatística	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1	Altura de plântulas	36
4.2	Altura de plantas aos 80 dias	38
4.3	Firmeza dos frutos no estágio <i>breaker</i> de maturação	41
4.4	Firmeza no 8º dia após a colheita (estádio maduro)	47
4.5	Comprimento dos frutos	51
4.6	Diâmetro dos frutos	53
4.7	Relação comprimento/diâmetro dos frutos	56
4.8	Acidez total titulável	59
4.9	Sólidos solúveis totais (°brix)	65
4.10	Relação brix/acidez	70
4.11	Número de frutos comerciáveis por planta	74
4.12	Produção de frutos comerciáveis por planta ..	77
4.13	Peso médio do fruto comerciável	82
4.14	Espessura da polpa dos frutos	86
4.15	Número de lóculos por fruto	89
4.16	Teor de licopeno nos frutos	91
4.17	Teor de beta-caroteno nos frutos	97
4.18	Coloração interna e externa dos frutos	101
4.19	Porcentagem de perda de peso dos frutos ao longo do armazenamento	103
4.20	Perda de firmeza dos frutos ao longo do armazenamento	108
5	DISCUSSÃO GERAL	113
6	CONCLUSÕES	122
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	124

RESUMO

ARAUJO, M.L. de. *Interações intra-loco e inter-locos de alcobaça, crimson e high pigment sobre características de qualidade e de produção de frutos do tomateiro*. Lavras: UFLA, 1997. 131p. (Tese - Doutorado em Agronomia)*.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a existência de interações entre os locos gênicos *alcobaça*, *crimson* e *high pigment*, assim como suas ações isoladamente em homozigose e/ou heterozigose sobre características de qualidade e de produção de tomateiro. Foram obtidas as oito combinações possíveis entre os locos gênicos em linhagens quase isogênicas à 'Flora-Dade'. Realizou-se o cruzamento dialélico obtendo-se os 28 híbridos possíveis. As avaliações realizaram-se no período de outubro de 1995 a fevereiro de 1996, em Campos dos Goytacazes, RJ. Os experimentos foram conduzidos sob estrutura plástica. Realizou-se avaliações de brix, acidez total titulável, teor de licopeno e de beta-caroteno, firmeza, perda de peso, tamanho de planta e de fruto e produção comerciável. A análise genética avaliou as interações intra e inter-alelicas existentes entre *alc*, *og^f* e *hp*. Os resultados revelaram a existência de efeitos epistáticos acima de 50% da variação fenotípica total para a maioria dos parâmetros avaliados. Considerando-se as características comerciais mais relevantes e as complexas interações entre os locos *alc*, *og^f* e *hp*, as combinações mais promissoras foram: *alc^{*}/alc og^{f*}/og^{f*} hp^{*}/hp*, *alc^{*}/alc og^{f*}/og^{f*} hp/hp* e *alc^{*}/alc og^f/og^f hp^{*}/hp^{*}*.

* Orientador: Wilson Roberto Maluf. Membros da Banca: Nilton Rocha Leal, Antonio Nazareno G. Mendes, Daniel Furtado Ferreira e Adonai Gimenez Calbo.

ABSTRACT

INTERACTION INTRA LOCUS AND INTER LOCIS *alcobaça*, *crimson* AND *high pigment* OVER THE CHARACTERISTICS OF THE YIELD AND QUALITY OF FRUITS OF TOMATOES.

This work tested the existence of the interactions between the loci *alcobaça*, *crimson* and *high pigment*, and their actions per se both in homozygosis or heterozygosis. All eight homozygous combinations among this loci were obtained in the form of near isogenic lines in background 'Flora-Dade'. A diallel crosses was performed, and 28 hybrids F₁ were obtained. The experiments were grown under plastic structure from October 1995 through February 1996 in Campos dos Goytacazes, RJ. Traits evaluated were soluble solids, titrable acidity, lycopene and β-carotene contents, firmness, percent weight loss, plant size and commercial fruit yield. Genetic analyses were performed to evaluate all existing interactions among the loci *alc*, *og*^c and *hp*. The results indicated that the epistatic effects represented over 50% of the total variation for most traits. The following genotypic combinations represented good compromises between long shelf life and fruit quality traits: *alc*^c/*alc* *og*^c/*og*^c *hp*^c/*hp*, *alc*^c/*alc* *og*^c/*og*^c *hp*/*hp* and *alc*^c/*alc* *og*^c/*og*^c *hp*^c/*hp*^c.

1 INTRODUÇÃO

A obtenção de material genético com maior conservação pós-colheita dos frutos, associada à qualidade e coloração desejáveis, faz-se hoje um dos grandes objetivos do melhoramento genético da cultura do tomateiro, tanto no Brasil, onde os sistemas de produção e de comercialização passam por precárias condições de transporte e embalagem, como em outros países, onde o inverno é rigoroso, obrigando a produção em locais mais distantes e longo transporte, essas características tornam-se primordiais.

Diversos mutantes de coloração de frutos do tomateiro estão descritos na literatura, entre eles, destacamos os genes: *high pigment* (Thompson, 1961), *old gold crimson* (Thompson et al., 1967) e *dark green* (Konsler, 1973) oferecendo material para obtenção de combinações genéticas desejáveis. Mutantes que conferem maior vida de prateleira, como *alc*, *rin*, *nor*, *Nr* e *gr* também estão disponíveis (Leal e Liberal, 1971; Liberal, 1972; Leal 1973; Leal e Mizubuti, 1975; Buescher et al., 1976; Tigchelaar, McGlasson e Buescher, 1978; Kopeliovitch et al., 1979 e 1982;). Ambos os casos possuem particularidades, relativas aos efeitos pleiotrópicos associados, bem como os efeitos fenotípicos de suas interações, no caso de serem empregados associadamente em um mesmo material.

Trabalhos já realizados tem relatado deficiência na coloração final dos frutos no caso dos mutantes de amadurecimento

(Leal e Liberal, 1971; Leal e Mizubuti, 1975; Frenkel e Garrison, 1976; Buescher, 1977; Ng e Tigchelaar, 1977; Tigchelaar, McGlasson e Buescher, 1978; Kopeliovitch et al., 1979; Kopeliovitch et al., 1980; Lobo, 1981; McGlasson et al., 1983; Lobo, Bassett e Hannah, 1984; Mutschler, 1984; Mutschler et al., 1992 e Souza, 1995). A coloração parece ser o fator mais limitante na utilização comercial dos mutantes *alcobaça*, *rin* e *nor*, em homozigose. Segundo Chitarra e Chitarra (1990) a cor exerce maior impacto na comercialização devido às suas mudanças serem correlacionadas pelo consumidor com a melhoria do sabor do produto.

Os mutantes *high pigment* (*hp*) e *old gold crimson* (*og^c*), por outro lado, favorecem a melhor pigmentação dos frutos, aumentando os teores de licopeno e/ou beta-caroteno, e tem despertado o interesse dos melhoristas (Thompson, 1961; Thompson, Hepler e Kerr, 1962; Wann, Hills e Watson, 1967; Lampe e Watada, 1971; Sayama, 1979; Jarret, Sayama e Tigchelaar, 1984).

O teor de licopeno e de beta-caroteno em cultivares nacionais de tomateiro é pouco conhecido. Provavelmente, o de beta-caroteno é baixo, o que, aliás, é uma regra na espécie *Lycopersicon esculentum* (Casali, Finger e Amaral Jr., 1996), portanto qualquer aumento é de importância imediata. Condições de temperatura elevada sabidamente prejudicam a coloração de frutos de tomateiro porque comprometem a síntese do licopeno (Tomes, 1963 citado por Sayama, 1979). Os genes mutantes *hp* e *og^c* são descritos na literatura como mutantes que aumentam o teor de licopeno, e o mutante *hp*, aumenta ainda o teor de beta-caroteno (Thompson et al., 1965). Suas interações com mutantes de amadurecimento, notadamente o *alcobaça*, são ainda desconhecidas.

O interesse maior nos mutantes de amadurecimento, que retardam ou impedem a maturação normal dos frutos, relaciona-se à sua capacidade de estender a vida útil dos frutos em pós-colheita. Entre os vários mutantes descritos como inibidores do

amadurecimento, o *alcobaça* (*alc*) é bastante promissor devido principalmente a sua atuação mesmo em heterozigose (*alc⁺/alc*) (Leal e Mizubuti, 1975; Mutschler et al., 1992; Flori, 1993; Flori e Maluf, 1994; Resende, 1995; Souza, 1995 e Freitas, 1996) porém em homozigose (*alc/alc*) prejudica a coloração dos frutos tornando-os externamente amarelos. Os alelos *alc*, *og^c* e *hp* tem associados a si uma série de efeitos pleiotrópicos, às vezes em sentidos opostos entre si, esse fato já pressupõe uma complexidade de sua atuação ao nível bioquímico. Suas associações, em homozigose e/ou heterozigose, num mesmo genótipo podem desviar substancialmente do que se espera de sua atuação isolada, mas a complexidade de sua atuação conjunta é ainda pouco conhecida. Visando estudar as interações entre esses três locos gênicos, *alcobaça*, *high pigment* e *old gold crimson*, sem a interferência de *backgrounds* diferentes, obtiveram-se linhagens quase isogênicas da cv. Flora-Dade contendo todas as oito combinações possíveis entre os genótipos homozigotos mutantes *alc*, *og^c* e *hp*, bem como as 28 combinações híbridas possíveis entre elas. Foram medidos os efeitos das interações intra-loco e inter-locos nos teores de licopeno e de beta-caroteno, conservação pós-colheita, produção e outras características ligadas a qualidade comercial de frutos.

O objetivo último do trabalho foi identificar possíveis combinações genotípicas entre *alc*, *og^c* e *hp*, em homozigose e/ou heterozigose que associem boa conservação pós-colheita, excelente coloração de frutos, e ausência de características indesejáveis de fruto e/ou de planta.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A importância de aumentar a qualidade de frutos de tomateiro é universalmente reconhecida (Thompson, 1961). A busca de alternativas para aumentar a vida útil dos frutos após a colheita passa por diversos caminhos, utilizando desde fatores não genéticos como a refrigeração e embalagens e fatores genéticos como a introdução de alelos favoráveis em materiais genéticos comerciais. As pesquisas visam não só o controle do amadurecimento, evitando as perdas de pós-colheita aliadas a redução de custo e gasto de energia, como a obtenção de material genético adequado.

2.1 O processo de amadurecimento de frutos

Lyons e Pratt (1963) estudaram os efeitos das mudanças na respiração e no amadurecimento em amostras de frutos de tomateiro uniformemente produzidas e com um completo controle dos diferentes estádios de desenvolvimento, visando explicar a respiração e amadurecimento em frutos imaturos assim como a produção e a ação do etileno sobre esses frutos. A concentração de etileno interno aumenta cerca de 10 vezes entre os 35 a 42 dias após a polinização e cerca de 400 vezes durante a maturação comparada aos primeiros estádios do desenvolvimento. Este aumento tardio do etileno interno coincide com aumento do CO_2 interno e a diminuição do O_2 , o que foi associado com um climatérico respiratório durante o amadurecimento.

O tratamento com etileno também induziu o climatério com aumento da taxa de respiração em vários estádios de desenvolvimento, induzindo nos frutos características de amadurecimento: aparecimento de cor vermelha, amolecimento, sabor e aroma característicos. Frutos com 38 e 49% do desenvolvimento após a polinização não desenvolveram cor vermelha num período de 22 dias de armazenamento sem o tratamento com etileno. Todos os frutos à partir dos 64% do desenvolvimento apresentaram cor vermelha sem aplicação de etileno e também um grande aumento na produção de etileno interno que foi associado a seu amadurecimento e climatério respiratório. Porém, frutos com menos de 93% do desenvolvimento não desenvolveram uma qualidade comestível aceitável.

Ainda considerando o amadurecimento de frutos de tomateiro e as transformações envolvidas, Medina e Medina (1981) utilizando frutos colhidos em diferentes idades (expressas pela percentagem do desenvolvimento total após a antese), determinaram sua produção de etileno, CO₂, licopeno, beta-caroteno e degradação da clorofila e ainda a atividade de pectinametilesterase (PME). Concluíram que, embora o tomate seja um fruto climatérico, é necessário um determinado tempo ou desenvolvimento celular, após a colheita, para que os frutos apresentem a evolução e o pico climatérico e todas as demais transformações da maturação. Frutos colhidos após atingirem o tamanho máximo do desenvolvimento não apresentam curvas características de respiração e etileno, uma vez que estas já haviam ocorrido antes da colheita e frutos com 10% de desenvolvimento também não apresentam estas curvas devido ao seu estágio fisiologicamente imaturo. A degradação da clorofila ocorre entre a maturação e a senescência como também a síntese dos carotenoides (licopeno e beta-caroteno) que ocorre nos frutos com 100% de desenvolvimento. Após a degradação da clorofila é iniciada a maturação caracterizada pelo aparecimento de pigmentos amarelos (beta-caroteno) e seguida do acúmulo de licopeno, mesmo em altas concentrações de beta-caroteno. Neste estágio ocorre também uma alta atividade metabólica, refletida pela alta taxa respiratória e

pelo aumento do etileno endógeno. A pectinametilesterase (PME) apresentou sua máxima atividade em frutos com 100% de desenvolvimento, tendo sua atividade aumentada acentuadamente durante o amadurecimento do fruto e mostrando sua ação na mudança de textura desses frutos. Finalmente, os autores concordaram que o fator chave que inicia o amadurecimento permanece obscuro, propondo que uma síntese coordenada de proteínas específicas conduz às mudanças responsáveis pelo amadurecimento.

Segundo McGlasson (1985) o etileno é considerado o hormônio responsável pelo amadurecimento e a solução para os problemas envolvidos no amadurecimento seria a produção de uma planta mutante cujos frutos não amadureçam sem a aplicação de etileno. Os mutantes existem porém a dificuldade na sua utilização refere-se ao fato de que a aplicação de etileno não induza ao satisfatório amadurecimento, Brady (1987).

Mabbett (1989) estudando a regulação gênica através do mecanismo do RNA anti-sense que induz ao bloqueio da ligação de enzimas específicas com seus genes específicos, relata que em tomate a chave da mudança na textura durante o amadurecimento é a atividade da poligalacturonase (PG) que solubiliza a pectina causando o amolecimento dos tecidos. O bloqueio dos efeitos da PG sem romper os demais processos de amadurecimento poderá manter, em frutos maduros, a firmeza característica do início do amadurecimento.

Theologis et al. (1992) considerando que o etileno tem como precursor o ácido carboxílico amino-ciclopropano (ACC), verificaram que a clonagem de genes envolvidos na síntese do etileno abre o caminho para a construção de mutantes em tomate, via modificação genética. Durante o amadurecimento, dois genes da síntese do ACC são expressos; utilizando RNA derivado de um desses genes em tomate mutante houve uma completa inibição dos mesmos, resultando em frutos que desenvolveram coloração alaranjada sem se tornarem vermelhos, não amoleceram e não desenvolveram aroma. Este fenótipo

mutante foi revertido pela aplicação de etileno tornando os frutos indistinguíveis do normal.

Alguns autores tem revelado que o sabor e aroma de tomate variam com seu estágio de amadurecimento na época da colheita. Visando determinar a que se devem essas diferenças Kader et al. (1977) estudaram os efeitos de sete estádios de amadurecimento dos frutos em quatro cultivares de tomateiro. Além das análises químicas de sólidos solúveis, açúcares reduzidos, acidez titulável, pH e componentes voláteis, realizaram ainda os testes sensoriais. As diferenças mais marcantes foram relativas ao sabor ruim dos tomates colhidos nos estádios *breaker* e *mature-green* quando comparados aos totalmente maduros na colheita. O pH também foi mais baixo nestes estádios. A acidez titulável não mostrou diferenças e o conteúdo de sólidos solúveis e açúcares reduzidos foram similares, porém com relação ao ácido ascórbico os frutos colhidos totalmente maduros possuem os mais altos níveis. Diferenças entre as cultivares foram relatadas em teor de açúcares, pH, acidez e ácido ascórbico, e ainda para diversas características sensoriais; no entanto, a maneira como as mudanças ocorreram durante o desenvolvimento foram semelhantes para as cultivares, mostrando a importância e a possibilidade do desenvolvimento de cultivares com frutos mais firmes e longa vida que possibilitem a colheita em estádios avançados de desenvolvimento, conservando suas melhores características até o consumo.

Young, Juvik e Sullivan (1993) consideram que a concentração de sólidos solúveis totais (SST) aumenta com o amadurecimento e que este aumento varia entre cultivares. Os autores consideraram ainda que a herança é aditiva para SST, e consideraram a sua interação com a dominância revelada para acidez total titulável (ATT) um fator que consideraram uma dificuldade na obtenção de cultivares com maior teor de sólidos solúveis totais.

2.2 Firmeza de frutos e conservação pós-colheita

Um fator bastante relevante, apesar de não ligado à longa conservação pós-colheita é a firmeza dos frutos, que atualmente vem sendo descrita inclusive como sinônimo de longa vida por algumas empresas produtoras de sementes, porém deve-se ressaltar que os dois fatores são bem distintos e dependem tanto do loco gênico utilizado como do *background* a que este gene está associado.

Hall (1987) medindo a firmeza do tecido de cultivares normais em amadurecimento, mostrou que a firmeza diminui rapidamente após os primeiros estádios de maturação principalmente após o estágio *breaker*. Visando quantificar a relação entre firmeza e atividade da PG, Ahrens e Huber (1990) testaram dois métodos de avaliação da firmeza. A percentagem de área deformada revelou diferenças entre estágio de maturação e cultivares, mostrando-se mais preciso que a firmeza do tecido do pericarpo, porém todas as cultivares começaram a perder a firmeza após o estágio *breaker*.

Jackman, Marangoni e Stanley (1990) relataram três métodos utilizados para medir a firmeza dos frutos: o de aplanção, o de área de constante compressão e de punção, aplicados sobre os frutos submetidos ou não à frigorificação e após um período de 10 dias do amadurecimento. Esses autores concluíram que a firmeza foi influenciada similarmente pelos tratamentos com frigorificação, período de amadurecimento e por suas interações, porém as diferenças de firmeza são mais claramente evidenciadas pelos testes de punção e área de constante compressão que pelo teste de aplanção em superfície dura, e que a firmeza diminui progressivamente com o amadurecimento e mais rapidamente em frutos submetidos ao frio.

Segundo Calbo e Nery (1995) a firmeza de frutos e hortaliças depende da pressão de turgescência, usualmente percebida pelo pressionamento do material entre os dedos. Os diversos métodos para medir firmeza, inclusive os descritos por Jackman, Marangoni e Stanley (1990), registram medidas de firmeza associadas com

elasticidade, plasticidade e viscosidade dos produtos e são técnicas geralmente destrutivas. Visando contornar esses problemas, Calbo e Nery (1995) desenvolveram e testaram dois aplanadores: um horizontal e outro centrado, desenvolvidos para medições rápidas e acuradas da pressão obtida pela razão entre a força aplicada na superfície do órgão e a área aplanada. Suas leituras de áreas medidas com paquímetro foram similares a outras obtidas pelo método das pesagens, obtidas em trabalhos que mediram diretamente a pressão no interior das células (pressão de turgor) sob câmara de pressão, recomendadas para estimar firmeza de produtos hortícolas.

Pereira e Calbo (1996) ressaltam que a compressão sobre um órgão pode causar o achatamento das células, comprimi-las e reduzir o volume gasoso inter celular. O estudo desses efeitos em diferentes estádios de amadurecimento revelaram que o aumento da força aplicada aumentou a área amassada tanto mais quanto mais adiantado o estágio de amadurecimento. O volume gasoso intercelular foi reduzido pela compressão sendo parcialmente recuperado após a descompressão, porém essa recuperação é menor quanto mais avançada a maturação.

Thiagu, Nagin Chand e Ramana (1993) comparando a eficiência de medidores de firmeza por compressão total do fruto e por penetração, em duas cultivares de tomate em quatro estádios de amadurecimento: inteiramente verde, porém maduro (*mature-green*), início de aparecimento da cor (*breaker*), quantidades aproximadamente iguais de vermelho; verde (*semi-ripe*) e totalmente vermelho (*full-ripe*). Concluíram que o teste por compressão total revelou-se não eficiente para medir as deformações devidas ao amadurecimento e mudanças de firmeza devidas às variedades, porém o teste de penetração revelou grande variação, tanto quanto ao amadurecimento quanto às cultivares. Nenhum dos dois testes revelou uma relação linear com o amadurecimento e foram necessários ajustes aos modelos para que possam ser usados para predizer características importantes das cultivares em todos estádios de amadurecimento. Os modelos também mostraram claramente a diminuição

na força mecânica necessária quando o estágio *breaker* da cor ocorreu, ou seja que a firmeza das cultivares diminui com o início do amadurecimento. Todas essas mudanças ocorrem em função de transformações bioquímicas associadas ao estágio de desenvolvimento dos frutos.

2.3 O emprego de mutantes de amadurecimento e de coloração de frutos de tomateiro

Relatando características de diferentes mutantes de amadurecimento em tomate, Tigchelaar, McGlasson e Buescher (1978) descreveram os genes *Nr* (*never ripe*), *rin* (*ripening inhibitor*) e *nor* (*non ripening*). O gene *Nr*, de ação gênica dominante, reduz a intensidade de pigmentação e a taxa de amolecimento dos frutos. Os genes *rin* e *nor*, são mutantes recessivos que alteram a síntese de carotenóides, a vida pós-colheita e a firmeza dos frutos.

Martin (1987) avaliou 184 acessos de tomateiro quanto a conservação pós-colheita, selecionando 13 acessos com conservação acima de 16 semanas. Em cruzamentos envolvendo seis desses acessos e uma cultivar comercial o autor identificou a existência de genes dominantes e recessivos segregando nos materiais obtidos e a existência de genes de efeitos menores interferindo na característica, levando a conclusão de que é necessária a obtenção de linhas puras oriundas desse material visando o cruzamento e a concentração de alelos favoráveis em cultivares comerciais.

O potencial do uso de mutantes de amadurecimento tem sido estudado visando estender a vida pós-colheita dos frutos de tomateiro. Kopeliovitch et al. (1979) avaliaram o efeito dos mutantes *rin*, *gr* (*green ripe*), *nor* e *Nr* em materiais homozigotos e em combinações heterozigotas F₂ desses mutantes com um mutante de coloração *hp* (*high pigment*) e uma cultivar normal. As medidas de firmeza e de coloração foram tomadas em três estádios de amadurecimento, *mature-green*, *breaker* e *ripe*. Os resultados obtidos no desenvolvimento da cor dependeram do estágio de desenvolvimento

do fruto na colheita, porque a degradação da clorofila e a síntese de carotenóides aumentam com a permanência do fruto ligado à planta, tornando os frutos amarelos, laranja, róseos, vermelho pálido ou vermelhos de acordo com o genótipo. Nenhum dos mutantes de amadurecimento em homozigose desenvolveu colorações aceitáveis, porém todos os heterozigotos desses mutantes contendo o gene *hp* desenvolveram cor vermelho pálida, vermelha ou rósea quando os frutos foram colhidos no estágio *ripe*. O desenvolvimento da cor nos híbridos com *hp* (hp^+/hp) foi menos pronunciado quando os frutos foram colhidos no *breaker* e associados aos locos *rin* e *nor*, ou seja híbridos rin^+/rin e nor^+/nor . Em cruzamentos com o genótipo normal houve um retardamento no desenvolvimento da cor pelo loco *rin* (rin^+/rin) e em menor nível pelo loco *nor* (nor^+/nor) mostrando a ligação desses locos com a síntese de licopeno. Frutos híbridos F_2 entre *rin* e *nor* ($rin^+/rin\ nor^+/nor$) ao serem colhidos maduros desenvolveram cor vermelho pálido aceitável no mercado. Uma grande inibição da cor foi registrada pelo alelo *Nr*, em heterozigose, retardando o aparecimento da pigmentação normal, exceto nas combinações com *hp* em heterozigose. Similarmente o alelo *gr*, em heterozigose, mostrou o máximo desenvolvimento de pigmentação em combinação com o loco *rin* ($rin^+/rin\ gr^+/gr$). A vida pós-colheita de frutos homozigotos para os locos *rin* (rin/rin) ou para *nor* (nor/nor) foi extremamente longa e os frutos bastante firmes. Os frutos híbridos F_2 entre *rin* e *nor* ($rin^+/rin\ nor^+/nor$) apresentaram boa conservação podendo ser armazenados por mais de 50 dias, a 20°C, quando colhidos no estágio *mature-green* e 42 dias no estágio *breaker* do desenvolvimento. As melhores combinações com a cultivar normal foram obtidas com o alelo *nor* (nor^+/nor), aumentando a vida pós-colheita, enquanto *rin* em heterozigose apresentou um efeito insignificante sobre a vida pós-colheita dos frutos rin^+/rin . Similarmente, dos híbridos F_1 , envolvendo *hp*, os mais promissores foram entre *hp* e *nor* ($hp^+/hp\ nor^+/nor$). Os alelos *Nr* e *gr* são pouco promissores devido às suas combinações heterozigotas ($Nr/nr; gr/gr$

e Nr/nr gr^+/gr) não desenvolverem coloração vermelha aceitável. O alelo hp apesar de ser descrito como um mutante recessivo apresentou efeito positivo em heterozigose, mostrado sobre o desenvolvimento de coloração de frutos rin^+/rin e nor^+/nor .

McGlasson et al. (1983) utilizando híbridos F_1 : nor^+/nor concluíram que o gene nor em heterozigose retarda o início do amadurecimento, retarda o desenvolvimento entre os estádios *breaker* e maduro, aumenta a vida pós-colheita em 50% e aumenta a firmeza dos híbridos. O maior problema para sua utilização é coloração deficiente, principalmente sobre *backgrounds* que possuem ombro verde (u^+/u^-).

Estudando compostos voláteis de uma cultivar normal e mutantes homozigotos rin e nor , McGlasson et al. (1987) descobriram que, dos 69 compostos com aroma intenso isolados da cultivar normal, 46 estavam presentes em um ou ambos mutantes, concluindo que o aroma normal do tomate é causado pelos compostos comuns aos dois grupos e o suave *flavor* dos mutantes é devido a ausência de compostos de intenso aroma encontrados somente na cultivar normal, o que pode determinar sua fraca aceitabilidade comercial. Kopeliovitch et al. (1982), utilizaram mutantes homozigotos rin e nor em *background* da cv. Rutgers, os seis híbridos F_1 possíveis, incluindo recíprocos, e testaram caracteres relativos a sabor e aroma dos frutos, verificando que os dois mutantes rin/rin e nor/nor foram inferiores a cv. Rutgers. Os híbridos F_1 , foram melhores que os mutantes mas inferiores a cv. Rutgers. Uma simples dose de rin (rin^+/rin) reduziu o sabor e aroma, porém uma dose de nor (nor^+/nor) foi ainda mais deletéria, e o duplo heterozigoto (rin^+/rin nor^+/nor) obteve os piores resultados no painel sensorial.

Com relação ao climatérico Ng e Tigchelaar (1977) estudaram as mudanças na respiração, produção de etileno, firmeza, atividade de enzimas pectolíticas e acumulação de carotenóides durante o amadurecimento de frutos contendo o mutante nor . Observaram que os homozigotos (nor/nor) não apresentam climatérico respiratório e

pico de etileno, e que sua firmeza se reduz vagarosamente, apresentando apenas traços de PG em frutos maduros. O teor de licopeno em frutos com mais de 120 dias após a antese, foi reduzido em relação ao normal. Os heterozigotos (nor^+/nor) também amadureceram mais devagar, porém apresentaram climatérico respiratório, pico de etileno, bem como amolecimento e teor de licopeno menores que o normal, porém superiores ao homozigoto (nor/nor).

Como o desenvolvimento das plantas mutantes *hp* e *dg* é reduzido em relação às cultivares normais, Wann (1995) estudou os efeitos da aplicação de ácido giberélico para controlar o reduzido crescimento, menor área foliar, menor peso fresco e seco observados nesses mutantes, obtendo uma resposta positiva porém não se igualando à testemunha normal, o que foi atribuído a baixa dosagem do ácido giberélico utilizada.

Wann (1996) estudando características físicas das células e tecidos da parede celular que contribuem para as diferenças na firmeza de frutos de tomateiro, utilizou duas cultivares : 'Rutgers' (normal), 'Flora-Dade' (firme) e duas linhas mutantes quase isogênicas a cv. Flora-Dade contendo os mutantes *hp* e *dg* (*dark-green*), ambas extra firmes. Os resultados mostraram que o tecido dos mutantes *hp* e *dg* foram mais firmes e mais elásticos que o tecido das duas cultivares normais.

Lampe e Watada (1971) estudando vários atributos de qualidade pós-colheita em duas cultivares normais e quatro linhas contendo os mutantes de coloração *hp* e/ou *og^f*, destacaram o melhor desempenho da combinação *hp/hp og^f/og^f* quanto a conservação pós-colheita e a firmeza.

Thompson, Hepler e Ker (1962) que relataram a herança monogênica do mutante *hp*, verificaram também que ele é caracterizado pela produção de altos níveis de carotenóides nos frutos, predominando o licopeno e o beta-caroteno.

A possibilidade da síntese de licopeno em frutos do mutante *rin/rin*, que não desenvolve cor vermelha, foi avaliada por Frenkel

e Garrison (1976) através da aplicação de etileno e altos níveis de O_2 . Estes autores conseguiram desenvolver cerca de 10% da quantidade do licopeno de cultivares normais em frutos mutantes. Buescher (1977) também avaliando o desenvolvimento de cor vermelha em frutos do mutante *rin* tratados com ethephon imediatamente após a colheita, obteve desenvolvimento de cor, reduzida em relação ao normal, e relata que os melhores resultados estão ligados ao estágio de desenvolvimento dos frutos quando submetidos à aplicação, que deve anteceder o início das reações que resultam na cor amarela, aproximadamente 42 dias após a antese.

Buescher et al. (1976) observaram que híbridos F_1 contendo o mutante *nor* em heterozigose (nor^+/nor) são mais promissores que os híbridos F_1 contendo o mutante *rin* (rin^+/rin), devido a sua maior firmeza, conservação pós-colheita, baixa atividade de PG e PME, enzimas responsáveis pelo amolecimento dos frutos.

A conservação natural dos frutos de tomateiro começou a ser estudada no Brasil, com a introdução de germoplasma oriundo de Portugal em 1967 e denominado 'Alcobaça' a partir da região portuguesa onde foi coletado. Essa cultivar, com características próprias de *Lycopersicon esculentum* var. *grandifolium*, foi descrito por Leal e Liberal (1971) apresentando longa conservação natural após a colheita, que alcançava vários meses, com frutos amarelos quando maduros.

Liberal (1972) apresenta resultados preliminares do cruzamento entre 'Alcobaça' e cultivares comerciais multiloculares, onde foram avaliados a percentagem de pegamento de frutos e o número de sementes por fruto. Leal (1973) estudou a conservação natural de híbridos alc^+/alc e cultivares normais em relação à cv. Alcobaça original, concluindo principalmente que os híbridos F_1 não apresentaram variações consideráveis com relação a forma e coloração, apesar da cultivar utilizada nesse trabalho pertencer a variedade botânica *grandifolium* e apresentar grandes diferenças em relação às cultivares comerciais.

Leal e Mizubuti (1975) relatam a realização de cruzamentos entre 'Alcobaça' e cultivares comerciais visando estudar o mecanismo de herança, a conservação pós-colheita dos frutos F_1 e a associação entre perda de peso durante a armazenagem e a deterioração dos frutos. Segundo esses autores, houve apenas pequena variação no formato e na coloração dos frutos híbridos, sendo todos vermelhos quando maduros, não havendo diferenças entre cruzamentos recíprocos até os 53 dias após a colheita. Consideraram ainda que a herança da conservação pós-colheita poderia ser quantitativa e que todos os híbridos apresentaram maior conservação natural que seus progenitores normais.

Tabim (1974) observou o grau de transferência da capacidade de conservação natural para cultivares comerciais através da avaliação das gerações F_2 (obtidas pela autofecundação de híbridos F_1 envolvendo a cv. Alcobaça e cultivares comerciais) e retrocruzamentos (obtidos pelo cruzamento entre híbridos F_1 e os parentais 'Alcobaça' e/ou cultivar comercial). A perda de peso foi menor na geração F_2 que nas cultivares comerciais e próximas às perdas registradas em 'Alcobaça', o que hoje sabemos, deveu-se ao fato da segregação de um gene recessivo (*alc*), sendo esperadas 3 plantas com fenótipo 'Alcobaça' para apenas uma planta com fenótipo normal. O retrocruzamento de híbridos F_1 para a cultivar normal não conferiu maior conservação pós-colheita, entretanto o retrocruzamento para a cv. Alcobaça prolongou a vida pós-colheita por um período semelhante ao da própria cultivar, o que hoje também seria esperado, devido ao RC_1 para a cv. Alcobaça, conter 50% das plantas homozigotas (*alc/alc*) com fenótipo 'Alcobaça' e 50% heterozigotas (*alc'/alc*), que também expressam algum efeito sobre a conservação pós-colheita.

A caracterização da herança da capacidade de armazenamento conferida pelo gene *alc*, realizada por Mutschler (1981) indicou um gene recessivo como responsável pela capacidade de armazenamento. Os heterozigotos *alc'/alc* mostraram grande aumento no armazenamento, sendo este acompanhado por acentuado declínio da

firmeza durante o armazenamento. Mutschler, (1984), realizou testes de alelismo com os genes *rin* e *nor*, localizando o gene *alcobaça* (*alc*) no braço menor do cromossomo 10, distante de *nor* por 17 centiMorgan, não sendo portanto alelico a este, e nem a *rin* que está localizado no cromossomo 5, ligado ao gene do macro-cálice (segundo Robinson e Tomes, 1968 e citados por Tigchelaar, McGlasson, Buescher, 1978).

Os resultados de Mutschler, (1984a) contestam os de Lobo (1981) pelos quais o gene *alcobaça* é um alelo do *nor* devendo ser chamado *nor^A*, este alelo *nor^A* atua com dominância sobre o *nor*, e é descrito como climatérico que apresenta níveis elevados de respiração, etileno e atividade da PME, sendo esses parâmetros intermediários na condição heterozigota (*nor^A/nor*).

A hipótese de alelismo entre *nor* e *alcobaça* e *rin* e *alcobaça* investigada por Lobo, Basset e Hannah (1984), confirma o alelismo com *nor*, e não com *rin*. Já Kopeliovitch, (1980) cita que, em dados não publicados, realizou análises detalhadas sobre *nor* e *alcobaça* não sendo reveladas evidências de alelismo entre eles.

Mutschler, (1984b), avaliando a capacidade de armazenamento, o amadurecimento e outras características ligadas a qualidade de frutos de tomate heterozigotos e homozigotos para o gene *alcobaça* concluiu que frutos maduros dos heterozigotos *alc^A/alc* aumentaram em 78% a capacidade de armazenamento e que frutos maduros dos homozigotos *alc/alc* aumentaram em 300% a expressão dessa característica, armazenando-se por 40 dias comparados aos 9 dias na cultivar normal. Observou ainda que frutos destacados dos homozigotos para *alcobaça* não responderam à aplicação de etileno, e a sua produção de etileno endógeno foi apenas cerca de 25% do normal em frutos destacados no estágio *mature-green*.

A vida pós-colheita, características agronômicas, organolépticas e comerciais de híbridos F₁ *alc^A/alc* foram avaliadas por Souza, (1995). Baseado na firmeza e coloração dos frutos, este autor concluiu que alguns híbridos apresentaram conservação pós-

colheita intermediária entre os parentais, *alc/alc* e *alc⁺/alc⁺*; apresentando níveis de firmeza semelhantes ou ligeiramente superiores aos das cultivares normais. A coloração dos híbridos *alc⁻/alc*, foi menos intensa que a dos respectivos parentais femininos normais, porém vermelha enquanto a coloração do progenitor masculino *alc/alc*, atingiu apenas 10% da superfície dos frutos com coloração ideal, os 90% restantes permaneceram amareladas aos 20 dias após a colheita.

Resende (1995) avaliou a qualidade de híbridos de tomate multiloculares, contendo em seus genótipos os locos *alc*, *og^f* e *hp* em diferentes combinações. O autor concluiu que o híbrido contendo o gene *alc* em heterozigose, alcançou um excelente resultado, para consumo em relação aos demais, mostrando-se firme e com boa coloração. Segundo Filgueiras, Chitarra e Chitarra (1995) a comparação entre uma cultivar normal e uma linhagem quase isogênica contendo o loco *alc* em homozigose, revelou que ambas tiveram comportamento semelhante quanto à acidez titulável, sólidos solúveis totais, pH e atividade de PME, porém os frutos mutantes foram mais firmes, com menor solubilização de pectinas embora a atividade de PME tenha sido elevada. Tais resultados concordam com os obtidos por Resende (1995) em relação ao loco *alc* em heterozigose (*alc⁻/alc*), no sentido de promover a firmeza, reduzir o teor de pectina solúvel e sua relação com o teor de pectina total, e reduzir a atividade da PME mas não da PG no estágio *breaker* de maturação.

Avaliando um conjunto de híbridos e linhagens de tomate do tipo multilocular, Freitas (1996) observou os efeitos do loco *alc* em heterozigose (*alc⁻/alc*) e suplementarmente dos locos *hp* e *og^f*, em condições heterozigotas (*hp⁻/hp* e *og^{f+}/og^f*), sobre a firmeza, coloração e produção de frutos. Os resultados mostraram que o loco *alc* em heterozigose (*alc⁻/alc*), contribuiu para aumentar a firmeza dos frutos, retardando levemente o aparecimento da cor e a perda de peso, sem alterar a produção e outras características importantes

de qualidade de frutos. Os locos *hp* e *og^c* em heterozigose (*og^{c+}/og^c* e *hp⁺/hp*), não contribuíram para aumentar a firmeza dos frutos heterozigotos *alc⁺/alc*, porém a combinação *alc⁺/alc og^{c+}/og^c hp⁺/hp* evidenciou um aumento na intensidade de coloração dos frutos.

Considerando os problemas apresentados pelos mutantes *rin*, *nor* e *Nr* em homozigose e/ou heterozigose, outros autores passaram a considerar mutante de amadurecimento *alcobaça*. Esse mutante estudado por Mutschler et al. (1992), e em heterozigose (*alc⁺/alc*) não apresentou efeitos deletérios quanto à coloração, firmeza ou tamanho dos frutos, aumentando sua conservação pós-colheita em 60% em relação a cultivar normal (*alc⁺/alc⁺*). Os autores acrescentam que o *background* ao qual o gene está ligado pode interferir na qualidade do fruto e na vida pós-colheita dos híbridos F_1 .

Ao contrário da maioria dos genes mutantes de amadurecimento (*Nr*, *rin*, *nor* e *alc*), alguns mutantes afetam favoravelmente a coloração dos frutos. Os efeitos do gene *hp* sobre pigmentos carotenóides foram estudados por Thompson (1961) que relatou aumentos nos teores de licopeno e caroteno em frutos maduros de tomate *hp/hp*. Thompson, Hepler e Ker (1962) relataram a maior firmeza da polpa de frutos desse mutante em relação a frutos normais. Um outro mutante *crimson(c)* - descoberto por Butler (1962) e citado por Wann et al. (1985) confere uma coloração vermelho brilhante à polpa de frutos de tomate, e teve sua herança esclarecida por Thompson et al. (1967): verificou tratar-se de um gene recessivo, alélico ao gene *old gold(og)*, que confere por pleiotropia a coloração alaranjada das pétalas. A partir de então recebeu a denominação *old gold-crimson(og^c)*. Thompson et al. (1965) relataram conteúdos de licopeno cerca de 75% mais elevados que o normal em frutos mutantes *og^c* porém com redução do beta-caroteno, principalmente na região locular dos frutos. Estudando os efeitos de *hp* e *og^c* sobre a produção e parâmetros de qualidade de frutos, Sayama (1979) observou que *og^c* aumenta intensidade de coloração sem interferir em outras características e que *hp* aumenta

coloração, pH, viscosidade, firmeza e conteúdo de vitamina C, porém reduz o teor de sólidos solúveis e acidez titulável. Os recombinantes *hp/hp/og^f/og^f* também são mais coloridos que o normal.

Fedrowitz (1979) avaliou o cruzamento dialélico entre linhagens contendo altos e baixos teores de vitamina C, mutantes de coloração *og^f/og^f* e *hp/hp* e cultivares normais, visando comparar a herança para vitamina C e alto teor de pigmentos. O autor observou que *og^f* e *hp* não interferem na qualidade e na produção de frutos em condições heterozigotas.

Os efeitos de *hp* sobre o reduzido desenvolvimento das plantas homozigotas, avaliado por Jarret, Sayama e Tigchelaar (1984) revelaram ser devidos a pleiotropia mais que a ligações genéticas estreitas com outros genes, o que significa que esses efeitos estarão sempre associados aos materiais genéticos contendo o gene *hp* em homozigose.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em dois locais: a primeira fase foi de seleção das linhagens para a qual foram utilizadas sementes de material genético quase isogênico à cv. Flora-Dade contendo os genes mutantes recessivos: *alcobaça*, *crimson* e *high pigment*, obtidos previamente pelo professor Wilson Roberto Maluf, através de seu programa de melhoramento de tomateiro. Foi realizada no município de Ijaci-MG, a 920 m de altitude, 21° 14' S na estação de pesquisa de hortaliças mantida pelo convênio da Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE) com o professor Wilson Roberto Maluf (Dept° de Agricultura da UFLA), no período de maio de 1993 a junho de 1994. A segunda fase, compreendendo a obtenção das sementes híbridas F₁ e o teste de linhagens e híbridos foi realizada em Campos dos Goytacazes, RJ, a 9 m de altitude, 21° 44' S nas dependências da PESAGRO-RIO através do convênio com a Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF/CCTA).

3.1 Obtenção do Material Genético

Necessitou-se de dois períodos de seleção, no primeiro selecionou-se as linhagens contendo os mutantes na forma recessiva já fixados, ou seja: *alc/alc og^c/og^c hp/hp; alc/alc og^c/og^c hp⁻/_;*

$alc/alc\ og^+/_\ hp/hp$; $alc/alc\ og^+/og^+\ hp^+/hp^+$; $alc^/_\ og^+/og^+\ hp/hp$; $alc^+/alc^+\ og^+/og^+\ hp^+/hp^+$; $alc^/_\ og^+/_\ hp/hp$; apenas o triplo recessivo ($alc/alc\ og^+/og^+\ hp/hp$) foi obtido na primeira seleção. Os genótipos contendo os locos mutantes na forma selvagem ($^+/_$) necessitaram de mais uma etapa de seleção em campo para confirmar ou não a homozigose no loco selvagem em questão.

A avaliação do provável genótipo de cada planta foi feita através de fenótipos associados aos alelos dominante (em homozigose ou heterozigose) e recessivo (em homozigose), para cada loco em estudo (Quadro 1):

Tabela 1 - Descrição dos fenótipos nos locos *alcobaça*, *crimson* e *high pigment*.

Loco	Fenótipo dominante	Fenótipo recessivo
<i>alcobaça</i>	frutos colhidos no estágio <i>mature-green</i> ou <i>breaker</i> adquirem cor vermelha normal.	frutos colhidos no estágio <i>mature-green</i> ou <i>breaker</i> não adquirem cor vermelha, tornando-se amarelados e/ou alaranjados.
<i>crimson</i>	flores são amarelas	flores são alaranjadas
<i>high pigment</i>	plântulas tem hipocótilo branco abaixo da superfície do solo; frutos imaturos de plantas com ombro verde (genótipo u^+/u^+) são verde-claros e com tonalidade do ombro verde-escuro.	Plântulas tem hipocótilo roxo abaixo da superfície do solo; frutos imaturos de plantas com ombro verde (u^+/u^+) são intensamente verde-escuros, especialmente na região do ombro.

3.1.1 Genótipo $alc^+/alc^+ og^{f+}/og^{f+} hp^+/hp^+$

Cultivar comercial de genótipo normal, denominada Flora-Dade, material também utilizado como pai recorrente para introdução dos mutantes *crimson*, *high pigment* e *alcobaça* via retrocruzamentos e autofecundações sucessivas. É uma cultivar com ombro verde (u^+/u^-) nos frutos, o que confere às suas linhagens isogênicas hp/hp uma coloração de frutos imaturos intensamente verde-escuros, característica utilizada na seleção, conforme indicado anteriormente.

3.1.2 Genótipo $alc/alc og^{f+}/og^{f+} hp^+/hp^+$

Linhagem homozigota para o loco *alcobaça* em *background* Flora-Dade, pertencente ao programa de melhoramento do tomateiro, obtida previamente pelo professor Wilson Roberto Maluf e denominada Tom-559.

3.1.3 Genótipo $alc^+/alc^+ og^f/og^f hp^+/hp^+$

Selecionaram-se 06 famílias a partir de plantas homozigotas no loco *crimson* (og^f/og^f) e com fenótipo normal para *alcobaça* ($alc^-/_$) e *high pigment* ($hp^+/_$). Estas famílias foram selecionadas na fase de plântulas para o loco *high pigment* (sem hipocótilo roxo), selecionando-se três linhagens não segregantes para *high pigment* (hp^+/hp^-). Estas famílias $alc^-/_ og^f/og^f hp^+hp^-$ foram plantadas no campo (aproximadamente 60 plantas de cada uma) para seleção das não segregantes para *alcobaça*. Obtiveram-se duas linhagens com o genótipo desejado ($alc^-/alc^- og^f/og^f hp^-/hp^-$), sendo denominadas Tom-596 e Tom-597.

3.1.4 Genótipo $alc^+/alc^+ og^{f^+}/og^{f^+} hp/hp$

Selecionaram-se 07 plantas homozigotas para *high pigment*, com frutos vermelhos não *alcobaça* ($alc^+/_$) e não *crimson* ($og^{f^+}/_$). Essas plantas constituíram as sete famílias para seleção, com 60 plantas de cada no campo, visando a seleção das não segregantes para *alcobaça* (na colheita) e *crimson* (no florescimento). Apenas uma linhagem apresentou as características desejadas: foi a denominada Tom-595, com genótipo $alc^+/_ og^{f^+}/og^{f^+} hp/hp$.

3.1.5 Genótipo $alc/alc og^f/og^f hp^+/hp^+$

Selecionaram-se no primeiro plantio 5 plantas com as características *alcobaça* e *crimson* fixadas ($alc/alc og^f/og^f hp^+/_$) colhendo-se individualmente. As famílias foram semeadas em caixas visando-se a seleção contra homozigose no loco *hp*. A identificação do genótipo hp/hp foi realizada através do efeito pleiotrópico, qual seja a presença de antocianina no hipocótilo abaixo da linha do solo. Progênes segregantes para o genótipo hp/hp foram eliminadas. Identificaram-se então duas linhagens denominadas Tom-591 e Tom-592, que se apresentavam fixadas para hipocótilo normal (e portanto não segregantes para *hp*) Estas linhagens foram plantadas no campo para confirmação do genótipo esperado ($alc/alc og^f/og^f hp^+/hp^+$), segundo a metodologia descrita anteriormente.

3.1.6 Genótipo $alc/alc og^{f^+}/og^{f^+} hp/hp$

Foram selecionadas no primeiro plantio 10 plantas com genótipo *alcobaça* e *high pigment* e fenótipo normal para *crimson* ($alc/alc og^{f^+}/_ hp/hp$). Essas plantas constituíram 10 progênes que foram

plantadas no campo com 40 plantas de cada uma visando a seleção daquelas que não segregassem para *crimson*, na época do florescimento, através do gene marcador sépalas alaranjadas. Foram selecionadas duas linhagens não segregantes denominadas então: Tom-593 e Tom-594, com o genótipo $alc/alc\ og^+/og^+\ hp/hp$.

3.1.7 Genótipo $alc^+/alc^+\ og^f/og^f\ hp/hp$

Entre as 07 famílias homozigotas para *high pigment*, com frutos vermelhos não *alcobaça* ($alc^+/_$) e não *crimson* ($og^f/_$), descritas no item 3.1.3, selecionou-se uma das famílias que apresentava o genótipo *crimson*, ou seja (og^f/og^f), não segregava para *alcobaça* (genótipo alc^+/alc^+) e já possuía o loco *hp* homozigoto fixado (hp/hp). Esta linhagem foi então denominada Tom-588.

3.1.8 Genótipo $alc/alc\ og^f/og^f\ hp/hp$

Selecionaram-se duas famílias a partir de plantas homozigotas recessivas para os três locos *alcobaça*, *crimson* e *high pigment*, no primeiro plantio. Estas famílias foram multiplicadas no campo como duas linhagens para confirmação do genótipo, e então denominadas Tom-589 e Tom-590.

3.1.9 Obtenção dos híbridos F_1

Essa etapa do trabalho foi realizada em Campos dos Goytacazes-RJ, em área pertencente ao convênio entre a Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO-RIO), sob estrutura plástica de proteção, modelo "Ana Dias" (Souza et al., 1994).

Foram utilizadas as 8 linhagens, correspondentes aos 8 genótipos obtidos na primeira etapa (Tabela 2), com as quais se efetuou um cruzamento dialélico e obtendo-se 28 híbridos (n(n-1)/2), durante o período de dezembro/94 a setembro/95, obtendo-se quantidade suficiente de sementes de todos os materiais genéticos. Não foram obtidos os híbridos recíprocos.

3.2 Descrição das linhagens

Tabela 2- Descrição dos genótipos utilizados com relação aos locos a1c, og⁺ e hp.

Genótipo	Material Utilizado
1 - a1c/a1c ⁺ og ⁺ /og ⁺ hp/hp	Flora-Dade
2 - a1c/a1c ⁺ og ⁺ /og ⁺ hp/hp	Tom-559
3 - a1c/a1c ⁺ og ⁺ /og ⁺ hp/hp	Tom 596
4 - a1c/a1c ⁺ og ⁺ /og ⁺ hp/hp	Tom 595
5 - a1c/a1c ⁺ og ⁺ /og ⁺ hp/hp	Tom 592
6 - a1c/a1c ⁺ og ⁺ /og ⁺ hp/hp	Tom 594
7 - a1c/a1c ⁺ og ⁺ /og ⁺ hp/hp	Tom-588
8 - a1c/a1c ⁺ og ⁺ /og ⁺ hp/hp	Tom-589

Estas linhagens representam todas as combinações possíveis (2³), envolvendo os três locos gênicos em homozigose.

3.2.1 Condução dos materiais genéticos para cruzamentos

Realizou-se a semeadura em caixas plásticas contendo substrato comercial Planticel® em 22/12/94 e a repicagem em 28/12/94, para bandejas de isopor de 128 células contendo substrato Planticel® misturado a 500g de adubo 4-14-8 por saco de 25 kg de substrato. As linhagens utilizadas para extração de pólen foram semeadas vinte dias antes, em 02/12/94, e conduzidas em vasos de barro com

capacidade para 10 l de solo. As linhagens a serem utilizadas como maternais foram transplantadas após 30 dias da semeadura para sob a cobertura plástica, em fileiras simples no espaçamento de 1,00mx0,40m entre plantas. Foi utilizada irrigação por gotejamento, a desbrota e condução de 2 hastes por planta e o tutoramento através de fitas de ráfia presas em arame acima das plantas. Utilizou-se adubação de plantio e cobertura conforme análise de solo e recomendação para tomate estaqueado do Manual de Adubação para o Estado do Rio de Janeiro, De Poli (1980). Foram realizadas pulverizações visando o controle efetivo das pragas e doenças da cultura, e ainda a complementação com cloreto de cálcio, via foliar, à partir do início da frutificação.

Foi realizada a extração manual do pólen das flores abertas, das linhagens utilizadas como masculinas, sempre na hora mais quente do dia, armazenando-o em cápsulas de gelatina que serviam também para polinizar os estigmas das flores emasculadas utilizadas como parental feminino. Deu-se preferência à polinização pela manhã até as 10 horas, utilizando o pólen recentemente extraído, e a tarde após as 16 horas, devido aos picos de temperatura elevada ocorrentes na região. Utilizou-se cerca de 40 plantas de cada material visando uma quantidade suficiente de sementes híbridas por cruzamento. Os frutos obtidos, após a completa maturação, foram colhidos procedendo-se a extração manual e fermentação por 48 horas, lavagem em água corrente para retirada da mucilagem e logo após procedeu-se a imersão por 3 horas em solução de ácido clorídrico (19 água:1 ácido) visando controlar possíveis infecções do vírus do mosaico comum do fumo (TMV) (Silva e Casali, 1980). As sementes foram secas em papel toalha, identificadas e armazenadas em sacos de papel em temperatura ambiente.

3.3 Avaliação dos híbridos e linhagens parentais

Os experimentos foram conduzidos sob estruturas de proteção de 300 m², constituindo-se de 36 tratamentos (28 híbridos + 8 linhagens). Uma listagem completa dos genótipos utilizados pode ser encontrada no Quadro 1.

Os experimentos foram conduzidos em 4 repetições sendo utilizadas duas repetições por estrutura plástica e um intervalo de 20 dias entre as sementeiras visando uma melhor distribuição na época de coleta dos dados e execução das análises previstas.

A primeira sementeira foi realizada em 10/10/95 em caixas plásticas contendo substrato Planticel®, repicadas após 5 dias para bandejas contendo substrato Planticel® + 500g de adubo 4-14-8 por saco de 25 kg de substrato e transplantadas 20 dias após a sementeira (30/10/95) para o local definitivo em espaçamento de 0,80m entre linhas X 0,50m entre plantas (0,4 m²/planta).

Utilizou-se a adubação de plantio segundo a análise de solo e recomendação para tomate estaqueado do Manual de Adubação para o Estado do Rio de Janeiro, De Poli (1980) e a complementação com cloreto de cálcio, via foliar, à partir do início da frutificação.

A segunda sementeira foi realizada em 30/10/95, a repicagem após 5 dias para bandejas de isopor. O transplante foi realizado em 23/11/95 para o local definitivo. Todas as demais práticas culturais foram as mesmas utilizadas no plantio anterior, inclusive a irrigação por gotejamento e as pulverizações, desbrotas e condução da cultura com 2 hastes por planta, tutoradas com fio de ráfia.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados completos com 10 plantas por parcela e duas repetições (=blocos) por estrutura de proteção, totalizando 4 repetições (=blocos).

Quadro 1- LISTAGEM DOS GENÓTIPOS UTILIZADOS NOS EXPERIMENTOS CONDUZIDOS EM Campos dos Goytacazes, RJ. 1995/96.

Genótipo Correspondente nos locos <i>alc</i> , <i>og</i> ^e e <i>hp</i> :	Tratamento	N ^o /repetições
<i>alc</i> ⁻ / <i>alc</i> ⁻ <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ⁻ <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁻	Flora-Dade	1
<i>alc</i> / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ⁺ <i>hp</i> ⁻ / <i>hp</i> ⁻	Tom-559	1
<i>alc</i> ⁻ / <i>alc</i> ⁻ <i>og</i> ^e / <i>og</i> ^e <i>hp</i> ⁻ / <i>hp</i> ⁻	Tom-596	1
<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> ⁻ <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ⁻ <i>hp</i> ⁻ / <i>hp</i>	Tom-595	1
<i>alc</i> / <i>alc</i> <i>og</i> ^e / <i>og</i> ^e <i>hp</i> ⁻ / <i>hp</i> ⁻	Tom-592	1
<i>alc</i> / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ⁺ <i>hp</i> ⁻ / <i>hp</i>	Tom-594	1
<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> ⁻ <i>og</i> ^e / <i>og</i> ^e <i>hp</i> ⁻ / <i>hp</i>	Tom-588	1
<i>alc</i> / <i>alc</i> <i>og</i> ^e / <i>og</i> ^e <i>hp</i> ⁻ / <i>hp</i>	Tom-589	1
<i>alc</i> ⁻ / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ⁺ <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁻	Flora-Dade X Tom-559	1
<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> ⁻ <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ^e <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁻	Flora-Dade X Tom-596	1
<i>alc</i> ⁻ / <i>alc</i> ⁻ <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ⁺ <i>hp</i> ⁻ / <i>hp</i>	Flora-Dade X Tom-595	1
<i>alc</i> ⁻ / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ^e <i>hp</i> ⁻ / <i>hp</i> ⁻	Flora-Dade X Tom-592/ Tom-559 X Tom-596	2
<i>alc</i> ⁻ / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ⁻ <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i>	Flora-Dade X Tom-594/ Tom-559 X Tom-595	2
<i>alc</i> ⁻ / <i>alc</i> ⁻ <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ^e <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i>	Flora-Dade X Tom-588/ Tom-596 X Tom-595	2
<i>alc</i> ⁻ / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ^e <i>hp</i> ⁻ / <i>hp</i>	Flora-Dade X Tom-589/ Tom-559 X Tom-588/ Tom-596 X Tom-594/ Tom-595 X Tom-592	4
<i>alc</i> / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ^e <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁻	Tom-559 X Tom-592	1
<i>alc</i> / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ⁻ <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i>	Tom-559 X Tom-594	1
<i>alc</i> / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ^e <i>hp</i> ⁻ / <i>hp</i>	Tom-559 X Tom-589/ Tom-592 X Tom-594	2
<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^e / <i>og</i> ^e <i>hp</i> ⁻ / <i>hp</i> ⁻	Tom-596 X Tom-592	1
<i>alc</i> ⁻ / <i>alc</i> ⁺ <i>og</i> ^e / <i>og</i> ^e <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i>	Tom-596 X Tom-588	1
<i>alc</i> ⁻ / <i>alc</i> <i>og</i> ^e / <i>og</i> ^e <i>hp</i> ⁻ / <i>hp</i>	Tom-596 X Tom-589/ Tom-592 X Tom-588	2
<i>alc</i> ⁻ / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ⁻ <i>hp</i> ⁻ / <i>hp</i>	Tom-595 X Tom-594	1
<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> ⁺ <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ^e <i>hp</i> ⁻ / <i>hp</i>	Tom-595 X Tom-588	1
<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ^e <i>hp</i> ⁻ / <i>hp</i>	Tom-595 X Tom-589/ Tom-594 X Tom-588	2
<i>alc</i> / <i>alc</i> <i>og</i> ^e / <i>og</i> ^e <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i>	Tom-592 X Tom-589	1
<i>alc</i> / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ^e <i>hp</i> ⁻ / <i>hp</i>	Tom-594 X Tom-589	1
<i>alc</i> ⁻ / <i>alc</i> <i>og</i> ^e / <i>og</i> ^e <i>hp</i> ⁻ / <i>hp</i>	Tom-588 X Tom-589	1
Total de tratamentos utilizados		36

Foi realizado um experimento complementar visando-se medir a altura das plântulas na bandeja, cuja semeadura foi realizada em 21/12/95 diretamente em bandejas de isopor de 128 células contendo substrato Planticel enriquecido com 500 g/saco de 25 kg do adubo 4-14-8. Foram semeados 36 tratamentos (28 híbridos + 8 parentais) no delineamento inteiramente casualizado em quatro repetições de 8 plantas por repetição. As bandejas foram irrigadas por aspersão normalmente todos os dias, sendo os dados de medição tomados em

17/01/96, e as bandejas foram mantidas sob uma estrutura de proteção idêntica e próxima aos experimentos.

3.4 Avaliação das características

3.4.1 Avaliação da altura de plântulas e de plantas

Foi realizado um experimento complementar entre 21/12/95 e 17/01/96 visando-se medir a altura das plantas na bandeja. As medidas foram realizadas aos 25 dias da semeadura, com auxílio de uma régua. Os resultados foram expressos como altura de plântulas. A altura das plantas aos 80 dias foi avaliada nos experimentos sob estrutura de proteção.

3.4.2 Produção em peso e número de frutos comerciáveis

Foram realizadas nove colheitas semanais de frutos maduros ou no estágio *breaker* na primeira estrutura de proteção. As colheitas foram realizadas no período de 27/12/95 a 23/02/96 sendo os frutos classificados quanto ao tamanho em comerciáveis (diâmetro acima de 5 cm) e não comerciáveis (diâmetro abaixo de 5 cm) e computados o peso e número de frutos comerciáveis que somados ao final constituíram a produção em peso e número de frutos comerciáveis, expressa em valores por planta. Na segunda estrutura foram realizadas dez colheitas semanais no período de 25/01/96 a 27/02/96 e seguindo as mesmas prescrições da primeira estrutura.

3.4.3 Peso médio dos frutos comerciáveis

Obteve-se à partir da divisão do peso dos frutos comerciáveis de cada parcela pelo número de frutos comerciáveis referentes à respectiva parcela, sendo os resultados expressos em g/fruto.

3.4.4 Formato do fruto

Retirou-se amostra de 10 frutos por parcela ao acaso de uma colheita intermediária, medindo-se seu comprimento (C) e diâmetro (D) em centímetros, com auxílio de um paquímetro, e daí obtendo-se a relação comprimento/diâmetro (C/D) que dá idéia do formato dos frutos: $C/D < 1$; $C/D = 1$ e $C/D > 1$ correspondem às formas achatada, redonda e oblonga. Esses mesmos frutos foram utilizados para determinação de coloração interna e externa pela tabela de cores de Humsell para tecidos vegetais.

3.4.5 Firmeza dos frutos (nos estádios *breaker* até *maduro*)

Foram coletados quatro frutos por parcela referentes a 1ª ou 2ª penca no estágio *breaker* de maturação (início de aparecimento de cor), pela manhã. Cada fruto foi identificado pela parcela e por um número de ordem e marcou-se um ponto para aferição das medidas de firmeza realizadas à cada 48 horas. Os frutos permaneceram sobre uma bancada de laboratório, à temperatura ambiente entre 28° e 31°C. As avaliações de firmeza foram feitas pelo método de aplanção (Calbo e Calbo, 1989) sendo a primeira medida realizada logo após a colheita e denominada firmeza zero (correspondente ao estágio *breaker*). Outras quatro avaliações foram feitas totalizando cinco avaliações aos: 0, 2, 4, 6 e 8 dias após a colheita. Os dados foram coletados segundo Calbo e Nery (1995), em aparelho próprio desenvolvido por Calbo e Calbo (1989) onde um peso de 0,8174 kgf denominado ponta de prova (F) permaneceu por 1 minuto sobre a superfície equatorial previamente marcada em cada fruto. Este

procedimento promoveu uma superfície elipsoidal marcada por 1 gota de óleo mineral de bordas definidas que foi medida com paquímetro obtendo-se um diâmetro maior (a) e um diâmetro menor (b). As medidas dos diâmetros foram aplicadas à expressão $A = 0,7854 \times a \times b$ fornecendo a área da superfície aplanada (A) em cm^2 . A divisão da ponta de prova (F) pela área da superfície aplanada (A) forneceu a unidade de pressão em kgf/cm^2 , considerada como medida de turgor dos frutos e cujos valores mais elevados indicam frutos mais firmes.

3.4.6 Avaliação dos teores de licopeno e de beta-caroteno

Retiraram-se por parcela amostras de três frutos completamente maduros coletados de uma colheita intermediária. As amostras foram coletadas segundo o método de Medina e Medina (1981) onde são retirados discos de pericarpo do fruto na sua superfície equatorial. As amostras foram então imediatamente envoltas em papel alumínio, congeladas através de nitrogênio líquido e acondicionadas em freezer comum até a realização da extração e quantificação dos pigmentos em espectrofotômetro de feixe duplo. O pigmento licopeno absorve em comprimento de onda de 502 nm e o beta-caroteno absorve em 470 nm. Foram então avaliados em amostras retiradas de 3 frutos por parcela, e os resultados foram expressos em unidades do pigmento/grama de peso fresco.

3.4.7 Sólidos solúveis totais

Retirou-se uma amostra de 10 frutos maduros de cada parcela os quais também serviram para as medidas de comprimento e diâmetro dos frutos, espessura da polpa, número de lóculos e coloração externa e interna. Para as avaliações de sólidos solúveis totais esses frutos foram liqüefeitos avaliando-se o extrato aquoso conforme recomendação da A.O.A.C. (1992). Os valores foram determinados por

refratômetro tipo ABBE e expressos em °Brix, parâmetro este relacionado ao sabor dos frutos.

3.4.8 Acidez total titulável

O suco obtido da liqüefação de 10 frutos maduros por parcela foi utilizado também para determinação da acidez total titulável expressa em g de ácido cítrico/100g de tecido fresco. Os frutos foram processados logo após a colheita. Usando-se o fator de correção: volume de soda/2 x 0,06404, segundo a técnica recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (1985) citada por Resende (1995).

3.4.9 Relação Brix/Acidez Total Titulável

Os valores foram obtidos através da divisão dos valores de sólidos solúveis totais pela acidez total titulável. Tal avaliação é característica relacionada com a palatabilidade. São considerados superiores em sabor os frutos com relação Brix/Acidez acima de 13,4 (Carvalho et al., 1984), segundo Kader et al. (1978) e Mencarelli e Saltveit Jr. (1988), frutos de tomate podem ser considerados de sabor excelente quando esta relação for superior a 10.

3.4.10 Percentagem de perda de peso

Foram selecionados seis frutos por tratamento, todos no estágio de desenvolvimento relativo ao *breaker* visual, ou início da mudança de cor. Os frutos foram acondicionados sobre uma bancada confeccionada em tela fina, dentro do laboratório com temperatura ambiente, sendo esta temperatura registrada todos os dias (oscilando entre a mínima de 28°C e máxima de 31°C). As pesagens foram realizadas individualmente/fruto durante um período de 11 dias. Os pesos foram transformados em percentagem de perda em relação ao dia zero, para fins de análise estatística.

Tabela 3- Temperaturas médias das máximas e mínimas registradas sob as estruturas de proteção, durante o período experimental. Campos dos Goytacazes, RJ. 1995/96.

Mês/ano	Mín/dia	Máx/dia	Mín/noite	Máx/noite
Outubro de 1995	22,40	30,30	20,70	25,90
Novembro de 1995	23,80	31,80	21,40	26,40
Dezembro de 1995	24,30	33,10	23,20	27,80
Janeiro de 1996	25,50	35,40	23,60	29,50
Fevereiro de 1996	27,10	38,00	24,40	30,70
Março de 1996	27,30	37,40	24,60	29,10
Abril de 1996	24,70	35,20	22,20	27,70

3.4.11 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise genética proposta por Fasoulas e Allard (1962) pela qual é possível avaliar as interações intra e inter-locos para os três locos em estudo. São necessárias linhas quase isogênicas para o estudo das interações entre pequenos segmentos cromossômicos que se diferenciem entre as linhas. As análises mostram a direção em que os efeitos aditivos, dominantes e epistáticos são significativos dentro da variação genética total. São possíveis também as estimativas dos componentes de variância associadas aos graus de liberdade individuais. No caso específico deste estudo possuímos três segmentos cromossômicos, correspondentes aos locos *alcobaça*, *crimson* e *high pigment*, que combinados deram origem a oito linhas homozigotas em todas as combinações possíveis. Os vinte e oito híbridos obtidos e testados correspondem a doze híbridos distintos com um loco em heterozigose os quais repetem apenas uma vez; seis híbridos distintos com dois locos em heterozigose os quais repetem duas vezes cada e um híbrido com três locos em heterozigose com quatro repetições, totalizando dezenove híbridos distintos e vinte e oito cruzamentos. Os efeitos genéticos estimados pelas análises são descritos no Quadro 2.

QUADRO 2 - Descrição dos 26 graus de liberdade disponíveis para as comparações entre os 27 genótipos.	
A ₁	Efeito aditivo do loco <i>alcobaça</i> (<i>alc</i>)
A ₂	Efeito aditivo do loco <i>crimson</i> (<i>og^f</i>)
A ₃	Efeito aditivo do loco <i>high pigment</i> (<i>hp</i>)
D ₁	Efeito de dominância do loco <i>alcobaça</i>
D ₂	Efeito de dominância do loco <i>crimson</i>
D ₃	Efeito de dominância do loco <i>high pigment</i>
A ₁ A ₂	Interação entre o efeito aditivo em <i>alc</i> x efeito aditivo em <i>og^f</i>
A ₁ A ₃	Interação entre o efeito aditivo em <i>alc</i> x efeito aditivo em <i>hp</i>
A ₂ A ₃	Interação entre o efeito aditivo em <i>og^f</i> x efeito aditivo em <i>hp</i>
A ₁ A ₂ A ₃	Interação entre o efeito aditivo em <i>alc</i> x efeito aditivo em <i>og^f</i> x efeito aditivo em <i>hp</i>
A ₁ D ₂	Interação entre o efeito aditivo em <i>alc</i> x efeito de dominância em <i>og^f</i>
D ₁ A ₂	Interação entre o efeito de dominância em <i>alc</i> x efeito aditivo em <i>og^f</i>
A ₁ D ₃	Interação entre o efeito aditivo em <i>alc</i> x efeito de dominância em <i>hp</i>
D ₁ A ₃	Interação entre o efeito de dominância em <i>alc</i> x efeito aditivo em <i>hp</i>
A ₂ D ₃	Interação entre o efeito aditivo em <i>og^f</i> x efeito de dominância em <i>hp</i>
D ₂ A ₃	Interação entre o efeito de dominância em <i>og^f</i> x efeito aditivo em <i>hp</i>
A ₁ D ₂ A ₃	Interação entre o efeito aditivo em <i>alc</i> x efeito de dominância em <i>og^f</i> x efeito aditivo em <i>hp</i>
D ₁ A ₂ A ₃	Interação entre o efeito de dominância em <i>alc</i> x efeito aditivo em <i>og^f</i> x efeito aditivo em <i>hp</i>
D ₁ D ₂ A ₃	Interação entre o efeito de dominância em <i>alc</i> x efeito de dominância em <i>og^f</i> x efeito aditivo em <i>hp</i>
A ₁ A ₂ D ₃	Interação entre o efeito aditivo em <i>alc</i> x efeito aditivo em <i>og^f</i> x efeito de dominância em <i>hp</i>
A ₁ D ₂ D ₃	Interação entre o efeito aditivo em <i>alc</i> x efeito de dominância em <i>og^f</i> x efeito de dominância em <i>hp</i>
D ₁ A ₂ D ₃	Interação entre o efeito de dominância em <i>alc</i> x efeito aditivo em <i>og^f</i> x efeito de dominância em <i>hp</i>
D ₁ D ₂	Interação entre o efeito de dominância em <i>alc</i> x efeito de dominância em <i>og^f</i>
D ₁ D ₃	Interação entre o efeito de dominância em <i>alc</i> x efeito de dominância em <i>hp</i>
D ₂ D ₃	Interação entre o efeito de dominância em <i>og^f</i> x efeito de dominância em <i>hp</i>
D ₁ D ₂ D ₃	Interação entre o efeito de dominância em <i>alc</i> x efeito aditivo em <i>og^f</i> x efeito de dominância em <i>hp</i> .

Desses 26 graus de liberdade, três (A_1 , A_2 e A_3) podem ser designados para comparações lineares, três (D_1 , D_2 e D_3) para desvios das comparações lineares e vinte para as interações.

Os dados são expressos em forma de valores fenotípicos médios para cada um dos 27 genótipos (constituídos dos dezenove híbridos distintos e as oito linhagens parentais) e os quadrados médios correspondentes a cada um dos 26 graus de liberdade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Altura de plântulas

Os efeitos dos locos *alcobaça*, *crimson* e *high pigment* foram distribuídos entre as variações fenotípicas devidas aos efeitos aditivo (19,12% da variação total), dominante (17,67% da variação total) e epistático (63,22% da variação total). Na variação epistática, revelada pela soma dos efeitos das interações inter-locos, seus componentes aditivo X aditivo, aditivo X dominante e dominante X dominante corresponderam respectivamente a 10,90%, 29,83% e 22,48% da variação total (Tabela 4). Isto indica a interdependência dos efeitos de cada loco na expressão do caráter. Estes efeitos são reflexo das interações intra-loco (aditividade e dominância) ou inter-locos (epistasia) detectados pela distribuição percentual dos componentes da variação fenotípica total, (Tabela 4).

Apesar da significância, a característica altura de plântulas foi metricamente pouco afetada pelos genótipos nos locos *alc*, *og^f*, *hp*. Ressaltam-se os efeitos positivos do loco *alc* em heterozigose (*alc⁺/alc*) nos genótipos com fenótipo homozigoto normal (*hp⁺/hp⁻*) ou heterozigoto para *hp* (*hp⁺/hp*). Houve uma tendência da constituição genotípica *hp/hp* reduzir o tamanho de plântulas nos *backgrounds*

Tabela 4. VALORES DE QUADRADO MÉDIO DE VARIÂNCIA FENOTÍPICA DA ALTURA DE PLÂNTULAS. Campos dos Goytacazes, 1996.

Contraste	Quadrado Médio	Nível.Sig.	% do Total
A1	0.85500919	0.3918	0.37
A2	2.32915037	0.1588	1.01
A3	41.11420037	0.0001	17.74
D1	9.20509301	0.0057	3.97
D2	7.54592872	0.0121	3.26
D3	24.18705372	0.0001	10.40
A1A2	4.44083333	0.0527	1.92
A1A3	19.96920000	0.0001	8.62
A2A3	0.18625208	0.6890	0.08
A1A2A3	0.64411250	0.4572	0.28
A1D2	3.81225078	0.0723	1.65
D1A2	4.42159453	0.0532	1.91
A1D3	0.39050703	0.5624	0.17
D1A3	0.19142578	0.6849	0.08
A2D3	23.34152813	0.0001	10.07
D2A3	6.23927813	0.0221	2.69
A1D2A3	9.04053750	0.0062	3.90
D1A2A3	5.11526667	0.0378	2.21
D1D2A3	0.53821607	0.4966	0.23
A1A2D3	0.00026667	0.9879	0.00
A1D2D3	0.73830179	0.4261	0.32
D1A2D3	15.30925714	0.0004	6.61
D1D2	41.48086806	0.0001	17.90
D1D3	0.23233472	0.6549	0.10
D2D3	2.06891701	0.1839	0.89
D1D2D3	8.34241333	0.0084	3.60
Total do Quadrado Médio 231.7337966			

alc/alc, bem como nos *backgrounds alc⁺/alc og^f⁺/og^f⁺* e *alc⁺/alc og^f⁺/og^f*. Estes efeitos são reflexos das interações intra-loco (aditiva e de dominância) ou inter-locos (epistasia) detectadas pela distribuição percentual dos componentes da variação fenotípica total. No entanto, em nenhum destes casos a altura de plântulas foi significativamente inferior a da testemunha normal *alc⁺/alc⁺ og^f⁺/og^f⁺ hp⁺/hp⁺* (Figura 1).

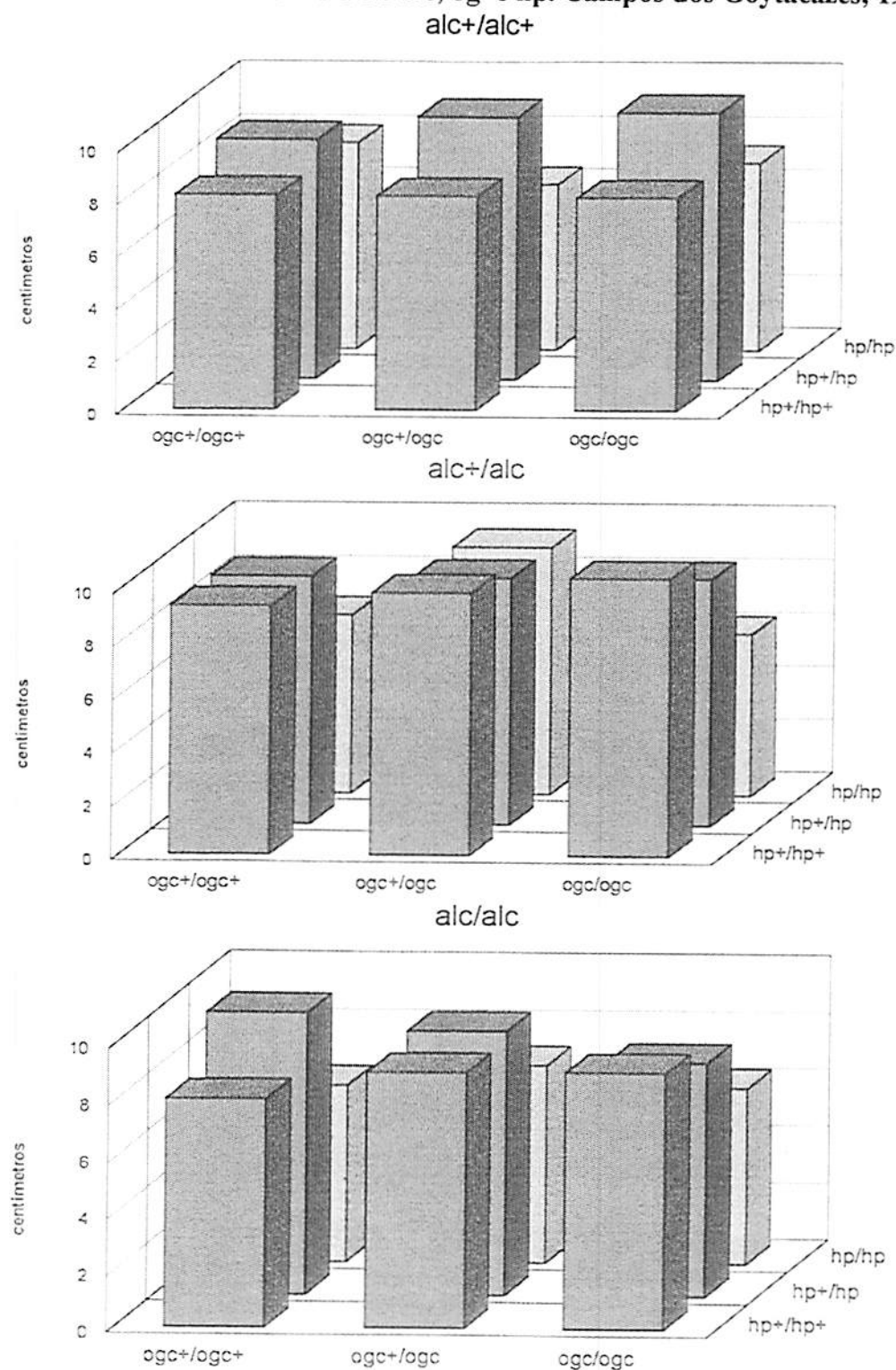
O efeito da redução no porte de plantas *hp/hp* observado por Thompson, Hepler e Kerr (1962); Jarret, Sayama e Tigchelaar (1984) e Wann (1995) em comparação ao genótipo normal (*hp⁺/hp⁺*) aparentemente não foi perceptível neste estágio do desenvolvimento.

4.2 Altura de plantas aos 80 dias

Os efeitos da variação fenotípica devida aos efeitos aditivos dos locos *alcobaça*, *crimson* e *high pigment* somaram 37,48% da variação fenotípica total, enquanto os efeitos de dominância somaram apenas 2,31% desta variação. A variação epistática, entretanto somou 60,21% da variação fenotípica total, destacando-se os efeitos aditivo X aditivo (22,42% da variação fenotípica total) e aditivo X dominante (35,26% da variação fenotípica total), devendo-se considerar as interações inter-locos na avaliação do caráter altura de plantas (Tabela 5).

Individualmente, no entanto, o maior efeito correspondeu ao do loco *hp* em homozigose (32,03% da variação total), denotando uma marcada influência negativa do genótipo *hp/hp* no caráter. A altura de planta aos 80 dias foi influenciada negativamente pelo loco *hp* em homozigose (*hp/hp*), particularmente nos genótipos *og^c/og^c*; de maneira mais atenuada, isto também foi verdade relativamente ao loco *hp* em heterozigose (*hp⁺/hp*).

Figura 1. ALTURA DE PLÂNTULAS, EM DIFERENTES COMBINAÇÕES GÊNICAS ENTRE OS LOCOS *alc*, *ogc* e *hp*. Campos dos Goytacazes, 1996.



Erros padrão: Genótipos representados por 1 tratamento experimental=0,5377 (genótipos heterozigotos em 1 loco)
 Genótipos representados por 2 tratamentos experimentais=0,3802 (genótipos heterozigotos em 2 locos)
 Genótipo representado por 4 tratamentos experimentais=0,2689 (genótipos heterozigotos nos 3 locos)

Tabela 5. VALORES DE QUADRADO MÉDIO DE VARIANÇIA FENOTÍPICA DA ALTURA DE PLANTAS AOS 80 DIAS. Campos dos Goytacazes, 1996.

Contraste	Quadrado Médio	Nível Sig.	% do Total
A1	31.59297794	0.5567	0.79
A2	186.45235294	0.1550	4.66
A3	1280.21327206	0.0003	32.03
D1	9.07680060	0.7526	0.23
D2	0.82880952	0.9241	0.02
D3	82.39001488	0.3432	2.06
A1A2	91.02520833	0.3192	2.28
A1A3	366.30750000	0.0472	9.16
A2A3	246.61333333	0.1025	6.17
A1A2A3	192.08000000	0.1489	4.81
A1D2	122.85281250	0.2476	3.07
D1A2	233.55007812	0.1119	5.84
A1D3	367.54382813	0.0469	9.19
D1A3	46.44070313	0.4762	1.16
A2D3	93.50281250	0.3127	2.34
D2A3	57.91570312	0.4265	1.45
A1D2A3	139.68375000	0.2178	3.49
D1A2A3	20.72041667	0.6340	0.52
D1D2A3	0.07875000	0.9766	0.00
A1A2D3	12.04166667	0.7166	0.30
A1D2D3	185.78571429	0.1557	4.65
D1A2D3	129.93017857	0.2345	3.25
D1D2	56.53388889	0.4320	1.42
D1D3	32.53555556	0.5509	0.81
D2D3	9.93836806	0.7415	0.25
D1D2D3	1.82533333	0.8876	0.05
Total do Quadrado Médio 3997.459841			

No *background* Flora-Dade e fenótipo alcobaça em homozigose (alc/alc) a redução na altura de plantas foi verificada também por og^c em homozigose (og^c/og^c) ou heterozigose (og^{c^+}/og^c).

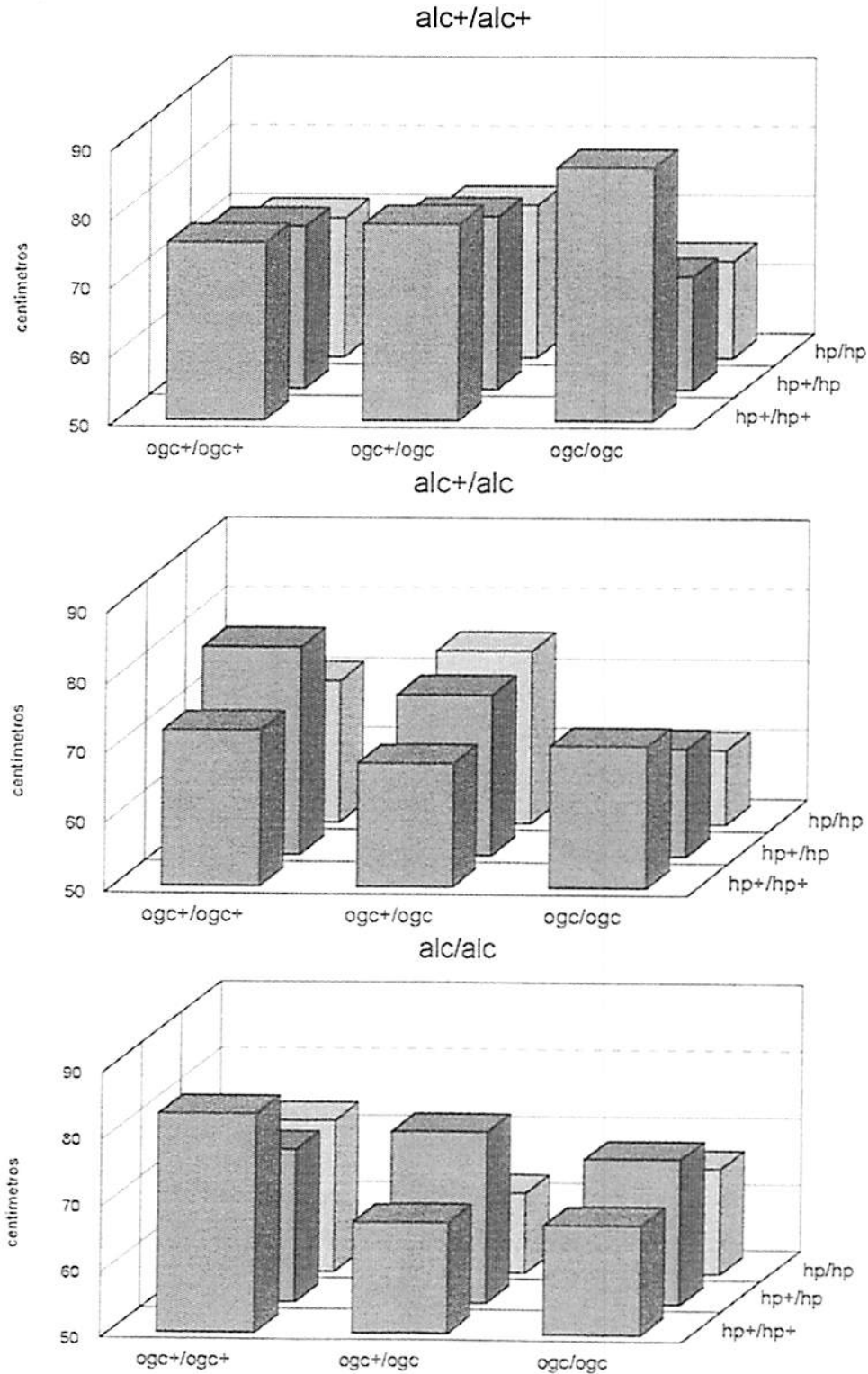
O genótipo normal ($alc^+/alc^+og^{c^+}/og^{c^+}hp^+/hp^+$) foi superado apenas pelas seguintes combinações: $alc^+/alc^+og^c/og^c hp^+/hp^+$, $alc^+/alc^+og^{c^+}/og^c hp^+/hp^+$, $alc^+/alc^+og^{c^+}/og^{c^+} hp^+/hp^+$ e $alc/alc og^{c^+}/og^{c^+} hp^+/hp^+$ (Figura 2).

A tendência do loco hp em homozigose (hp/hp) reduzir a altura das plantas foi verificada anteriormente por Thompson, Hepler e Ker (1962); Jarret, Sayama e Tigchelaar (1984); Wann et al. (1985) e Wann (1995) em *background* normal para o loco alcobaça (alc^+/alc^+). Resultados envolvendo as demais interações não foram encontrados na literatura. Os presentes resultados indicam que o gene alcobaça "per se" não prejudica a altura das plantas, como observado no genótipo $alc/alc/og^{c^+}/og^{c^+}/hp^+/hp^+$, embora determinadas combinações de alc^+/alc ou alc/alc com og^{c^+}/og^c ou og^c/og^c possam fazê-lo, Figura 2.

4.3 Firmeza dos frutos no estágio breaker de maturação

Os efeitos intra-loco de alcobaça, crimson e high pigment foram distribuídos entre as variações fenotípicas devidas aos efeitos aditivos (28,13% da variação total) e de dominância (13,09% da variação total). Os efeitos epistáticos, revelados pela soma dos efeitos das interações inter-locos corresponderam a 58,99% da variação fenotípica total, distribuída entre os efeitos: aditivo x aditivo (6,08%), aditivo X dominante (37,92%) e dominante X dominante (14,99%), existentes entre os 27 genótipos testados. Isto indica a interdependência dos efeitos de cada loco gênico estudado na expressão do caráter firmeza dos frutos no estágio breaker de maturação (Tabela 6).

Figura 2. ALTURA DE PLANTAS AOS 80 DIAS, EM DIFERENTES COMBINAÇÕES GÊNICAS ENTRE OS LOCOS *alc*, *ogc* e *hp*. Campos dos Goytacazes, 1996.



Erros padrão: Genótipos representados por 1 tratamento experimental=4,7661 (genótipos heterozigotos em 1 loco)
 Genótipos representados por 2 tratamentos experimentais=3,3702 (genótipos heterozigotos em 2 locos)
 Genótipo representado por 4 tratamentos experimentais=2,3831 (genótipos heterozigotos nos 3 locos)

Tabela 6. VALORES DE QUADRADO MÉDIO DE VARIANCI A FENOTÍPICA DA FIRMEZA DE FRUTOS DE TOMATE NA COLHEITA. Campos dos Goytacazes, 1996.

Contraste	Quadrado Médio	Nível Sig.	% do Total
A1	0.00092317	0.6834	0.28
A2	0.04631967	0.0046	14.27
A3	0.04403105	0.0057	13.57
D1	0.00786313	0.2353	2.42
D2	0.03433573	0.0142	10.58
D3	0.00028561	0.8205	0.09
A1A2	0.00954006	0.1914	2.94
A1A3	0.00294220	0.4669	0.91
A2A3	0.00529410	0.3296	1.63
A1A2A3	0.00194064	0.5545	0.60
A1D2	0.00022738	0.8395	0.07
D1A2	0.00066795	0.7286	0.21
A1D3	0.00133968	0.6233	0.41
D1A3	0.00322505	0.4463	0.99
A2D3	0.00417013	0.3867	1.28
D2A3	0.02731953	0.0282	8.42
A1D2A3	0.00480251	0.3530	1.48
D1A2A3	0.01749060	0.0779	5.39
D1D2A3	0.00001491	0.9586	0.01
A1A2D3	0.00498817	0.3439	1.54
A1D2D3	0.00019389	0.8517	0.06
D1A2D3	0.05796005	0.0016	17.86
D1D2	0.00828721	0.2232	2.55
D1D3	0.02601861	0.0322	8.02
D2D3	0.00604542	0.2977	1.86
D1D2D3	0.00829837	0.2229	2.56
Total do Quadrado Médio			0.32452482

O loco og^c parece ter o maior efeito métrico "per se" na firmeza inicial dos frutos (estádio *breaker*), como observado pelos componentes de variância A_2 e D_2 . Um efeito também observável é o do loco hp em homozigose (hp/hp), correspondente ao componente A_3 . (Tabela 6). De fato, a maioria dos genótipos de constituição og^c/og^c e hp/hp superaram a firmeza inicial do genótipo normal ($alc^+/alc^+ og^{f+}/og^{f+} hp^+/hp^+$), enquanto que genótipos og^{f+}/og^c diminuíram ligeiramente a firmeza na maioria dos casos.

O loco *alcobaça* "per se" pouco influenciou a firmeza dos frutos no estágio *breaker*, o que fica evidenciado pela pouca importância dos componentes A_1 e D_1 (Tabela 6). Contudo, algumas de suas combinações com os locos og^c e hp tiveram efeito positivo sobre a firmeza dos frutos. O loco *alc* heterozigoto revelou o maior valor de firmeza dos frutos na combinação $alc^+/alc og^{f+}/og^c hp^+/hp^+$, valor este mais alto do que os verificados na combinação $alc/alc og^{f+}/og^c hp^+/hp^+$ (Figura 3). Tal fato pode ser explicado pela dificuldade em identificar o estágio *breaker* nas linhas homozigotas para *alcobaça* (alc/alc), o que provavelmente ocasionou a colheita dos frutos homozigotos alc/alc em estágio de desenvolvimento mais avançado que o das linhas com fenótipo normal para *alcobaça* (alc^+/alc e alc^+/alc^+).

Quando se considerou o loco *alcobaça* homozigoto (alc/alc), apenas as combinações $alc/alc og^{f+}/og^{f+} hp/hp$ e $alc/alc og^c/og^c hp^+/hp^+$ foram ligeiramente mais firmes que $alc/alc og^{f+}/og^{f+} hp^+/hp^+$, indicando que a firmeza conferida pelo loco *alc* homozigoto pode ser reduzida por combinações específicas entre og^c e hp . A maior redução da firmeza foi verificada pela ação desses três locos em homozigose ($alc/alc og^c/og^c hp/hp$) (Figura 3).

Os seguintes autores verificaram os efeitos benéficos do mutante hp em homozigose (hp/hp) sobre a firmeza dos frutos em

relação ao normal (hp^+/hp^+): Thompson, Hepler e Kerr (1962), Sayama (1979), Jarret, Sayama e Tigchelaar (1984) e Wann (1996) verificaram a superioridade da firmeza do tecido de frutos hp/hp sobre cultivares normais (hp^+/hp^+) no estágio *mature-green*. As interações desse loco com *alcobaça* não haviam sido estudadas anteriormente.

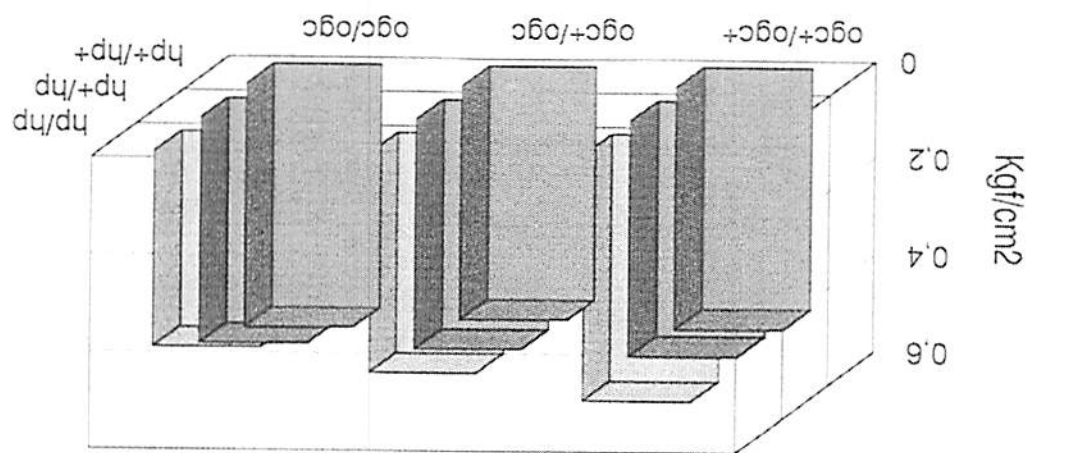
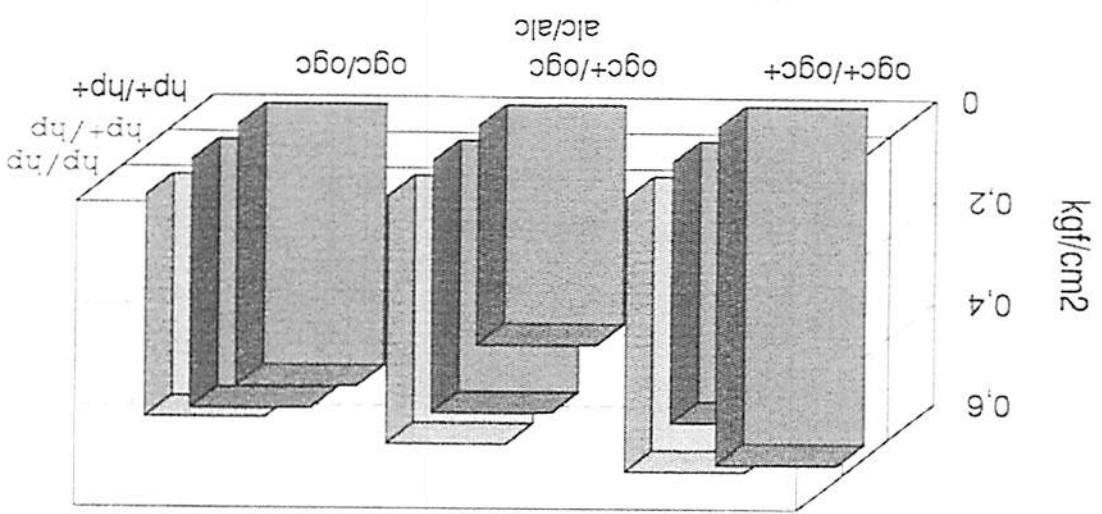
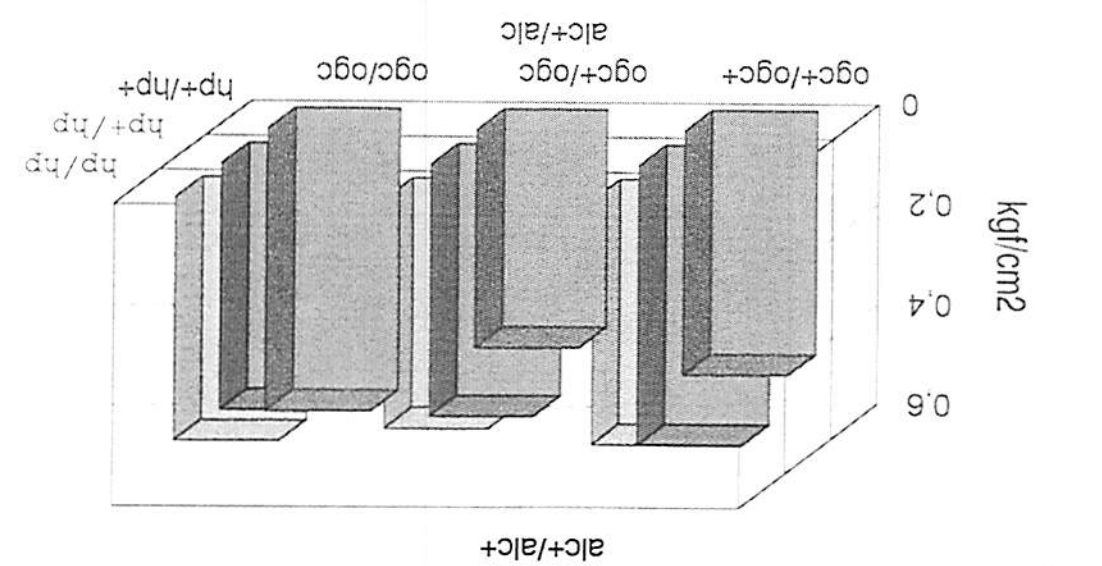
Lampe e Watada (1971) relatam que linhas og^f/og^f e hp/hp foram mais firmes ao toque que as cultivares normais e tão firmes quanto og^c/og^c hp/hp , porém com reduzida vida pós-colheita. Sayama (1979), também obteve aumento de firmeza de linhas og^f/og^f hp/hp . Os presentes resultados mostram valores de firmeza semelhantes no que diz respeito à comparação com o genótipo normal (alc^+/alc^+ og^f^+/og^f^+ hp^+/hp^+), porém as interações entre *alc* em homozigose ou heterozigose (alc/alc ou alc^+/alc) e os locos og^f e hp em homozigose (og^c/og^c e hp/hp) contribuíram para a redução da firmeza no estágio *breaker* de maturação.

Freitas (1996) observou que os locos og^f e hp em heterozigose no *background* alc^+/alc não contribuíram para aumentar a firmeza dos frutos. Neste estudo o loco og^f em heterozigose (og^f^+/og^f), contribuiu para menores valores de firmeza dos frutos.

A firmeza conferida por *alcobaça* em homozigose nos estádios iniciais da maturação foi verificada também pelos seguintes autores: Lobo (1981), Lobo, Basset e Hannah, (1984), Mutschler (1984), Mutschler et al. (1992) e Souza (1995) podendo ter variado em magnitude de acordo com os diferentes *backgrounds* e/ou metodologias utilizadas.

Souza (1995), Resende (1995) e Freitas (1996) relataram os efeitos benéficos do locos *alc* em heterozigose (alc^+/alc) sobre a firmeza de frutos no estágio *breaker* de maturação comparada à firmeza de frutos normais (alc^+/alc^+).

Figura 3. FIRMEZA DE FRUTOS NA COLHEITA, EM DIFERENTES COMBINAÇÕES GÊNICAS ENTRE OS LOCOS *alc*, *og* e *hp*. Campos dos Goytacazes, 1996.



Erros padrão: Genótipos representados por 1 tratamento experimental=0,0371 (genótipos heterozigotos em 1 loco) Genótipos representados por 2 tratamentos experimentais=0,0263 (genótipos heterozigotos em 2 locos) Genótipos representados por 4 tratamentos experimentais=0,0186 (genótipos heterozigotos nos 3 locos)

4.4 Firmeza no 8º dia após a colheita (estádio maduro)

Os efeitos da variação fenotípica intra-loco em *alcobaça*, *crimson* e *high pigment* foram distribuídos entre as variações fenotípicas devidas aos efeitos aditivos (52,92% da variação total) e de dominância (9,35% da variação total). Os efeitos epistáticos revelados pela soma dos efeitos aditivo X aditivo (12,18% da variação total), aditivo X dominante (24,11% da variação total) e dominante X dominante (1,44% da variação total), explicaram 37,73% da variação total existente entre os 27 genótipos testados. Tanto os efeitos da variação fenotípica revelada pelas relações intra-loco (aditividade e dominância) e inter-locos (epistasia), devem pois ser considerados ao se pretender aumentar a vida pós-colheita utilizando os locos *alc*, *og^f* e *hp*, (Tabela 7).

A firmeza do genótipo normal (*alc⁺/alc⁺ og^{f+}/og^{f+} hp⁺/hp⁺*) foi claramente superada pelas combinações: *alc⁺/alc⁺ og^{f+}/og^f hp/hp* e *alc⁺/alc⁺ og^f/og^f hp⁺/hp* e ainda pelos genótipos envolvendo o loco *alc* em homozigose (*alc/alc*) e em heterozigose (*alc⁺/alc*). Isto indica a capacidade do gene *alc* em aumentar a firmeza dos frutos colhidos no estágio *breaker* e amadurecidos em condições de temperatura oscilando entre os 28°C e 31°C, tanto em homozigose quanto em heterozigose, (Figura 4). Este efeito foi claramente revelado pelos percentuais da variância devido ao seu efeito aditivo A₁ (47,47% da variação total).

Mutschler (1984b) verificou que a armazenabilidade de frutos *alcobaça* (*alc/alc*) e híbridos F₁ *alcobaça* (*alc⁺/alc*), num *background* de frutos moles (cv. Rutgers), não foi devida a extrema firmeza dos frutos *alcobaça* na colheita, mas a uma atenuação do amolecimento durante a pós-colheita. A capacidade em retardar o amolecimento dos frutos conferida pelo loco *alc* em heterozigose (*alc⁺/alc*) foi

Tabela 7. VALORES DE QUADRADO MÉDIO DE VARIANCI A FENOTÍPICA DA FIRMEZA DE FRUTOS ARMAZENADOS POR 8 DIAS. Campos dos Goytacazes, 1996.

Contraste	Quadrado Médio	Nível Sig.	% do Total
A1	0.05657197	0.0001	47.47
A2	0.00565750	0.0703	4.75
A3	0.00083615	0.4837	0.70
D1	0.00039437	0.6303	0.33
D2	0.01074720	0.0132	9.02
D3	0.00000625	0.9517	5.24
A1A2	0.00145640	0.3557	1.22
A1A3	0.00219511	0.2574	1.84
A2A3	0.00451244	0.1055	3.79
A1A2A3	0.00636192	0.0552	5.34
A1D2	0.00928373	0.0211	7.79
D1A2	0.00054079	0.5731	0.45
A1D3	0.00131905	0.3794	1.11
D1A3	0.00614525	0.0595	5.16
A2D3	0.00148444	0.3512	1.25
D2A3	0.00507906	0.0862	4.26
A1D2A3	0.00153120	0.3437	1.28
D1A2A3	0.00058905	0.5565	0.49
D1D2A3	0.00009858	0.8098	0.08
A1A2D3	0.00217361	0.2597	1.82
A1D2D3	0.00001694	0.9205	0.01
D1A2D3	0.00046518	0.6012	0.39
D1D2	0.00000282	0.9675	0.00
D1D3	0.00083743	0.4834	0.70
D2D3	0.00086840	0.4754	0.73
D1D2D3	0.00000368	0.9629	0.00
Total do Quadrado Médio	0.11917852		

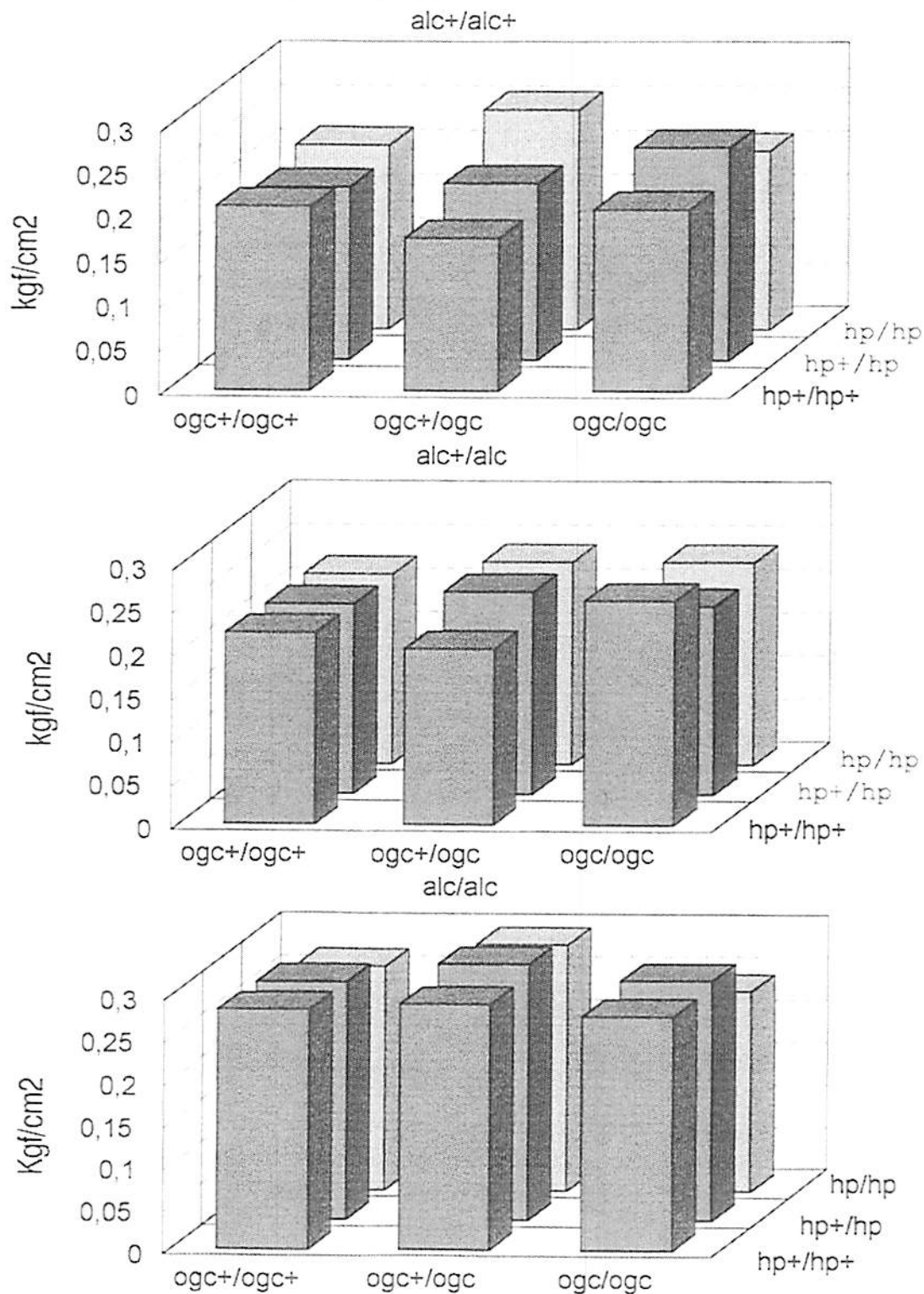
verificada também por Lobo (1981), Mutschler et al.(1992), Souza (1995), Resende (1995) e Freitas (1996).

Mutschler et al.(1992) observou que o gene *alc* em condições de heterozigose (*alc*⁺/*alc*) apresentou efeitos positivos, ou não apresentou efeitos, sobre a firmeza de diferentes combinações híbridas F₁, concluindo que a armazenabilidade conferida por *alcobaça* pode ser aumentada pela sua transferência para *backgrounds* de frutos firmes.)

Considerando a firmeza conferida por mutantes de coloração de frutos, Thompson, Hepler e Kerr (1962) relataram a maior firmeza de frutos mutantes *hp/hp* em relação ao normal (*hp*⁺/*hp*⁺), sendo verificado nos presentes resultados que os valores foram semelhantes entre linhas *hp/hp* e *hp*⁺/*hp*⁺. Lampe e Watada (1971) relataram que uma maior firmeza ao toque, foi observada nas linhas *og*^f/*og*^f, *hp/hp* e *og*^f/*og*^f *hp/hp* sendo estas maiores que a do fruto normal, durante o armazenamento, aqui observou-se em *background* normal para *alcobaça* (*alc*⁺/*alc*⁺) firmezas semelhantes ou inferiores ao normal (*alc*⁺/*alc*⁺ *og*^f/*og*^f *hp*⁺/*hp*⁺). Em *background* normal no loco *alcobaça* (*alc*⁺/*alc*⁺), os efeitos positivos na firmeza foram mais evidentes nas combinações *og*^f/*og*^f *hp/hp* e *og*^c/*og*^c *hp*⁺/*hp*⁺.

Wann et al.(1985) verificaram maior firmeza em linhas *og*^f/*og*^f *hp/hp* em relação a 'Flora-Dade' em amostras de frutos amadurecidos desde o estágio *mature-green* até totalmente maduro, a 20°C (7 a 10 dias), o que não foi verificado nas condições deste ensaio sob temperaturas entre 28 e 31°C, verificando-se firmeza semelhante entre *alc*⁺/*alc*⁺ *og*^f/*og*^f *hp*⁺/*hp*⁺ e *alc*⁺/*alc*⁺ *og*^c/*og*^c *hp/hp*. Wann (1996) verificou a maior firmeza do tecido de frutos *hp/hp* no estágio maduro, sobre cultivares de genótipo normal (*hp*⁺/*hp*⁺), o que pode explicar a firmeza desses frutos verificada através de outros métodos de avaliação.

Figura 4- FIRMEZA DE FRUTOS MADUROS, AOS 8 DIAS DA COLHEITA, EM DIFERENTES COMBINAÇÕES GÊNICAS ENTRE OS LOCOS *alc*, *ogc* E *hp*. CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1996.



Erros padrão: Genótipos representados por 1 tratamento experimental=0,0206 (genótipos heterozigotos em 1 loco)
 Genótipos representados por 2 tratamentos experimentais=0,0145 (genótipos heterozigotos em 2 locos)
 Genótipo representado por 4 tratamentos experimentais=0,0103 (genótipos heterozigotos nos 3 locos)

[Freitas (1996) observou que os locos og^f e hp em heterozigose não evidenciaram efeito positivo sobre a firmeza dos frutos heterozigotos para *alcobaça* (alc^+/alc), ao final do período de armazenamento. Os presentes resultados porém evidenciaram um leve aumento da firmeza conferido pelas combinações entre og^{f^*}/og^f e hp^+/hp em *background* homozigoto e heterozigoto para *alcobaça* (alc/alc e alc^+/alc).

4.5 Comprimento dos frutos

Os efeitos dos locos *alcobaça*, *crimson* e *high pigment* sobre a variação fenotípica total distribuíram-se entre os efeitos aditivos (17,50% da variação fenotípica total) de dominância (5,71% da variação total), e epistáticos (76,80% da variação total). O loco *alcobaça* não evidenciou efeitos aditivos sobre o comprimento dos frutos. Foram observados efeitos epistáticos de grande relevância que representaram mais de 2/3 da variação fenotípica total. Os efeitos epistáticos foram distribuídos entre os efeitos aditivo X aditivo (13,07% da variação total), e aditivo X dominante (45,59% da variação total) e dominante X dominante (18,18% da variação total), correspondentes aos valores percentuais detectados pela distribuição dos componentes da variação fenotípica total. (Tabela 8).

[Houve uma tendência do loco hp em heterozigose (hp^+/hp) em aumentar o comprimento dos frutos nos *backgrounds* com fenótipo normal para *alcobaça* (alc^+/alc^+ e alc^+/alc). Em homozigose porém, o loco hp (hp/hp) apresentou uma tendência em reduzir o comprimento dos frutos de todas as suas combinações em relação aos frutos com fenótipo normal para *alcobaça* (alc^+/alc^+ e alc^+/alc). Considerando o loco *alcobaça* em homozigose (alc/alc), observou-se um aumento do comprimento dos frutos proporcionado pelo loco hp em homozigose (hp/hp). Porém suas combinações em homozigose (hp/hp) ou

Tabela 8. VALORES DE QUADRADO MÉDIO DE VARIANCA FENOTÍPICA DO COMPRIMENTO DOS FRUTOS. Campos dos Goytacazes, 1996.

Contraste	Quadrado Médio	Nível Sig.	% do Total
A1	0.00001765	0.9912	0.00
A2	0.93352941	0.0127	12.15
A3	0.41130196	0.0941	5.35
D1	0.11733353	0.3678	1.53
D2	0.08986687	0.4302	1.17
D3	0.23100020	0.2076	3.00
A1A2	0.01777778	0.7252	0.23
A1A3	0.49937778	0.0656	6.50
A2A3	0.33640000	0.1293	4.38
A1A2A3	0.15041667	0.3082	1.96
A1D2	0.08283750	0.4488	1.08
D1A2	0.78843750	0.0216	10.25
A1D3	0.01353750	0.7591	0.18
D1A3	0.30826667	0.1462	4.01
A2D3	1.18815000	0.0052	15.46
D2A3	0.01601667	0.7387	0.21
A1D2A3	0.10888889	0.3855	1.42
D1A2A3	0.00980000	0.7941	0.13
D1D2A3	0.19068810	0.2517	2.48
A1A2D3	0.04702222	0.5679	0.61
A1D2D3	0.33482143	0.1302	4.36
D1A2D3	0.41402143	0.0930	5.39
D1D2	0.13450046	0.3351	1.75
D1D3	0.53501157	0.0569	6.96
D2D3	0.46388935	0.0758	6.04
D1D2D3	0.26352111	0.1786	3.43
Total do Quadrado Médio	7.686432249		

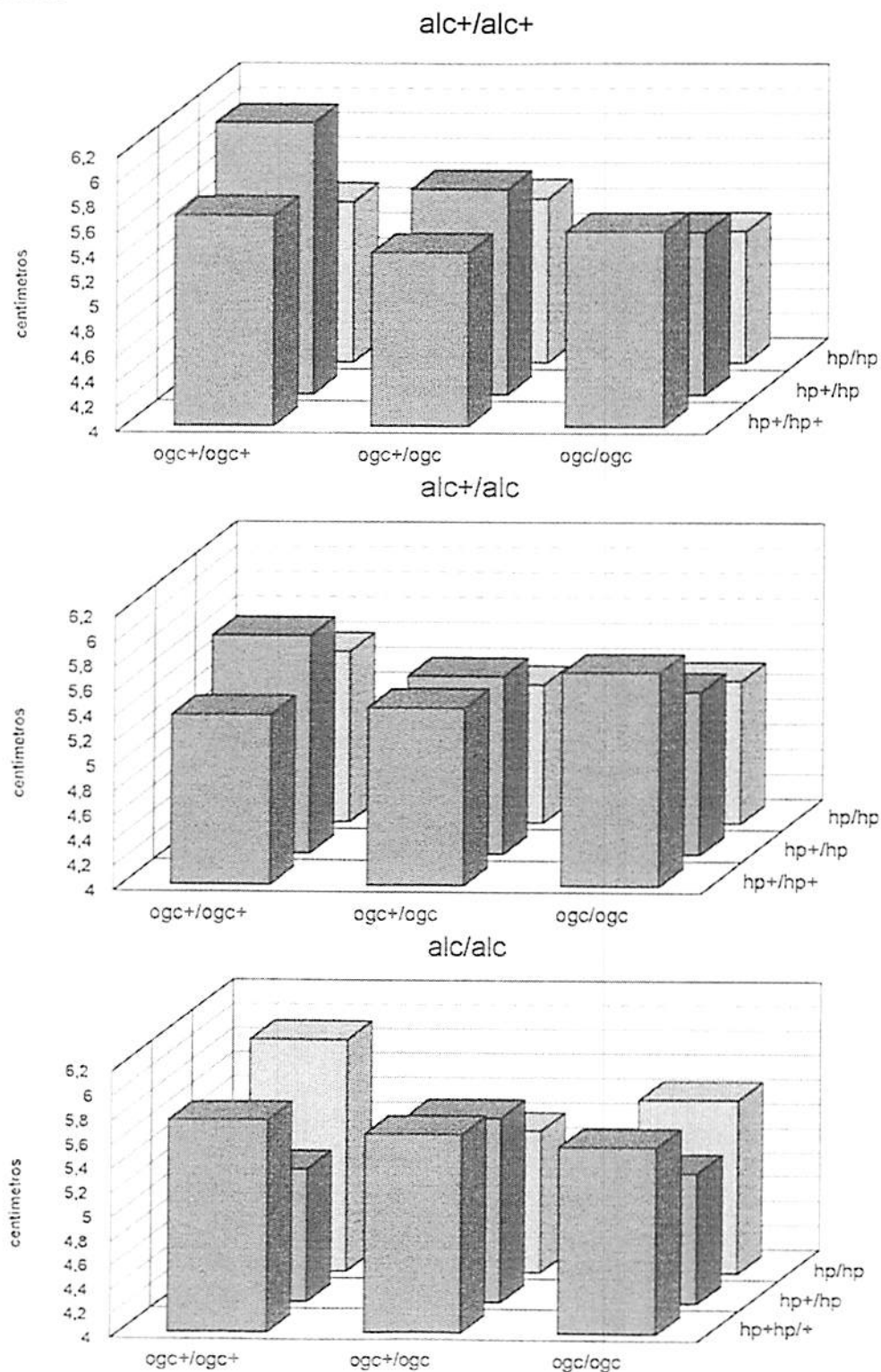
heterozigose (hp^+/hp) com o loco og^f , tenderam sempre a reduzir o comprimento dos frutos no *background* de *alcobaça* em homozigose (alc/alc) (Figura 5).

4.6 Diâmetro dos frutos

Os efeitos dos locos *alcobaça*, *crimson* e *high pigment* foram distribuídos entre as variações fenotípicas devidas aos efeitos aditivos e de dominância (38,07% da variação fenotípica total) e epistáticos (61,93% da variação fenotípica total). Os efeitos de dominância foram negligíveis, apenas 2,93% da variação fenotípica total. Os efeitos epistáticos foram revelados pela soma dos efeitos: aditivo X aditivo (9,74% da variação fenotípica total), aditivo X dominante (34,48% da variação fenotípica total) e dominante X dominante (17,71% da variação fenotípica total), demonstrando a grande interação entre os locos gênicos estudados, (Tabela 9).

Com relação ao diâmetro dos frutos, (Figura 6), o genótipo normal ($alc^+/alc^+ og^f+/og^f+ hp^+/hp^+$) foi superado apenas pela combinação $alc^+/alc^+ og^f+/og^f+ hp^+/hp$. Houve uma tendência do loco *hp* em homozigose (hp/hp) reduzir o diâmetro dos frutos nos *backgrounds* de todas as demais combinações genotípicas nos locos *alc* e og^f . Ressaltam-se os efeitos positivos ou pelo menos não desfavoráveis do loco *hp* em heterozigose (hp^+/hp) sobre os fenótipos com genótipo normal ou heterozigotos para *alcobaça* (alc^+/alc e alc^+/alc^+). Em função dos resultados apresentados pode inferir-se que o loco *hp* homozigoto (hp/hp) reduz o diâmetro dos frutos e que esses efeitos foram acentuados pela presença do loco og^f em homozigose ou heterozigose principalmente nos *backgrounds* com fenótipo normal para *alcobaça* (alc^+/alc e alc^+/alc^+). Como as amostras foram tiradas

Figura 5- COMPRIMENTO DE FRUTOS, EM DIFERENTES COMBINAÇÕES GÊNICAS ENTRE OS LOCOS *alc*, *ogc* E *hp*. CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1996.



Erros padrão: Genótipos representados por 1 tratamento experimental=0,2182 (genótipos heterozigotos em 1 loco)
 Genótipos representados por 2 tratamentos experimentais=0,1543 (genótipos heterozigotos em 2 locos)
 Genótipo representado por 4 tratamentos experimentais=0,1091 (genótipos heterozigotos nos 3 locos)

Tabela 9. VALORES DE QUADRADO MÉDIO DE VARIANCA FENOTÍPICA DO DIÂMETRO DOS FRUTOS. Campos dos Goytacazes,1996.

Contraste	Quadrado Médio	Nível Sig.	% do Total
A1	0.44707108	0.1502	2.34
A2	2.04000000	0.0027	10.69
A3	4.21978235	0.0001	22.11
D1	0.00777857	0.8484	0.04
D2	0.08564464	0.5263	0.45
D3	0.46628750	0.1418	2.44
A1A2	0.08604444	0.5254	0.45
A1A3	1.33402500	0.0143	6.99
A2A3	0.16537778	0.3792	0.87
A1A2A3	0.27306667	0.2594	1.43
A1D2	0.07315104	0.5581	0.38
D1A2	0.68343750	0.0763	3.58
A1D3	0.02600417	0.7267	0.14
D1A3	0.04725938	0.6377	0.25
A2D3	3.53433750	0.0001	18.51
D2A3	0.10533750	0.4824	0.55
A1D2A3	0.07605000	0.5504	0.40
D1A2A3	0.02347222	0.7398	0.12
D1D2A3	1.03714286	0.0299	5.43
A1A2D3	0.30942222	0.2302	1.62
A1D2D3	0.34380952	0.2062	1.80
D1A2D3	0.32419286	0.2195	1.70
D1D2	0.46481667	0.1424	2.44
D1D3	2.16600417	0.0021	11.35
D2D3	0.59220417	0.0985	3.10
D1D2D3	0.15876000	0.3889	0.83
Total do Quadrado Médio			19.09047981

ao acaso da parcela comerciável, os diâmetros dos frutos foram sempre superiores a 5,0 cm (Figura 6), o que pode ter introduzido alguma tendenciosidade nos resultados.

Comparações do diâmetro de frutos envolvendo *alcobaça*, *crimson* e *high pigment* não foram encontradas na literatura.

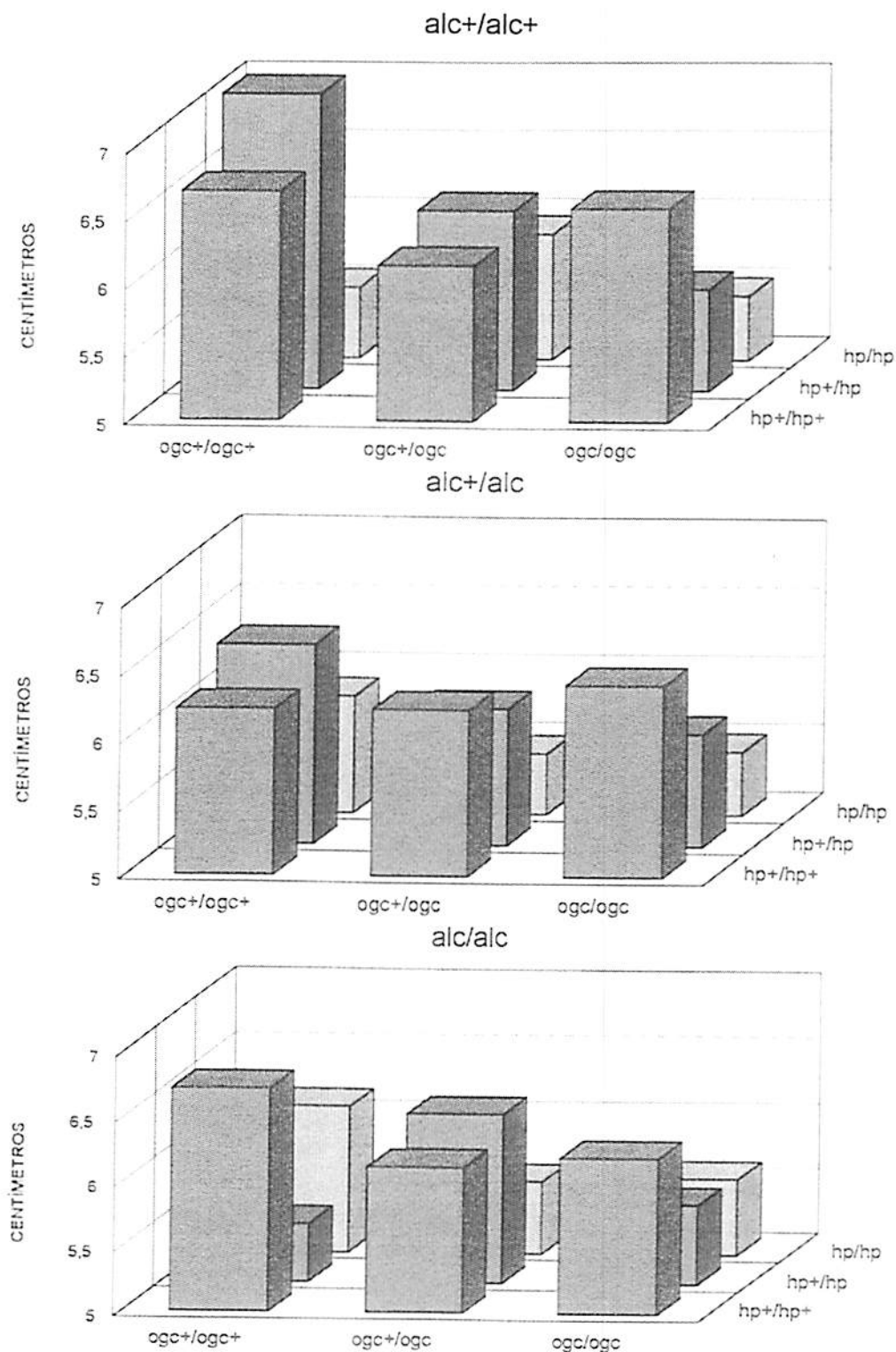
4.7 Relação comprimento/diâmetro dos frutos

Os efeitos intra-loco de *alcobaça*, *crimson* e *high pigment* foram distribuídos entre as variações fenotípicas devidas aos efeitos aditivos (47,50% da variação total) e de dominância (5,89% da variação total), que juntos corresponderam a pouco mais que a metade da variação fenotípica total existente entre os 27 genótipos testados. Os efeitos epistáticos foram revelados pelos efeitos aditivo X dominante (30,39% da variação total), seguidos do dominante X dominante (12,17% da variação total) e aditivo X aditivo (4,14% da variação total). Esses efeitos revelam a importância das interações intra-loco (aditividade e dominância) e inter-locos (epistasia) sobre o caráter diâmetro de frutos, (Tabela 10).

A relação comprimento/diâmetro do genótipo normal (alc^+/alc^+ og^+/og^+ hp^+/hp^+), foi superada por quase todas as combinações envolvendo os três locos gênicos em questão, mostrando a grande interferência das relações intra e/ou inter-locos, sobre a forma dos frutos, (Figura 7).

O loco *alcobaça* em homozigose (alc/alc) ou heterozigose (alc^+/alc) não influenciou a relação comprimento/diâmetro em relação aos frutos normais (alc^+/alc^+).

Figura 6- DIÂMETRO DOS FRUTOS, EM DIFERENTES COMBINAÇÕES GÊNICAS ENTRE OS LOCOS *alc*, *ogc* E *hp*. CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1996.



Erros padrão: Genótipos representados por 1 tratamento experimental=0,2353 (genótipos heterozigotos em 1 loco)
 Genótipos representados por 2 tratamentos experimentais=0,1876 (genótipos heterozigotos em 2 locos)
 Genótipo representado por 4 tratamentos experimentais=0,1327 (genótipos heterozigotos nos 3 locos)

Tabela 10. VALORES DE QUADRADO MÉDIO DE VARIANCA GENOTÍPICA DA RELAÇÃO COMPRIMENTO/ DIÂMETRO DOS FRUTOS. Campos dos Goytacazes, 1996.

Contraste	Quadrado Médio	Nível Sig.	% do Total
A1	0.00824130	0.0191	7.35
A2	0.00305964	0.1482	2.78
A3	0.04165348	0.0001	37.37
D1	0.00579970	0.0480	5.20
D2	0.00006618	0.8304	0.06
D3	0.00069366	0.4887	0.63
A1A2	0.00011479	0.7779	0.10
A1A3	0.00303875	0.1496	2.73
A2A3	0.00099503	0.4073	0.89
A1A2A3	0.00046777	0.5694	0.42
A1D2	0.00000426	0.9566	0.00
D1A2	0.00072794	0.4782	0.65
A1D3	0.00193579	0.2488	1.74
D1A3	0.00477305	0.0721	4.30
A2D3	0.00967369	0.0114	8.67
D2A3	0.00496164	0.0668	4.45
A1D2A3	0.00056719	0.5311	0.51
D1A2A3	0.00172468	0.2761	1.55
D1D2A3	0.00581425	0.0477	5.21
A1A2D3	0.00249604	0.1910	2.24
A1D2D3	0.00019300	0.7146	0.17
D1A2D3	0.00100160	0.4057	0.90
D1D2	0.00137966	0.3296	1.24
D1D3	0.01144671	0.0061	10.26
D2D3	0.00006525	0.8316	0.06
D1D2D3	0.00067609	0.4942	0.61
Total do Quadrado Médio	0.11157554		

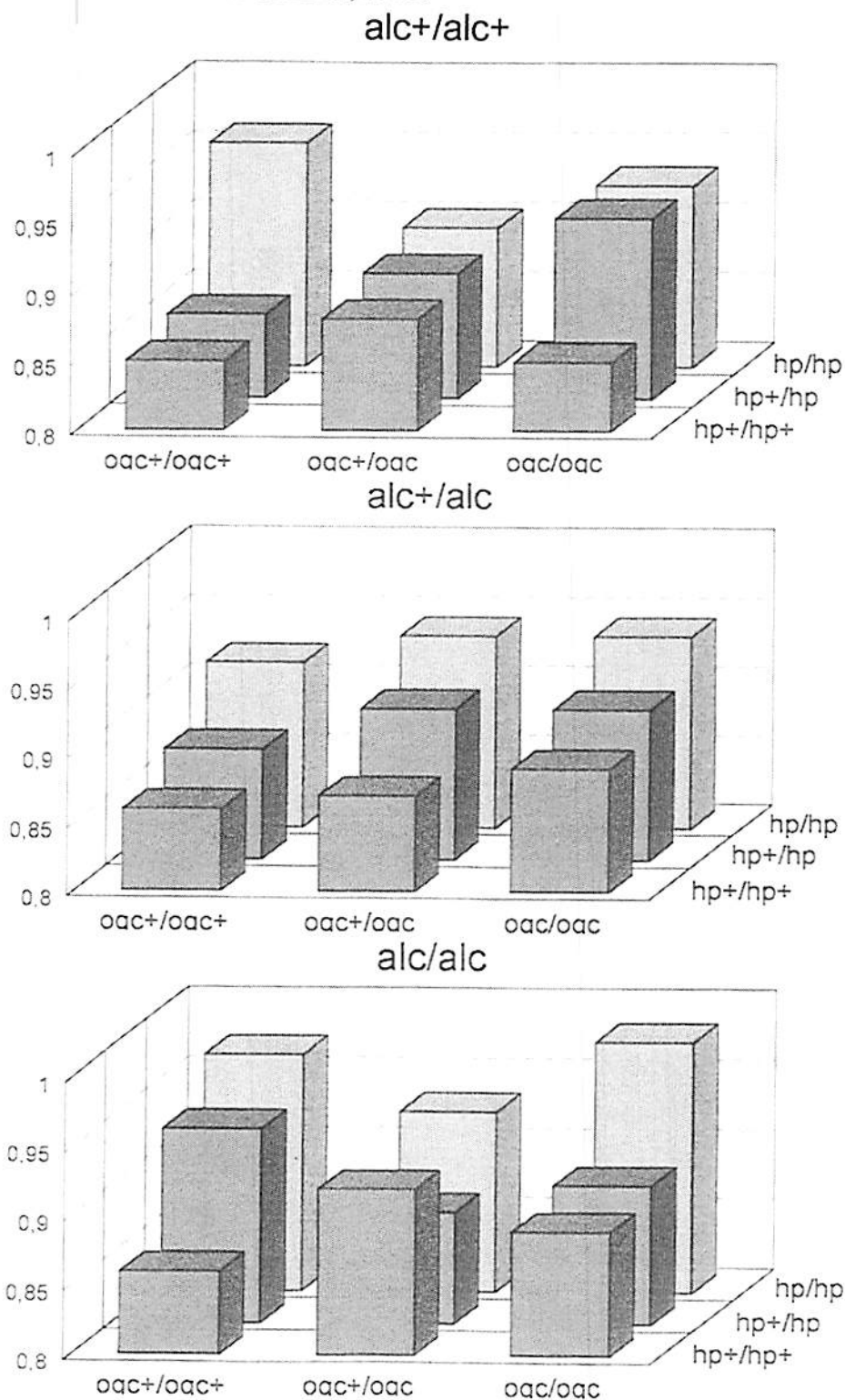
O loco *hp* em homozigose (*hp/hp*), destacou-se pelo efeito positivo sobre a relação comprimento/diâmetro tornando os frutos mais arredondados, ou seja, relação comprimento/diâmetro mais próxima de 1,0, em comparação com o genótipo normal (Figura 7), o que se reflete na negatividade do componente A_3 (Tabela 10). Revelou-se ainda uma tendência do loco *og^f* homozigoto (*og^f/og^f*) ou heterozigoto (*og^f*/og^f*) em associação com *hp* heterozigoto (*hp⁺/hp*) em aumentar a relação comprimento/diâmetro (componente epistático $A_2D_3=8,67\%$ da variação total).

Jarret, Sayama e Tigchelaar (1984) relataram a influência de *hp* em homozigose sobre a forma de frutos mutantes (*hp/hp*) comparados ao normal (*hp⁺/hp⁺*), e concluíram que *hp* exerceu uma tendência de reduzir a relação comprimento/diâmetro, tornando os frutos mais achatados em relação a cv. Rutgers. Nos presentes resultados o loco *hp* em homozigose (*hp/hp*) também influenciou a relação comprimento/diâmetro, porém pela maior redução do diâmetro do que do comprimento, tornando os frutos mais alongados e menores que os da cultivar normal ('Flora-Dade'), indicando que o *background* interfere no resultado final.

4.8 Acidez total titulável

Os efeitos intra-locos de *alcobaça*, *crimson* e *high pigment* foram distribuídos entre as variações fenotípicas devidas aos efeitos aditivos (3,50% da variação total) e de dominância (21,37% da variação total), o que explicou apenas cerca de 25% da variação total existente, enquanto os efeitos epistáticos explicaram 3/4 desta variação. Os efeitos epistáticos revelados pelos efeitos aditivo X aditivo (6,71% da variação total), aditivo X dominante (59,72% da variação total) e dominante X dominante (8,69% da variação total) revelam a importância dessas relações intra-loco

Figura 7- RELAÇÃO COMPRIMENTO/DIÂMETRO DE FRUTOS, EM DIFERENTES COMBINAÇÕES GÊNICAS ENTRE OS LOCOS *alc*, *og^c* E *hp*. CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1996.



Erros padrão: Genótipos representados por 1 tratamento experimental=0,0218 (genótipos heterozigotos em 1 loco)
 Genótipos representados por 2 tratamentos experimentais=0,0154 (genótipos heterozigotos em 2 locos)
 Genótipo representado por 4 tratamentos experimentais=0,0109 (genótipos heterozigotos nos 3 locos)

Tabela 11. VALORES DE QUADRADO MÉDIO DE VARIANCI A FENOTÍPICA DO TEOR DE ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL DOS FRUTOS. Campos dos Goytacazes, 1996.

Contraste	Quadrado Médio	Nível Sig.	% do Total
A1	0.02587503	0.1005	2.11
A2	0.00592598	0.4284	0.48
A3	0.01113112	0.2787	0.91
D1	0.04989527	0.0238	4.07
D2	0.15627044	0.0001	12.75
D3	0.05582039	0.0170	4.55
A1A2	0.01913611	0.1568	1.56
A1A3	0.00049580	0.8185	0.04
A2A3	0.04249782	0.0364	3.47
A1A2A3	0.02003926	0.1475	1.64
A1D2	0.10191415	0.0015	8.32
D1A2	0.03029927	0.0760	2.47
A1D3	0.02149513	0.1338	1.75
D1A3	0.01512777	0.2074	1.23
A2D3	0.08992728	0.0028	7.34
D2A3	0.05683293	0.0161	4.64
A1D2A3	0.00019767	0.8848	0.02
D1A2A3	0.00614386	0.4201	0.50
D1D2A3	0.00156099	0.6839	0.13
A1A2D3	0.02435057	0.1109	1.99
A1D2D3	0.14355321	0.0002	11.72
D1A2D3	0.24024928	0.0001	19.61
D1D2	0.05311631	0.0198	4.34
D1D3	0.04580343	0.0301	3.74
D2D3	0.00668557	0.4004	0.55
D1D2D3	0.00072619	0.7812	0.06
Total do Quadrado Médio	998.6132408		

(aditividade e dominância) ou inter-locos (epistasia) quando se pretende melhorar a acidez dos frutos (Tabela 11).

A acidez total titulável (ATT) foi pouco influenciada pelos locos *alc*, *og^c* e *hp*, nos fenótipos com genótipo normal (*alc⁺/alc⁺*) e/ou heterozigoto para *alc* (*alc⁺/alc*). Houve uma tendência do loco *hp* em homozigose (*hp/hp*) associado a *og^c* também em homozigose (*og^c/og^c*) em aumentar a acidez no *background alc⁺/alc⁺*. O loco *alc* em heterozigose (*alc⁺/alc*) não interferiu na ATT, em nenhuma das nove combinações genotípicas.

O loco *alc* em homozigose (*alc/alc*) contribuiu em geral para o aumento da ATT, excetuando-se em suas combinações com *hp* e *og^c* em homozigose (*og^c/og^c hp/hp*) ou apenas com *og^c* em homozigose (*og^c/og^c*) (Figura 8).

Kopeliowitch et al. (1980) não detectaram diferenças na ATT entre os frutos de 'Alcobaça' e da cv. Rutgers.

O aumento dos valores de acidez proporcionados pelo gene *alc* em homozigose (*alc/alc*) foi verificado também por Souza (1995) porém seus resultados não foram confirmados por Filgueiras (1995). Ambos trabalharam com a gene *alc* no *background* 'Flora-Dade', tais diferenças podem ser devidas às diferenças no estágio de maturação dos frutos. Windsor (1962) citado por Young, Juvik e Sullivan (1993) explica que durante a evolução do estágio *mature-green* até totalmente maduro a acidez aumenta até um máximo verificado no aparecimento de pigmentos amarelos, seguindo-se a este aumento ocorre uma progressiva diminuição até a completa maturação. Segundo Hobson (1987) e Carvalho et al. (1984) a ATT é maior nos primeiros estádios de maturação.

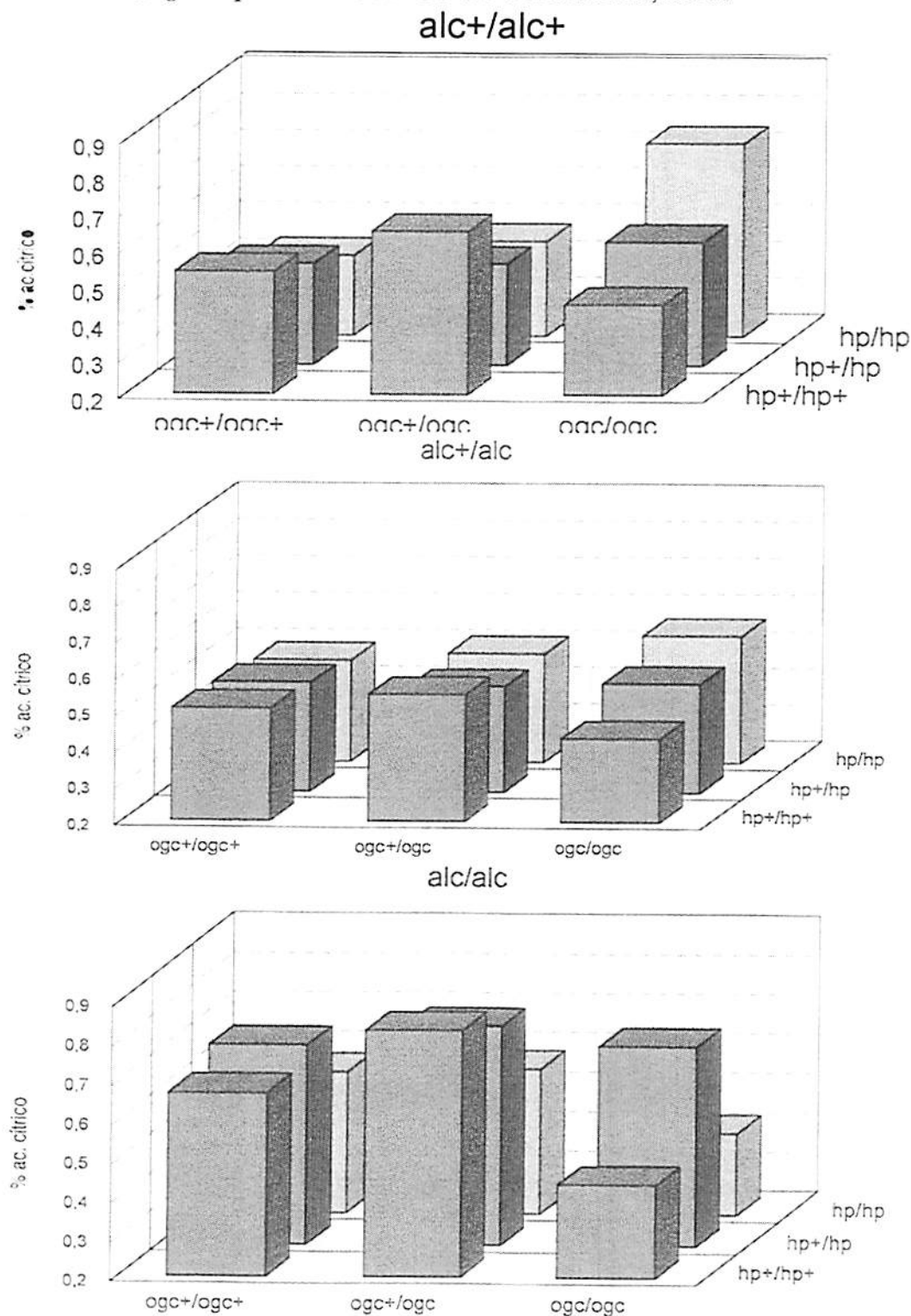
Lampe e Watada (1971) comparando a acidez de linhagens *og^c/og^c* *hp⁺/hp⁺*, *og^c⁺/og^c⁺ hp/hp* e *og^c/og^c hp/hp*, verificaram diferenças entre as linhagens e os dias após a colheita. O valor de acidez verificado aos 7 dias após o estágio *breaker* foi maior que aos 14 dias, o que era esperado. As linhas *og^c⁺/og^c⁺ hp/hp* apresentaram os

menores valores de ATT nas duas avaliações, comparáveis as cultivares normais, enquanto a linhagem $hp/hp\ og^c/og^c$ apresentou-se mais ácida do que as normais. No presente estudo, observou-se também o aumento da acidez ocasionado pela associação $og^c/og^c\ hp/hp$ em *background* normal para alcobaça (alc^-/alc^-).

Com relação aos locos og^c e hp , Sayama (1979), avaliando a qualidade de frutos mutantes $og^c/og^c\ hp^+/hp^+$, $og^{c^+}/og^{c^+}hp/hp$ e $og^c/og^c\ hp/hp$ verificou uma redução da acidez atribuída ao gene hp em homozigose e pouco ou nada influenciada pelo gene og^c . Os presentes resultados concordam em parte, com relação a ação de hp homozigoto e og^c homozigoto contribuindo para reduzir ATT em relação ao normal. Porém a associação $og^c/og^c\ hp/hp$ no presente trabalho, contribuiu para aumentar a ATT dos frutos no *background* alc^-/alc^- , teve efeito negligível no *background* alc^-/alc e diminuiu a ATT em *background* alc/alc . Fedrowitz (1979) utilizando material genético idêntico ao de Sayama (1979) também associou seus menores valores de acidez à ação de hp homozigoto. Os presentes resultados podem ter sofrido a influência do ponto de colheita do material $og^c/og^c\ hp/hp$ apresentar coloração vermelha acentuada antes da total maturação dos frutos.

Jarret, Sayama e Tigchelaar (1984) avaliando linhas hp/hp , não encontraram diferenças na acidez comparadas a linha normal e isogênica (hp^+/hp^+). Resende (1995) avaliando a acidez de diferentes combinações híbridas F_1 que envolviam os locos og^c , hp e alc em homozigose e/ou heterozigose, não detectou diferenças que pudessem afetar o sabor desses frutos. Porém os efeitos completos das interações entre alc , og^c e hp não são encontrados na literatura e portanto os presentes dados revelam a importância da interação entre og^c e/ou hp em homozigose no sentido de reduzir a ATT conferida pelo loco alcobaça em homozigose.

Figura 8- ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL DE FRUTOS MADUROS NA COLHEITA (ATT), EM DIFERENTES COMBINAÇÕES GÊNICAS ENTRE OS LOCOS *alc*, *ogc* E *hp*. CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1996.



Erros padrão: Genótipos representados por 1 tratamento experimental=0,0558 (genótipos heterozigotos em 1 loco)
 Genótipos representados por 2 tratamentos experimentais=0,0395 (genótipos heterozigotos em 2 locos)
 Genótipo representado por 4 tratamentos experimentais=0,0279 (genótipos heterozigotos nos 3 locos)

4.9 Sólidos solúveis totais (°brix)

Os efeitos intra-locos de *alcobaça*, *crimson* e *high pigment* foram distribuídos entre as variações fenotípicas devidas aos efeitos aditivos (8,58% da variação fenotípica total) e de dominância (11,45% da variação fenotípica total) que somaram 20,03% da variação total existente e, portanto, 80% dessa variação deveu-se aos efeitos epistáticos entre os três locos gênicos. Os efeitos epistáticos revelados pela soma dos efeitos aditivo X aditivo (10,64% da variação fenotípica total), aditivo X dominante (50,69% da variação fenotípica total) e dominante X dominante (18,64% da variação fenotípica total), indicam a interdependência dos efeitos entre esses locos gênicos e a necessidade de considerá-los em conjunto quando se pretende melhorar o brix de combinações envolvendo *alc*, *og^f* e *hp* (Tabela 12).

O teor de sólidos solúveis ou brix foi em geral pouco influenciado pelas combinações entre os locos *alc*, *og^f* e *hp*, nos fenótipos normais com genótipos *alc⁺/alc⁺* e *alc⁺/alc*. Notou-se uma tendência da associação entre *hp* e *og^f* em homozigose (*og^f/og^f hp/hp*) em aumentar o brix no *background* com genótipo normal para *alcobaça* (*alc⁺/alc⁺*). O loco *hp* em heterozigose associado a *og^f* em homozigose (*og^f/og^f hp⁺/hp*) e ainda o loco *hp* em homozigose (*og^{f+}/og^{f+} hp/hp*) se destacaram por seus efeitos positivos no aumento do brix em *background* com fenótipo normal e genótipo heterozigoto para *alcobaça* (*alc⁺/alc*).

Considerando-se os genótipos homozigotos para *alcobaça* (*alc/alc*) observou-se que o loco *hp* na sua condição homozigota normal contribuiu para o aumento do brix, o que foi revelado inclusive pelo maior valor do brix atingido pelo genótipo (*alc/alc og^{f+}/og^{f+} hp⁺/hp⁺*). Associações envolvendo *hp* em heterozigose (*hp⁺/hp*) ou *og^f* em heterozigose (*og^{f+}/og^f*) não prejudicaram o brix. Entretanto

Tabela 12. VALORES DE QUADRADO MÉDIO DE VARIANCA FENOTÍPICA DO TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (BRIX) DOS FRUTOS.

Campos dos Goytacazes, 1996.

Contraste	Quadrado Médio	Nível Sig.	% do Total
A1	1.76960784	0.0704	8.23
A2	0.07078431	0.7144	0.33
A3	0.00490196	0.9232	0.02
D1	0.32507937	0.4337	1.51
D2	2.13460317	0.0475	9.93
D3	0.00126984	0.9609	0.01
A1A2	0.00694444	0.9087	0.03
A1A3	0.02777778	0.8186	0.13
A2A3	1.21000000	0.1332	5.63
A1A2A3	1.04166667	0.1631	4.85
A1D2	1.68010417	0.0778	7.82
D1A2	0.86260417	0.2039	4.01
A1D3	0.04166667	0.7789	0.19
D1A3	0.28166667	0.4660	1.31
A2D3	0.66666667	0.2633	3.10
D2A3	1.70666667	0.0755	7.94
A1D2A3	0.29388889	0.4566	1.37
D1A2A3	0.12500000	0.6269	0.58
D1D2A3	0.40023810	0.3853	1.86
A1A2D3	0.00888889	0.8968	0.04
A1D2D3	1.84380952	0.0649	8.58
D1A2D3	2.98666667	0.0197	13.89
D1D2	2.64449074	0.0279	12.30
D1D3	0.62296296	0.2794	2.90
D2D3	0.39185185	0.3903	1.82
D1D2D3	0.34844444	0.4177	1.62
Total do Quadrado Médio	21.49825246		

O loco og^f em homozigose (og^c/og^c) sozinho, contribuiu para reduzir o brix nos *backgrounds* normal (alc^+/alc^+ e alc^+/alc) e mutante para alcobaça (alc/alc) (Figura 9).

Com poucas exceções ($alc/alc\ og^c/og^c\ hp^-/hp^+$ e $alc/alc\ og^c/og^c\ hp/hp$), todos os demais genótipos alc/alc apresentaram brix superior ao normal ($alc^+/alc^+\ og^{c+}/og^{c+}\ hp^+/hp^+$). Os resultados de Kopeliowitch et al. (1980) não evidenciaram diferenças no teor de sólidos solúveis entre 'Alcobaça' e 'Rutgers', o que difere dos presentes resultados talvez devido à diferença entre o *background* de 'Alcobaça' original e o *background* utilizado no presente ensaio ('Flora-Dade').

Souza (1995) e Filgueiras (1995) não encontraram indícios de que o alelo alc afetasse o brix de seus híbridos alc^+/alc , e atribuíram a variação do brix em seus resultados à diversidade genética existente entre os parentais normais (alc^+/alc^+). No presente ensaio o alelo alc em heterozigose (alc^+/alc) também não afetou o brix em relação ao genótipo normal $alc^+/alc^+\ og^{c+}/og^{c+}\ hp^+/hp^+$. As interações entre alc , og^f e hp não são encontradas na literatura e estes resultados revelam o possível aumento do brix através do efeito positivo das interações entre og^f em homozigose e hp heterozigoto ($og^c/og^c\ hp^+/hp$) ou og^f e hp em homozigose ($og^c/og^c\ hp/hp$) e hp em homozigose (hp/hp), no *background* de alcobaça heterozigoto (alc^+/alc) (Figura 9).

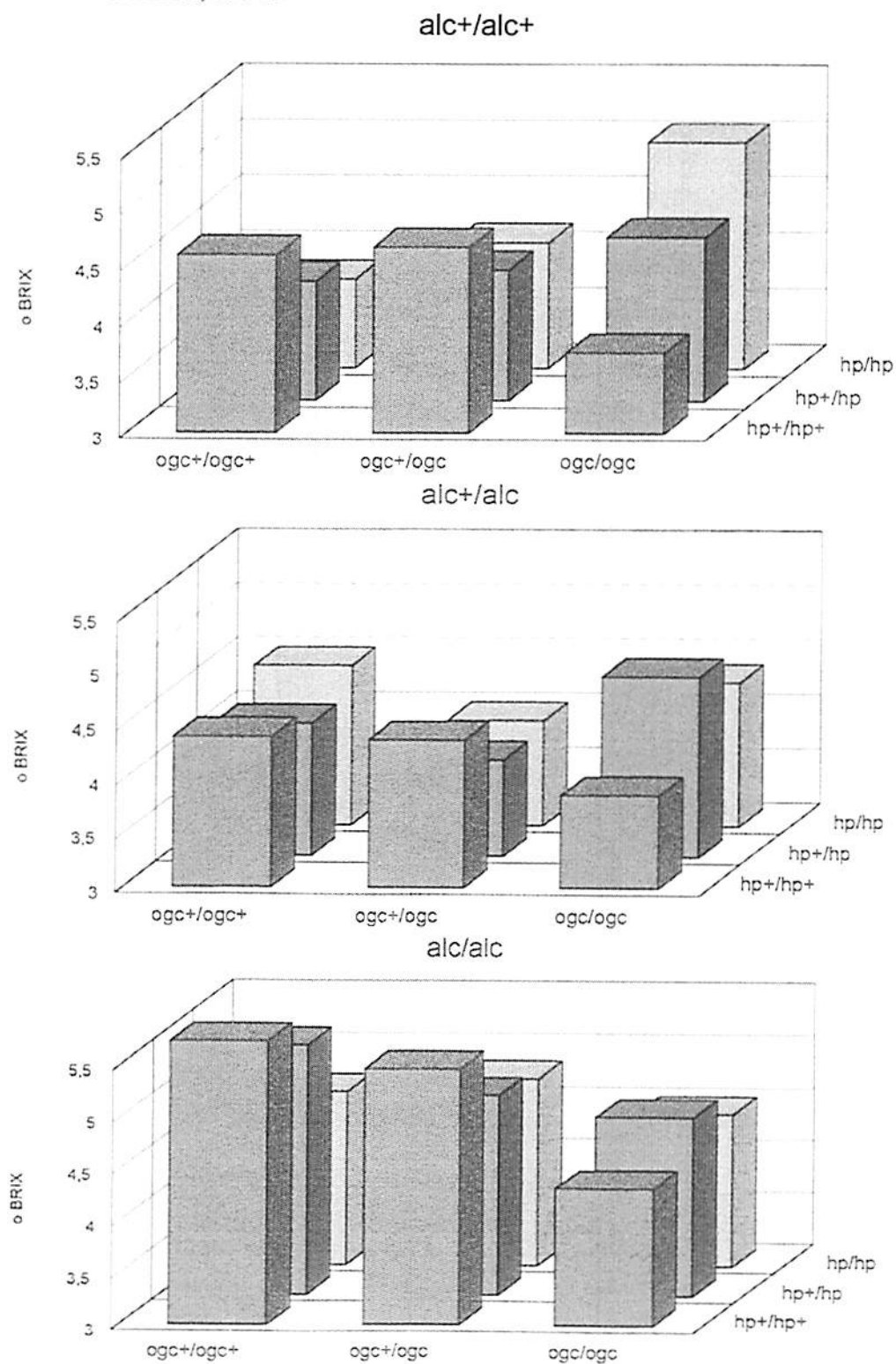
A capacidade de hp/hp interferir no Brix de produto processado foi investigada por Thompson, Hepler e Ker (1962) e não foram encontradas diferenças em relação ao normal (hp^+/hp^+). Jarret, Sayama e Tigchelaar (1984) relataram que linhas hp/hp tiveram o Brix reduzido em relação à linha normal (hp^+/hp^+), o que também foi verificado aqui em *background* normal para alc (alc^+/alc^+). Fedrowitz (1979) avaliando linhas $og^{c+}/og^{c+}\ hp/hp$, $og^c/og^c\ hp^+/hp^+$ e $hp/hp\ og^c/og^c$ não observou diferenças entre essas linhas em relação aos

genótipos normais para esses locos, ao contrário do que se observou aqui onde um relevante aumento do brix foi proporcionado por $hp/hp\ og^f/og^f$.

Sayama (1979) observou que linhas $og^{f-}/og^{f+}\ hp/hp$ e $og^f/og^f\ hp^+/hp^-$ e sua combinação $og^f/og^f\ hp/hp$ tendem a reduzir o teor de sólidos solúveis, sugerindo uma fraca associação entre hp/hp e baixos teores de sólidos solúveis, o que não foi evidenciado nos presentes resultados, uma vez que og^f e hp em homozigose (hp/hp e og^f/og^f) realmente reduziram o brix no *background* normal para $alc(alc^-/alc^+)$, porém a sua associação ($hp/hp\ og^f/og^f$) aumentou o teor de sólidos solúveis, nos *backgrounds* com fenótipo normal para alcobaça (alc^-/alc^+ e alc^+/alc). Não se pode excluir a interferência ambiental que sabidamente afeta esta característica e pode ter influenciado a interpretação de algum desses efeitos.

Wann et al. (1985) relataram que aparentemente os genótipos mutantes $og^f/og^f\ hp/hp$, apresentaram efeito negativo sobre o brix quando comparados ao genótipo normal ($og^{f-}/og^{f+}\ hp^+/hp^-$). Nos presentes resultados, entretanto, ocorreu um significativo aumento do brix devido a associação entre esses dois locos (hp e og^f) em *background* com fenótipo normal para alcobaça (alc^-/alc^+ e alc^+/alc).

Figura 9- TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (°BRIX), EM DIFERENTES COMBINAÇÕES GÊNICAS ENTRE OS LOCOS *alc*, *ogc* E *hp*. CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1996.



Erros padrão: Genótipos representados por 1 tratamento experimental=0,4181 (genótipos heterozigotos em 1 loco)
 Genótipos representados por 2 tratamentos experimentais=0,2956 (genótipos heterozigotos em 2 locos)
 Genótipo representado por 4 tratamentos experimentais=0,2090 (genótipos heterozigotos nos 3 locos)

4.10 Relação Brix/Acidez

Os efeitos intra-loco de *alcobaça*, *crimson* e *high pigment* foram distribuídos entre as variações fenotípicas devidas aos efeitos aditivos (3,70% da variação fenotípica total) e de dominância (22,31% da variação fenotípica total). Os efeitos epistáticos explicaram mais de 70% da variação fenotípica existente entre os 27 genótipos testados. Os efeitos de epistasia distribuíram-se entre os efeitos aditivo x aditivo (10,20% da variação fenotípica total), aditivo x dominante (60,19% da variação fenotípica total), dominante x dominante (3,60% da variação fenotípica total) (Tabela 13).

A relação brix/acidez foi aumentada pelos genótipos nos locos *alc*, *og^c* e *hp*. Revelou-se um aumento desta relação pelo loco *hp* em homozigose (*hp/hp*) sozinho ou associado a *og^c* em heterozigose (*og^{c+}/og^c*), no *background* normal para *alcobaça* (*alc⁺/alc⁺*).

O loco *alc* em heterozigose (*alc⁻/alc*) não afetou a relação brix/acidez relativamente ao normal (*alc⁺/alc⁺ og^{c+}/og^{c+} hp⁻/hp⁻*), exceto nas combinações *alc⁻/alc og^{c+}/og^{c+} hp/hp* e *alc⁺/alc og^c/og^c hp⁺/hp*. Os locos *hp* em homozigose (*hp/hp*) sozinho ou em heterozigose associado a *og^c* em homozigose (*hp⁺/hp og^c/og^c*), foram responsáveis pelos maiores valores da relação brix/acidez em *background* de *alcobaça* heterozigoto (*alc⁺/alc*).

A ação do loco *alc* em homozigose (*alc/alc*) na relação brix/acidez dependeu do genótipo nos locos *og^c* e *hp*. Ressalta-se nesta situação os efeitos das interações com *hp* homozigoto que proporcionaram o aumento da relação brix/acidez principalmente quando associado a *og^c* em homozigose ou heterozigose (*og^c/og^c* ou *og^{c+}/og^c*). O loco *og^c* em homozigose também promoveu o aumento da relação brix/acidez em *background* homozigoto para *alcobaça*. As

Tabela 13. VALORES DE QUADRADO MÉDIO DE VARIANCA FENOTÍPICA DA RELAÇÃO SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS/ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (BRUX/ACIDEZ) DOS FRUTOS. Campos dos Goytacazes, 1996.

Contraste	Quadrado Médio	Nível Sig.	% do Total
A1	1.34285403	0.3389	1.42
A2	0.00753118	0.9427	0.01
A3	2.14512040	0.2277	2.27
D1	2.71324608	0.1755	2.87
D2	10.52159420	0.0088	11.14
D3	7.83914091	0.0229	8.30
A1A2	8.07658507	0.0210	8.55
A1A3	0.23035200	0.6912	0.24
A2A3	1.22478489	0.3609	1.30
A1A2A3	0.09984600	0.7937	0.11
A1D2	4.23099640	0.0918	4.48
D1A2	0.42572053	0.5894	0.45
A1D3	5.36443609	0.0583	5.68
D1A3	0.61569668	0.5165	0.65
A2D3	8.21135263	0.0200	8.69
D2A3	1.10424600	0.3855	1.17
A1D2A3	0.50330545	0.5574	0.53
D1A2A3	0.10621440	0.7873	0.11
D1D2A3	0.10674721	0.7868	0.11
A1A2D3	10.71582649	0.0082	11.34
A1D2D3	4.88980544	0.0704	5.18
D1A2D3	20.58658053	0.0003	21.79
D1D2	0.00005839	0.9950	0.00
D1D3	1.34320976	0.3388	1.42
D2D3	0.53305249	0.5460	0.56
D1D2D3	1.52313275	0.3086	1.61
Total do Quadrado Médio	94.461436		

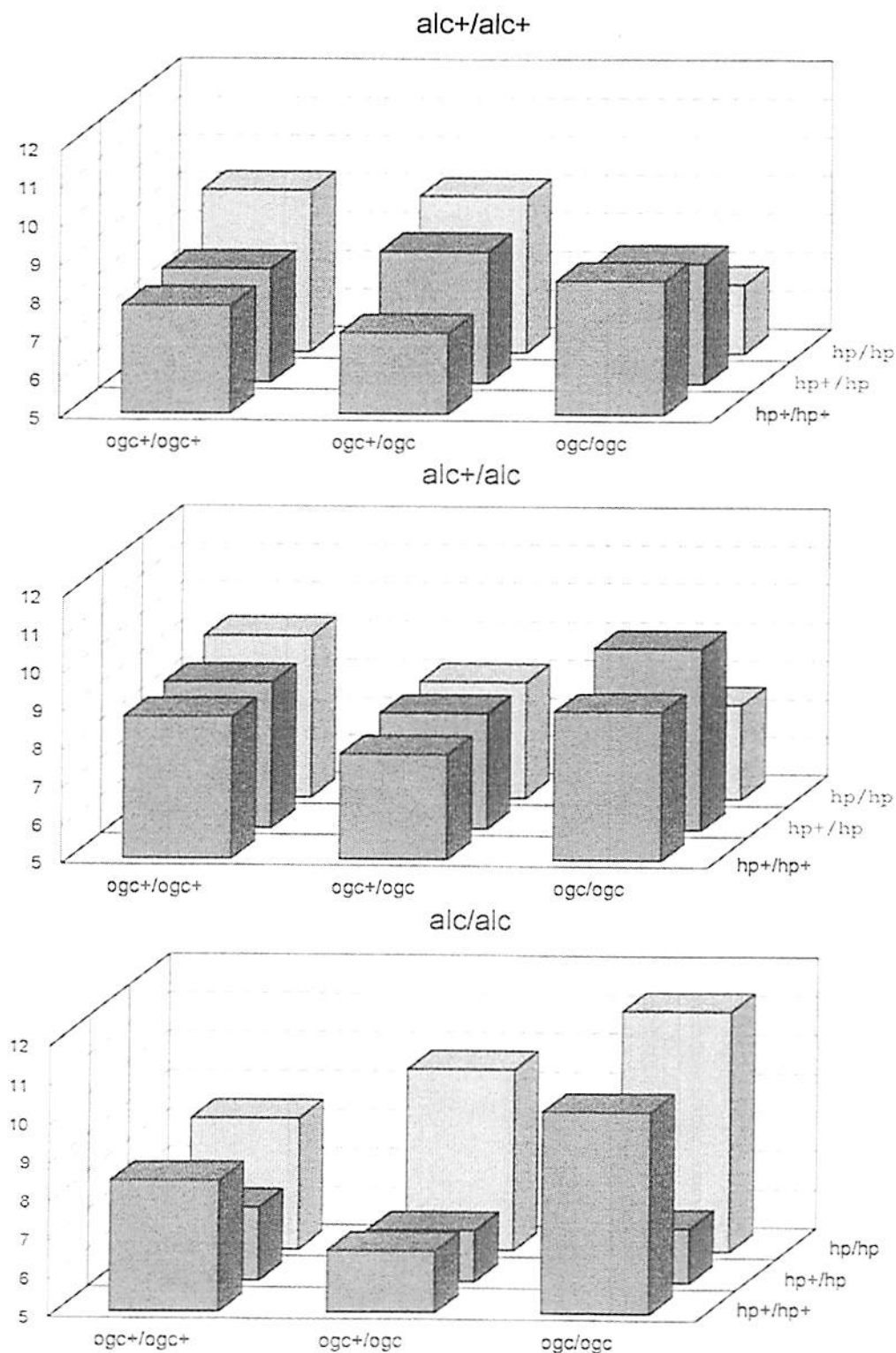
demais combinações genotípicas contribuíram para uma diminuição na relação brix/acidez (Figura 10).

Lampe e Watada (1971) observaram que as linhas og^f/og^f hp^+/hp^+ , og^f/og^f hp/hp e og^f/og^f hp/hp , não diferiram do grupo de cultivares normais quanto ao teor de açúcares reduzidos e quanto a relação açúcar (brix) sobre a acidez. Os presentes resultados evidenciam a influência do loco hp sobre a relação Brix/acidez, reduzindo-a nos genótipos mutantes para hp e og^f (hp/hp og^f/og^f) em *background* com fenótipo normal para alcobaça (alc^+/alc^+ e alc^-/alc^-), mas aumentando-a no fenótipo alcobaça (alc/alc).

Souza (1995) relatou que o gene alc em homozigose (alc/alc) apresentou os menores valores da relação brix/acidez em relação aos híbridos alc^+/alc^- e cultivares normais (alc^+/alc^+). Já os resultados presentes evidenciaram um leve aumento da relação brix/acidez, proporcionado pelo gene alcobaça em homozigose e/ou heterozigose (Figura 10).

Carvalho et al. (1984) consideraram que o valor ideal da relação brix/acidez está em torno de 13,4 para a melhor palatabilidade de frutos de tomate. Mencarelli e Saltveit Jr. (1988) consideraram que frutos de excelente sabor continham relação brix/acidez acima de 10,0. No presente ensaio, a testemunha comercial 'Flora-Dade' apresentou relação brix/acidez em torno de 7,0, considerou-se palatáveis, todas as combinações genotípicas com relação brix/acidez acima deste valor.

Figura 10- RELAÇÃO BRIX/ACIDEZ, EM DIFERENTES COMBINAÇÕES GÊNICAS ENTRE OS LOCOS *alc*, *ogc* E *hp*. CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1996.



Erros padrão: Genótipos representados por 1 tratamento experimental=0,6948 (genótipos heterozigotos em 1 loco)
 Genótipos representados por 2 tratamentos experimentais=0,4913 (genótipos heterozigotos em 2 locos)
 Genótipo representado por 4 tratamentos experimentais=0,3474 (genótipos heterozigotos nos 3 locos)

4.11 Número de frutos comerciáveis por planta

Os efeitos intra-loco de *alcobaça*, *crimson* e *high pigment*, foram distribuídos entre as variações fenotípicas devidas aos efeitos aditivos (7,62% da variação total) e de dominância (5,96% da variação total). Os efeitos epistáticos revelados pelos efeitos aditivo X aditivo (14,072% da variação total), aditivo X dominante (66,73% da variação total) e dominante X dominante (5,61% da variação total) corresponderam a 86,41% da variação fenotípica existente entre os 27 genótipos testados. Estes resultados demonstram a importância predominante das interações inter-locos (epistáticas) na expressão do caráter (Tabela 14).

O número de frutos comerciáveis foi bastante influenciado pelos genótipos nos locos *alc*, *og^f* e *hp*. Houve uma tendência de redução do número de frutos comerciáveis pelo loco *hp* em homozigose (*hp/hp*), exceto nas combinações *alc⁺/alc⁺ og^{f+}/og^f hp/hp* e *alc⁺/alc og^{f+}/og^{f+} hp/hp*. Portanto, a associação entre *hp* em homozigose e *og^f* em heterozigose (*og^{f+}/og^f hp/hp*), beneficiou o número de frutos comerciáveis no *background* normal para *alcobaça* (*alc⁺/alc⁺*).

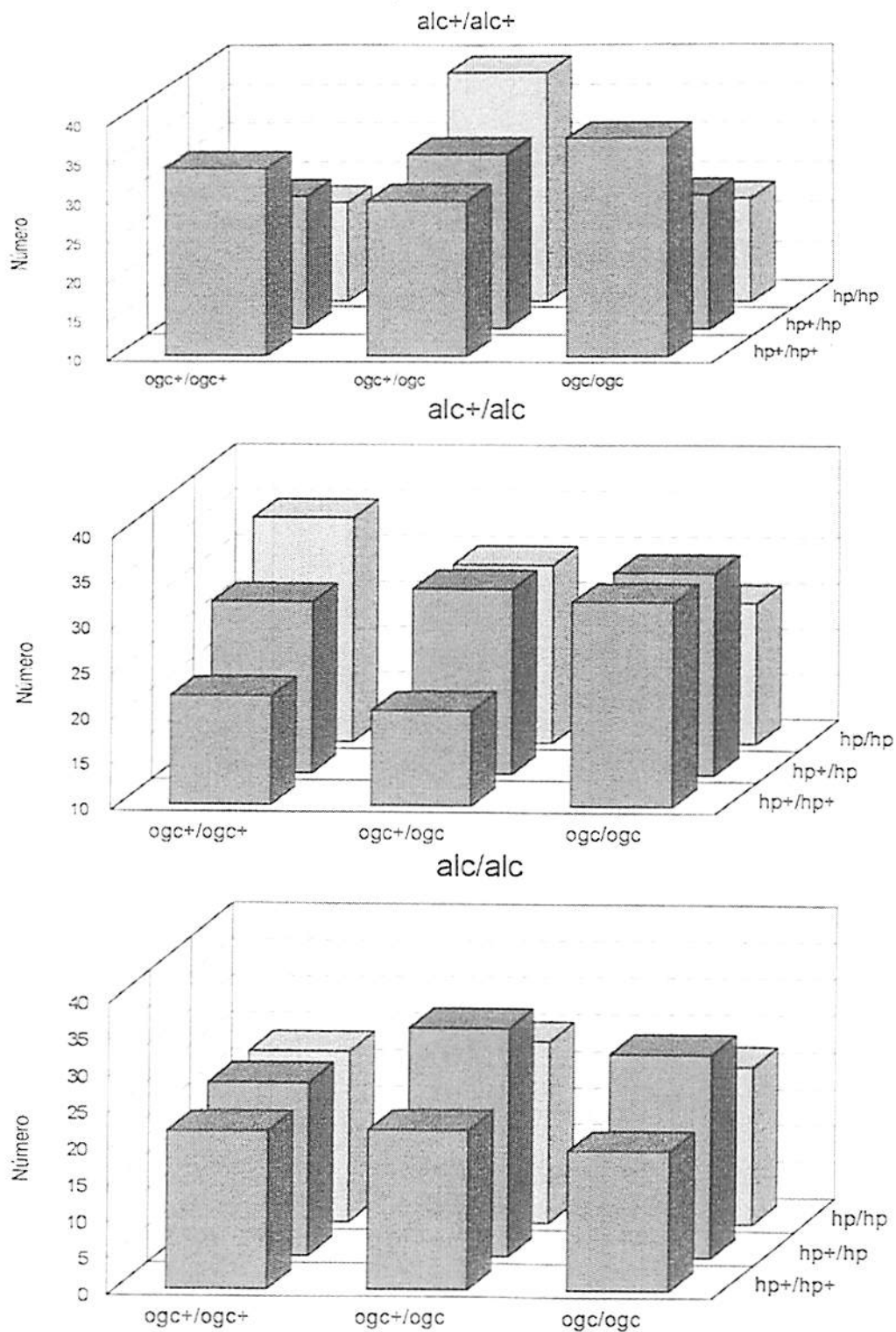
As interações entre *og^f* e *hp* com o loco *alc* heterozigoto (*alc⁺/alc*) revelaram-se promissoras para manter ou aumentar o número de frutos comerciáveis, com exceção do loco *og^f* em heterozigose (*og^{f+}/og^f*) que reduziu este número em relação ao genótipo *alc⁺/alc og^{f+}/og^{f+} hp⁺/hp⁺*.

Considerando-se o loco *alc* em homozigose (*alc/alc*) observou-se uma tendência de os genótipos *alc/alc* reduzirem o número de frutos comerciáveis, relativamente ao genótipo normal (*alc⁺/alc⁺ og^{f+}/og^{f+} hp⁺/hp⁺*) (Figura 11), efeito esse revelado pelo componente A_1 (Tabela 14).

Tabela 14 . VALORES DE QUADRADO MÉDIO DE VARIANCI A FENOTÍPICA DO NÚMERO DE FRUTOS COMERCÍAVEIS POR PARCELA. Campos dos Goytacazes, 1996.

Contraste	Quadrado Médio	Nível Sig.	% do Total
A1	23962.533088244	0.0510	7.49
A2	229.77941176	0.8471	0.07
A3	192.79779412	0.8598	0.06
D1	9836.37053571	0.2088	3.08
D2	2616.48214286	0.5157	0.82
D3	6581.26339286	0.3034	2.06
A1A2	9408.00000000	0.2190	2.94
A1A3	27075.00000000	0.0383	8.46
A2A3	7425.18750000	0.2744	2.32
A1A2A3	1104.50000000	0.6726	0.35
A1D2	805.00781250	0.7183	0.25
D1A2	20150.28125000	0.0732	6.30
A1D3	36754.38281250	0.0162	11.48
D1A3	55903.32031250	0.0032	17.47
A2D3	13.13281250	0.9632	0.00
D2A3	18915.12500000	0.0824	5.91
A1D2A3	4788.37500000	0.3796	1.50
D1A2A3	23814.00000000	0.0518	7.44
D1D2A3	2744.00000000	0.5057	0.86
A1A2D3	1093.50000000	0.6742	0.34
A1D2D3	24444.64285714	0.0488	7.64
D1A2D3	24111.50000000	0.0503	7.54
D1D2	185.28125000	0.8626	0.06
D1D3	7750.12500000	0.2642	2.42
D2D3	6216.12500000	0.3171	1.94
D1D2D3	3796.87500000	0.4339	1.19
Total do Quadrado Médio	0.11917852		

Figura 11- NÚMERO DE FRUTOS COMERCIAVEIS POR PLANTA, EM DIFERENTES COMBINAÇÕES GÊNICAS ENTRE OS LOCOS *alc*, *ogc* E *hp*. CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1996.



Erros padrão: Genótipos representados por 1 tratamento experimental=3,9216 (genótipos heterozigotos em 1 loco)
 Genótipos representados por 2 tratamentos experimentais=2,7730 (genótipos heterozigotos em 2 locos)
 Genótipo representado por 4 tratamentos experimentais=1,9608 (genótipos heterozigotos nos 3 locos)

Freitas (1996) avaliando principalmente híbridos F₁ (og^c/og^c), comparados a og^c/og^c e algumas combinações contendo $alc(alc^+/alc)$ e/ou hp em heterozigose (hp^+/hp) não obteve diferenças no número de frutos comerciáveis por cacho.

A única referência encontrada que pode ajudar na interpretação da redução do número de frutos comerciáveis observada pelo gene alc , é a de Leal e Mizubuti (1975), testando híbridos F₁ (alc^+/alc), cultivares comerciais (alc^+/alc^+) e a cv. Alcobaça (alc/alc), que observaram que esta última apresentava um grande número de flores por cacho que não se desenvolviam em frutos o mesmo acontecendo com os seus híbridos. Apesar das diferenças de *background*, não se exclui a possibilidade de uma interação negativa do loco alc com o ambiente de temperatura elevada a que foi submetido, levando a um abortamento de flores ou ainda da ocorrência de outros fatores que afetaram o desenvolvimento dos frutos, porém tais suposições não foram averiguadas.

4.12 Produção de frutos comerciáveis por planta

Os efeitos intra-loco de *alcobaça*, *crimson* e *high pigment* foram distribuídos entre as variações fenotípicas devidas aos efeitos aditivos (14,4% da variação total) e de dominância (3,06% da variação total). Os efeitos epistáticos revelados pela soma dos efeitos das interações inter-locos explicou 82,80% da variação fenotípica existente entre os 27 genótipos testados. Os efeitos epistáticos foram distribuídos entre os efeitos aditivo X aditivo (18,13% da variação total), aditivo X dominante (52,40% da variação

total) e dominante X dominante (12,27% da variação total) (Tabela 15).

A maior produção de frutos comerciáveis foi alcançada pelo genótipo normal ($alc^+/alc^+ og^+/og^+ hp^+/hp^+$). Houve uma tendência dos loco alc em homozigose (alc/alc) e em heterozigose (alc^+/alc) em reduzir a produção de frutos comerciáveis em relação ao genótipo normal ($alc^+/alc^+ og^+/og^+ hp^+/hp^+$). As associações entre hp homozigoto (hp/hp) e og^+ homozigoto (og^+/og^+) também contribuíram para reduzir a produção de frutos comerciáveis. As interações entre hp e og^+ heterozigotos (hp^+/hp e og^+/og^+) contribuíram para aumentar a produção de frutos comerciáveis em combinações envolvendo o loco alc em heterozigose (alc^+/alc) ou homozigose (alc/alc). Os locos hp em homozigose (hp/hp), heterozigose (hp^+/hp) e og^+ em homozigose (og^+/og^+) promoveram o aumento da produção de frutos comerciáveis nas combinações envolvendo $alcobaça$ heterozigoto (alc^+/alc) (Figura 12).

Os resultados obtidos por Souza (1995), avaliando híbridos F_1 (alc^+/alc) em relação aos parentais (alc/alc e alc^+/alc^+) permitiram concluir que o gene $alcobaça$ em homozigose (alc/alc) não alterou a produção total em comparação a cultivar normal (alc^+/alc^+), e que alguns de seus híbridos inclusive superaram esta cultivar. Freitas (1996) também observou que o loco alc heterozigoto não causou efeitos deletérios sobre a produção comerciável. O baixo desempenho do loco $alcobaça$ em homozigose ou heterozigose, verificado nos presentes resultados, pode ser atribuído a uma resposta deste loco às condições de produção em temperatura elevada, resultando na baixa produção de frutos comerciáveis. A produção comerciável pode pois ter sido negativamente afetada por fatores ambientais não controlados. Além disso, esta resposta pode estar limitada ao *background* estudado (Flora-Dade), podendo não se refletir em híbridos com parentais mais divergentes a exemplo dos estudados por Souza, (1995).

Tabela 15. VALORES DE QUADRADO MÉDIO DE VARIANCI FENOTÍPICA DA PRODUÇÃO DE FRUTOS COMERCÍAVEIS POR PARCELA.

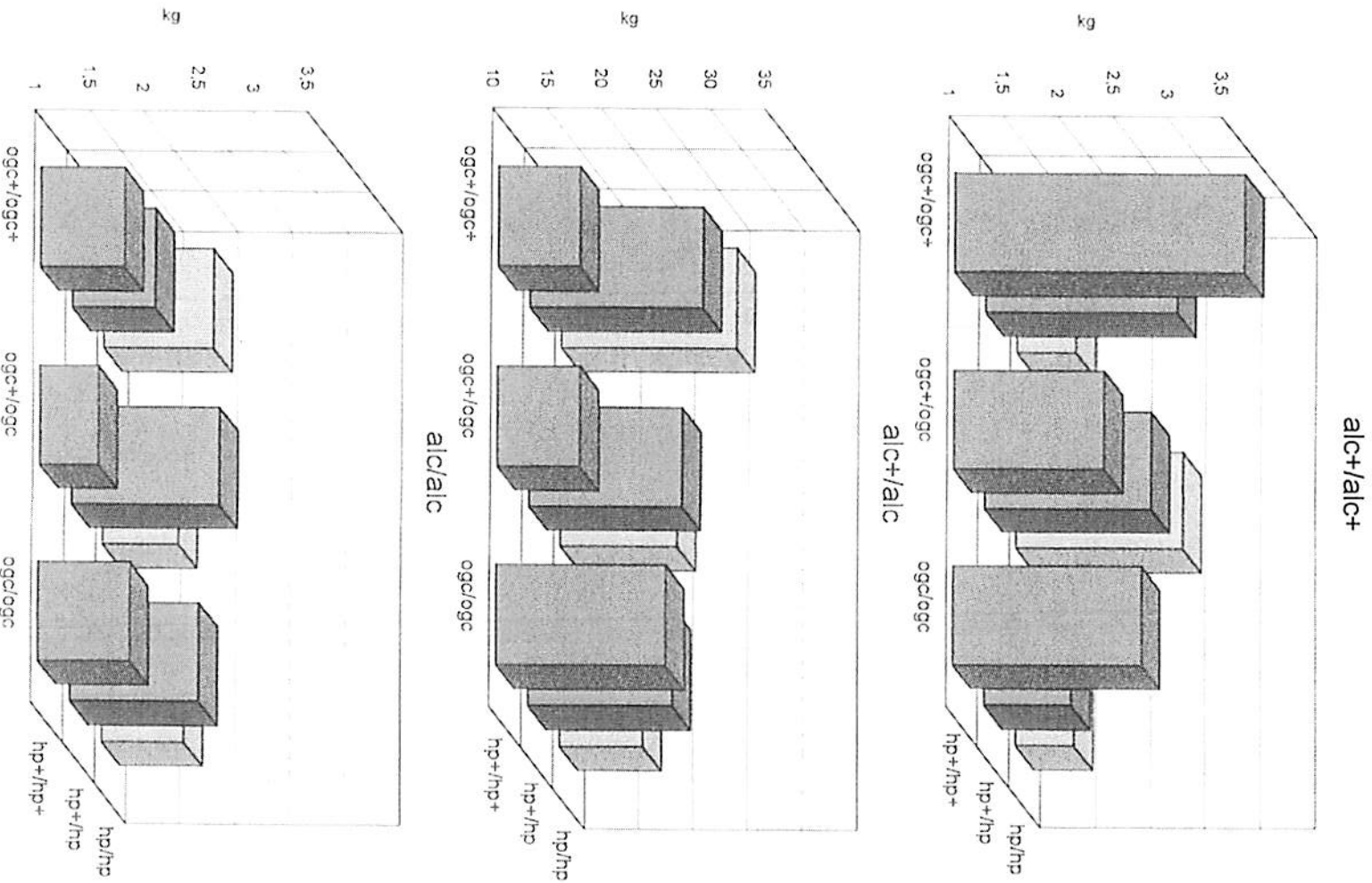
Campos dos Goytacazes, 1996.

Contraste	Quadrado Médio	Nível Sig.	% do Total
A1	136287173.88235200	0.1305	4.42
A2	113308489.47058800	0.1676	3.67
A3	186710760.05882300	0.0773	6.05
D1	5857974.05357146	0.7526	0.19
D2	26614260.05357130	0.5021	0.86
D3	62012385.48214300	0.3063	2.01
A1A2	16815168.75000010	0.5935	0.55
A1A3	447728616.74999900	0.0068	14.52
A2A3	2056338.02083329	0.8519	0.07
A1A2A3	92028352.78125050	0.2132	2.98
A1D2	22094628.12500010	0.5408	0.72
D1A2	316248675.12500000	0.0222	10.25
A1D3	191159904.49999900	0.0739	6.20
D1A3	353221620.49999900	0.0158	11.45
A2D3	83203387.50781230	0.2364	2.70
D2A3	50691121.88281240	0.3548	1.64
A1D2A3	65830968.84374980	0.2919	2.14
D1A2A3	193270639.26041700	0.0724	6.27
D1D2A3	16948251.00446420	0.5921	0.55
A1A2D3	650927.34374997	0.9163	0.02
A1D2D3	164120880.21875000	0.0974	5.32
D1A2D3	158658095.36160600	0.1031	5.15
D1D2	101189537.99999900	0.1920	3.28
D1D3	145624178.00000000	0.1182	4.72
D2D3	68301750.03124980	0.2831	2.22
D1D2D3	63281794.21875000	0.3014	2.05
Total do Quadrado Médio	3083915879.		

Sayama (1979) observou a redução da produção total de linhas $og^c/og^c\ hp/hp$ e $og^{c-}/og^{c-}\ hp/hp$ da ordem de 87% e 74% respectivamente em relação ao normal ($og^{c-}/og^{c-}\ hp^+hp^+$). O autor acrescenta que em contraste, o loco og^c homocigoto (og^c/og^c) sozinho não reduziu a produção total. Tais conclusões estão de acordo com os resultados obtidos nesse trabalho no que diz respeito a ação de hp em homocigose sobre fenótipos normais para alc (alc^+/alc^+ e alc^+/alc). Fedrowitz (1979) com base na capacidade de combinação de linhas og^c/og^c e hp/hp observou que esses dois locos gênicos em heterocigose não prejudicam a produção total. Nos presentes resultados todas as combinações envolvendo og^c e/ou hp em *background* normal com genótipo alc^-/alc^- reduziram a produção de frutos comerciáveis em relação ao genótipo normal ($alc^-/alc^-\ og^{c+}/og^{c+}\ hp^+/hp^+$).

A magnitude das variações epistáticas, no entanto, apontam para a possível identificação de combinações específicas pouco desfavoráveis à produção de frutos comerciáveis. Dentre elas, destacam-se as combinações $alc^+/alc\ og^{c+}/og^c\ hp^+/hp$ e $alc^-/alc\ og^{c-}/og^{c-}\ hp^+/hp$, $alc^-/alc\ og^{c+}/og^{c-}\ hp/hp$ e $alc^-/alc\ og^c/og^c\ hp^+/hp^+$.

Figura 12- PRODUÇÃO DE FRUTOS COMERCIAVEIS POR PLANTA, EM DIFERENTES COMBINAÇÕES GÊNICAS ENTRE OS LOCOS *alc*, *og^f* E *hp*. CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1996.



Erros padrão:

Genótipos representados por 1 tratamento experimental=0,3830 (genótipos heterozigotos em 1 loco)
 Genótipos representados por 2 tratamentos experimentais=0,2708 (genótipos heterozigotos em 2 locos)
 Genótipo representado por 4 tratamentos experimentais=0,1915 (genótipos heterozigotos nos 3 locos)

4.13 Peso médio do fruto comerciável

Os efeitos intra-loco de *alcobaça*, *crimson* e *high pigment* foram distribuídos entre os efeitos aditivos (22,04% da variação total) e de dominância (6,87% da variação total). Os efeitos epistáticos revelados pela soma dos efeitos aditivo X aditivo (38,13% da variação total), aditivo X dominante (22,29% da variação total) e dominante X dominante (10,67% da variação total), corresponderam a 71,09% da variação fenotípica existente entre os 27 genótipos testados (Tabela 16).

O genótipo normal ($alc^+/alc^+ og^f/og^f hp^+/hp^+$), alcançou o maior valor de peso médio do fruto (Figura 13). O caráter peso médio de frutos comerciáveis foi bastante afetado por combinações genotípicas específicas entre os locos *alcobaça*, *crimson* e *high pigment*. Destacou-se o efeito negativo do loco *hp* em homozigose (hp/hp), revelado pelo componente A_3 (Tabela 16), principalmente nos fenótipos normais com genótipo homozigoto e/ou heterozigoto para *alc* (alc^+/alc^+ e alc^+/alc).

Em heterozigose o loco *hp* (hp^+/hp) não afetou o peso médio de frutos comerciáveis nos fenótipos normais com genótipo homozigoto e/ou heterozigoto para *alc* (alc^+/alc^+ e alc^+/alc).

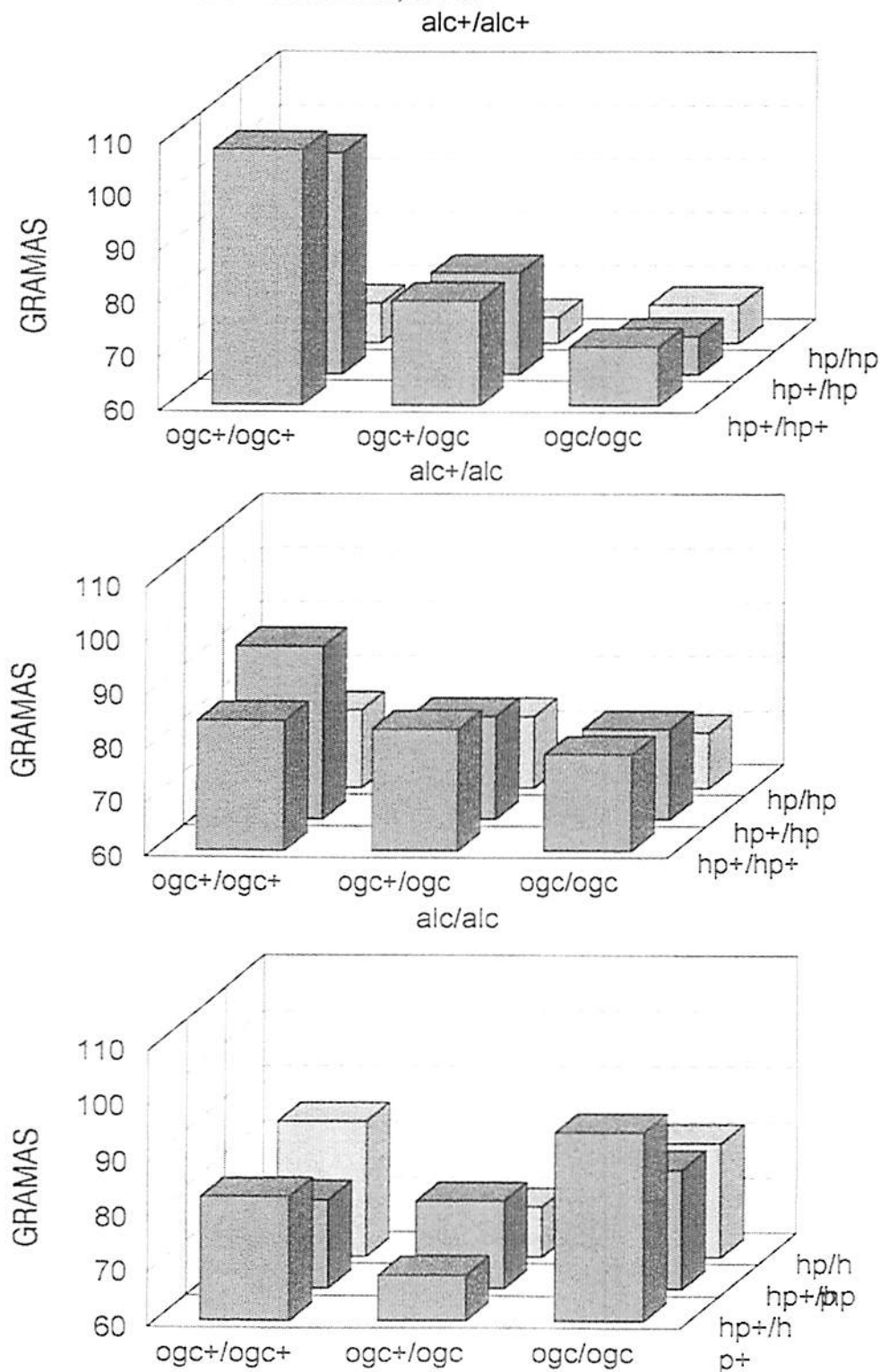
O loco *og^f* em homozigose (og^f/og^f) influenciou positivamente o peso médio do fruto comerciável em *backgrounds* de *alc* em homozigose (alc/alc).

O loco *alc* em homozigose (alc/alc) e em heterozigose (alc^+/alc) influenciou negativamente o peso médio dos frutos (Figura 13).

Tabela 16. VALORES DE QUADRADO MÉDIO DE VARIANCA FENOTÍPICA DO PESO MÉDIO DE FRUTOS COMERCIÁVEIS. Campos dos Goytacazes, 1996.

Contraste	Quadrado Médio	Nível Sig.	% do Total
A1	36.47117647	0.6872	0.28
A2	882.36033088	0.0496	6.81
A3	1936.71191176	0.0040	14.95
D1	5.00595238	0.8814	0.04
D2	867.00430060	0.0516	6.69
D3	17.81005952	0.7783	0.14
A1A2	1925.33333333	0.0041	14.86
A1A3	601.37520833	0.1040	4.64
A2A3	404.84083333	0.1814	3.13
A1A2A3	2008.19531250	0.0034	15.50
A1D2	162.00000000	0.3966	1.25
D1A2	444.39257812	0.1616	3.43
A1D3	67.13507812	0.5849	0.52
D1A3	15.75007813	0.7912	0.12
A2D3	912.17882813	0.0460	7.04
D2A3	240.90125000	0.3017	1.86
A1D2A3	115.06260417	0.4748	0.89
D1A2A3	65.50510417	0.5895	0.51
D1D2A3	787.12504464	0.0634	6.08
A1A2D3	1.06260417	0.9452	0.01
A1D2D3	11.47540179	0.8212	0.09
D1A2D3	63.32504464	0.5958	0.49
D1D2	815.74336806	0.0589	6.30
D1D3	483.86420139	0.1443	3.73
D2D3	8.37086806	0.8470	0.06
D1D2D3	75.44602083	0.5626	0.58
Total do Quadrado Médio	12954.44649		

Figura 13- PESO MÉDIO DE FRUTOS COMERCIÁVEIS POR PLANTA, EM DIFERENTES COMBINAÇÕES GÊNICAS ENTRE OS LOCOS *alc*, *ogc* E *hp*. CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1996.



Erros padrão: Genótipos representados por 1 tratamento experimental=7,4772 (genótipos heterozigotos em 1 loco)
 Genótipos representados por 2 tratamentos experimentais=5,2872 (genótipos heterozigotos em 2 locos)
 Genótipo representado por 4 tratamentos experimentais=3,7386 (genótipos heterozigotos nos 3 locos)

Na literatura o gene *alcobaça* em homozigose ou heterozigose não é citado como causador de interferência na expressão da característica peso médio de frutos comerciáveis por Leal e Mizubuti (1975); Mutschler (1992); Souza (1995) e Freitas (1996). Não se exclui, no entanto, a possibilidade da interação negativa do gene *alc* com condições ambientais adversas, especialmente altas temperaturas ambientes, como foi o caso do presente ensaio.

Com relação a ação dos locos *og^f* e *hp*, foi encontrada uma referência de Wann et al. (1985), avaliando qualidade de frutos mutantes *og^f/og^f hp/hp* em relação ao normal (*og^{f+}/og^{f+} hp⁺/hp⁺*), onde apesar da produtividade não haver sido considerada, os autores notaram que todas as linhas mutantes, apresentaram frutos menores que a linhagem quase isogênica 'Flora-Dade'. Tais resultados ajudam a explicar a redução do peso médio observada em todas as combinações envolvendo *hp* e/ou *og^f* encontradas em linhagens quase isogênicas a cv. Flora-Dade. As interações entre *og^f* e *hp* com *alc* não são encontradas na literatura.

Maluf, Miranda e Campos (1982) relataram uma possível ação gênica aditiva para esta característica, não detectando indícios de sobredominância ou epistasia sobre o peso médio de frutos, porém os presentes resultados revelaram efeitos epistáticos bastante altos quando se associam os locos *alcobaça*, *crimson* e *high pigment*.

Fica claro que os efeitos negativos de grande parte dos genótipos mutantes em relação ao normal (*alc⁺/alc⁺ og^{f+}/og^{f+} hp⁺/hp⁺*) na produção de frutos comerciáveis devem-se principalmente aos efeitos negativos sobre peso médio de frutos e não no número de frutos por planta (itens 4.11, 4.12 e 4.13).

4.14 Espessura da polpa dos frutos

Os efeitos intra-loco de *alcobaça*, *crimson* e *high pigment* foram distribuídos entre as variações fenotípicas devidas aos efeitos aditivos (29,03% da variação total) e de dominância (6,84% da variação total). A variação devida a epistasia revelada pela soma dos efeitos das interações inter-locos correspondeu a 64,13% da variação fenotípica total, distribuída entre os efeitos: aditivo x aditivo (10,05%), aditivo X dominante (42,74%) e dominante X dominante (11,34%), existentes entre os 27 genótipos testados (Tabela 17).

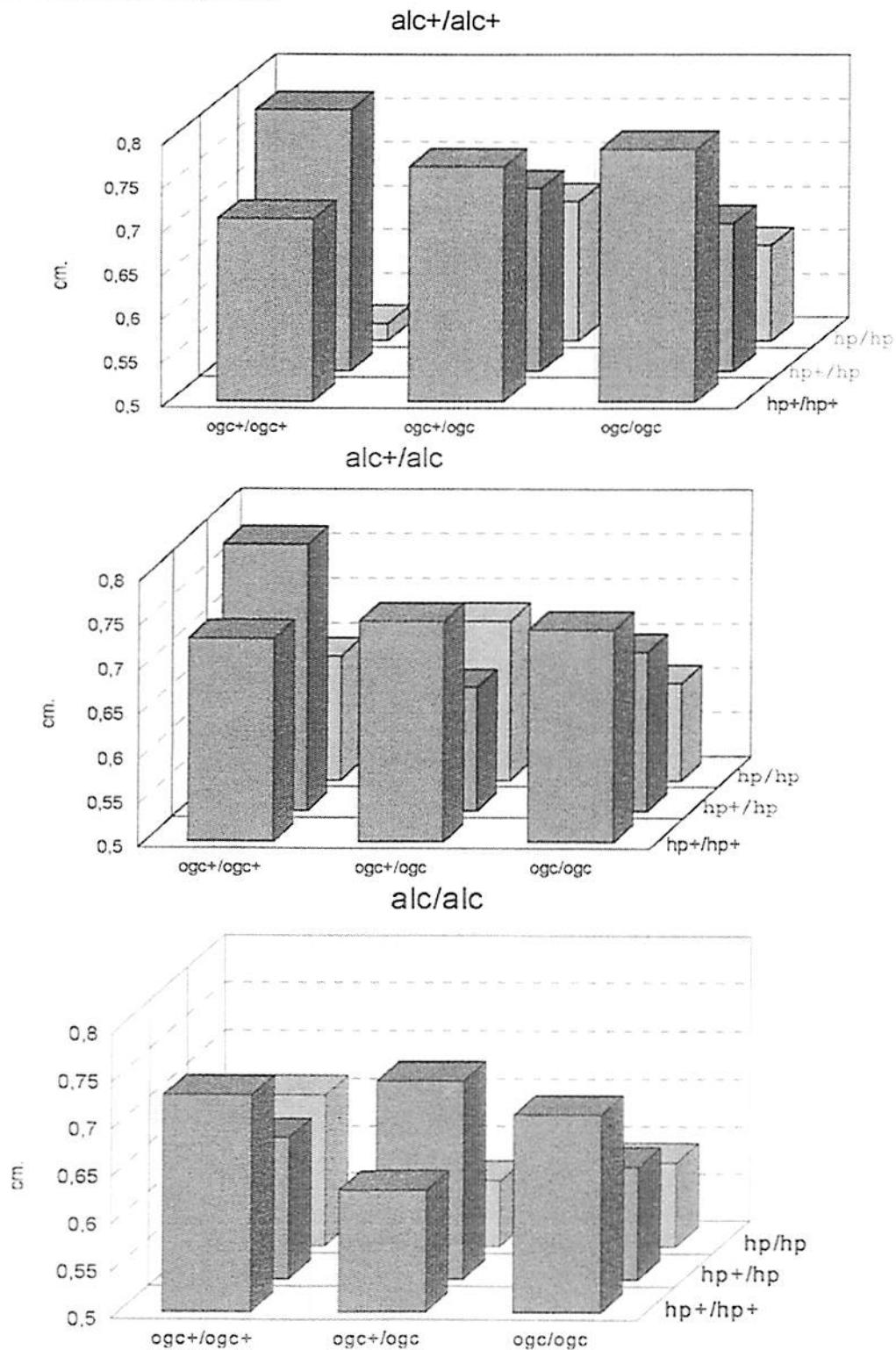
O caráter espessura da polpa revelou que o loco *hp* em homozigose (*hp/hp*) interferiu negativamente, reduzindo a espessura da polpa de todas as suas combinações, efeito aditivo A_3 (Tabela 17). Um efeito drástico foi revelado sobre o genótipo normal para os locos *alc* e *og^f* (*alc⁺/alc⁺ og^{f+}/og^{f+} hp/hp*). Entretanto em heterozigose o loco *hp* (*hp⁺/hp*), apresentou efeito pouco pronunciado, ou mesmo um efeito fortemente positivo em alguns casos nos *backgrounds* normais para *alcobaça* (*alc⁺/alc⁺* e *alc⁺/alc*). O loco *og^f* em homozigose (*og^f/og^f*) ou heterozigose (*og^{f+}/og^f*) também apresentou em geral efeito nulo ou positivo sobre a espessura da polpa, na ausência de *hp/hp*.

O loco *alc* não interferiu na espessura da polpa, notando-se apenas um leve aumento nos genótipos *alc⁺/alc og^{f+}/og^{f+} hp⁺/hp*, *alc⁺/alc og^{f+}/og^f hp⁺/hp⁺* e *alc⁺/alc og^c/og^c hp⁺/hp⁺* em comparação ao genótipo normal (*alc⁺/alc⁺ og^{f+}/og^{f+} hp⁺/hp⁺*). No *background* de *alc* em homozigose observou-se a redução da espessura de polpa causada por quase todas as combinações envolvendo *og^f* e/ou *hp*, com exceção de: *alc/alc og^{f+}/og^f hp⁺/hp* e *alc/alc og^f/og^f hp⁺/hp⁺* (Figura 14).

Tabela 17 .VALORES DE QUADRADO MÉDIO DE VARIANCI A FENOTÍPICA DA ESPESSURA DA POLPA DOS FRUTOS COMERCIAÍVEIS. Campos dos Goytacazes, 1996.

Contraste	Quadrado Médio	Nível Sig.	% do Total
A1	0.00694167	0.3363	1,32
A2	0.01270637	0.1945	2,42
A3	0.13254902	0.0001	25,29
D1	0.00934306	0.2652	1,78
D2	0.00019067	0.8730	0,04
D3	0.02628889	0.0637	5,02
A1A2	0.01137778	0.2193	2,17
A1A3	0.02667778	0.0618	5,09
A2A3	0.00466944	0.4299	0,89
A1A2A3	0.01000417	0.2491	1,91
A1D2	0.02502604	0.0703	4,78
D1A2	0.00467604	0.4296	0,89
A1D3	0.01525104	0.1558	2,91
D1A3	0.00150417	0.6536	0,29
A2D3	0.12326667	0.0001	23,52
D2A3	0.00127604	0.6794	0,24
A1D2A3	0.00700139	0.3343	1,34
D1A2A3	0.00306806	0.5219	0,59
D1D2A3	0.00007202	0.9217	0,01
A1A2D3	0.00000139	0.9891	0,00
A1D2D3	0.00167202	0.6362	0,32
D1A2D3	0.04117202	0.0212	7,86
D1D2	0.00011852	0.8997	0,02
D1D3	0.04138935	0.0209	7,90
D2D3	0.01636296	0.1417	3,12
D1D2D3	0.00148028	0.6562	0,28
Total do Quadrado Médio			0.52408686

Figura 14- ESPESSURA DA POLPA DE FRUTOS, EM DIFERENTES COMBINAÇÕES GÊNICAS ENTRE OS LOCOS *alc*, *ogc* E *hp*. CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1996.



Erros padrão: Genótipos representados por 1 tratamento experimental=0,0497 (genótipos heterozigotos em 1 loco)
 Genótipos representados por 2 tratamentos experimentais=0,0351 (genótipos heterozigotos em 2 locos)
 Genótipo representado por 4 tratamentos experimentais=0,0225 (genótipos heterozigotos nos 3 locos)

Resultados referentes a espessura da polpa envolvendo interações entre os locos *alc*, *og^f* e *hp* não foram encontrados na literatura. Apenas Resende (1995) avaliou híbridos F₁ que incluíam três combinações *alc⁺/alc⁻ og^{f+}/og^{f-} hp⁻/hp⁻*, *alc⁺/alc⁻ og^f/og^f hp⁻/hp⁻* e *alc⁻/alc⁺ og^{f+}/og^{f-} hp⁺/hp⁻* comparadas a duas cultivares normais para esses locos (*alc⁺/alc⁻ og^{f+}/og^{f+} hp⁺/hp⁻*). O autor considerou que a maior firmeza alcançada por dois de seus híbridos deveu-se principalmente a maior espessura da polpa e ao menor número de lóculos, esses híbridos envolviam o loco *og^f* em heterozigose. Os resultados ora encontrados para as constituições genotípicas semelhantes às relatadas por Resende (1995) permitem concordar com esta última autora no tocante ao aumento da espessura da polpa.

4.15 Número de lóculos por fruto

Os efeitos intra-loco de *alcobaça*, *crimson* e *high pigment* foram distribuídos entre as variações fenotípicas devidas aos efeitos aditivos (6,10% da variação total) e de dominância (1,92% da variação total). Os efeitos epistáticos revelados pela soma dos efeitos das interações inter-locos corresponderam a 91,98% da variação fenotípica total, distribuída entre os efeitos: aditivo x aditivo (36,95%), aditivo X dominante (54,39%) e dominante X dominante (0,63%) da variação total existente entre os 27 genótipos testados. Isto indica a enorme influência dos efeitos epistáticos entre *alc*, *og^f* e *hp* na expressão do número de lóculos dos frutos (Tabela 18).

Tabela 18. VALORES DE QUADRADO MÉDIO DE VARIANCA FENOTÍPICA DO NÚMERO DE LÓCULOS POR FRUTO. Campos dos Goytacazes, 1996.

Contraste	Quadrado Médio	Nível Sig.	% do Total
A1	0.24850196	0.2281	1,76
A2	0.02753382	0.6869	0,19
A3	0.58775735	0.0657	4,15
D1	0.00007163	0.9836	0,00
D2	0.11581270	0.4093	0,82
D3	0.15505079	0.3401	1,09
A1A2	3.15062500	0.0001	22,26
A1A3	0.35800278	0.1489	2,53
A2A3	1.31102500	0.0067	9,26
A1A2A3	0.41081667	0.1225	2,90
A1D2	0.00315104	0.8915	0,02
D1A2	0.57660000	0.0682	4,07
A1D3	0.25937604	0.2183	1,83
D1A3	0.06615000	0.5325	0,47
A2D3	0.72453750	0.0415	5,12
D2A3	0.81033750	0.0314	5,73
A1D2A3	1.45067222	0.0045	10,25
D1A2A3	0.38720000	0.1336	2,74
D1D2A3	2.98133571	0.0001	21,06
A1A2D3	0.15680000	0.3374	1,11
A1D2D3	0.16846667	0.3202	1,19
D1A2D3	0.11734286	0.4062	0,83
D1D2	0.01141157	0.7952	0,08
D1D3	0.01796713	0.7447	0,13
D2D3	0.00004630	0.9868	0,00
D1D2D3	0.05877778	0.5562	0,41
Total do Quadrado Médio 14.15537002			

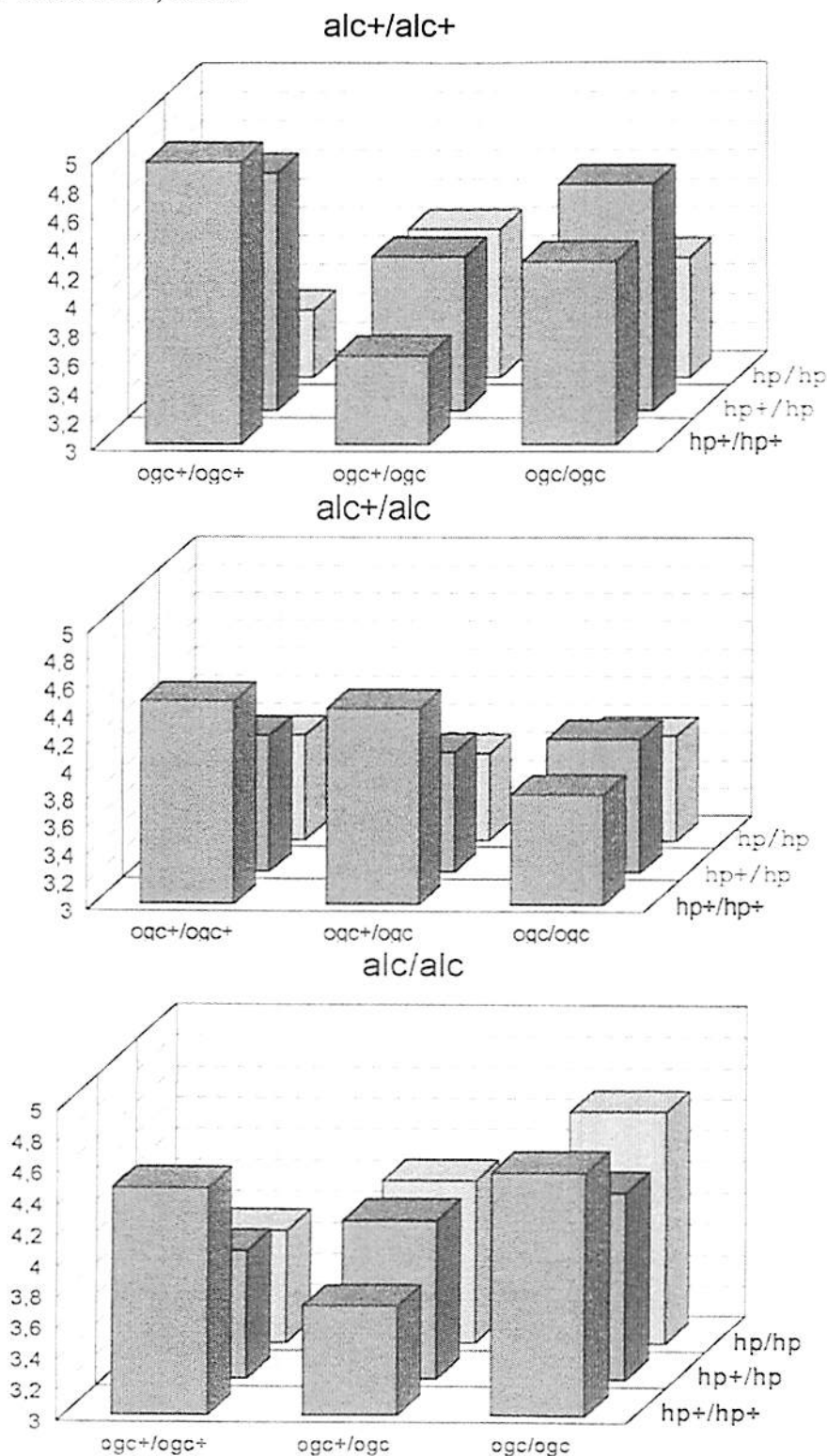
Observou-se a tendência do loco *hp* em homozigose (*hp/hp*) reduzir o número de lóculos principalmente sobre os fenótipos normais com genótipo *alc⁻/alc⁻* e *alc⁻/alc*. O maior número de lóculos foi atingido pelo genótipo normal (*alc⁻/alc⁻ og⁻/og⁻ hp⁻/hp⁻*). As maiores reduções foram observadas nas seguintes combinações: *alc⁻/alc⁺ og⁻/og⁻ hp/hp*; *alc⁻/alc⁺ og⁻/og⁻ hp⁻/hp⁺*; *alc⁻/alc og⁻/og⁻ hp/hp* e *alc/alc og⁻/og⁻ hp⁻/hp* (Figura 15).

Resende (1995) observou uma relação inversa entre o número de lóculos e a espessura de polpa, que interpretou como responsáveis pela maior firmeza dos frutos, ou seja, quanto maior o número de lóculos menor a espessura da polpa e menor a firmeza. Nos presentes resultados, para um número de lóculos menor que 5, não se observou a redução da firmeza dos frutos das combinações com maior número de lóculos. A aparente contradição reside no fato de Resende (1995) ter utilizado em seu ensaio uma linhagem de diferente *background* genético, que possuía reduzida espessura de polpa e número bastante grande de lóculos por fruto.

4.16 Teor de licopeno nos frutos

Os efeitos intra-loco de *alcobaça*, *crimson* e *high pigment* foram distribuídos entre as variações fenotípica aditiva, responsável por aproximadamente 22% da variação fenotípica existente, os efeitos de dominância, entretanto, explicaram apenas 6% desta variação. A maior parcela da variação fenotípica (71%), deveu-se aos efeitos epistáticos, revelando a importância das interações inter-locos ou interações não alélicas entre esses locos gênicos. Dentre os efeitos epistáticos destacou-se o aditivo x dominante (28,5% da variação fenotípica total) seguido do dominante x dominante (22,3% da variação fenotípica total) e

Figura 15- NÚMERO DE LÓCULOS POR FRUTO, EM DIFERENTES COMBINAÇÕES GÊNICAS ENTRE OS LOCOS *alc*, *og^c* E *hp*. CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1996.



Erros padrão: Genótipos representados por 1 tratamento experimental=0,2367 (genótipos heterozigotos em 1 loco)
 Genótipos representados por 2 tratamentos experimentais=0,1674 (genótipos heterozigotos em 2 locos)
 Genótipo representado por 4 tratamentos experimentais=0,1184 (genótipos heterozigotos nos 3 locos)

aditivo x aditivo (21,2% da variação fenotípica total) (Tabela 19).

Considerando-se as interações entre os três locos gênicos, observa-se que para os genótipos normais no loco *alc* (alc^+/alc^+), o triplo dominante ($alc^+/alc^+ og^{c+}/og^{c+} hp^+/hp^+$) foi bem inferior quanto ao teor de licopeno (Figura 16), sendo superado por quase todas as combinações entre *og^c* e *hp* com exceção apenas do genótipo $alc^+/alc^+ og^{c+}/og^{c+} hp^+/hp^+$, significando que as combinações homozigotas de *og^c* ou de *hp* e heterozigotas para *hp* são suficientes para aumentar o teor de licopeno no *background* normal para *alc* ($alc^+/alc^+ og^{c+}/og^{c+} hp^+/hp^+$).

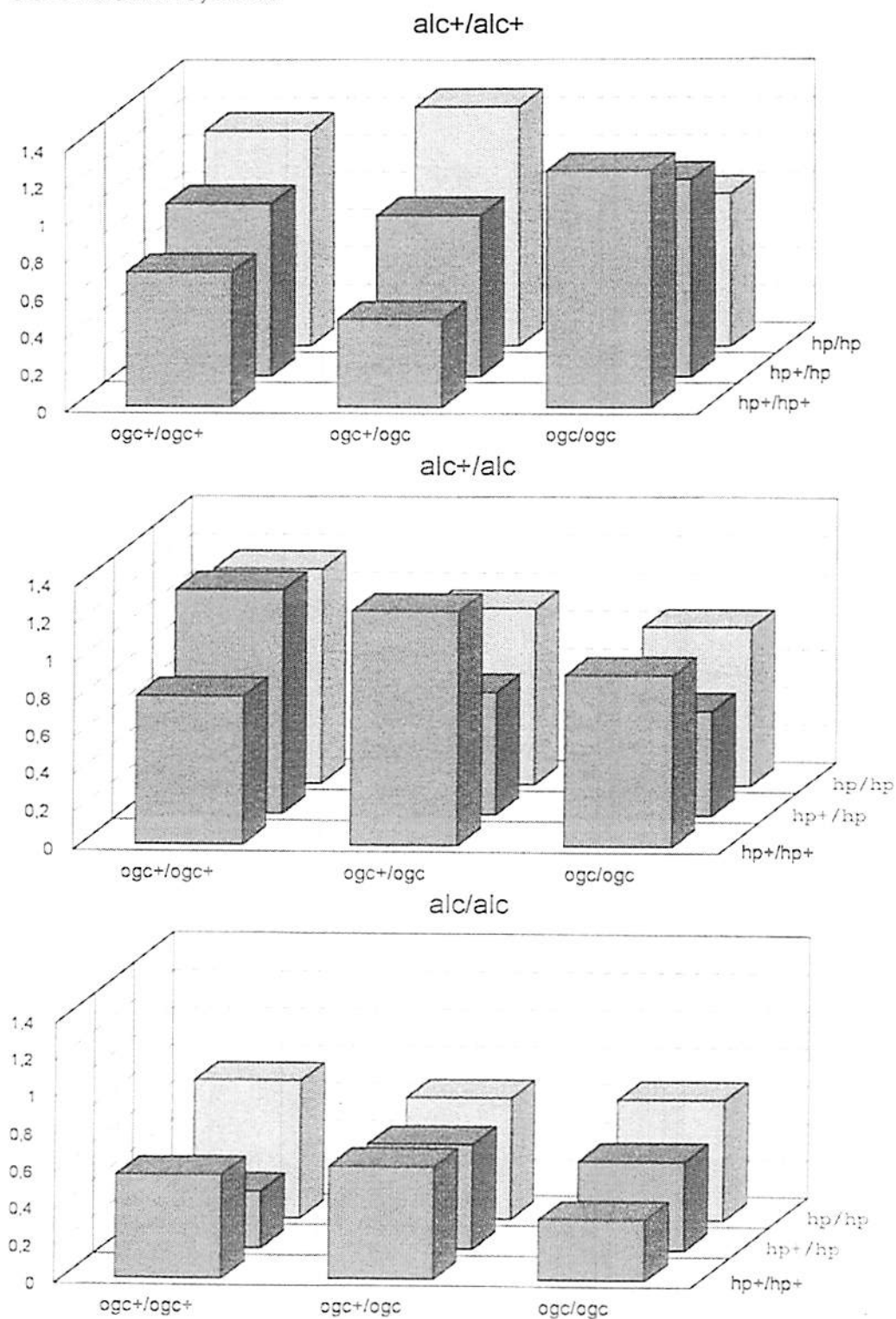
Quando se consideram os genótipos alc^+/alc , observa-se que o teor de licopeno no genótipo $alc^+/alc og^{c+}/og^{c+} hp^+/hp^+$ é próximo ao da linha normal ($alc^+/alc^+ og^{c+}/og^{c+} hp^+/hp^+$), e que é claramente superado através do uso de combinações heterozigotas ou homozigotas nos locos *og^c* e *hp*, com exceção das combinações $alc^+/alc og^{c+}/og^{c+} hp^+/hp^+$ e $alc^+/alc og^{c+}/og^{c+} hp^+/hp^+$. As maiores contribuições foram obtidas pelo loco *hp* em homozigose (*hp/hp*) tanto sobre os fenótipos normais para *alcobaça* (alc^+/alc^+ e alc^+/alc) quanto sobre o genótipo mutante (alc/alc). Destacou-se ainda o efeito positivo do loco *og^c* homozigoto (og^{c+}/og^{c+}) ou heterozigoto (og^{c+}/og^{c+}) sobre os genótipos normais para *hp* (hp^+/hp^+) e simultaneamente heterozigotos para *alc* (alc^+/alc) (Figura 16).

As combinações envolvendo o loco *alcobaça* homozigoto (alc/alc) reduziram drasticamente o teor de licopeno, em suas combinações. Ressalta-se nesta condição os efeitos positivos de *hp* homozigoto (*hp/hp*) no sentido de aumentar o teor de licopeno no *background* de *alc* homozigoto (alc/alc). Embora em algumas combinações os genótipos alc/alc tenham teor de licopeno semelhante ao normal ($alc^+/alc^+ og^{c+}/og^{c+} hp^+/hp^+$) a coloração

Tabela 19. VALORES DE QUADRADO MÉDIO DE VARIANCI A FENOTÍPICA DO TEOR DE LICOPENO EM FRUTOS MADUROS DE TOMATE. Campos dos Goytacazes, 1996.

Contraste	Quadrado Médio	N.S.	% do Total
A1	1.78149914	0.0069	17.58
A2	0.18697902	0.3740	1.85
A3	0.26075998	0.2942	2.57
D1	0.34781565	0.2261	3.43
D2	0.12814962	0.4615	1.26
D3	0.14256105	0.4374	1.41
A1A2	0.31013498	0.2529	3.06
A1A3	0.01557721	0.7972	0.15
A2A3	1.27981477	0.0214	12.62
A1A2A3	0.53669980	0.1334	5.30
A1D2	0.01294440	0.8148	0.13
D1A2	0.01946365	0.7739	0.19
A1D3	0.16242150	0.4073	1.60
D1A3	0.54099502	0.1319	5.33
A2D3	0.01259086	0.8173	0.12
D2A3	0.01835049	0.7803	0.18
A1D2A3	0.14126607	0.4395	1.39
D1A2A3	0.61805342	0.1076	6.10
D1D2A3	0.83014020	0.0627	8.19
A1A2D3	0.00398610	0.8965	0.04
A1D2D3	0.06560933	0.5981	0.65
D1A2D3	0.46273554	0.1632	4.57
D1D2	0.32226399	0.2439	3.18
D1D3	0.04079796	0.6775	0.40
D2D3	0.27322680	0.2830	2.70
D1D2D3	1.61834123	0.0099	15.97
Total do Quadrado Médio	10.13317778		

Figura 16-TEOR DE LICOPENO EM FRUTOS MADUROS, EM DIFERENTES COMBINAÇÕES GÊNICAS ENTRE OS LOCOS *alc*, *og^f* E *hp*. CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1996.



Erros padrão: Genótipos representados por 1 tratamento experimental=0,2422 (genótipos heterozigotos em 1 loco)
 Genótipos representados por 2 tratamentos experimentais=0,1712 (genótipos heterozigotos em 2 locos)
 Genótipo representado por 4 tratamentos experimentais=0,1211 (genótipos heterozigotos nos 3 locos)

externa dos frutos é prejudicada em presença do loco alcobaça em homozigose (Tabela 19).

Os seguintes autores também relataram o aumento do teor de licopeno pelos locos *hp* e/ou *og^c* homozigotos em *background* normal (*alc⁺/alc⁻*): Thompson et al. (1965) e (1967); Fedrowitz (1979); Sayama (1979).

Thompson et al. (1965) observaram que plantas homozigotas *og^c/og^c* produziram cerca de 75% mais licopeno que plantas normais (*og^{c+}og^{c+}*). No presente trabalho, frutos homozigotos para *og^c* em *background* normal para *alc* (*alc⁺/alc⁺* e *alc⁻/alc*) também produziram mais licopeno que o normal (*alc⁺/alc⁺ og^{c+}/og^{c+} hp⁺/hp⁺*). Thompson et al. (1967) observaram que as linhas *og^{c+}/og^{c+} hp/hp* produziram mais licopeno que linhas *og^c/og^c hp/hp* e que *og^c/og^c hp⁺/hp⁺*, os resultados deste trabalho confirmam esta tendência relativamente ao *background og^c/og^c hp/hp*, mas não a *og^c/og^c hp⁺/hp⁺*.

Fedrowitz (1979) avaliou a cor total através de valores: a=vermelho; b=amarelo e L=reflexo; seus resultados revelaram que as linhas *og^c/og^c* e *hp/hp* apresentaram maiores valores para cor total que seus respectivos híbridos *og^{c+}/og^c* e *hp⁺/hp*. Os resultados do presente trabalho também mostraram maiores valores para os homozigotos *og^c* e *hp*. O autor relatou ainda menores valores da cor total obtidos pela combinação *og^c/og^c hp/hp* em relação a *og^c/og^c* e a *hp/hp*, o que também ocorreu no presente trabalho.

Sayama (1979) medindo a cor total, relatou que a combinação *og^c/og^c hp/hp* superou as linhas *og^c/og^c*, *hp/hp* e normal (*og^{c+}/og^{c+} hp⁺/hp⁺*). O gene *og^c* apresentou um efeito maior que o gene *hp* sobre a cor total considerando fator L ou apenas os valores a e b.

4.17 Teor de beta-caroteno nos frutos

Os efeitos intra-loco referentes aos efeitos aditivos nos locos *alcobaça*, *crimson* e *high pigment* representam 24,39% da variação fenotípica entre os 27 genótipos testados, enquanto os efeitos de dominância são negligíveis nos três locos (apenas 3,27% da variação fenotípica total). Contudo em virtude de efeitos epistáticos aditivo x aditivo (28,82% da variação fenotípica total) e aditivo x dominante (34,59% da variação fenotípica total) e dominante x dominante (8,93% da variação fenotípica total), representarem mais de 2/3 da variação total, combinações genotípicas específicas entre esses três locos devem ser consideradas ao se procurar aumentar o teor de beta-caroteno em cultivares de tomateiro (Tabela 20).

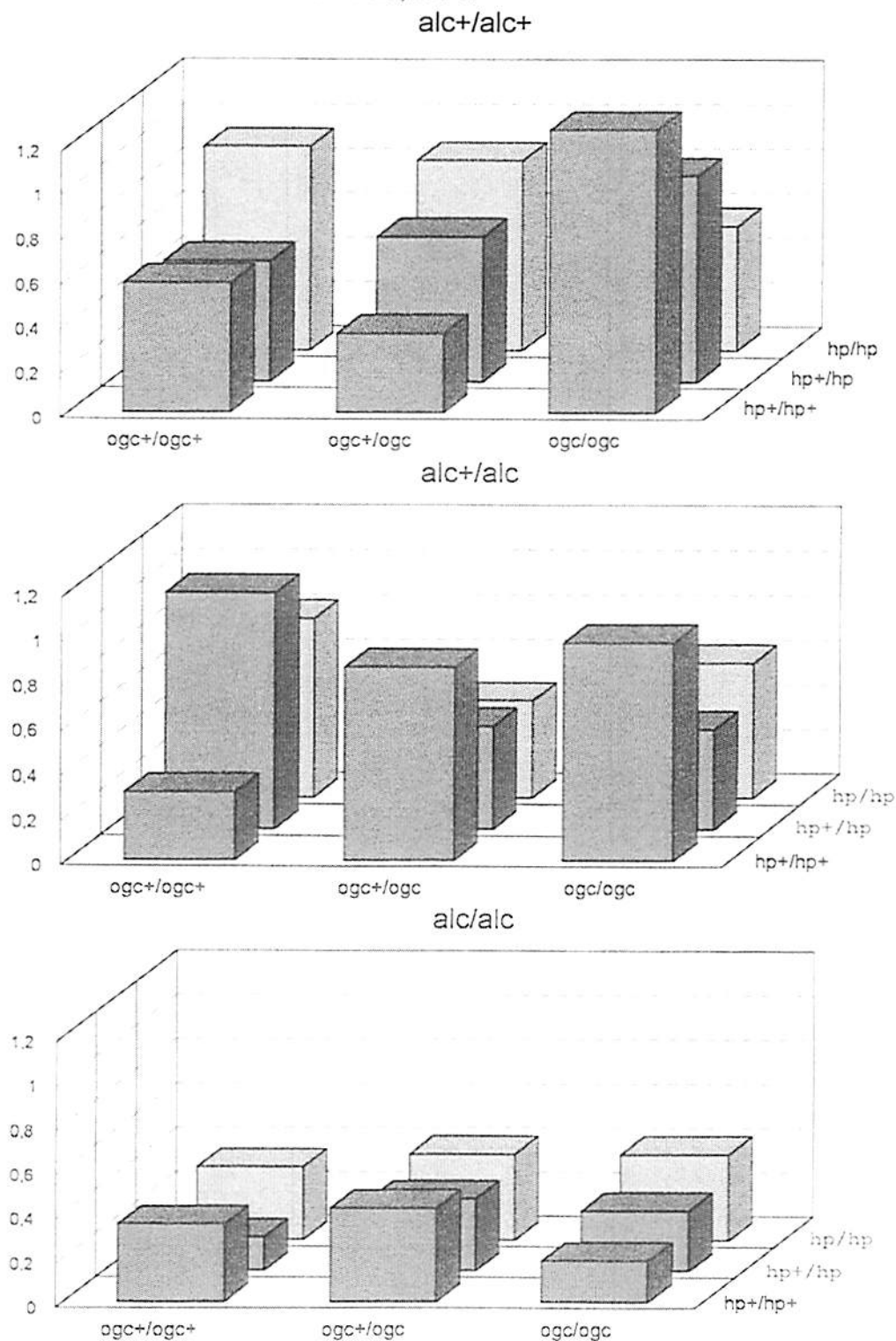
O genótipo normal ($alc^+/alc^+ og^{c^+}/og^{c^+} hp^+/hp^+$) foi claramente superado (Figura 17) no teor de beta-caroteno pelas combinações: $alc^+/alc^+ og^c/og^c hp^+/hp^+$, $alc^+/alc^+ og^{c^+}/og^{c^+} hp^+/hp^+$, $alc^+/alc^+ og^c/og^c hp^+/hp^+$, $alc^+/alc^+ og^c/og^c hp^+/hp^+$ e $alc^+/alc^+ og^{c^+}/og^{c^+} hp/hp$. Por outro lado, todas as combinações envolvendo alc/alc tiveram baixos teores de beta-caroteno, demonstrando que os efeitos de og^c e hp , quer em homozigose ou em heterozigose não foram efetivos no sentido de proporcionar teores comparáveis ao normal em beta-caroteno, no *background* de alc homozigoto (alc/alc).

No estado heterozigoto do loco *alcobaça* (alc^+/alc), a única combinação que poderia limitar a utilização, pela redução no teor de beta-caroteno, seria $alc^+/alc og^{c^+}/og^{c^+} hp^-/hp^+$, indicando que os possíveis efeitos deletérios do alelo alc em heterozigose podem ser superados pelo emprego dos alelos og^c e/ou hp , seja em homozigose ou em heterozigose (Figura 17).

Tabela 20. VALORES DE QUADRADO MÉDIO DE VARIANCA FENOTÍPICA DO TEOR DE BETA-CAROTENO. Campos dos Goytacazes, 1996.

Contraste	Quadrado Médio	N.S.	% do Total
A1	2.10571685	0.0004	23.60
A2	0.06846255	0.5099	0.76
A3	0.00246062	0.9005	0.03
D1	0.16917992	0.3010	1.90
D2	0.11928807	0.3848	1.34
D3	0.00235613	0.9026	0.03
A1A2	0.45780274	0.0902	5.13
A1A3	0.00322752	0.8861	0.04
A2A3	1.24089361	0.0058	13.91
A1A2A3	0.86918816	0.0203	9.74
A1D2	0.00014663	0.9756	0.00
D1A2	0.00021476	0.9705	0.00
A1D3	0.67481701	0.0403	7.56
D1A3	0.27356880	0.1891	3.07
A2D3	0.46597445	0.0875	5.22
D2A3	0.35779455	0.1336	4.01
A1D2A3	0.19626746	0.2655	2.20
D1A2A3	0.53597254	0.0671	6.01
D1D2A3	0.34448181	0.1410	3.86
A1A2D3	0.06221508	0.5298	0.70
A1D2D3	0.17529695	0.2925	1.96
D1A2D3	0.00000437	0.9958	0.00
D1D2	0.09878642	0.4288	1.11
D1D3	0.00618087	0.8429	0.07
D2D3	0.04488258	0.5935	0.50
D1D2D3	0.64689628	0.0446	7.25
Total do Quadrado Médio	8.92207673		

Figura 17- TEOR DE BETA-CAROTENO EM FRUTOS MADUROS, EM DIFERENTES COMBINAÇÕES GÊNICAS ENTRE OS LOCOS *alc*, *og^c* E *hp*. CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1996.



Erros padrão: Genótipos representados por 1 tratamento experimental=0,1979 (genótipos heterozigotos em 1 loco)
 Genótipos representados por 2 tratamentos experimentais=0,1399 (genótipos heterozigotos em 2 locos)
 Genótipo representado por 4 tratamentos experimentais=0,0989 (genótipos heterozigotos nos 3 locos)

Thompson *et al.* (1965) observaram redução do teor de beta-caroteno atribuído a ação de og^c em homozigose, o que não foi aqui verificado: o genótipo og^c/og^c proporcionou inclusive o maior aumento em relação ao normal (og^{c+}/og^{c-}), no *background* normal para *alc* (alc^+/alc^-).

Thompson *et al.* (1967) observaram que as linhas og^c/og^c *hp/hp* produziram quantidades intermediárias de beta-caroteno entre o genótipo normal (og^{c+}/og^{c+} *hp⁺/hp⁺*) e o mutante *hp/hp* (og^{c+}/og^{c+} *hp/hp*). Nos presentes resultados, o duplo homozigoto (og^c/og^c *hp/hp*) produziu quantidade de beta-caroteno inferior aos genótipos og^{c+}/og^{c+} *hp/hp* e og^c/og^c *hp⁺/hp⁺*, entretanto superiores ao normal.

Wann *et al.* (1967) mostraram que linhas og^c/og^c *hp/hp* possuem conteúdo de beta-caroteno levemente superior em relação as cultivares normais, nos presentes resultados essas quantidades foram levemente inferiores. A cv. Flora-Dade (alc^+/alc^+ og^{c+}/og^{c+} *hp⁺/hp⁺*) apresenta excelente desempenho em relação a outras cultivares normais, como o observado por Casali, Finger e Amaral Junior (1996) que quantificaram o conteúdo de beta-caroteno em cinco cultivares comerciais. Os ganhos adicionais devidos a presença de combinações com og^c ou *hp* poderiam pois levar à obtenção de materiais bastante superiores aos atualmente disponíveis relativamente ao teor de beta-caroteno.

4.18 Coloração interna e externa dos frutos

A avaliação da coloração interna dos frutos revelou que todas as combinações normais ou heterozigotas para *alcobaça* (alc^+/alc^+ e alc^+/alc) apresentaram cor vermelha normal. A intensidade desta coloração chegou a atingir o máximo de vermelho (10 R) nas seguintes combinações: $alc^+/alc\ ogf^+/ogf^+\ hp^+/hp$, $alc^+/alc\ ogf^+/ogf^+\ hp^+/hp$, $alc^+/alc\ ogf^+/ogf^+\ hp^+/hp$, $alc^+/alc\ ogf^+/ogf^+\ hp^+/hp$, $alc^+/alc\ ogf^+/ogf^+\ hp^+/hp$ e $alc^+/alc\ ogf^+/ogf^+\ hp^+/hp$. Esses resultados demonstram que as colorações mais intensas foram obtidas em combinações envolvendo os três locos *alc*, *ogf* e/ou *hp* e que, portanto, é possível melhorar a coloração interna dos frutos, no *background* 'Flora-Dade', utilizando os locos gênicos em questão.

Ressalta-se que as combinações envolvendo o loco *alc* em homozigose (alc/alc) não atingiram coloração externa vermelha normal, apresentando-se sempre com tonalidades de amarelo (Y ou YR), (Tabela 21). Tais resultados tornam possível entender que apesar de algumas combinações entre *alcobaça* homozigoto (alc/alc) com *ogf* e/ou *hp* apresentarem teores de licopeno normal ou quase normal, sua coloração externa continua prejudicada. Todas as combinações envolvendo o loco *alc* em heterozigose (alc^+/alc) ou normal (alc^+/alc^+), apresentaram coloração externa vermelha normal (Tabela 21).

Tabela 21. COLORAÇÃO INTERNA E EXTERNA DOS FRUTOS MADUROS, NA OCASIÃO DA COLHEITA E COLETA DE AMOSTRAS PARA EXTRAÇÃO DE PIGMENTOS. Campos dos Goytacazes, 1996.

Tratamentos		Coloração interna		Coloração externa	
01-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	5.0 R	5.0 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R
02-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R
03-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R
04-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	2.5 R-7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	10.0 R
05-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	5.0 R-7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R
06-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	10.0 R
07-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	5.0 R-7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R
08-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	5.0 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R
09-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	5.0 R-7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5-10.0 R
10-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	5.0 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5-10.0 R
11-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	2.5 R-10.0 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5-10.0 R
12-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	10.0 R
13-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	5.0 R-7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5-10.0 R
14-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	5.0 R-7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5-10.0 R
15-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	7.5 R-10.0 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5-10.0 R
16-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	5.0 R-10.0 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	10.0 R
17-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	5.0 R-10.0 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5-10.0 R
18-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	2.5 R-10.0 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	10.0 R
19-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	5.0 YR	7.5 R	7.5 R	7.5 R	2.5 YR
20-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	5.0 YR
21-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	10.0 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	2.5-5.0 YR
22-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	5.0 R-7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	2.5 YR
23-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	7.5 R-10.0 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	2.5-5.0 YR
24-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	2.5 YR
25-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	5.0 R-7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	2.5 YR
26-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	5.0 R-7.5 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	2.5 Y-2.5 R
27-alc ⁺ alc ⁺ og ⁺ hp ⁺ hp ⁺	7.5 R-10.0 R	7.5 R	7.5 R	7.5 R	5.0-7.5 YR

Tonalidades do vermelho; Y = Tonalidades de amarelo;

YR = Tonalidades do laranja

4.19 Percentagem de perda de peso dos frutos ao longo do armazenamento

Ao longo de 10 dias de armazenamento em condições naturais, observou-se que as combinações genóticas envolvendo o loco *alc* em homozigose (*alc/alc*) aumentaram a média dos dias para atingir uma perda de 5% no peso dos frutos. Entre essas combinações, os maiores períodos necessários para 5% de perda de peso foram verificadas para as seguintes combinações: *alc/alc og^{f-}/og^{f+} hp⁺/hp⁺* (10 dias); *alc/alc og^f/og^f hp⁺/hp⁺* (9 dias), *alc/alc og^f/og^f hp⁺/hp* (9 dias) (Figura 18). No genótipo normal (*alc⁺/alc⁺ og^{f+}/og^{f+} hp⁺/hp⁺*), uma perda equivalente foi atingida em apenas quatro dias.

O loco *alc* em heterozigose (*alc⁺/alc*), também contribuiu para reduzir a perda de peso, relativamente aos genótipos *alc⁺/alc⁺*. Observou-se ainda a excelente interação entre os locos *alc*, *og^f* heterozigotos e *hp* homozigoto, na combinação *alc⁺/alc og^{f+}/og^f hp/hp* (10 dias para 5% de perda de peso), reduzindo a perda de peso em relação ao fruto normal (*alc⁺/alc⁺ og^{f+}/og^{f+} hp⁺/hp⁺*). Destacaram-se também os genótipos *alc⁺/alc og^{f+}/og^{f+} hp⁺/hp* e *alc⁺/alc og^{f+}/og^f hp/hp* (entre 7 e 8 dias para 5% de perda de peso). Todas as combinações *alc⁺/alc* perderam água mais lentamente que o genótipo normal (*alc⁺/alc⁺ og^{f+}/og^{f+} hp⁺/hp⁺*).

Observou-se que algumas interações entre os locos *og^f* e *hp* que reduziram a perda de peso também no *background* normal para *alc* (*alc⁺/alc⁺*); notadamente *alc⁺/alc⁺ og^{f+}/og^f hp/hp* (10 dias para 5% de perda de peso), e, *alc⁺/alc⁺ og^{f+}/og^f hp⁺/hp*, *alc⁺/alc⁺ og^{f+}/og^f hp/hp*, *alc⁺/alc⁺ og^f/og^f hp⁺/hp⁺* e *alc⁺/alc⁺ og^f/og^f hp/hp* (todos com 5 dias para 5% de perda de peso) (Figura 18).

Considerando o final do período de armazenamento sob condições naturais apenas as seguintes combinações exibiram reduzida perda

de peso: $alc^+/alc^+ og^c/og^c hp^+/hp^+$; $alc^+/alc og^+/og^c hp/hp$; $alc/alc og^+/og^+ hp^+/hp^+$ e $alc/alc og^c/og^c hp^+/hp$ (Figuras 18, 19 e 20).

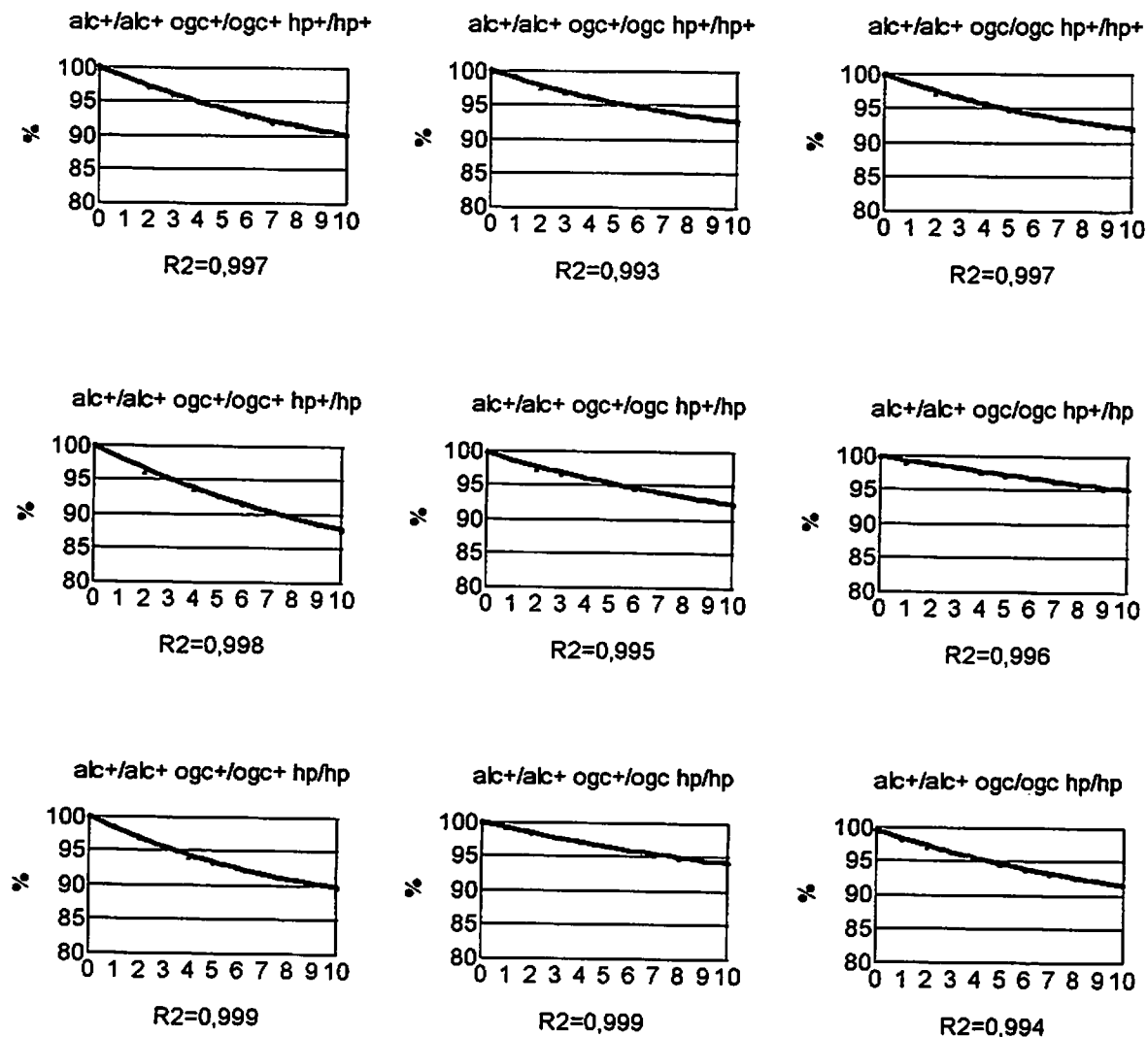
O loco alcobaça homozigoto prolongou a vida de prateleira (medida através da redução da perda de peso), bem como sua associação com og^c homozigoto e hp heterozigoto ($alc/alc og^c/og^c hp^+/hp$), não prejudicou a vida de prateleira (Figura 20).

Segundo Leal e Mizubuti (1975) os frutos da cv. Alcobaça podem ser conservados por longo período após a colheita em condições naturais, e seus híbridos F_1 apresentam menor perda de peso e maior conservação em relação aos parentais normais. Esta afirmação em parte concorda com os resultados aqui obtidos, embora seja evidente que o efeito de alc^+/alc depende da constituição genotípica nos locos og^c e hp .

Freitas (1996) relatou a perda de água em cultivares e híbridos contendo os locos alc , og^c e hp em heterozigose, revelando que a maior perda de peso foi verificada na cv. testemunha Floradade ($alc^+/alc^+ og^+/og^+ hp^+/hp^+$). Nos resultados ora obtidos observou-se que as combinações envolvendo o loco hp em homozigose ou heterozigose pouco afetaram as perdas de peso no *background* normal para alc (alc^+/alc^+). O autor associou as menores perdas, observadas nos híbridos (alc^+/alc), a um efeito pleiotrópico do gene alc heterozigoto, o que é corroborado pelos presentes resultados.

Perdas de peso de 3 a 6% em frutos de tomate foram consideradas por Leal e Mizubuti (1975) como suficientes para depreciar o produto comercialmente. Os presentes resultados revelaram que a interação verificada nas seguintes combinações: $alc/alc og^+/og^+ hp^+/hp^+$ e $alc/alc og^c/og^c hp^+/hp^+$, apresentaram perdas inferiores a 3% ao final do período de 10 dias de conservação.

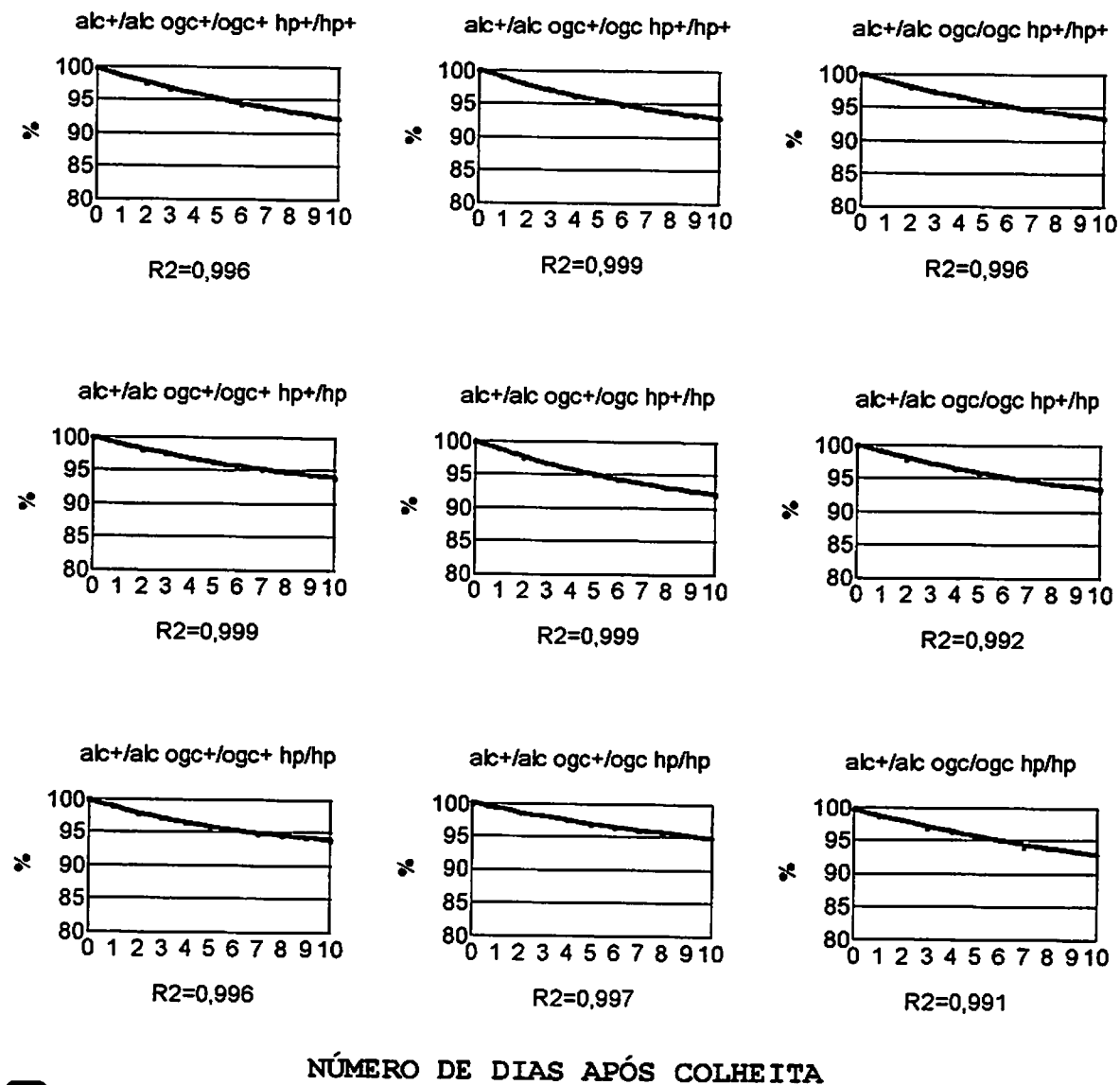
Figura 18- PERCETAGEM DE PERDA DE PESO DOS FRUTOS AO LONGO DO ARMAZENAMENTO, REVELADA EM DIFERENTES COMBINAÇÕES DOS LOCOS *og^c* E *hp* EM *BACKGROUND alc⁺/alc⁺* . CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1996.



NÚMERO DE DIAS APÓS COLHEITA

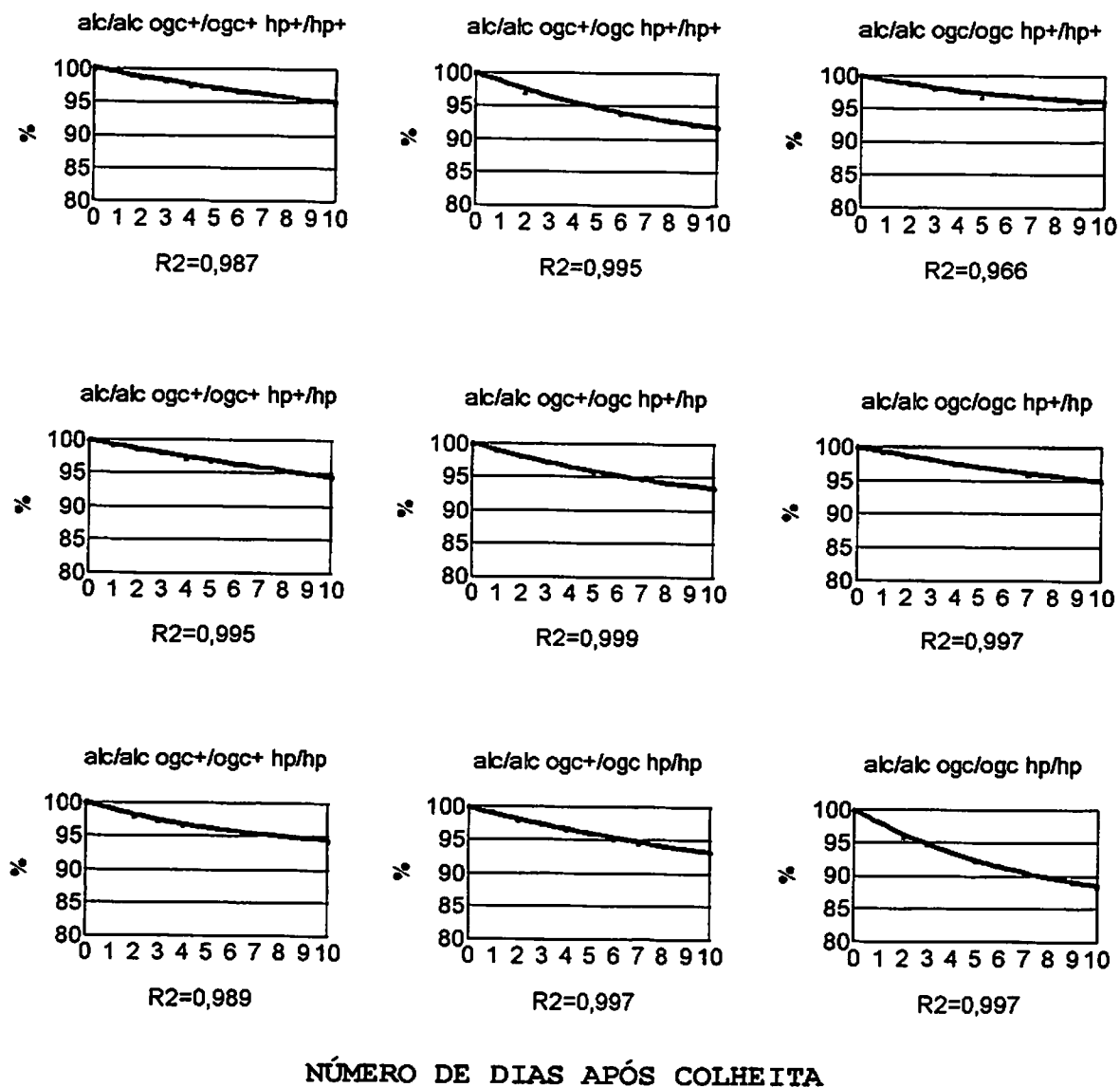
- Média predita
- ▲ Média obtida

Figura 19- PERCETAGEM DE PERDA DE PESO DOS FRUTOS AO LONGO DO ARMAZENAMENTO, REVELADA EM DIFERENTES COMBINAÇÕES DOS LOCOS *og^c* E *hp* EM BACKGROUND *alc⁺/alc*. CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1996.



■ Média predita
▲ Média obtida

Figura 20- PERCETAGEM DE PERDA DE PESO DOS FRUTOS AO LONGO DO ARMAZENAMENTO, REVELADA EM DIFERENTES COMBINAÇÕES DOS LOCOS *og^c* E *hp* EM *BACKGROUND alc/alc*. CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1996.



- Média predita
- ▲ Média obtida

4.20 Perda de firmeza dos frutos ao longo do amadurecimento

Observa-se pela Figura 21 que nos *backgrounds* de genótipo normal para *alc* (alc^+/alc^+), nenhuma das combinações entre os locos *og^f* e *hp*. foi suficiente para reduzir a perda de firmeza observada em relação aos frutos normais ($alc^+/alc^+ og^{f+}/og^{f+} hp^+/hp^+$). Tendo os frutos sido colhidos no estágio *breaker*, houve uma drástica redução da firmeza observada entre os dias 2 e 4 após a colheita, quando a maioria dos genótipos atingiu o nível de 0,3 kgf/cm².

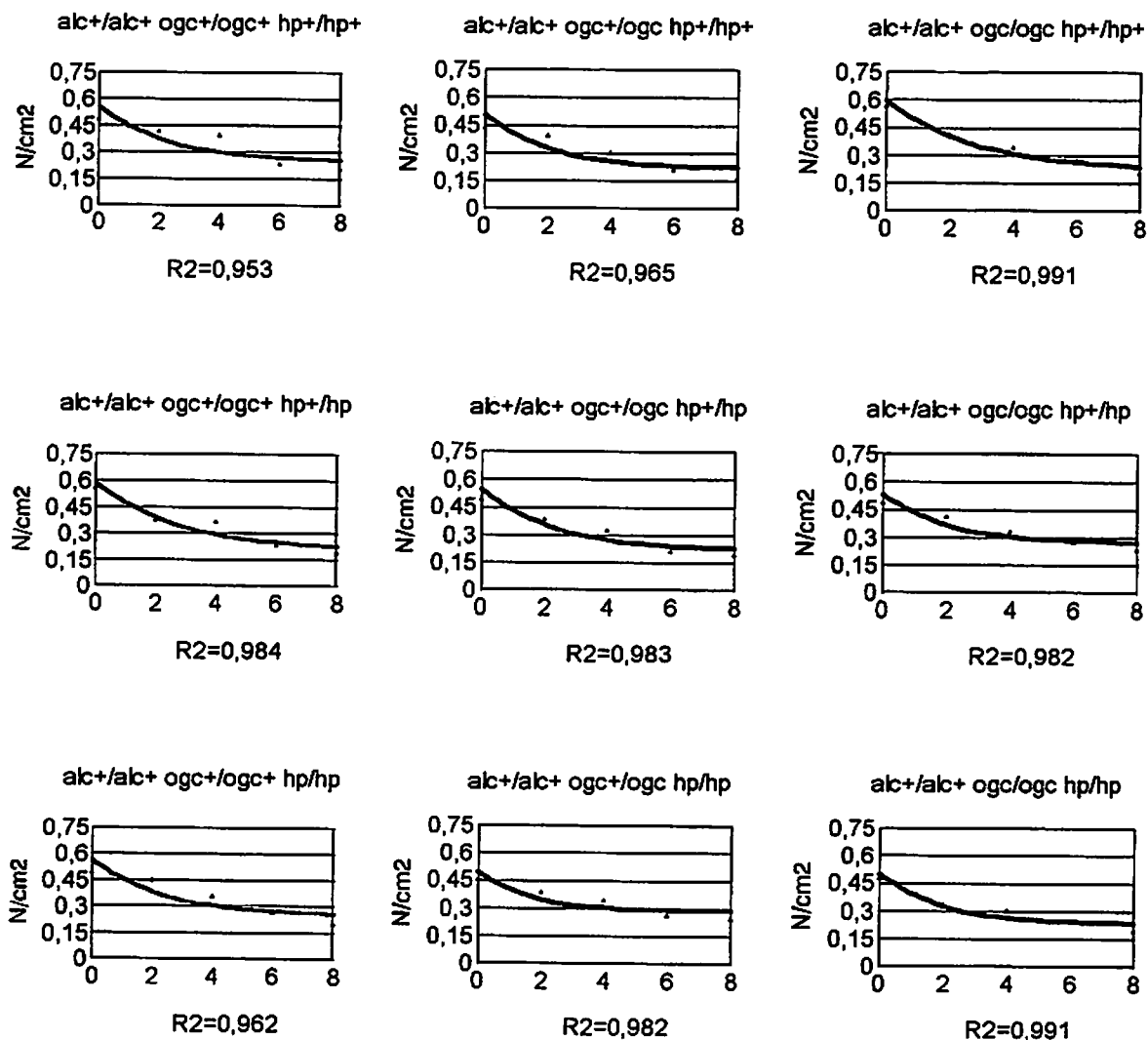
No *background* de *alcobaça* heterozigoto (alc^+/alc) observou-se uma tendência da redução da firmeza até o nível de 0,3 kgf/cm² ocorrer em torno do 4^o dia, havendo variações conforme a combinação genotípica nos locos *og^f* e/ou *hp*. As seguintes combinações tiveram melhor comportamento prolongando o início de perda de firmeza: $alc^+/alc og^{f+}/og^{f+} hp^+/hp^+$; $alc^+/alc og^{f+}/og^f hp/hp$; $alc^+/alc og^f/og^f hp^+/hp^+$ (Figura 22).

O loco *alc* em homozigose (alc/alc) conferiu os maiores valores de firmeza aos frutos de todas as suas combinações, (Figura 23). A redução da firmeza inicial foi atenuada em relação aos frutos normais e heterozigotos para *alcobaça*. Provavelmente os frutos alc/alc foram colhidos em estágio de desenvolvimento mais adiantado que os frutos com fenótipo normal (alc^+/alc^+ e alc^+/alc), devido às dificuldades em identificar o estágio *breaker* em frutos homozigotos para *alcobaça*, fato este relatado anteriormente por Souza (1995). Apenas a combinação triplo recessiva ($alc/alc og^f/og^f hp/hp$) obteve baixos valores de firmeza ao final do período de amadurecimento (Figura 23).

A atenuação da perda de firmeza conferida pelo loco *alc* em homozigose (alc/alc) ou heterozigose (alc^+/alc) foi anteriormente relatada por Souza (1995), Resende (1995) e Freitas (1996). O trabalho conduzido por Freitas (1996) incluiu alguns híbridos

heterozigotos para og^f e/ou hp sobre o *background* de *alcobaça* heterozigoto, o que lhe permitiu observar uma tendência do loco hp em heterozigose (hp^+/hp) em aumentar a firmeza dos frutos após o 12º dia de armazenamento, o que não foi observado com relação a og^f heterozigoto (og^{f+}/og^f). Os presentes resultados se assemelham no que se refere aos efeitos dos locos og^f e hp heterozigotos: sua combinação com *alcobaça* ($alc^+/alc\ og^{f+}/og^f\ hp^+/hp$)-(Figura 22) também apresentou firmeza superior a do genótipo normal ($alc^+/alc^+\ og^{f+}/og^{f+}\ hp^+/hp^+$)-(Figura 21) ao final do período de amadurecimento.

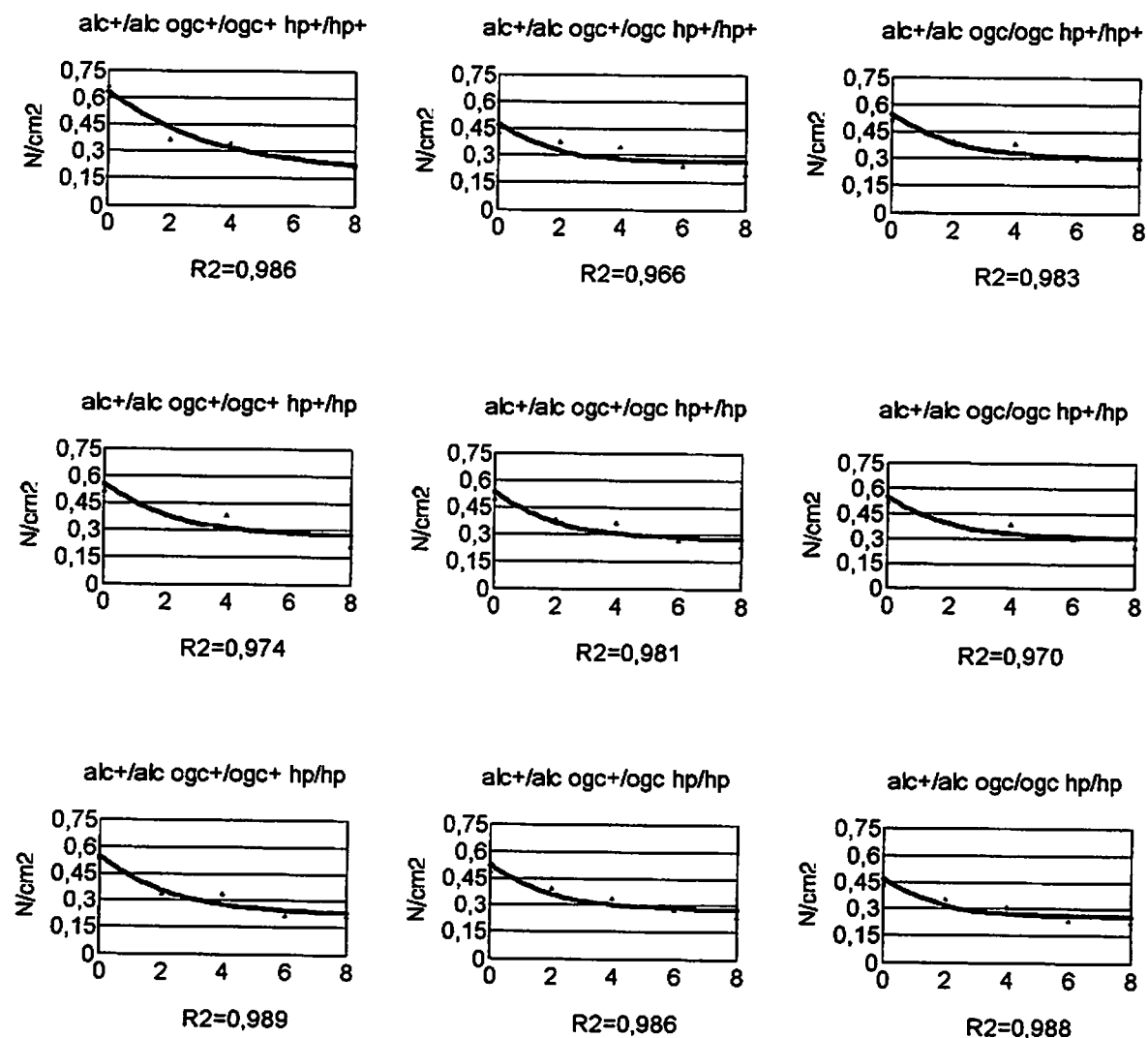
Figura 21- PERCENTAGEM DE PERDA DE FIRMEZA DOS FRUTOS AO LONGO DO ARMAZENAMENTO, REVELADA EM DIFERENTES COMBINAÇÕES DOS LOCOS *og^c* E *hp* EM BACKGROUND *alc⁺/alc⁺* . CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1996.



NÚMERO DE DIAS APÓS COLHEITA

- Média predita
- ▲ Média obtida

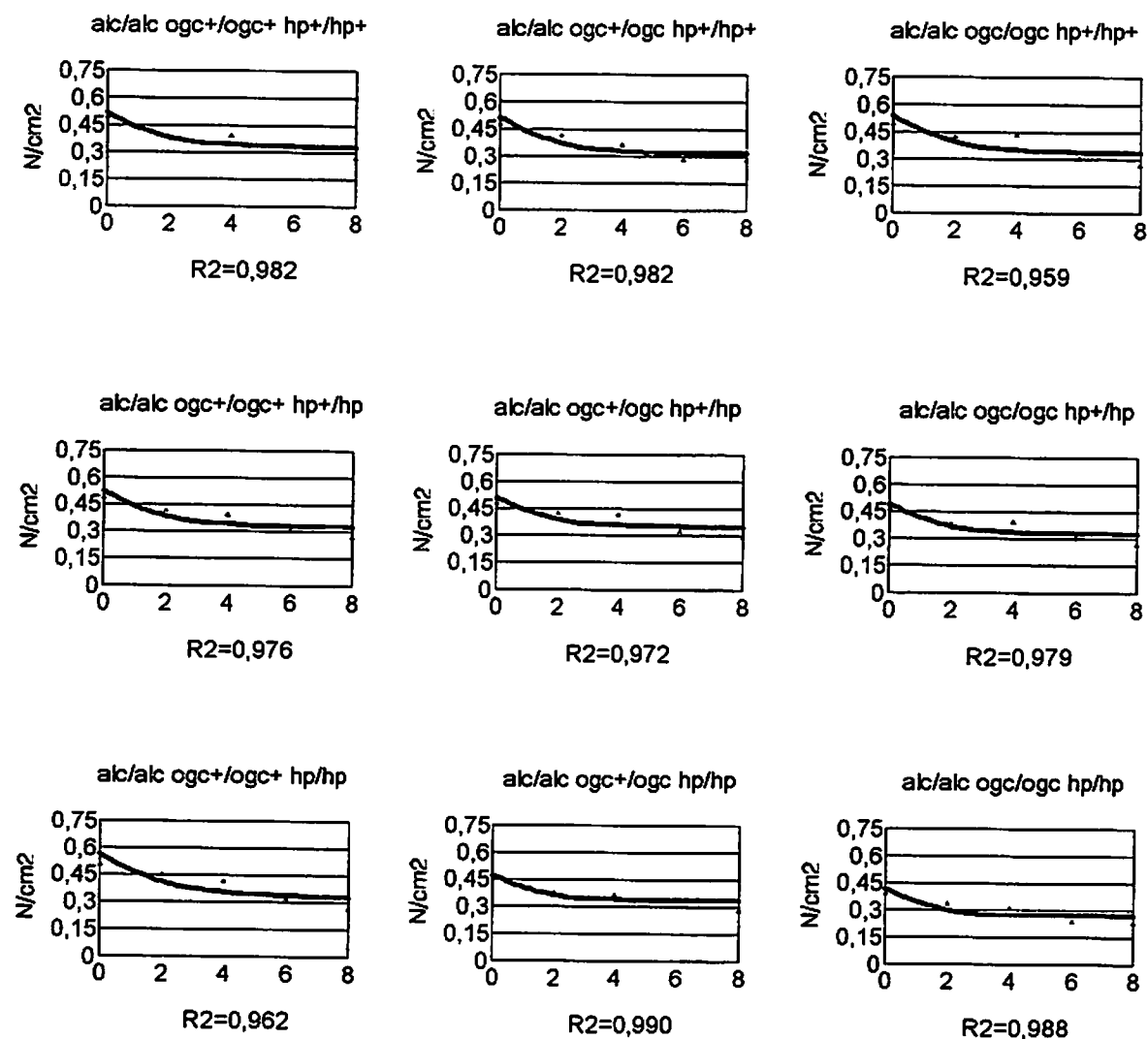
Figura 22- PERCENTAGEM DE PERDA DE FIRMEZA DOS FRUTOS AO LONGO DO ARMAZENAMENTO, REVELADA EM DIFERENTES COMBINAÇÕES DOS LOCOS *og^c* E *hp* EM BACKGROUND *alc⁺/alc* . CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1996.



NÚMERO DE DIAS APÓS COLHEITA

■ Média predita
▲ Média obtida

Figura 23- PERCETAGEM DE PERDA DE FIRMEZA DOS FRUTOS AO LONGO DO ARMAZENAMENTO, REVELADA EM DIFERENTES COMBINAÇÕES DOS LOCOS *og*^c E *hp* EM *BACKGROUND alc/alc*. CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1996.



NÚMERO DE DIAS APÓS COLHEITA

- Média predita
- ▲ Média obtida

5 DISCUSSÃO GERAL

As ações gênicas dos locos *alc*, *og^f* e *hp* mostraram-se interdependentes para a maioria das características avaliadas. A epistasia representou mais de 50% da variação fenotípica total existente entre os 27 genótipos para as seguintes características: altura de plântulas (63,25%); altura de planta aos 80 dias (60,21%); espessura da polpa (64,13%); número de lóculos (91,98%); firmeza de frutos no estágio *breaker* de amadurecimento (58,79%); comprimento de frutos (76,80%); diâmetro de frutos (61,93%); acidez total titulável (75,13%); brix (79,97%); relação brix/acidez (73,99%); número de frutos comerciáveis (86,41%), produção de frutos comerciáveis (82,80%); peso médio de frutos comerciáveis (71,09%); percentagem de perda de peso 10 dias após a colheita (78,75%); teor de licopeno (71,90%); teor de beta-caroteno (72,34%). Houve exceção apenas para a firmeza dos frutos amadurecidos 8 dias após a colheita (32,49%) e relação comprimento/diâmetro (46,61%).

Segundo Mather e Jinks (1984) em análises de médias ou testes dialélicos, nem sempre os modelos se mostram adequados à interpretação dos dados levando a pressuposição de que a hipótese de independência não é válida, ou seja, da existência de epistasia. Os resultados aqui apresentados mostram claramente os efeitos

epistáticos entre os locos *alc*, *og^f* e *hp* sobre a expressão dos fenótipos esperados pela sua associação.

O loco *alc* em homozigose (*alc/alc*) em diversas associações com *og^f* e/ou *hp* apresenta coloração interna vermelho normal. Entretanto a coloração externa foi no máximo alaranjada, o que limitaria sua utilização comercial em mercados exigentes porém não se exclui a possibilidade de aceitação em mercados onde a produção é difícil e a importação é necessária (região Norte por exemplo). Os teores de beta-caroteno foram reduzidos pelo loco *alc* em homozigose, mesmo em combinações contendo *hp* e/ou *og^f*.

A maior longa-vida, baseada na menor perda de peso e maior firmeza ao longo da pós-colheita, foi em geral conferida por combinações envolvendo o loco *alc* homozigoto (*alc/alc*). No entanto nenhuma dessas combinações poderia ser comercializada normalmente, em mercados exigentes, uma vez que sua coloração externa classificou-se sempre entre as diferentes combinações YR (yellow-red) da tabela de cores de Munsell para tecidos vegetais (Tabela 21). Vários autores já haviam relatado a longa conservação pós-colheita conferida pelo gene *alcobaça* em homozigose e a coloração amarela de seus frutos maduros: Leal e Liberal (1971), Tabim (1974), Leal e Mizubuti (1975), Mutschler (1984b), Mutschler et al. (1992) e Souza (1995). Entretanto a interação entre *alc*, *og^f* e *hp* não era bem conhecida. O presente ensaio mostrou que todas as combinações envolvendo *og^f* e/ou *hp* em *background* de *alc* homozigoto (*alc/alc*) melhoram sua coloração interna, e, em muitos casos, os teores de licopeno e de beta-caroteno.

Com relação a coloração interna e externa dos frutos envolvendo o loco *alc* heterozigoto (*alc⁺/alc*), observou-se que todas as combinações apresentaram coloração vermelha normal, inclusive o genótipo *alc⁺/alc og^{f+}/og^{f-} hp⁺/hp⁻*. Tais resultados indicam que o alelo *alc* em heterozigose não prejudicou a coloração dos frutos, como anteriormente relatado por Mutschler et al.

(1992), Souza (1995), Resende (1995) e Freitas (1996). Os efeitos dos locos *og^f* e *hp* sobre a coloração interna e externa dos frutos foram mais evidentes nas seguintes combinações: *alc⁺/alc og^{f+}/og^{f+} hp/hp*; *alc⁺/alc og^f/og^f hp⁺/hp⁺* e *alc⁺/alc og^f/og^f hp/hp* (Tabela 21). Resende (1995) estudando combinações híbridas F₁ contendo o loco *og^f* heterozigoto observou que este alelo pode melhorar a coloração de frutos normais e que este aumento depende do *background* a que está ligado.

O loco *alc* em heterozigose (*alc⁺/alc*) reduziu a perda de peso dos frutos em relação ao normal (*alc⁺/alc⁺*), o que também foi relatado por Leal e Mizubuti (1975) e Freitas (1996). A firmeza dos frutos *alc⁺/alc* é intermediária entre o normal e o mutante, conforme Mutschler (1984b), Mutschler et al. (1992), Souza (1995), Resende (1995) e Freitas (1996). No presente estudo, essa conclusão pode ter sido mascarada pelo fato da combinação *alc/alc og^{f+}/og^{f+} hp⁺/hp⁺* haver sido colhida em estágio de amadurecimento presumivelmente mais adiantado que as combinações normais e heterozigotas para *alc* (em virtude da maior dificuldade em se caracterizar o estágio *breaker* nos genótipos *alc/alc*).

Algumas interações entre *alc* em heterozigose e *og^f* e/ou *hp* podem aumentar a firmeza do fruto maduro em relação ao normal (*alc⁺/alc⁺ og^{f+}/og^{f+} hp⁺/hp⁺*): *alc⁺/alc og^{f+}/og^{f+} hp⁺/hp⁺*; *alc⁺/alc og^{f+}/og^{f+} hp/hp* e *alc⁺/alc og^f/og^f hp⁺/hp⁺*. O efeito do loco *alc* em heterozigose sobre a firmeza (relatado por Lobo (1981), Mutschler (1984b), Souza (1995), Resende (1995) e Freitas (1996)) ajuda a explicar os efeitos de *alc* em heterozigose quando não há associação com *og^f* ou *hp*, porém suas interações com *og^f* e/ou *hp* devem ser considerados tendo em vista que esses efeitos podem ser drasticamente modificados pelos efeitos epistáticos verificados neste estudo. Os efeitos de dominância do loco *alc*, sobre a firmeza de frutos armazenados (Tabela 7), foram em torno de 0,33% da variação total existente entre os locos *alc og^f* e *hp*. Freitas

(1996), observou firmeza semelhante entre os híbridos alc^+/alc og^{f+}/og^f hp^+/hp^+ , alc^+/alc og^{f+}/og^f hp^+/hp^+ e alc^+/alc og^{f+}/og^f hp^+/hp^+ , aos 14 dias após a colheita, não sendo obtida a inferência sobre eventual firmeza adicional conferida por og^f ou hp em heterozigose.

Os teores de licopeno e de beta-caroteno foram bastante reduzidos pelo loco alc em homozigose. A combinação com hp em homozigose aumenta o teor de licopeno e de beta-caroteno no *background* de alc em homozigose, porém esse aumento não foi suficiente para conferir coloração externa aceitável comercialmente às combinações alc/alc hp/hp . De fato, nenhuma das nove combinações genotípicas alc/alc apresentou coloração externa aceitável.

O loco alc em heterozigose não reduziu o teor de licopeno em relação ao normal, porém reduziu o de beta-caroteno. O gene og^f em homozigose não reduziu e inclusive aumentou o teor de beta-caroteno nos fenótipos normais com genótipo homozigoto (alc^+/alc^+) ou heterozigoto (alc^+/alc) para *alcobaça*, no *background* 'Flora-Dade', contrariando os resultados de Thompson et al. (1965) que considerou a redução no teor de beta-caroteno uma limitação ao uso comercial de genótipos og^c/og^f . Diversas combinações apresentaram aumento nos teores de licopeno e de beta-caroteno comparadas ao genótipo normal (alc^+/alc^+ og^{f+}/og^{f+} hp^+/hp^+), ressaltando-se as seguintes: alc^+/alc^+ og^{f+}/og^{f+} hp/hp ; alc^+/alc^+ og^{f+}/og^f hp/hp ; alc^+/alc^+ og^f/og^f hp^+/hp^+ ; alc^+/alc^+ og^f/og^f hp^+/hp^+ ; alc^+/alc og^{f+}/og^{f+} hp/hp ; alc^+/alc og^{f+}/og^{f+} hp^+/hp^+ ; alc^+/alc og^{f+}/og^f hp^+/hp^+ e alc^+/alc og^f/og^f hp^+/hp^+ . Efeitos dos locos og^f e/ou hp em homozigose sobre o aumento do teor de licopeno em *backgrounds* de frutos normais para *alcobaça* (alc^+/alc^+) foram relatados anteriormente por Thompson (1961); Thompson, Hepler e Ker, (1962); Thompson et al. (1965 e 1967); Wann et al. (1985); Sayama (1979) e Fedrowitz (1979).

Vários autores tem relatado efeitos pleiotrópicos do gene *high pigment* que limitam sua utilização no melhoramento do tomateiro: reduzido vigor de plântulas, lenta germinação de sementes, hastes

quebradiças e alta desfoliação (Thompson, 1961 e Thompson, Hepler e Kerr, 1962); redução da produção total e precoce, da acidez titulável e do brix (Sayama, 1979); retardado desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, frutos menores, redução de área foliar, do peso seco e fresco da planta (Jarret, Sayama e Tigchelaar, 1984). Nos resultados aqui obtidos observou-se um leve efeito negativo sobre a altura de plântulas na fase inicial (bandeja) associado a *hp* em homozigose mas não em heterozigose. Entretanto a altura das plantas aos 80 dias foi influenciada negativamente por *hp* em homozigose (*hp/hp*), especialmente quando associado a *og^f/og^f*. O loco *og^f* em homozigose ou heterozigose revelou uma tendência de reduzir a altura das plantas aos 80 dias associado ou não a *hp*, exceto na constituição *alc⁺/alc⁺ og^f/og^f hp⁺/hp⁺*, ou seja, no mutante simples *og^f/og^f*. Os efeitos de redução da altura das plantas aos 80 dias pelo alelo *hp* em homozigose sozinho em relação ao genótipo normal (*alc⁺/alc⁺ og^f⁺/og^f⁺ hp⁺/hp⁺*), verificado por Wann (1995), foi também evidenciado neste estágio do desenvolvimento nos presentes resultados.

Considerando o tamanho e a forma dos frutos, observou-se que o comprimento desses foi pouco influenciado nos locos *alc*, *og^f* e *hp*, notando-se uma tendência de *hp* em homozigose reduzir o comprimento dos frutos nos *backgrounds* normal e heterozigoto para *alcobaça* (*alc⁺/alc⁺* ou *alc⁺/alc*). O diâmetro dos frutos, entretanto, foi bastante reduzido pelo loco *hp* em homozigose (*hp/hp*) e por suas combinações com *og^f* em homozigose e/ou heterozigose (*og^f/og^f* ou *og^f⁺/og^f*). Em heterozigose, o loco *hp* (*hp⁺/hp*) aumentou o diâmetro dos frutos normais para *alcobaça* (*alc⁺/alc⁺* e *alc⁺/alc*) assim como *og^f* em homozigose (*og^f/og^f*). A relação comprimento/diâmetro foi bastante influenciada pelos genótipos nos locos *alc*, *og^f* e *hp*. Em geral o loco *hp* em homozigose (*hp/hp*) aumentou a relação comprimento/diâmetro tornando os frutos mais alongados enquanto o loco *alc* em homozigose ou heterozigose não interferiu na relação

comprimento/diâmetro, assim como o loco og^f em homozigose (og^f/og^f). Jarret, Sayama e Tigchelaar (1984) observaram uma tendência do loco hp em homozigose tornar os frutos mais achatados, o que é o inverso do acontecido no presente ensaio.

Contrariando os resultados obtidos anteriormente por Leal e Mizubuti (1975), Mutschler (1992), Souza (1995) e Freitas (1996), com relação a variáveis relativas a produção envolvendo o loco alc em homozigose (alc/alc) e/ou heterozigose (alc^+/alc), esses locos reduziram o número e a produção de frutos comerciáveis por planta e o peso médio desses frutos em relação ao normal (alc^+/alc^+). A produção e/ou o peso médio dos frutos comerciáveis foram influenciados negativamente pelo loco hp em homozigose (hp/hp) apesar de sua tendência em aumentar o número de frutos comerciáveis, principalmente combinado com og^f em heterozigose (og^{f+}/og^f). A maior produção de frutos comerciáveis e peso médio de frutos foram atingidos pelo genótipo normal ($alc^+/alc^+ og^{f+}/og^{f+} hp^+/hp^+$) sendo seguida pelas seguintes combinações: $alc^+/alc^+ og^{f+}/og^{f+} hp^+/hp$; $alc^+/alc og^{f+}/og^{f+} hp^+/hp$, $alc^+/alc og^{f+}/og^{f+} hp/hp$ e $alc^+/alc og^c/og^c hp^+/hp^+$.

Avaliando-se o brix, a acidez e sua relação (brix/acidez) observou-se principalmente os efeitos de *alcobaça* em homozigose (alc/alc) e de sua associação com og^f em heterozigose (og^{f+}/og^f) em elevar o brix, fato que foi observado também pela associação de og^f e hp em homozigose ($og^f/og^f hp/hp$) em *background* normal para *alcobaça* (alc^+/alc^+). Resultados anteriores obtidos por Thompson, Hepler e Ker (1962), Lampe e Watada (1971) e Fedrowitz (1979) não revelaram diferenças no brix atribuídas aos locos og^f e/ou hp comparados à cultivares normais. Jarret, Sayama e Tigchelaar (1984) e Sayama (1979) atribuíram reduções no brix à ação de hp e/ou og^f .

A acidez foi pouco influenciada pelos locos alc , og^f e hp , ressaltando-se a tendência de og^f em homozigose (og^f/og^f) reduzir a acidez nos *backgrounds* normais (alc^+/alc^+ e alc^+/alc) ou mutantes

para *alcobaça* (*alc/alc*). Houve ainda uma tendência do loco *alc* em homozigose (*alc/alc*) aumentar a acidez, o que foi também verificado por Souza (1995). A maior importância dos valores de brix e acidez é a sua relação brix/acidez, pois quanto maior melhor o sabor dos frutos. Carvalho et al. (1984) consideraram que essa relação deve ser acima de 13,4 enquanto que Mencarelli e Saltveit Jr. (1988) consideraram excelentes os frutos com relação brix/acidez acima de 10,0. Nos presentes resultados observou-se que o loco *hp* em homozigose (associado ou não a *og^f*) e o loco *og^f* em homozigose, aumentaram a relação brix/acidez no *background* de *alcobaça* em homozigose (*alc/alc*). O loco *alc* em homozigose (*alc/alc*) aumenta a acidez e o brix melhorando em geral a relação brix/acidez (com exceção das combinações com *hp⁺/hp* e *og^{f+}/og^f hp⁺/hp⁺*), o que é favorável ao sabor de seus frutos, ao contrário de outros mutantes de amadurecimento *rin* e *nor* que segundo McGlasson (1987), conferem pior sabor aos seus frutos. As melhores relações brix/acidez foram verificadas pelas seguintes combinações: *alc/alc og^f/og^f hp/hp*, *alc/alc og^f/og^f hp⁺/hp⁺*, *alc/alc og^{f+}/og^f hp/hp*, *alc⁺/alc⁺ og^{f+}/og^{f+} hp/hp*, *alc⁺/alc⁺ og^{f+}/og^f hp/hp*; *alc⁺/alc og^{f+}/og^{f+} hp/hp*, *alc⁺/alc⁺ og^{f+}/og^{f+} hp⁻/hp* e *alc⁺/alc og^f/og^f hp⁺/hp*. Lampe e Watada (1971) não observaram diferenças na relação açúcares totais sobre acidez entre frutos normais e linhas *og^f/og^f*, *hp/hp* e *og^f/og^f hp/hp*. Resende (1995) estudando a relação de brix/acidez de híbridos F₁ envolvendo algumas associações com os locos *alc*, *og^f* e *hp* em heterozigose ou com *og^f* em homozigose, comparadas as cultivares normais, também não observou diferenças entre os híbridos e as cultivares normais.

Tendo em vista que o loco *alc* em heterozigose não prejudica a coloração interna e externa de suas combinações, reduz a perda de peso e prolonga o período em que os frutos permanecem firmes, as combinações mais promissoras do ponto de vista de exploração comercial da longa vida pós-colheita são: *alc⁺/alc og^{f+}/og^f hp/hp*;

$alc^+/alc\ og^f/og^f\ hp^+/hp^+$; $alc^+/alc\ og^{f+}/og^{f+}\ hp^+/hp$ e $alc^+/alc\ og^{f+}/og^{f+}\ hp/hp$.

Levando-se em conta o teor de licopeno e de beta-caroteno das combinações alc^+/alc observou-se que os maiores valores conjuntos foram atingidos pelas seguintes combinações: $alc^+/alc\ og^{f+}/og^{f+}\ hp/hp$; $alc^+/alc\ og^{f+}/og^{f+}\ hp^+/hp$; $alc^+/alc\ og^{f+}/og^f\ hp^+/hp^+$ e $alc^+/alc\ og^f/og^f\ hp^+/hp^+$.

Apesar da produção comerciável ter sido provavelmente afetada por fatores ambientais não controlados, principalmente a temperatura elevada, considerou-se que algumas combinações apresentaram produção de frutos comerciáveis satisfatórias, superiores a 2,0 Kg por planta: $alc^+/alc^+\ og^{f+}/og^{f+}\ hp^+/hp^+$, $alc^+/alc^+\ og^{f+}/og^{f+}\ hp^+/hp$, $alc^+/alc^+\ og^{f+}/og^c\ hp^+/hp^+$, $alc^+/alc^+\ og^{f+}/og^c\ hp^+/hp$, $alc^+/alc^+\ og^{f+}/og^c\ hp/hp$, $alc^+/alc^+\ og^c/og^c\ hp^+/hp^+$, $alc^+/alc\ og^{f+}/og^{f+}\ hp/hp$, $alc^+/alc\ og^{f+}/og^{f+}\ hp^+/hp$, $alc^+/alc\ og^{f+}/og^f\ hp^+/hp$, $alc^+/alc\ og^f/og^f\ hp^+/hp^+$, $alc^+/alc\ og^{f+}/og^f\ hp/hp$, $alc^+/alc\ og^f/og^f\ hp^+/hp$, $alc/alc\ og^{f+}/og^{f+}\ hp^+/hp$, $alc/alc\ og^f/og^f\ hp^+/hp$ e $alc/alc\ og^{f+}/og^f\ hp^+/hp$.

Para a qualidade dos frutos, estimada pela relação brix/acidez, observou-se que as maiores relações no *background* alc^+/alc foram atingidas por: $alc^+/alc\ og^{f+}/og^{f+}\ hp/hp$, $alc^+/alc\ og^{f+}/og^{f+}\ hp^+/hp$, $alc^+/alc\ og^f/og^f\ hp^+/hp$ e $alc^+/alc\ og^f/og^f\ hp^+/hp^+$.

Quanto ao número de lóculos e a espessura da polpa observou-se que o menor número de lóculos não influenciou a firmeza dos frutos, conforme sugerido por Resende (1995). O fator limitante seria a espessura da polpa que foi influenciada negativamente pelo loco hp em homozigose (hp/hp). Entretanto em heterozigose hp^+/hp contribuiu para o aumento da espessura de polpa nos *backgrounds* de alc^+/alc^+ e alc^+/alc . O loco og^f em homozigose (og^f/og^f) ou heterozigose (og^{f+}/og^f) contribuiu para o aumento da espessura de polpa nos *backgrounds* de alc^+/alc^+ e alc^+/alc . As combinações com maior

espessura da polpa foram: $alc^+/alc^+ og^c+/og^c+ hp^+/hp$; $alc^+/alc^+ og^c+/og^c hp^+/hp^+$; $alc^+/alc^+ og^c/og^c hp^+/hp^+$; $alc^+/alc og^c+/og^c+ hp^+/hp$; $alc^+/alc og^c+/og^c hp^+/hp^+$; $alc^+/alc og^c/og^c hp^+/hp^+$; $alc/alc og^c+/og^c+ hp^+/hp$ e $alc^+/alc og^c+/og^c+ hp^+/hp^+$.

Fica claro que as interações entre os locos alc , og^c e hp são complexas, considerando o conjunto de características estudadas. A escolha da melhor constituição genotípica nestes três locos, sob o aspecto comercial, forçosamente implicará compromissos de maneira a maximizar a expressão de características de importância econômica e manter em nível adequado as eventuais características desfavoráveis da combinação escolhida.

Admitindo-se como objetivo primordial dos atuais programas de melhoramento do tomateiro para mesa, a longa vida em pós-colheita, sem que se prejudique sensivelmente a coloração dos frutos e sua produtividade, os resultados indicam como promissoras as combinações $alc^+/alc og^c+/og^c+ hp/hp$, $alc^+/alc og^c+/og^c+ hp^+/hp$ e $alc^+/alc og^c/og^c hp^+/hp^+$. Por envolverem heterozigose em pelo menos um dos locos (alc^+/alc), isso forçosamente implica o uso de cultivares híbridas. Eventuais efeitos desfavoráveis destas combinações genotípicas "per se", como no diâmetro (calibre) dos frutos ou na produção, poderão ser compensadas pela escolha de duas linhagens parentais de *backgrounds* geneticamente divergentes, que produzam uma combinação heterótica (ao contrário do que se fez no presente estudo, onde as linhagens são quase isogênicas, e onde os efeitos encontrados refletem tão somente diferenças nos três locos estudados e seus segmentos cromossômicos adjacentes).

6 CONCLUSÕES

Com relação aos resultados obtidos no presente estudo, e com relevância do ponto de vista comercial, pode-se concluir que:

A epistasia representou mais de 50% da variação fenotípica existente para a maioria dos caracteres estudados e portanto deve-se considerar as combinações específicas entre os locos *alc*, *og^f* e *hp*.

O loco *alcobaça* em homozigose (*alc/alc*) reduz os teores de licopeno e de beta-caroteno, prolonga a vida pós-colheita pela redução da perda de peso e aumento da firmeza, aumenta a relação brix/acidez, porém a coloração externa de suas combinações é limitante a sua utilização em mercados exigentes.

O loco *alcobaça* em heterozigose (*alc⁺/alc*) não prejudicou a coloração interna ou externa dos frutos e o teor de licopeno, porém reduziu beta-caroteno o que foi superado por combinações específicas com *og^f* e/ou *hp*. Reduziu a perda de peso e aumentou a firmeza principalmente em associação com *hp/hp* e *hp⁺/hp* ou com *og^f/og^f*.

O gene *og^f* não reduziu o teor de beta-caroteno nos *backgrounds* normais para *alc* (*alc⁺/alc⁺* e *alc⁺/alc*).

O loco *hp* em homozigose (*hp/hp*) reduz o diâmetro dos frutos sendo este efeito acentuado por *og^f* em homozigose ou heterozigose (*og^f⁺/og^f* ou *og^f/og^f*) nos *backgrounds* normais para *alc*.

O gene *hp* não apresentou efeitos deletérios sobre plantas ou frutos na forma heterozigota, ou na forma homozigota em associações específicas com *alc* e/ou *og^c*.

As combinações mais promissoras considerando o conjunto de características avaliadas foram: *alc⁺/alc og^{c+}/og^{c+} hp⁺/hp*, *alc⁺/alc og^{c+}/og^{c+} hp/hp* e *alc⁺/alc og^c/og^c hp⁺/hp⁺*.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- * AHRENS, M.J.; HUBER, D.J.; Physiology and firmness determination of ripening tomato fruit. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.78, n.4, p.8-14, Aug. 1990.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. *Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry*. 11.ed. Washington, 1992. 1115p.
- BRADY, C. J. Fruit ripening. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v.38, p.155-178, 1987.
- * BUESCHER, R.W. Factors affecting ethephon-induced red color development in harvested fruits of the rin tomato mutant. *HortScience*, Alexandria, v.12, n.4, p.315-316, Aug. 1977.
- BUESCHER, R.W.; SISTRUNK, W.A; TIGCHELAAR, E.C.; NG TIMOTHY, J. Softening, pectolytic activity, and storage-life of rin and nor tomato hybrids. *HortScience*, Alexandria, v.11, n.6, p.603-604, Dec. 1976.
- CALBO, A.G.; CALBO, M.E.R. Medição e importância do potencial da parede. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Brasília, v.1, n.1, p.41-45, jan. 1989.
- * CALBO, A.G.; NERY, A.A. Medida de firmeza em hortaliças pela técnica de aplanção. *Horticultura Brasileira*, Brasília. v.12, n.1, p.14-18, maio 1995.

- CARVALHO, V.D. de; SOUZA, S.M.C.; CHITARRA, M.I.F.; CARDOSO, D.A.M.; CHITARRA, A.B. Qualidade de tomates da cultivar Gigante Kada amadurecidos na planta e fora da planta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.19, n.4, p.489-493, abr. 1984.
- CASALI, V.W.D.; FINGER, F.L.; AMARAL JUNIOR, A.T. do. Melhoramento do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) para níveis de carotenóides com fins medicinais. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.14, n.1, p.79, maio 1996. (Resumo).
- ✓ CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.
- DE-POLI, E. (coord.). Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro. Itaguaí: Universidade Rural, 1980. 179p. (Coleção Universidade Rural. Série Ciências Agrárias, 2).
- FASOULAS, A.C.; ALLARD, R.W. Nonallelic gene interactions in the inheritance of quantitative characters in barley. *Genetics*, Davis, v.47, p.899-907, July 1962.
- FEDROWITZ, J.H. Diallel analysis of yield and major fruit quality parameters in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). Purdue: Purdue University, 1979. 52p. (Tese-Mestrado).
- FILGUEIRAS, H.A.C.; CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Comparação entre frutos mutantes e normais de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) durante o amadurecimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 5, Lavras, 1995. *Anais...* Lavras: UFLA, 1995. p.418.
- ✧ FLORI, J.E.; MALUF, W.R. Obtenção e avaliação de híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) do grupo multilocular. *Ciência e Prática*, Lavras, v.18, n.4, p.395-398, fev. 1994.
- ✓ FLORI, J.E. Obtenção e avaliação de híbridos F₁ de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) no grupo multilocular. Lavras: ESAL, 1993. 44p. (Dissertação-Mestrado em Agronomia).
- ✧ FREITAS, J.A. de. Produtividade e qualidade de frutos de híbridos de tomateiro, heterozigotos no loco alcobaça. Lavras: UFLA, 1996. 87p. (Dissertação-Mestrado em Agronomia).

- FRENKEL, C.; GARRISON, S.A. Initiation of lycopene synthesis in the tomato mutant rin as influenced by oxygen and ethylene interactions. *HortScience*, Alexandria, v.11, n.1, p.20-21, Feb. 1976.
- *HALL, C.B. Firmness of tomato fruit tissues according to cultivar and ripeness. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Mount, v.112, n.4, p.663-665, July 1987.
- HOBSON, G.E. Low-temperature injury and the storage of ripening tomatoes. *Journal Horticultural Science*, Kent, v.62, n.1, p.55-62, Jan. 1987.
- *JACKMAN, R.L.; MARANGONI, A.G.; STANLEY, D.W. Measurement of tomato fruit firmness. *HortScience*, Alexandria, v.25, n.7, p.781-783, July 1990.
- JARRET, R.L.; SAYAMA, H.; TIGCHELAAR, E.C. Pleiotropic effects associated with the chlorophyll intensifier mutations *high pigment* and *dark green* in tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Mount, v.109, n.6, p.873-878, Nov. 1984.
- KADER, A.A.; MORRIS, L.L.; STEVENS, M.A.; ALBRIGHT-HOLTON, M. Composition and flavour quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Mount, v.103, n.1, p.6-13, Jan. 1978.
- KADER, A.A.; STEVENS, M.A.; ALBRIGHT-HOLTON, M.; MORRIS, L.L.; ALGAZI, M. Effect of fruit ripeness when picked on flavor and composition in fresh market tomatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Mount, v.102, n.6, p.724-731, Nov. 1977.
- KONSLER, T.R. Three mutants appearing in 'Manapal' tomato. *HortiScience*, Raleigh, v.8, n.4, p.331-333, Aug. 1973.
- KOPELIOVITCH, E.; MIZRAHI, Y.; RABINOWITCH, H.D.; KEDAR, N. Physiology of the tomato mutant *alcobaça*. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.48, n.3, p.307-311, Mar. 1980.

- *KOPELIOVITCH, E.; MIZRAHI, Y.; RABINOWITCH, H.D.; KEDAR, N. Effect of the fruit-ripening mutant genes rin and nor on the flavor of tomato fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Mount, v.107, n.3, p.361-364, May 1982.
- KOPELIOVITCH, E.; RABINOWITCH, H.D.; MIZRAHI, Y.; KEDAR, N. The potential of ripening mutants for extending the storage life of the tomato fruit. *Euphytica*, Waggeningem, v.28, n.1, p. 99-104, Feb. 1979.
- LAMPE, C.; WATADA, A.E. Postharvest quality of high pigment and crimson tomato fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Mount, v.96, n.4, p.534-535, July 1971.
- *LEAL, N.R. Herança da conservação natural pós-colheita de frutos do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) I- conservação de frutos e anatomia do pericarpo de híbridos entre a introdução Alcobaça e alguns cultivares. Viçosa: UFV, 1973. 66p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- *LEAL, N.R.; LIBERAL, M.T. Uso de um novo germoplasma no melhoramento do tomate. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE DE OLERICULTURA DO BRASIL, 11, Piracicaba, 1971. Resumos ... Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1971. p.3
- *LEAL, N.R.; MIZUBUTI, A. Características e conservação natural pós-colheita de frutos de híbridos entre a introdução 'Alcobaça' e alguns cultivares de tomate. *Experimentae*, Viçosa, v.19, n.11, p. 239-257, jun. 1975.
- LIBERAL, M.T. Informações preliminares sobre o comportamento do cultivar "Alcobaça" em cruzamentos com cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) multiloculares. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE DE OLERICULTURA DO BRASIL, 12, Fortaleza, 1972. Resumos ... Fortaleza:SOB, 1972. p.1
- *LOBO, M. Genetic and physiological studies of the Alcobaça tomato ripening mutant. Flórida: University of Florida, 1981. 107p. (Tese - Doutorado).

- LOBO, M.; BASSET, M.J.; HANNAH, L.C. Inheritance and characterization of the fruit ripening mutation in "Alcobaça" tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Mount, v.109, n.5, p.741-745, Sept. 1984.
- LYONS, J.M.; PRATT, H.K. Effect of stage of maturity and ethylene treatment on respiration and ripening of tomato fruits. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, College Park, v.84, n.1, p. 491-500, 1963.
- MABBETT, T.H. Control of texture in tomatoes nears reality. *Agriculture International*, London, v.41, n.7, p.239-240, July 1989.
- MALUF, W.R.; MIRANDA, J.E.C.; CAMPOS, J.P. Análise genética de um cruzamento dialélico de cultivares de tomate. I - Características referentes à produção de frutos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.17, n.4, p.633-641, abr. 1982.
- MARTIN, F.W.; Genes for long shelf-life in tomato. *Journal of Agricultural University of Porto Rico*, Rio Piedras, v.71, n.3, p.313-321. July 1987.
- MCGLASSON, W.B. Ethylene and fruit ripening. *HortScience*, Alexandria, v.20, n.1, p.51-54, Feb. 1985.
- MCGLASSON, W.B.; LAST, J.H.; SHAW, K.J.; MELDRUM, S.K. Influence of the non-ripening mutants rin and nor on the aroma of tomato fruit. *HortScience*, Alexandria, v.22, n.4, p.632-634, Aug. 1987.
- MCGLASSON, W.B.; SUMEGHLY, J.B.; MORRIS, L.L.; MCBRIDE, R.L.; BEST, D.J.; TIGCHELAAR, E.C. Yield and evaluation of F₁ tomato hybrids incorporating the non-ripening nor gene. *Australian Journal Experimental Agricultural and Animal Husbandry*. Victoria, v.23, n.120, p.106-112, Feb. 1983.
- MATHER, K.; JINKS, J.L. *Introdução a genética biométrica*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1984. 242p.
- MEDINA, P.V.L.; MEDINA, R.M.T. Descrição bioquímica e fisiológica da maturação dos frutos de tomateiro. *Revista Ceres*, Viçosa. v.28, n.155, p.1-7, jan. 1981.

- MENCARELLI, F.; SALTVEIT Jr. M.E. Ripening of mature-green tomato fruit slices. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount, v.113,n.5, p.742-745, Sept. 1988.
- * MUTSCHLER, M.A. Inheritance and characterization of the Alcobaça storage mutant in tomato. **HortScience**, Alexandria, v.16, n.3, p.399-400, June 1981. (Resumo).
- * MUTSCHLER, M.A. Inheritance and linkage of the 'Alcobaça' ripening mutant in tomato. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mout, v.109, n.4, p.500-503, July 1984a.
- MUTSCHLER, M.A. Ripening and storage characteristics of the 'Alcobaça' ripening mutant in tomato. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mout, v.109, n.4, p.504-507, July 1984b.
- * MUTSCHLER, M.A.; WOLFE, D.W.; COBB, E.D.; YOURSTONE, K.S. Tomato fruit quality and shelf life in hybrids heterozygous for the alc ripening mutant. **HortScience**. Alexandria, v.27, n.4, p.352-355, Apr. 1992.
- * NG, T.J.; TIGCHELAAR, E.C. Action of the non-ripening (nor) mutant on fruit ripening of tomato. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount, v.102, n.4, p.504-509, July 1977.
- PEREIRA, A.V.; CALBO, A.G. Volumes gasosos e deformação de frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) sob compressão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.14, n.1, p.107, maio 1996. (Resumo).
- * RESENDE, J.M. Qualidade pós-colheita de dez genótipos de tomate do grupo multilocular. Lavras:UFLA, 1995, 88p. (Dissertação-Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- * SAYAMA, H. Morphological and physiological effects associated with the crimson (*og^c*), high pigment (*hp*) and other chlorophyll intensifier genes in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). Purdue: Purdue University, 1979. 72p. (Tese-Doutorado).

- SILVA, R.F. da; CASALI, V.W.D. Produção de sementes de tomateiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.6, n.66, p.35-36, jun. 1980.
- SOUSA, J.A. de; SOUZA, R.J. de; COLLICCHIO, E.; GOMES, L.A.A.; SANTOS, H.S. **Apoio ao produtor rural: instruções práticas para construção de estufa "Modelo Ana Dias"**. Lavras: ESAL, 1994. 20p. (Boletim Técnico, 17).
- * SOUZA, J. C. de. **Avaliação de tomateiros híbridos, do grupo multilocular, portadores do alelo alcobaça em heterozigose**. Lavras: UFLA, 1995. 56p. (Dissertação-Mestrado em Agronomia).
- λ TABIN, M.H. **Conservação natural pós-colheita de frutos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) II- conservação de frutos híbridos entre a introdução Alcobaça e alguns cultivares**. Viçosa: UFV, 1974. 30p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- THEOLOGIS, A.; ZARENBINSK, T.I.; OELLER, P.W.; LIANG, X.; ABEL, S. **Modification of fruit ripening by suppressing gene expression**. *Plant Physiology*, Baltimore, v.100, n.2, p.549-551, Oct. 1992.
- THIAGU, R.; NAGIN CHAND; RAMANA, K.V.R. **Evolution of mechanical characteristics of tomatoes of two varieties during ripening**. *Journal of Science of Food and Agricultural*, London, v.62, n.2, p.175-183, June 1993.
- THOMPSON, A.E. **A comparison of fruit quality constituents of normal and high pigment tomatoes**. *Proceeding American Society for Horticultural Science*, College Park, v.78, n.2, p.464-473, Dec. 1961.
- THOMPSON, A.E.; HEPLER, R.W.; KER, E.A. **Clarification of the inheritance of high total carotenoid pigments in the tomato**. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Mount, v.81, p.434-442, 1962.
- THOMPSON, A.E.; TOMES, M.L.; ERICKSON, H.T.; WANN, E.V.; ARMSTRONG, R.J. **Inheritance of crimson fruit color in tomatoes**. *Proceeding American Society for Horticultural Science*, College Park, v.91, n.2, p.495-504, Dec. 1967.

- THOMPSON, A.E.; TOMES, M.L.; WANN, E.V.; McCOLLUM, J.P.; STONER, A.K. Characterization of crimson tomato fruit color. *Proceeding American Society for Horticultural Science*, College Park, v.86, n.1, p.610-616, July 1965.
- *TIGCHELAAR, E.C.; McGLASSON, W.B.; BUESCHER, R.W. Genetic regulation of tomato fruit ripening. *HortScience*, Alexandria, v.13, n.5, Oct. 1978.
- WANN, E.V. Reduced plant growth in tomato mutants high pigment and dark green partially overcome by gibberellin. *HortScience*, Alexandria, v.30, n.2, p.379, Apr. 1995.
- WANN, E.V. Physical characteristics of mature green and ripe tomato fruit tissue of normal and firm genotypes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Mount, v.121, n.3, p.380-383, May 1996.
- WANN, E.V.; HILLS, W.A.; WATSON, R.M. The effect of crimson and high pigment genes on color development in detached immature tomato fruit. *HortScience*, Alexandria, v.2, n.1, p.57-58, Feb. 1967.
- *WANN, E.V.; JOURDAIN, E.L.; PRESSEY, R.; LYON, B.G. Effect of mutant genotypes *hp og^f* and *dg og^f* on tomato fruit quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Mout, v.110, n.2, p.212-215, Mar. 1985.
- YOUNG, T.E.; JUVIK, J.A.; SULLIVAN, J.G. Accumulation of the components of total solids in ripening fruits of tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Mout, v.118, n.2, p.286-292, Mar. 1993.