

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE
PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE HÍBRIDOS
DE TOMATEIRO HETEROZIGOTOS NOS
LOCOS *ALCOBAÇA (alc)*, *CRIMSON (og^c)*
E/OU *HIGH PIGMENT (hp)***

MARCOS VENTURA FARIA

2000

ATTENTION TO THE LABELS OF EFFICIENCY FROM



1917
MAY 10 1917
U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE
BUREAU OF PLANT INDUSTRY
WASHINGTON, D.C.

MARCOS VENTURA FARIA

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE PÓS-COLHEITA
DE FRUTOS DE HÍBRIDOS DE TOMATEIRO
HETEROZIGOTOS NOS LOCOS *ALCOBAÇA (alc)*,
CRIMSON (og) E/OU *HIGH PIGMENT (hp)***

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do
programa de Pós-graduação em Agronomia,
e área de concentração em Genética e
Melhoramento de Plantas, para obtenção do
título de "Mestre".

Orientador
Prof. Ph.D. Wilson Roberto Maluf

LAVRAS
INAS GERAIS-BRASIL
2000

49356
MEN 34585

MARCOS VENTURA FARIA

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE
FRUTOS DE HÍBRIDOS DE TOMATEIRO HETEROZIGOTOS
NOS LOCOS *ALCOBAÇA (alc)*, *CRIMSON (og^f)* E/OU *HIGH PIGMENT (hp)***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 01 de março de 2000.

Prof. PhD. César Augusto Brasil Pereira Pinto

UFLA

Prof. Dr. João Cândido de Souza

UFLA


Prof PhD. Wilson Roberto Maluf

UFLA

(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

À
DEUS

OFEREÇO

AO
MARCELO

MINHA HOMENAGEM

À
CACILDA, VICTOR E MARINA (minha família)
MANOEL E MARLENE (meus pais)
JOÃO MÁRCIO E NILDA (meus sogros)

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

Ao Departamento de Biologia da UFLA

Ao CNPq

Ao Professor Wilson Roberto Maluf

Ao Professor César Augusto Brasil Pereira Pinto

Ao professor João Cândido de Souza

Ao professor José Eduardo Brasil Pereira Pinto

À Maria Cristina Duarte Rios

Aos funcionários do Setor de Olericultura da UFLA

Aos funcionários da HortiAgro, em especial, Luiz Antônio,

Paulo Moreto, Vicente e Ná

Aos colegas do GEN e do curso de Genética

Aos amigos e colegas de trabalho : Tiãozinho, Nuno, Juliano,

Ceará, Valter, Márcia, Múcio, Túlio, Tocantins, Ana Cláudia,

Flávio, Rodrigo, Natanael, Luciano, Aldo, Fred, Ibiá, Cléber, ...

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 Aspectos gerais.....	4
2.2 Colheita, embalagem e comercialização.....	6
2.3 Mutantes de amadurecimento e de coloração de frutos no tomateiro.....	8
2.4 Heterose e utilização de híbridos F ₁	10
2.5 O amadurecimento e a conservação pós-colheita de frutos.....	13
2.6 Atributos de qualidade dos frutos.....	16
2.6.1 Firmeza.....	16
2.6.2 Coloração.....	18
2.6.3 Perda de peso.....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1 Local.....	22
3.2 Material experimental.....	22
3.3 Obtenção dos híbridos F ₁ experimentais.....	24
3.4 Condução do experimento.....	25
3.5 Avaliações- Características de produção.....	26
3.5.1 Produção total.....	26
3.5.2 Produção precoce.....	26
3.5.3 Peso médio de fruto.....	27
3.5.4 Porcentagem de frutos com peso acima de 100 gramas.....	27
3.5.5 Número de dias da antese ao estágio <i>breaker</i>	27
3.6 Avaliações- Características de qualidade.....	27
3.6.1 Tamanho relativo da cicatriz peduncular.....	28
3.6.2 Formato de fruto.....	28
3.6.3 Perda de peso do fruto.....	28
3.6.4 Firmeza do fruto.....	28
3.6.5 Coloração do fruto.....	29
3.7 Análises estatísticas.....	30

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1 Características de produção.....	34
4.1.1 Produção total.....	35
4.1.2 Produção precoce.....	37
4.1.3 Peso médio de fruto.....	40
4.1.4 Porcentagem de frutos com peso acima de 100 gramas:.....	41
4.1.5 Número de dias da antese ao estágio <i>breaker</i> de maturação	42
4.2 Características de qualidade de frutos.....	44
4.2.1 Tamanho relativo da cicatriz peduncular.....	46
4.2.2 Formato de fruto.....	47
4.2.3 Perda de peso	50
4.2.4 Firmeza	51
4.2.5 Coloração	55
5 DISCUSSÃO GERAL.....	59
6 CONCLUSÕES.....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64

RESUMO

FARIA, Marcos Ventura. Produtividade e qualidade pós-colheita de frutos de híbridos de tomateiro heterozigotos nos locos *alcobaça* (*alc*), *crimson* (*og^c*) e, ou *high pigment* (*hp*). Lavras: UFLA, 2000. 74p. (Dissertação – Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas)*.

Alelos mutantes de amadurecimento e de coloração de frutos de tomateiro podem ser empregados para melhoria da qualidade pós-colheita. Em um experimento conduzido na Universidade Federal de Lavras, MG, avaliaram-se os efeitos dos alelos *alcobaça* (*alc*), *old gold crimson* (*og^c*), *high pigment* (*hp*) e, adicionalmente do alelo *Mi* (que confere resistência a *Meloidogyne* spp.) em combinações heterozigotas sobre as características de produção e qualidade pós-colheita de frutos de tomateiro. Avaliaram-se seis híbridos do grupo multilocular, obtidos a partir de cruzamentos entre linhagens quase isogênicas a Flora-Dade [Flora-Dade (*alc⁺/alc⁺ og^{ct}/og^{ct} hp⁺/hp⁺ Mi⁺/Mi⁺*), Cometa (*alc⁺/alc⁺ og^{ct}/og^{ct} hp⁺/hp⁺ Mi/Mi*), TOM-559 (*alc/alc og^{ct}/og^{ct} hp⁺/hp⁺ Mi⁺/Mi⁺*), TOM-591 (*alc/alc og^c/og^c hp⁺/hp⁺ Mi⁺/Mi⁺*), TOM-593 (*alc/alc og^{ct}/og^{ct} hp/hp Mi⁺/Mi⁺*) e TOM-589 (*alc/alc og^c/og^c hp/hp Mi⁺/Mi⁺*)] e a linhagem fonte de pólen Mospomorist (*alc⁺/alc⁺ og^{ct}/og^{ct} hp⁺/hp⁺ Mi⁺/Mi⁺*). O ensaio foi conduzido em estufa plástica, em um delineamento em blocos casualizados completos com 4 repetições e 11 plantas por parcela. Os frutos foram colhidos no estágio *breaker* de maturação e armazenados em prateleiras em câmara fria a 15°C, durante 16 dias. Foram avaliadas características de produção e de qualidade dos frutos, entre elas, evolução da coloração e da perda de firmeza dos frutos. As diferentes combinações genotípicas testadas nos locos *alc*, *og^c* e *hp* não apresentaram efeitos sobre a produção total, peso médio, tamanho da cicatriz peduncular e perda de peso dos frutos. O loco *alc⁺/alc⁺* promoveu redução na taxa de perda de firmeza ao longo do tempo de armazenamento e retardou a taxa de evolução da coloração vermelha dos frutos. As combinações genotípicas *og^{ct}/og^c* e *hp⁺/hp* empregadas simultaneamente atuaram no sentido de incrementar a coloração vermelha de frutos de híbridos de tomateiro heterozigotos para o loco *alcobaça*, sem interferir na firmeza. Não foram verificados efeitos pleiotrópicos do alelo *Mi* sobre as características avaliadas. Conclui-se que o genótipo *alc⁺/alc⁺* contribui para aumentar a vida pós-colheita dos frutos de tomateiro, e que o genótipo *alc⁺/alc⁺ og^{ct}/og^c hp⁺/hp* apresenta vantagens adicionais no desenvolvimento da cor vermelha durante a maturação dos frutos, sem prejuízo de sua conservação.

*Orientador: Wilson Roberto Maluf – UFLA

ABSTRACT

FARIA, Marcos Ventura. Yield and post-harvest fruit quality of heterozygous tomato hybrids in *alcobaça* (*alc*), *crimson* (*og^c*) and/or *high pigment* (*hp*) loci. Lavras: UFLA, 2000. 74p. (Dissertation – Master in Genetics and Plant Breeding)*.

Tomato fruit ripening and pigmentation mutants can be used to improve post-harvest fruit quality. Effects of heterozygous combinations of *alcobaça* (*alc*), *crimson* (*og^c*) and *high pigment* (*hp*) mutants, and the *Mi* locus (resistant to *Meloidogyne* spp.) were studied. Six hybrids were obtained by crossing six near-isogenic Flora-Dade tomato lines [Flora-Dade (*alc⁺/alc⁺ og^{ct}/og^{ct} hp⁺/hp⁺ Mi⁺/Mi⁺*), Cometa (*alc⁺/alc⁺ og^{ct}/og^{ct} hp⁺/hp⁺ Mi/Mi*), TOM-559 (*alc/alc og^{ct}/og^{ct} hp⁺/hp⁺ Mi⁺/Mi⁺*), TOM-591 (*alc/alc og^c/og^c hp⁺/hp⁺ Mi⁺/Mi⁺*), TOM-593 (*alc/alc og^{ct}/og^{ct} hp/hp Mi⁺/Mi⁺*) and TOM-589 (*alc/alc og^c/og^c hp/hp Mi⁺/Mi⁺*)] with the pollen parent Mospomorist line (*alc⁺/alc⁺ og^{ct}/og^{ct} hp⁺/hp⁺ Mi⁺/Mi⁺*). The hybrids were maintained in a plastic covered greenhouse, in a randomized complete block design with four replications and eleven plants per plot. Fruits were harvested at the breaker stage and stored on shelves under controlled temperature conditions (15° C) during 16 days. Yield and fruit quality traits, including firmness and pigmentation, were evaluated. There were no effects of the different genotypic combinations among *alc*, *og^c* and *hp* loci on fruit yield, fruit weight average, size of peduncular scar and fruit weight loss. The *alc⁺/alc* locus provided fruits with increased firmness and delayed the development of red coloration. The *alc⁺/alc* genotype increased fruit firmness and delayed development of red coloration. The double heterozygous combination *og^{ct}/og^c hp⁺/hp* promoted earlier development of red coloration in *alc⁺/alc*, but had no effect upon firmness. The *Mi* allele had no pleiotropic effects over any of the traits considered. The results shows that the genotype *alc⁺/alc* contributes to an effective increase in tomato fruit shelf life, and the genotypic combination *alc⁺/alc og^{ct}/og^c hp⁺/hp* allows for both increased shelf life and better fruit pigmentation during ripening.

*Adviser: Wilson Roberto Maluf – UFLA

1 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.), pertencente à família das Solanáceas, é uma espécie olerícola de grande importância socioeconômica, cujos frutos, climatéricos e frágeis, são amplamente consumidos. Embora grande parte de toda a produção mundial de tomates seja destinada à transformação industrial, uma expressiva parcela se destina ao consumo fresco, registrando o segundo maior volume de produção e consumo entre as hortaliças, vindo logo atrás da batata (Bleinroth, 1995).

Por outro lado, o tomate é um dos produtos recordistas em perdas, em razão da sua elevada perecibilidade natural, das precárias condições de transporte e da inexistência de uma estrutura adequada de embalagem e armazenamento, exigindo sua comercialização logo após a colheita.

No final da década de 1980, o tomate tipo Salada (frutos multiloculares) não atingia 5% do volume total comercializado no mercado de tomates para mesa. Os fatores que limitavam a pouca aceitação desse tipo de fruto no mercado eram o preço elevado e a depreciação da qualidade dos frutos para o consumo, que, em virtude da embalagem precária e da baixa resistência ao transporte, eram colhidos ainda verdes (Nagai, 1989).

No segmento de tomate *in natura*, o setor passou a modernizar-se. A produção de tomates do tipo longa-vida multilocular cresceu aceleradamente na década de 1990, havendo estimativas de que esses já respondem a mais de 50% do volume comercializado nas grandes redes de supermercados. A qualidade do fruto passou a ser uma condição básica para atender às exigências atuais do mercado. Características como firmeza, coloração, formato, tamanho e aspectos visuais gerais do fruto são fatores que determinam a preferência do consumidor.

A obtenção de tomates com maior capacidade de conservação natural em pós-colheita pode aumentar significativamente o tempo de comercialização,

viabilizando o consumo em locais distantes das regiões de produção, possibilitando, inclusive, as exportações, como atualmente têm ocorrido para os países do Mercosul, proporcionando redução das perdas e mantendo as características qualitativas desejáveis.

A tomaticultura é uma atividade que demanda bastante tecnologia, o que implica em elevado custo de produção. Para que o produtor possa obter sucesso no seu empreendimento e ser competitivo no mercado, a escolha da cultivar a ser plantada deve ser feita com cautela. Nesse aspecto, a crescente aceitação e a maior remuneração obtida com frutos híbridos de tomates de mesa “tipo salada” extrafirme e longa-vida pelo mercado tem provocado uma expansão em ritmo bastante acelerado das áreas plantadas com esses materiais, sobretudo nas regiões produtoras do Centro-Sul, Sudeste e Sul do país.

Dessa forma, nos programas de melhoramento do tomateiro, a preocupação em se obter materiais mais produtivos e resistentes aos principais patógenos e pragas não é suficiente. Busca-se obter cultivares que, além de possuírem tais características, possam proporcionar frutos com atributos desejáveis de qualidade, que estão associados, entre outros aspectos, à maior conservação natural em pós-colheita. Isso pode ser conseguido tanto por meio do emprego de alelos mutantes situados em locos específicos do genoma do tomateiro (que alteram a expressão de uma ou mais enzimas responsáveis pelos processos de amadurecimento e amolecimento do fruto), como também pela utilização de germoplasma de tomateiro com ‘*background*’ genético que condiciona frutos firmes. Assim, é possível retardar o processo de deterioração dos frutos depois de colhidos, reduzindo as perdas que ocorrem nessa fase.

Há na literatura descrição de vários alelos mutantes que inibem o processo natural de amadurecimento dos frutos, permitindo, dessa forma, que sejam utilizados com sucesso no sentido de retardar o amadurecimento e prolongar a conservação em pós-colheita. Dentre esses mutantes, destaca-se o

denominado *alcobaça*, que tem despertado a atenção de pesquisadores no Brasil e no exterior (Leal, 1973; Lobo, 1981; Lobo, Basset e Hannah, 1984; Mutschler, 1984a; Mutschler, 1984b; Mutschler *et al.*, 1992; Resende, 1995; Filgueiras, 1996 e Vilas Boas, 1998). Trata-se de um mutante que, empregado em híbridos heterozigotos (*alc⁺/alc*), confere-lhes maior conservação pós-colheita dos frutos sem prejuízo detectável na coloração (Souza, 1995; Freitas, 1996; Araújo, 1997 e Freitas *et al.*, 1998;). O *alcobaça* pode também interagir com outros mutantes que controlam o teor de carotenóides nos frutos (Araújo, 1997), como o *og^c* (*old gold crimson*) e *hp* (*high pigment*).

O presente trabalho teve por objetivo:

- (a) quantificar os efeitos do loco *alcobaça* em heterozigose na produção e conservação pós-colheita de frutos de tomateiro do grupo multilocular.
- (b) quantificar os efeitos dos genes *og^c* e/ou *hp* em heterozigose sobre as características de produção e qualidade de frutos heterozigotos *alc⁺/alc*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais

As formas primitivas do tomateiro *Lycopersicon spp.* surgiram na região montanhosa dos Andes, no Chile, Peru, Equador, Bolívia e também nas Ilhas Galápagos, ocorrendo em várias altitudes. Entretanto, a domesticação da espécie *L. esculentum* Mill ocorreu fora do centro de origem, no México, de onde foi levado ao Velho Mundo em 1554, tendo voltado à América em 1710, adquirindo, porém, popularidade e importância como fonte alimentar nos Estados Unidos a partir de 1830 (Nagai, 1989).

Na América Latina, o Brasil é o maior produtor. Em 1997, foram plantados 59 mil hectares de tomate para mesa, com uma produção de 2,5 milhões de toneladas, atingindo, portanto, o rendimento médio de 42,3 t/ha. Nesse mesmo ano, foram cultivados 22 mil hectares destinados ao processamento industrial, produzindo 1,1 milhão de toneladas de frutos (Camargo Filho e Mazzei, 1977, citados por Giordano e Silva, 1999). O tomate é hoje o nono produto da agricultura brasileira, sendo que o valor de sua produção anual chega a 1,25 bilhão de dólares.

O tomateiro é uma espécie amplamente cultivada no Brasil, e a época de plantio é bastante variável de acordo com as condições climáticas de cada região. Em condições de cultivo protegido em estufas plásticas, pode-se cultivá-lo durante todo o ano em algumas regiões produtoras, atingindo prolongado período de colheita.

Quanto à distribuição regional da produção, considerando o ano de 1998, o Sudeste é a região geográfica com maior concentração (56,6%), seguindo-se o Nordeste (18,4%), o Centro-Oeste (13,0%) e o Sul (11,8%)

(Agrinual 2000, 1999), sendo que o Estado de São Paulo responde, sozinho, por um terço da produção nacional.

As cultivares de tomate utilizadas no Brasil, visando ao consumo *in natura*, enquadram-se basicamente em dois grupos morfoanatômicos: Santa Cruz e multilocular. Embora inferiores em sabor, as cultivares do grupo Santa Cruz, de frutos oblongos, ainda são as mais plantadas e consumidas em todas as regiões do país devido à maior resistência dos seus frutos ao manuseio, embalagem e transporte e melhor conservação pós-colheita em relação às cultivares do grupo multilocular (Resende, 1995).

Apesar dos indícios de que o tomate foi introduzido no Brasil há mais de cem anos, o seu cultivo e difusão no país são pouco documentados e, certamente, nas primeiras décadas do século XX, as sementes eram importadas. O surgimento do tomate “Santa Cruz” no Rio de Janeiro por volta de 1940 pode ser considerado como o marco inicial do melhoramento do tomateiro no Brasil. Esse material difundiu-se para todo o país e alcançou uma performance espetacular para os padrões da época no prazo de apenas três décadas, pois, por meio de seleções praticadas por agricultores, conseguiu-se duplicar o tamanho e o peso médio dos frutos (Nagai, 1989).

Com relação ao panorama varietal, a cultivar Santa Clara, do grupo Santa Cruz, lançada em 1986, que já em 1989 atingia mais de 80% da área plantada (Nagai, 1989), ainda é a líder absoluta do mercado. No entanto, a tendência é que essa variedade, que domina o mercado brasileiro há mais de uma década, ceda cada vez mais espaço a outros tipos varietais de introdução recente.

O cultivo de tomates do tipo longa-vida e extrafirme tem-se expandido em ritmo vertiginoso, sobretudo nas zonas de produção do Centro-Sul, Sul e Sudeste (Andrade Júnior, 1999). Tem-se verificado, nos últimos 5 anos, uma crescente procura por híbridos F_1 com essas características, destacando-se nesse cenário os híbridos nacionais Débora Plus F_1 e Bônus F_1 (extrafirmes do tipo

2.3 Mutantes de amadurecimento e de coloração de frutos de tomateiro

Alelos mutantes que interferem no amadurecimento do tomate têm despertado, há algum tempo, o interesse de vários pesquisadores e melhoristas e têm sido úteis para o melhor entendimento dos processos que regulam o amadurecimento e para o desenvolvimento de novas cultivares de tomate com maior vida de prateleira (Buescher *et al.*, 1976 e Kopeliovitch *et al.*, 1979).

Alguns mutantes que atuam de forma marcante, positiva ou negativamente sobre a conservação pós-colheita e a síntese de carotenóides dos frutos são: *Nr* (*never ripe*), *rin* (*ripening inhibitor*), *nor* (*non ripening*), *alc* (*alcobaça*), *hp* (*high pigment*) e *og^c* (*old gold crimson*).

O alelo *Nr*, de ação dominante, reduz a intensidade de pimentação e a velocidade de amolecimento dos frutos; está localizado no cromossomo 9 do genoma do tomateiro. O alelo *rin*, mutante recessivo, altera a síntese de carotenóides, a vida pós-colheita e a firmeza dos frutos, localiza-se no cromossomo 5 e está ligado em associação ao alelo *mc* (*macrocalyx*), que confere cálice gigante. O alelo *nor*, mutante recessivo, interfere na síntese de carotenóides, na conservação e amolecimento dos frutos, está situado no cromossomo 10 e ligado em repulsão a 3,5 cM do alelo *u* (*uniform ripening*), que condiciona ausência de 'ombro verde' nos frutos (Tigchelaar, McGlasson e Buescher, 1978).

No Brasil, a viabilidade do aumento da conservação natural dos frutos de tomateiro começou a ser estudada com a introdução de germoplasma oriundo de Portugal, coletado na região de Alcobaça em 1967 (Almeida, citado por Tabim, 1974). Esse material foi descrito como sendo o mutante *alcobaça*, que apresentava longa conservação natural após a colheita (vários meses), com frutos amarelos e pequenos quando maduros (Leal e Liberal, 1971, citados por Leal, 1973).

Os efeitos desses genes ainda não foram totalmente desvendados, porém sabe-se que podem retardar o climatério respiratório, diminuir os picos de produção de etileno (Mutschler, 1984b), interferir na síntese de carotenóides (Tigchelaar, McGlasson e Buescher, 1978; Resende, 1995 e Araújo, 1997), reduzir a atividade da pectinametilesterase (PME) (Buescher e Tigchelaar, 1975 e Resende, 1995) e poligalacturonase (PG) (Ng e Tigchelaar, 1977; Lobo, Bassett e Hannah, 1984; Filgueiras, 1996 e Vilas Boas, 1998), resultando em um maior período de armazenamento e menor amolecimento.

Estudos recentes com o gene *alcobaça* (*alc*) revelam que esse mutante é bastante promissor devido, principalmente, à sua capacidade de atuação no sentido de prolongar o tempo de conservação do fruto mesmo em heterozigose (*alc⁺/alc*) (Souza, 1995; Freitas, 1996 e Freitas *et al.*, 1998).

No Brasil, as primeiras tentativas de se introduzir o gene *alcobaça* foram feitas em cultivares biloculares (Leal e Shimoya, 1973; Leal e Tabim, 1974; Leal e Mizubuti, 1975) e, posteriormente, em cultivares multiloculares (Souza, 1995; Freitas, 1996; Araújo, 1997 e Freitas *et al.*, 1998)

Ao contrário da maioria dos alelos mutantes de amadurecimento (*rin*, *nor*, *alc*), alguns mutantes afetam favoravelmente a coloração dos frutos, destacando-se, entre eles, os genes *hp* (*high pigment*) e *og^c* (*old gold crimson*), que aumentam o teor de licopeno nos frutos. No caso destes genes serem empregados juntos em um mesmo material, seu fenótipo pode sofrer a influência de efeitos epistáticos (Araújo, 1997).

O mutante *hp* foi originalmente descrito como um mutante de herança monogênica, localizado no cromossomo 2 do genoma do tomateiro, capaz de incrementar a qualidade dos frutos, caracterizando-se pela produção de altos níveis de carotenóides em frutos maduros de tomate, predominando o licopeno e o beta-caroteno (Thompson, Hepler e Ker, 1962). Esse mutante demonstra também regulação da resposta à luz durante o crescimento e desenvolvimento da

planta. Em homozigose, o mutante *hp* promove redução no desenvolvimento da planta (Jarret, Sayama e Tigchelaar, 1984).

A herança do gene *crimson* (*c*), um mutante que confere uma coloração vermelho brilhante à polpa de frutos de tomate, foi esclarecida por Thompson *et al.* (1967). Eles verificaram se tratar de um alelo recessivo, que confere, por pleiotropia, a coloração alaranjada às pétalas; a partir daí, então, recebeu a denominação *old gold-crimson* (*og^f*). Foram relatados conteúdos de licopeno cerca de 75% mais elevados que o normal em frutos mutantes homozigotos *og^f/og^f*, porém com redução do beta-caroteno, principalmente na região locular dos frutos (Thompson *et al.*, 1965).

Os genes *alc*, *og^f* e *hp* têm associados a si uma série de efeitos pleiotrópicos, pressupondo uma complexidade de suas atuações sob o ponto de vista bioquímico. Suas associações, em homozigose e/ou heterozigose, em um mesmo genótipo, tornam a sua atuação conjunta bastante complexa, podendo desviar substancialmente das suas atuações isoladas, (Araújo, 1997). Os efeitos epistáticos das interações interlocos de *alc*, *hp* e *og^f* em um mesmo *background* genético, para várias características relacionadas à produção e qualidade pós colheita de frutos, foram estudados por Araújo (1997). A autora concluiu que as combinações específicas entre esses locos não devem ser desconsideradas, pois a epistasia representou mais de 50% da variação genética total existente para a maioria dos caracteres estudados.

2.4 Heterose e utilização de híbridos F1

Os híbridos F₁ têm encontrado uso crescente entre as espécies olerícolas, mesmo entre algumas autógamas, nas quais já se comprovou que a exploração do vigor híbrido é economicamente viável (Maluf, Ferreira e Miranda, 1983).

A utilização de cultivares híbridas de tomate oferece uma série de vantagens sobre as cultivares comuns de polinização aberta, principalmente visando a explorar a heterose, a uniformidade em relação a cultivares de polinização aberta e a precocidade na maturação (Melo, Miranda e Costa, 1988). Em geral, os híbridos têm maior capacidade adaptativa (homeostase genética) e produção mais estável, quando ocorrem variações entre anos e locais (Paterniani, 1974). Índícios de maior estabilidade fenotípica nos híbridos de tomate relativamente a cultivares de polinização aberta foram encontrados por Resende (1996) e por Andrade-Júnior (1999).

Outra razão que tem contribuído para o uso de híbridos em tomateiro tem sido a possibilidade de se acumular facilmente um grande número de resistências a doenças, uma vez que nessa espécie, grande parte dessas é controlada por alelos dominantes de herança monogênica. É possível que a maior resistência a doenças contribua para a maior estabilidade fenotípica desses híbridos relativamente às cultivares de polinização aberta, em virtude de os primeiros terem um melhor comportamento em ambientes desfavoráveis.

Geralmente os híbridos de tomate derivados de genitores geneticamente divergentes expressam maiores valores heteróticos para características relativas à produção, características vegetativas, precocidade e formato do fruto (Miranda, Maluf e Campos, 1982; Maluf, Ferreira e Miranda, 1983; Melo, 1987; Maluf, Miranda e Ferreira-Rossi, 1989). Sob o aspecto de variabilidade genética, no grupo de tomate salada, a disponibilidade de genótipos com boas características referentes a potencial produtivo, qualidade dos frutos, resistência a doenças e com boa capacidade combinatória é maior do que no grupo Santa Cruz (Flori, 1993).

O aumento da procura por cultivares híbridas de tomate na década de 1990 promoveu o crescimento tanto da produção nacional como das importações desse tipo de semente. Apesar do valor elevado da semente híbrida, ganhos com

a heterose podem compensar o seu maior custo (Melo, Miranda e Costa, 1988). A possibilidade do uso de linhas macho estéreis (Bar e Frankel, 1993) permite eliminar o processo de emasculação manual, promovendo a redução do custo operacional e favorecendo o processo de produção de sementes híbridas em escala comercial.

A indústria sementeira, por sua vez, possui grande interesse no desenvolvimento de híbridos F₁, devido ao fato de que as cultivares híbridas já são naturalmente patenteadas, uma vez que as instituições mantêm o controle sobre a disponibilidade de suas linhagens parentais. Garante-se, dessa forma, o retorno dos recursos alocados e elevada rentabilidade (Melo, Miranda e Costa, 1988). Muitas vezes, a produção de sementes de tomate é o carro-chefe das companhias produtoras de sementes de hortaliças (Giordano e Silva, 1999).

No caso específico de se trabalhar com mutantes que retardam o amadurecimento, na busca de genótipos com frutos de maior vida de prateleira e que sejam promissores comercialmente, torna-se obrigatório o uso de híbridos, pois somente em heterozigose os efeitos deletérios desses genes, principalmente em relação à coloração dos frutos, não se manifestam (Kopeliovitch *et al.*, 1979; Resende, 1995; Souza, 1995; Freitas, 1996; Filgueiras, 1996 e Araújo, 1997).

Desde o início da década de 1970, tem-se pesquisado o potencial de linhagens *alcobaça* para produção de híbridos, testando-se um grande número de combinações (Leal e Mizubuti, 1975; Lobo, 1981; Mutschler, 1984b; Mutschler *et al.*, 1992; Souza, 1995; Freitas, 1996; Filgueiras, 1996 e Araújo, 1997).

A existência de heterose para produtividade no grupo de tomates multiloculares e os efeitos do alelo *alcobaça* em prolongar o período de conservação pós-colheita dos frutos (Souza, 1995; Resende, 1995; Freitas, 1996; Filgueiras, 1996; Araújo, 1997; Freitas *et al.*, 1998 e Vilas Boas, 1998) indicam a viabilidade do seu emprego em heterozigose visando ao desenvolvimento de

híbridos longa-vida comerciais de frutos multiloculares, competitivos com os híbridos importados.

Na última década, foram introduzidos no país alguns híbridos com maior capacidade de conservação de frutos em pós-colheita, e que fazem uso de genes mutantes de amadurecimento. Os mutantes *rin* e *nor*, principalmente quando empregados em homozigose, aumentam tremendamente a conservação dos frutos após a colheita, mas a exemplo do *alcobaça* (*alc*), não podem ser usados comercialmente, devido aos seus efeitos deletérios na coloração dos frutos (frutos mutantes maduros não adquirem coloração vermelha, permanecendo amarelados ou levemente alaranjados externamente). Contudo, os frutos híbridos *rin*⁺/*rin*, *nor*⁺/*nor* ou *alc*⁺/*alc* apresentam maior conservação (amadurecem mais lentamente) do que os frutos normais (*rin*⁺/*rin*⁺, *nor*⁺/*nor*⁺ ou *alc*⁺/*alc*⁺), ao mesmo tempo que sua coloração final é praticamente normal normal (vermelha) (Freitas *et al.*, 1998). Em virtude disso, híbridos *rin*⁺/*rin*, *nor*⁺/*nor* ou *alc*⁺/*alc* podem ser empregados comercialmente. A maior conservação tem sido uma das principais razões do aumento do uso comercial de sementes híbridas de tomate no Brasil, e tem predominado no nosso mercado a utilização de híbridos *rin*⁺/*rin* importados.

2.5 O amadurecimento e a conservação pós-colheita de frutos

O tomate é classificado como fruto climatérico, caracterizado pelo aumento na taxa respiratória durante o processo de amadurecimento e produção de etileno em resposta à exposição a baixas concentrações desse hormônio (Filgueiras, 1996). Pode ser colhido ainda verde, porém fisiologicamente maduro (*mature green*) e sofrer o processo de amadurecimento fora da planta, tornando-se apto para o consumo.

Embora o amadurecimento de frutos seja um processo normal e irreversível, ele pode ser retardado. Nesse contexto, diversas pesquisas têm sido conduzidas no sentido de estudar os eventos envolvidos nesse processo, bem como desenvolver alternativas capazes de manipulá-los. O melhoramento genético tradicional explora o germoplasma disponível na natureza, transferindo a maior capacidade de conservação, uma característica intrínseca do fruto, para os genótipos de interesse (Souza, 1995; Freitas, 1996; Araújo, 1997 e Freitas *et al.*, 1998). Técnicas de engenharia genética também têm sido estudadas para o melhoramento das características pós-colheita. Smith *et al.*(1988) relatam que o gene da poligalacturonase antisense reduz o nível da enzima poligalacturonase a níveis muito abaixo do normal, resultando em frutos de tomate com potencial para maior vida de prateleira.

Alternativamente, empregam-se metodologias que basicamente submetem os frutos a condições artificiais após serem colhidos, visando a controlar os processos naturais de amadurecimento. Nesse sentido, algumas propostas para prolongar a conservação pós-colheita dos frutos destinados ao consumo *in natura* são apresentadas: pré-resfriamento, refrigeração (Bleinroth, 1995), atmosfera controlada (Hall e Augustine, 1981; Bleinroth, 1995; Ratanachinakorn, Klieber e Simons,1997), irradiação (Maharaj, Arul e Nadeal, 1999), filme plástico protetor (Chitarra e Chitarra, 1990 e Barret Reina, 1990). Porém, além de onerosos, esses procedimentos ficam comprometidos pela sua difícil aplicabilidade em grande escala.

A complexidade do processo de amadurecimento do tomate envolve sucessivas alterações químicas e físicas. Tais alterações modificam suas qualidades como textura, cor e sabor, que são dependentes do estágio de maturação do fruto na ocasião da colheita (Carvalho *et al.*, 1984). Testes sensoriais comprovam que tomates maduros colhidos nos estádios verde-maduro (*mature-green*) e *breaker* apresentam pior sabor quando comparados aos

totalmente maduros na colheita (Kader *et al.*, 1978), demonstrando a importância do desenvolvimento de cultivares longa vida que possibilitem a colheita em estádios mais avançados de desenvolvimento, e preservem suas melhores características para o consumo.

O processo de amadurecimento, provavelmente sob controle genético, corresponde às mudanças nos fatores sensoriais do sabor, odor, cor e textura, que tomam o fruto aceitável para o consumo (Chitarra e Chitarra, 1990). Caracteriza-se por uma sequência de alterações sincronizadas e evidenciadas por mudanças na taxa respiratória, produção de etileno, síntese de carotenóides, desenvolvimento de "flavor", alteração na textura (Lobo, 1981), degradação da clorofila, produção de açúcares, alteração no metabolismo de ácidos orgânicos e amidos (Mutschler, 1981 e Brady, 1987), aumento na atividade de enzimas pectolíticas, maturação das sementes (Tigchelaar, McGlasson e Buescher, 1978), que ocorrem em um período relativamente curto.

O processo de amadurecimento do fruto inicia-se com um aumento gradativo da taxa respiratória devido à intensificação da atividade metabólica, promovendo elevação da taxa de CO₂ interno, redução de O₂ e aumento do etileno endógeno, o que caracteriza o climatério respiratório. A concentração de etileno interno no fruto aumenta cerca de 10 vezes entre os 35 e 42 dias após a polinização e em torno de 400 vezes durante o período de maturação, em comparação ao início do seu desenvolvimento (Lyons e Pratt, 1963). Genótipos firmes apresentam menores taxas de respiração e de produção de etileno durante o amadurecimento (Ahrens e Huber, 1990).

Estudos com o mutante *rin* em homozigose demonstraram que os frutos mutantes apresentam um modelo de amadurecimento do tipo não climatérico, ou seja, não amadurecem quando colhidos na fase inicial de maturação e não apresentam resposta ao etileno aplicado (Tigchelaar, McGlasson e Buescher, 1978). Frutos homozigotos *nor/nor* também não apresentam climatério

respiratório e nem pico de etileno, e sua firmeza se reduz vagarosamente, apresentando baixa atividade de poligalacturonase em frutos maduros (Ng e Tigchelaar, 1977). Já os frutos *alcobaça* apresentam amadurecimento do tipo climatérico (Lobo, 1981). O alelo *alcobaça* promoveu a redução da taxa de amadurecimento do fruto entre os estádios verde-maduro e vermelho, proporcionando um aumento da vida pós-colheita de 5 dias nos frutos heterozigotos (alc^+/alc) e de 26 dias nos frutos homozigotos (alc/alc), comparados aos frutos normais (alc^+/alc^+) (Mutscheler et al., 1992).

2.6 Atributos de qualidade dos frutos

2.6.1 Firmeza

A firmeza do fruto é uma característica determinante na aquisição do produto pelo consumidor, por estar associada à boa qualidade culinária, frescor, extensa vida de prateleira (Wann, 1996), e resistência do fruto ao transporte e manuseio durante a colheita e a comercialização.

Os vários métodos utilizados para medir a textura e a firmeza dos frutos avaliam propriedades físicas diferentes e envolvem testes de resistência à penetração, de compressão, de deformação, de aplanção, medidas de pressão de turgor e outros (Jackman, Marangoni e Stanley, 1990; Kojima *et al.*, 1991; Shackel *et al.*, 1991; Awad, 1993; Calbo e Nery, 1995); alguns são destrutivos outros não, e nem sempre há correlação entre eles (Souza, 1995).

A firmeza dos frutos varia de acordo com os estádios de maturação e entre os vários genótipos (Ahrens e Huber, 1990) e, nesse caso, a firmeza pode ser função tanto do *background* genético, como de alelos mutantes que possam atuar sobre o processo de amadurecimento (Resende, 1995; Souza, 1995; Filgueiras, 1996; Freitas, 1996; Araújo, 1997 e Andrade Júnior, 1999). Os genes

que retardam o amadurecimento e, conseqüentemente, prolongam a vida pós-colheita, não melhoram necessariamente a firmeza dos frutos (Kopeliovitch *et al.*, 1979)

O amolecimento do fruto, que normalmente acompanha o amadurecimento, é atribuído principalmente à ação de enzimas hidrolíticas, que se acumulam em altos níveis, e despolimerizam e solubilizam as pectinas, provocando modificações estruturais na parede celular e interferindo na integridade dos tecidos (Buescher *et al.*, 1976; Crookes and Grierson, 1993 e Richardson and Hobson, 1987). As substâncias pécticas constituem-se na classe de polissacarídeos da parede celular que sofre a mais marcante modificação durante o amadurecimento de tomates (Steele, McCann e Roberts, 1997). Entretanto, outros fatores de natureza física e independentes daqueles relacionados ao amaciamento enzimático podem contribuir para a firmeza em tomates maduros (Wann, 1996).

A chave na mudança da textura do tomate durante o amadurecimento é a atividade da poligalacturonase (PG). Os níveis de atividade dessa enzima apresentam uma correlação inversa com a firmeza do fruto de tomate (Ahrens e Huber, 1990). A PG é responsável pela solubilização da pectina, provocando o amolecimento dos tecidos da parede celular. Entretanto, uma outra enzima, a pectinametilesterase (PME), desempenha um papel fundamental, catalisando processos metabólicos que tornam as paredes celulares mais suscetíveis à ação da PG durante o amadurecimento, determinando, dessa forma, a extensão a qual a pectina torna-se acessível à degradação pela PG. Os níveis dessas enzimas nos frutos variam com os genótipos e com o estágio de amadurecimento.

A ativação da transcrição do gene que codifica a PG acontece um a dois dias após a iniciação do aumento na síntese de etileno, que é o gatilho do amadurecimento, conduzindo ao acúmulo de mRNA para PG no citosol e à síntese de isoformas de proteínas PG (Hobson e Grierson, 1993). Mutantes de

tomate com os genes *Nr*, *rin*, *nor* ou *alc* reduzem a transcrição da PG, provavelmente por não acumularem o mRNA que a codifica (DellaPenna, Kates e Bennett, 1987; Mutschler, *et al.*, 1992)

A firmeza dos frutos heterozigotos no loco alcobaça (*alc⁺/alc*) é intermediária à dos parentais de constituição genotípica de frutos firmes (*alc/alc*) e normais (*alc⁺/alc⁺*) (Lobo, 1981; Mutschler *et al.*, 1992; Souza, 1995 e Freitas *et al.*, 1998). Resultados obtidos por Souza (1995) e Freitas (1996) indicaram tratar-se de ação gênica de dominância parcial para esse caráter, no sentido de menor conservação dos frutos, de modo que o heterozigoto *alc⁺/alc*, embora inferior em conservação ao homozigoto *alc/alc*, é superior ao genitor normal (*alc⁺/alc⁺*).

O nível e a atividade da PG podem ser reduzidos com o uso do mutante *alcobaça* mesmo em heterozigose, proporcionando frutos com melhor textura (Filgueiras, 1996), embora essa resposta seja variável em função do background (Hobson e Grierson, 1993). Entretanto, Resende (1995) não detectou redução na atividade de PG de híbridos *alc⁺/alc* relativamente aos genitores normais *alc⁺/alc⁺*, embora tenha detectado redução na atividade de PME e aumento da firmeza de genótipos *alc⁺/alc*.

2.6.2 Coloração

A cor é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor. Os tomates que apresentam coloração vermelha e uniforme quando maduros são preferidos, embora a cor, na maioria dos casos, não contribua para um aumento efetivo no valor nutritivo ou qualidade comestível do produto (Chitarra e Chitarra, 1990).

A mudança de cor do tomate é consequência do seu amadurecimento. Nesse processo, a degradação da clorofila é acompanhada pela síntese de

carotenóides (beta-caroteno e licopeno) que são acumulados nos plastídeos à medida que esses são convertidos em cromoplastos (Hobson e Grierson, 1993), sendo um indicativo, visualmente perceptível, de que o processo de amadurecimento já está ocorrendo.

O desenvolvimento da cor em frutos de mutantes *Nr*, *rin*, *nor* e *alc* em homozigose ou em combinações heterozigotas vai depender, entre outros fatores, do *background* genético em que esses alelos estão inseridos e do estágio de desenvolvimento do fruto na colheita. A degradação da clorofila e a síntese de pigmentos carotenóides aumentam com a permanência do fruto na planta, tornando os frutos amarelos, alaranjados, rosados, vermelho-pálidos ou vermelho-intensos, variando de acordo com o genótipo (Kopeliovitch et al., 1979).

Os mutantes *rin* e *nor* comprovadamente afetam a síntese de licopeno, de forma que em homozigose os frutos não desenvolvem colorações aceitáveis. Todavia, nessa condição, a vida pós-colheita é extremamente longa e os frutos bastante firmes (Kopeliovitch et al., 1979).

Kopeliovitch et al (1979) verificaram que frutos mutantes homozigotos nos locos *Nr*, *rin* ou *nor* não apresentaram coloração avermelhada, independente do estágio de maturação na colheita. Nas condições heterozigotas, os frutos maduros colhidos no estágio *breaker* apresentaram coloração alaranjada para os genótipos Nr/Nr^+ e nor^+/nor , e vermelho-pálido para rin^+/rin . Entretanto, frutos de combinações heterozigotas entre os locos (*Nr* e *hp*), (*rin* e *hp*) e (*nor* e *hp*), quando colhidos no início do amadurecimento (*breaker stage*), apresentaram coloração alaranjada na condição $Nr/Nr^+ hp^+/hp$, rosa na condição $nor^+/nor hp^+/hp$ e vermelha na condição $rin^+/rin hp^+/hp$, quando maduros. Essas mesmas combinações, quando tiveram seus frutos colhidos maduros, apresentaram coloração vermelho-pálida para ($Nr/Nr^+ hp^+/hp$) e ($nor^+/nor hp^+/hp$) e vermelho-intensa para ($rin^+/rin hp^+/hp$). Assim, concluíram que apesar de o mutante *hp* ser recessivo (Thompson, 1955), ele apresenta algum efeito em

heterozigose. Estes resultados sugerem uma idéia de dominância incompleta do alelo hp^+ em heterozigose ou a interação epistática desse com os alelos *Nr*, *rin* e *nor*.

Frutos de híbridos F_1 entre linhagens portadoras do gene *alcobaça* (*alc/alc*) e de linhagens de amadurecimento normal (*alc⁺/alc⁺*) amadurecidos fora da planta alcançam coloração normal, sem efeitos deletérios para as demais características de interesse (Leal e Mizubuti, 1975; Mutschler *et al.*, 1992; Flori, 1993; Flori e Maluf, 1994; Resende, 1995; Souza, 1995; Filgueiras, 1996; Freitas, 1996 e Araújo, 1997; Freitas *et al.*, 1998 e Vilas Boas, 1998). Além disso, apresentam comportamentos de amadurecimento intermediários aos parentais, ou seja, o amolecimento é mais lento e os picos respiratório e de etileno, assim como a atividade de poligalacturonase, são reduzidos em relação aos parentais normais; entretanto, as modificações nos aspectos relacionados ao amadurecimento variam em função do *background* genético em que o gene é introduzido (Lobo, 1981). Em homozigose (*alc/alc*), o mutante *alcobaça* prejudica a coloração dos frutos, que se apresentam amarelos quando maduros, ou seja, imprestáveis para o comércio.

A utilização de cultivares fixadas para os alelos *og^c* e *hp*, além de intensificarem a coloração vermelha dos fruto devido ao aumento do teor de licopeno, prolongaram a vida de prateleira dos mesmos (Lampe e Watada, 1971). Diversos tipos de efeitos epistáticos entre os locos *alc*, *og^c* e *hp* já foram descritos (Araújo, 1997); combinações específicas de *og^c* e/ou *hp* em homozigose ou heterozigose podem contribuir para melhoria da coloração de genótipos *alc⁺/alc* (Araújo, 1997).

2.6.3 Perda de peso

A perda de peso do fruto de tomate (Freitas, 1996), juntamente com ação das enzimas poligalacturonase e pectinametilesterase (Resende, 1995 e Vilas Boas, 1998) promovem o amaciamento e murchamento dos mesmos, reduzindo sua vida pós-colheita. Tal perda, baseada na perda de água dos frutos, é função, em grande parte, da alta taxa de respiração do tomate ocorrida por sua cicatriz peduncular (Leal, 1973).

Efeitos pleiotrópicos do alelo *alc*, no sentido de reduzir o tamanho da cicatriz peduncular (Freitas *et al.*, 1998) e a perda de peso dos frutos (Araújo, 1997), explicam, em parte, a maior firmeza dos tomates *alc⁺/alc*, comparada àquelas dos frutos normais (*alc⁺/alc⁺*), em que o tamanho de cicatriz peduncular foi maior. A hipótese de um possível efeito de *background* genético, no sentido de um menor tamanho de cicatriz peduncular, poderia contribuir para redução de perda de peso dos frutos híbridos, favorecendo-os a uma extensa vida de prateleira.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O experimento foi instalado e conduzido nas dependências do Setor de Olericultura e do Laboratório de Cultura de Tecidos do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras-MG, durante os anos de 1998 e 1999.

3.2. Material experimental

O germoplasma utilizado neste trabalho faz parte do programa de melhoramento genético do tomateiro do professor Wilson Roberto Maluf, na Universidade Federal de Lavras.

Seis linhagens quase isogênicas de tomateiro com *background* Flora-Dade (Flora-Dade, Cometa, TOM-559, TOM-591, TOM-593 e TOM-589), que diferem entre si nos locos *alcobaça*, *high pigment*, *old gold crimson* e *Mi*, foram utilizadas como genitores femininos em combinações com a linhagem Mospomorist (fonte de pólen), originando seis híbridos experimentais quase isogênicos.

Flora-Dade é uma cultivar de crescimento determinado, de frutos graúdos, obtida da Universidade da Flórida/USA. Cometa é uma linhagem normal ($alc^+/alc^+ og^{c+}/og^{c+} hp^+/hp^+$), que difere da também normal Flora-Dade ($alc^+/alc^+ og^{c+}/og^{c+} hp^+/hp^+$) pelo fato de ser resistente a nematóides de galhas *Meloidogyne* spp (*Mi/Mi*). TOM-559, TOM-591, TOM-593 e TOM-589 são, a exemplo de Flora-Dade, susceptíveis a nematóides (Mi^+/Mi^+), e dela diferem por possuírem constituições genotípicas $alc/alc og^{c+}/og^{c+} hp^+/hp^+$ (=alcobaça), $alc/alc og^c/og^c hp^+/hp^+$ (=alcobaça, old gold crimson), $alc/alc og^{c+}/og^{c+} hp/hp$ (=alcobaça, high pigment) e $alc/alc og^c/og^c hp/hp$ (=alcobaça, old gold crimson, high pigment), respectivamente.

Quadro 1: Descrição dos tratamentos com relação ao amadurecimento, tipo de fruto, hábito de crescimento da planta e constituição genotípica dos locos *alc*, *og^c*, *hp* e *Mi*.

TRATAMENTOS	Genótipos e Descrição
Flora-Dade	Amadurecimento normal; linhagem com frutos firmes e graúdos; hábito de crescimento determinado
Mospomorist	Amadurecimento normal; linhagem com frutos pequenos tipo Moneymaker; hábito de crescimento indeterminado
F ₁ (Flora-Dade x Mospomorist)	Amadurecimento normal com fruto tipo Carmen; hábito de crescimento indeterminado
F ₁ (Cometa x Mospomorist)	Amadurecimento normal com fruto tipo Carmen, resistente ao nematóide das galhas (<i>Mi/Mi⁺</i>); hábito de crescimento indeterminado
F ₁ (TOM-559 x Mospomorist)	Longa vida tipo Carmen heterozigoto para <i>alc</i> (<i>alc⁺/alc og^{c+}/og^{c+} hp⁺/hp⁺</i>); hábito de crescimento indeterminado
F ₁ (TOM-591 x Mospomorist)	Longa-vida tipo Carmen heterozigoto para <i>alc</i> & <i>og^c</i> (<i>alc⁺/alc og^{c+}/og^c hp⁺/hp⁺</i>); hábito de crescimento indeterminado
F ₁ (TOM-593 x Mospomorist)	Longa-vida tipo Carmen heterozigoto para <i>alc</i> & <i>hp</i> (<i>alc⁺/alc og^{c+}/og^{c+} hp⁺/hp</i>); hábito de crescimento indeterminado
F ₁ (TOM-589 x Mospomorist)	Longa-vida tipo Carmen heterozigoto para <i>alc</i> & <i>og^c</i> & <i>hp</i> (<i>alc⁺/alc og^{c+}/og^c hp⁺/hp</i>); hábito de crescimento indeterminado
Cynthia F ₁	Amadurecimento normal; híbrido comercial com frutos firmes, tipo Flora-Dade; hábito de crescimento indeterminado
Carmen F ₁	Longa-vida comercial heterozigoto <i>rin</i> (<i>rin⁺/rin</i>); hábito de crescimento indeterminado
Chronos F ₁	Longa-vida comercial heterozigoto <i>rin</i> (<i>rin⁺/rin</i>); hábito de crescimento indeterminado

Flora-Dade, Cometa, TOM-559, TOM-591, TOM-593 e TOM-589 são linhagens de crescimento determinado. Mospomorist é uma linhagem do tipo Moneymaker, obtida do I.N.R.A./ Avignon / França, com resistência múltipla a doenças e de crescimento indeterminado.

Os seis híbridos experimentais, juntamente com as linhagens Flora-Dade e Mospomorist, mais dois híbridos comerciais longa-vida heterozigotos para o loco *rin* (Carmen F₁ e Chronos F₁) e um híbrido comercial normal de frutos firmes (Cynthia F₁), constituíram os 11 tratamentos, que foram avaliados no período de julho a dezembro de 1999 e encontram-se resumidamente descritos no Quadro 1. Todos os tratamentos, exceto a testemunha Flora-Dade, possuem hábito de crescimento indeterminado.

3.3 Obtenção dos híbridos F₁ experimentais

Sementes das linhagens parentais foram semeadas em casa-de-vegetação. A semeadura foi feita em caixas plásticas contendo uma mistura de substrato comercial PLANTMAX® e casca de arroz carbonizada, na proporção de 1:1, em volume. Quando as mudas apresentaram um par de folhas definitivas, foram repicadas para bandejas de isopor de 128 células contendo a mesma mistura utilizada para a semeadura, mais a adição de 800 g de adubo na formulação 4-14-8 para cada volume de 80 litros. As mudas receberam irrigação e tratamento fitossanitário adequados e o transplântio para o local definitivo (estufa plástica) ocorreu quando as plântulas atingiram cerca de 8,0 cm de altura.

Os híbridos experimentais foram obtidos por meio de cruzamentos manuais e controlados: utilizando-se um coletor apropriado, o pólen foi extraído de flores das plantas doadoras (genitores masculinos) com o auxílio de um vibrador, e armazenado em cápsulas de gelatina acondicionadas dentro de um vidro com sílica gel guardado em geladeira; às manhãs, os botões florais dos

genitores femininos foram emasculados e, em seguida, polinizados e devidamente identificados.

Os frutos foram colhidos plenamente maduros e as sementes foram extraídas manualmente, colocadas para fermentar por 48 horas e, em seguida, lavadas e tratadas com solução de ácido clorídrico (na proporção de 1 volume de ácido : 20 volumes de água) por duas horas, novamente lavadas em água corrente e colocadas para secar à sombra.

3.4 Condução do experimento

O experimento foi conduzido num delineamento em blocos casualizados completos, com onze tratamentos (Quadro 1) e quatro repetições. Cada parcela foi constituída de uma fileira única de 4,4m de comprimento, com um total de onze plantas.

A produção e o preparo das mudas dos híbridos experimentais e dos demais tratamentos foram feitos de maneira idêntica ao descrito no item 3.3.

O transplântio das mudas foi feito para a estufa plástica, previamente preparada, utilizando-se o espaçamento de 0,8m entre canteiros, 0,5m entre fileiras no canteiro e 0,4m entre plantas. O cultivo foi feito em sistema tutorado e irrigado por gotejamento. As plantas foram conduzidas com haste única e tutoradas individualmente, semanalmente desbrotadas, sofrendo poda no ápice, três folhas acima da emissão do quinto rácimo floral.

A capina química foi feita uma única vez, com aplicação direcionada ao solo do herbicida metribuzin, na dosagem e especificações recomendadas pelo fabricante, aos vinte dias do transplântio (após a prática da amontoa). Foram realizadas pulverizações, sempre que necessárias, com produtos específicos registrados para a cultura do tomate contra pragas e patógenos. Foram feitas

adubações de cobertura por meio de fertirrigação por gotejamento, conforme recomendações para a cultura do tomate em cultivo protegido.

No decorrer do florescimento das plantas, a cada 2 dias, foram marcadas, com lã colorida, as flores abertas naquele dia (a cada data uma cor correspondente), totalizando no mínimo 20 flores por parcela. Após o desenvolvimento dos frutos marcados, esses foram colhidos no estágio *breaker*, caracterizado pela “quebra” do estado verde dos frutos com o aparecimento de manchas levemente avermelhadas na região da cicatriz estilar, ao início da maturação, e foram registrados os dias decorridos desde a antese correspondente.

3.5 Avaliações - *Características de Produção*

Inicialmente foram registrados o ‘stand’ de cada parcela e depois foram feitas 17 colheitas, durante um período de 80 dias (de 29/09 a 19/12 de 1999).

3.5.1 Produção total:

Foi obtida pelo somatório dos pesos de todos os frutos colhidos de cada parcela durante as sucessivas colheitas. Os resultados foram expressos em toneladas por hectare ($t \cdot ha^{-1}$).

3.5.2 Produção precoce:

Foi avaliada de duas maneiras: a primeira, somando-se os pesos dos frutos de cada parcela nos vinte primeiros dias de colheita e os resultados expressos em $t \cdot ha^{-1}$; a segunda, transformando esses dados para porcentagem em relação à produção total.

3.5.3 Peso médio de fruto:

Foi obtido dividindo-se o peso total dos frutos de cada parcela pelo número total de frutos da respectiva parcela, durante as sucessivas colheitas. Os resultados foram expressos em gramas por fruto (g. fruto^{-1}).

3.5.4 Porcentagem de frutos com peso acima de 100 gramas:

A razão entre a soma do peso de todos os frutos com mais de 100 gramas de cada parcela em relação à soma do peso do total de frutos colhidos da parcela correspondente, multiplicada por 100, constituiu a porcentagem de frutos com peso acima de 100 g, considerados de tamanho mínimo adequado para a comercialização.

3.5.5 Número de dias da antese até o estágio *breaker*:

Na ocasião da colheita, foram amostrados 12 (doze) frutos perfeitos por parcela do primeiro e segundo cachos. Foi contabilizado o número de dias decorridos entre a antese e a colheita de cada fruto no estágio *breaker*. Para efeito de análise estatística, foram consideradas as médias dos 12 frutos de cada parcela.

3.6 Avaliações - *Características de qualidade do fruto*

Nas avaliações a seguir, relacionadas à qualidade dos frutos, foram utilizadas as mesmas amostras constituídas de 12 (doze) frutos por parcela colhidos do primeiro e segundo cachos. Esses frutos constituíram uma amostra uniforme relativamente ao ponto de colheita (estádio *breaker* de maturação), tamanho e ausência de injúrias ou defeitos.

3.6.1 Tamanho relativo da cicatriz peduncular:

As medidas do maior diâmetro da cicatriz peduncular e da largura (diâmetro) de cada fruto foram obtidas utilizando-se um paquímetro. A razão entre essas duas medidas constituiu o diâmetro da cicatriz peduncular relativamente ao diâmetro do fruto. Foram consideradas as médias de cada parcela.

3.6.2 Formato de fruto:

As medidas do comprimento (C) e da largura ou diâmetro (L) de cada fruto foram obtidas utilizando-se um paquímetro. A relação entre o comprimento e a largura indica o formato do fruto. Relações de medida $C/L < 1$, $C/L = 1$ e $C/L > 1$ correspondem aos formatos achatado, redondo e oblongo, respectivamente. Foram consideradas as médias de cada parcela.

3.6.3 Perda de peso do fruto :

Os mesmos doze frutos de cada parcela, amostrados para as demais avaliações, foram pesados em balança digital, a intervalos de dois dias a partir do dia em que foram colhidos (dias 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 e 16). Os pesos decrescentes, correspondentes à perda de água no período, foram expressos em porcentagens relativas ao peso inicial do fruto (no dia zero).

3.6.4 Firmeza do fruto :

No dia da colheita, os frutos amostrados e devidamente identificados foram avaliados quanto à firmeza pela técnica de aplanção (Calbo e Nery, 1995). Essa primeira avaliação foi denominada firmeza do dia 0 (zero), que corresponde ao estágio *breaker* de maturação. Em seguida, os frutos foram armazenados em uma câmara com temperatura controlada (15⁰C) e 60% de umidade relativa, em

prateleiras onde permaneceram durante todo o período das sucessivas avaliações, utilizando-se a mesma técnica a cada dois dias, até o décimo sexto dia.

Em aparelho descrito por Calbo e Nery (1995) denominado 'aplanador central' (Foto 1), os frutos receberam a pressão de um peso de 1,047 Kgf denominado de ponto de prova (F). Na base desse ponto de prova, uma pequena placa de acrílico no sentido horizontal atuava diretamente na superfície do fruto, sempre em um mesmo ponto previamente demarcado na região equatorial, onde permanecia durante 15 segundos. A pressão direta sobre o fruto promovia a formação de uma superfície de contato de formato elipsoidal, delimitada por uma marca de óleo mineral (colocava-se uma pequena gota de óleo Nujol no ponto marcado no fruto para melhorar a visualização). Com um paquímetro, mediu-se o maior (a) e o menor (b) diâmetro da elipsóide delineada.

A área da superfície aplanada (A), em cm^2 , foi calculada pela expressão $A = 0,7854 * a * b$. A firmeza (P) foi determinada pela divisão do peso no ponto de prova (F) pela área aplanada (A). Os resultados dessa relação apresentam a unidade de pressão em kgf.cm^{-2} ou ainda, N.m^{-2} (a qual foi adotada para expressar os dados neste trabalho). Valores maiores indicam frutos mais firmes.

3.6.5 Coloração do fruto :

Os doze frutos amostrados de cada parcela, que foram colhidos no estágio *breaker* de maturação (nota 1,0), receberam notas individuais diariamente, durante 12 dias de armazenamento, de acordo com a evolução da coloração externa, dentro de uma escala que variou de 1,0 a 5,0 (Foto 2), conforme a seguir :

- 1= frutos com poucas listras ou manchas de coloração vermelha (*breaker stage*);
- 2= frutos com 20% a 40% da área da superfície com coloração vermelha;
- 3= frutos com 40% a 60% da área da superfície com coloração vermelha;
- 4= frutos com 60% a 80% da área da superfície com coloração vermelha;
- 5= frutos com mais de 80% da área da superfície com coloração vermelha.

Considerou-se como notas de cada parcela, a média das notas dos frutos da parcela em cada dia.

A nota 3,0 para coloração representa, na prática, o tipo preferido pelo consumidor para adquirir o produto, e a nota 4,0 corresponde ao fruto maduro, com características culinárias agradáveis e que ainda pode ser armazenado pelo consumidor por algum tempo.

3.7 Análises estatísticas

A partir dos dados coletados, foram realizadas análises de variância para os caracteres avaliados.

O modelo estatístico para o delineamento adotado foi :

$$Y_{ij} = m + t_i + b_j + e_{ij}$$

em que: Y_{ij} é o valor observado no tratamento i , na repetição j ;

m é a média geral;

t_i é o efeito do tratamento i ; $i = 1, 2, \dots, 11$;

b_j é o efeito da repetição j ; $j = 1, 2, 3, 4$;

e_{ij} é o erro experimental; $e_{ij} \cap \text{NID}(0, \sigma^2)$.

Contrastes não ortogonais entre tratamentos foram calculados para avaliar os efeitos do loco alc^+/alc , e também de hp^+/hp e/ou og^{c^+}/og^e , bem como para outras comparações de interesse (Quadro 2).

Modelos de regressão foram empregados para o ajuste da marcha de evolução da coloração e da perda de peso dos frutos, bem como da marcha da perda de firmeza dos frutos ao longo do tempo. No primeiro caso, o modelo ajustado foi $Y = A/(1+B \cdot R^X)$, em que X é o número de dias decorridos após a colheita (no *breaker stage*) dos frutos; Y é a evolução da coloração dos frutos (medida em notas de 1 a 5); A , B e R são parâmetros do modelo. No segundo caso, o modelo ajustado foi $Y = A \cdot X + B$, em que A (coeficiente angular do

modelo) é a percentagem diária de perda de peso; X é o número de dias após a colheita dos frutos; Y é a perda de peso, e B é o coeficiente linear do modelo. No último caso, o modelo ajustado foi $Y = A * e^{(-BX)} + C$, em que X é o número de dias após a colheita dos frutos; Y é a firmeza de frutos, expressa em $N.m^{-2}$; A, B e C são parâmetros do modelo. No primeiro e no último caso, as curvas foram calculadas com o recurso do pacote estatístico SAS (*Statistical Analysis System*), utilizando-se o procedimento NLIN, apropriado ao ajuste de modelos não lineares.

Os valores obtidos para a firmeza de frutos, ao longo do tempo decorrido após a colheita, foram ajustados ao modelo não linear indicado acima. Com base na equação ajustada, foram determinadas para cada parcela:

- (a) a firmeza inicial do fruto no estágio *breaker*;
- (b) o número de dias decorridos para que os frutos atinjam firmeza de $5,0.10^4 N.m^{-2}$;
- (c) o número de dias decorridos para que os frutos atinjam firmeza de $4,0.10^4 N.m^{-2}$.

Já as notas atribuídas para coloração dos frutos, ao longo do tempo decorrido após a colheita, foram ajustadas ao modelo não linear logístico [$Y=A/(1+B*R^X)$]. Baseando-se na equação ajustada, foram determinados para cada parcela:

- (a) valores estimados para as notas referentes à coloração no 12º dia após a colheita;
- (b) os números médios de dias necessários para os frutos atingirem notas 3,0 e 4,0 de coloração.

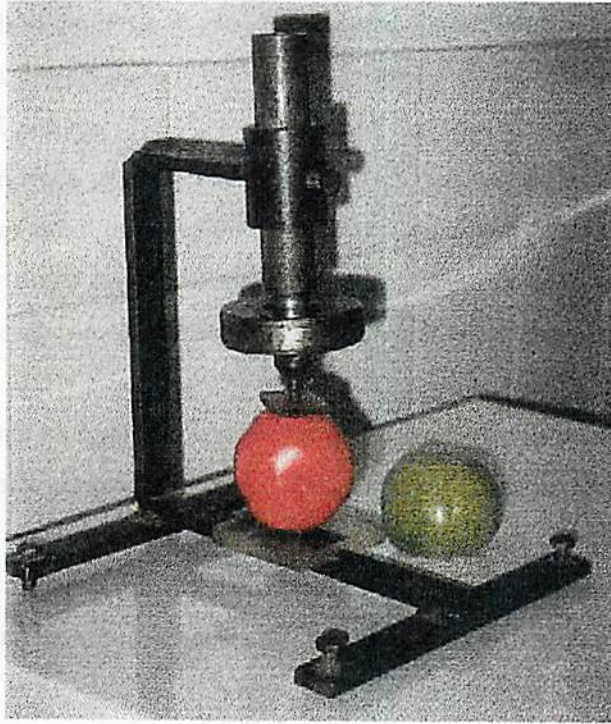


FOTO 1. Aplanador central (Calbo e Nery, 1995).

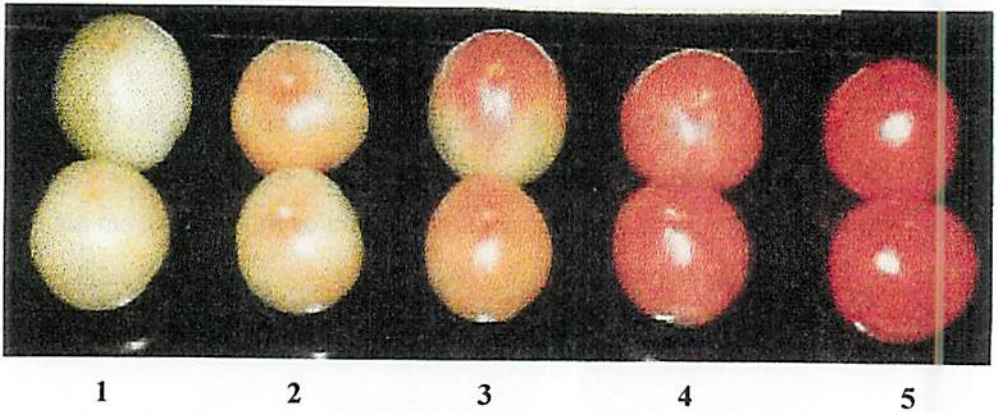


FOTO 2. Escala de notas utilizada na avaliação da evolução de coloração dos frutos de tomateiro.

QUADRO 2. Contrastes não ortogonais de interesse envolvendo os genótipos experimentais em *background* Flora-Dade x Mospomorist.

Contraste	Estimativa	Efeito mensurado
Flora-Dade vs Mospomorist	Flora-Dade – Mospomorist	Diferença entre os dois <i>backgrounds</i> genéticos parentais dos híbridos experimentais
Heterose relativa à média dos pais	$F_1(\text{Flora-Dade} \times \text{Mospomorist}) - 0,5(\text{Flora-Dade} + \text{Mospomorist})$	Heterose relativa aos <i>backgrounds</i> parentais
$alc^+/alc^+ og^{c+}/og^{c+} hp^+/hp^+ Mi/Mi^+ vs$ $alc^+/alc^+ og^{c+}/og^{c+} hp^+/hp^+ Mi^+/Mi^+$	$F_1(\text{Cometa} \times \text{Mospomorist}) - F_1(\text{Flora-Dade} \times \text{Mospomorist})$	Efeito do alelo <i>Mi</i> em heterozigose
$alc^+/alc^+ og^{c+}/og^{c+} hp^+/hp^+ vs$ $alc^+/alc^+ og^{c+}/og^{c+} hp^+/hp^+$	$F_1(\text{TOM-559} \times \text{Mospomorist}) - F_1(\text{Flora-Dade} \times \text{Mospomorist})$	Efeito do alelo <i>alc</i> em heterozigose
$alc^+/alc^+ og^{c+}/og^c hp^+/hp^+ vs$ $alc^+/alc^+ og^{c+}/og^{c+} hp^+/hp^+$	$F_1(\text{TOM-591} \times \text{Mospomorist}) - F_1(\text{TOM-559} \times \text{Mospomorist})$	Efeito do alelo <i>og^c</i> em heterozigose sobre o loco <i>alc⁺/alc</i>
$alc^+/alc^+ og^{c+}/og^{c+} hp^+/hp^+ vs$ $alc^+/alc^+ og^{c+}/og^{c+} hp^+/hp^+$	$F_1(\text{TOM-593} \times \text{Mospomorist}) - F_1(\text{TOM-559} \times \text{Mospomorist})$	Efeito do alelo <i>hp</i> em heterozigose sobre o loco <i>alc⁺/alc</i>
$alc^+/alc^+ og^{c+}/og^c hp^+/hp^+ vs$ $alc^+/alc^+ og^{c+}/og^{c+} hp^+/hp^+$	$F_1(\text{TOM-589} \times \text{Mospomorist}) - F_1(\text{TOM-559} \times \text{Mospomorist})$	Efeito dos alelos <i>og^c</i> e <i>hp</i> em heterozigose sobre o loco <i>alc⁺/alc</i>
Híbridos experimentais alc^+/alc vs Híbridos experimentais alc^+/alc^+	$\{0,25[F_1(\text{TOM-559} \times \text{Mospomorist}) + F_1(\text{TOM-591} \times \text{Mospomorist}) + F_1(\text{TOM-593} \times \text{Mospomorist}) + F_1(\text{TOM-589} \times \text{Mospomorist})] - 0,5[F_1(\text{Flora-Dade} \times \text{Mospomorist}) + (\text{Cometa} \times \text{Mospomorist})]\}$	Efeito médio do loco <i>alc⁺/alc</i> isolado e em associação ao(s) loco(s) <i>og^{c+}/og^c</i> e/ou <i>hp⁺/hp</i>

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características de produção

Os resultados da análise de variância para as características de produção com os valores dos quadrados médios e as respectivas significâncias e os coeficientes de variação estão apresentados nas tabelas 1 e 2. Os contrastes não ortogonais que compararam os tratamentos permitiram avaliar e quantificar os efeitos do loco alc^+/alc isoladamente ou associado aos locos og^{st}/og^e e/ou hp^+/hp em um mesmo *background* genético sobre os caracteres avaliados e também investigar a ocorrência de heterose em relação à média dos pais (Quadro 2).

Para todas as características avaliadas foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Os valores dos coeficientes de variação variaram de 3,33% para a característica número médio de dias da antese ao estágio breaker de maturação a 25,58% para a produção precoce em peso ($t.ha^{-1}$) (Tabelas 1 e 2).

TABELA 1. Análise de variância do ensaio de avaliação de 11 genótipos de tomateiro do tipo multilocular: produção total, produção precoce em peso ($t.ha^{-1}$) e produção precoce em porcentagem. Lavras: UFLA, 1999.

FV	GL	Quadrados Médios		
		Produção total	Produção Precoce ($t. ha^{-1}$)	Produção precoce (%)
Blocos	3	1314,257**	153,251 ^{ms}	10,041 ^{ms}
Tratamentos	10	3072,625**	308,385**	129,241**
Resíduo	30	286,882	73,213	19,012
Coefficiente de Variação (%)		10,77	25,58	20,08
Média dos tratamentos		157,21	33,44	21,71

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

TABELA 2. Análise de variância do ensaio de avaliação de 11 genótipos de tomateiro do tipo multilocular: peso médio de frutos (g), porcentagem de frutos acima de 100g e número de dias da antese até o estágio *breaker* de maturação. Lavras: UFLA, 1999.

FV	GL	Quadrados Médios		
		Peso médio dos frutos	Porcentagem de frutos acima de 100g	Número de dias da antese ao estágio <i>breaker</i>
Blocos	3	301,740**	154,235**	43,864**
Tratamentos	10	2160,091**	1778,353**	47,922**
Resíduo	30	61,761	39,541	3,375
Coefficiente de Variação (%)		6,61	8,54	3,33
Média dos tratamentos		118,87	73,60	55,01

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

4.1.1 Produção total

De maneira geral, os materiais avaliados foram bastante produtivos, alcançando, em média, 157,21 t.ha⁻¹ (Tabela 1). Os rendimentos médios dos tratamentos variaram de 100,13 t. ha⁻¹ para a linhagem Mospomorist a 197,20 t.ha⁻¹ para o híbrido comercial Carmen F₁ (Tabela 3).

O coeficiente de variação para esta característica (10,77%) esteve próximo ao valor encontrado por Freitas (1996), que foi de 12,93%, porém foi bastante inferior ao valor de 20,04% encontrado por Souza (1995).

Todos os híbridos experimentais tiveram rendimento médio acima de 150 t.ha⁻¹, sendo que os rendimentos dos híbridos F₁(TOM-593 x Mospomorist) (*alc⁺/alc og⁺/og⁺ hp⁺/hp*) com produção de 178,23 t.ha⁻¹ e F₁(Cometa x Mospomorist) (*alc⁺/alc⁺ og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺ Mi/Mi⁺*) com produção de 173,20 t.ha⁻¹ foram estatisticamente iguais aos dos híbrido Cynthia (maturação normal, 178,65 t.ha⁻¹) e Carmen F₁ (*rin⁺/rin*, 197,20 t.ha⁻¹), e tenderam a ser mais produtivos que os demais. Entre todos os híbridos avaliados, o híbrido comercial

Chronos (*rin⁺/rin*) apresentou a pior produção. A baixa produtividade da linhagem Mospomorist (100,13 t.ha⁻¹), em comparação aos demais tratamentos, se deve, principalmente, ao baixo peso médio dos frutos (73,67 gramas), uma vez que esse é um dos componentes principais da produção total.

A não-significância dos contrastes que envolvem os genótipos que possuem os alelos mutantes implica em dizer que, de maneira geral, o alelo *alc* em heterozigose, isolado ou em combinação com os alelos *hp* e *og^c* em híbridos heterozigotos, não afetam a produtividade dos híbridos entre linhagens de *background* Flora-Dade e Mospomorist. Resultado semelhante foi obtido por Souza (1995), que avaliou híbridos F₁ (*alc⁺/alc*) e comparou com os parentais (*alc⁺/alc⁺* e *alc/alc*) e concluiu que o alelo mutante *alcobaça* em homozigose ou heterozigose não prejudicou a produtividade e que alguns híbridos superaram a cultivar normal. Flori (1993) e Freitas (1996) também observaram que o loco *alc* em heterozigose não causou efeitos deletérios sobre a produção. Já Araújo (1997) relata que houve uma tendência do loco *alc* em homozigose e também em heterozigose em reduzir a produção de frutos comerciáveis (com diâmetro acima de 5cm), mas registra que as interações entre *hp* e *og^c* heterozigotos (*hp⁺/hp* e *og⁺/og^c*) podem contribuir para aumentar a produção de frutos comerciáveis em combinações envolvendo o loco *alcobaça* em heterozigose.

O valor da heterose relativa à média dos pais (34,37%) foi significativo; sendo que o híbrido F₁(Flora-Dade x Mospomorist) produziu 38,78 t.ha⁻¹ a mais que a média dos pais (Tabela 3). No entanto, é necessário que a heterose verificada seja analisada com ressalvas, pois a cultivar Flora-Dade, assim como todas as linhagens parentais femininas isogênicas a ela, possuem hábito de crescimento determinado. Esse caráter, que é controlado pelo alelo recessivo *sp* (*self pruning*) (Maluf, 1994), não se expressa nos híbridos que, assim como a linhagem parental masculina Mospomorist, são de hábito indeterminado. Portanto, é importante salientar que embora todos os tratamentos (exceto a

cultivar Flora-Dade) tenham sofrido poda e tenham sido conduzidos com cinco cachos de frutificação, a cultivar Flora-Dade não teve a mesma padronização, prejudicando as comparações. Em consequência, a heterose pode estar superestimada.

Entretanto, apesar dessas restrições, não se pode descartar a hipótese de realmente haver heterose, pois os parentais parecem ser divergentes geneticamente. Freitas (1996) encontrou valores baixos ou negativos para a heterose em relação à média dos pais para diversos híbridos multiloculares de crescimento determinado, que usaram como parentais progênies F_4 derivadas do híbrido Sunjay e a mesma linhagem TOM559 aqui utilizada, e atribuiu o fato à pequena divergência genética entre as linhagens utilizadas.

4.1.2 Produção precoce

Foram verificadas diferenças significativas entre alguns tratamentos pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$), conforme apresentado na Tabela 3.

Para a produção precoce em $t.ha^{-1}$, o valor do coeficiente de variação (25,58%) foi superior ao obtido para a produção precoce em porcentagem (20,08%). Esses valores são próximos do coeficiente de variação para a característica produção precoce de frutos comerciáveis (em $t.ha^{-1}$) que foi de 24,16% obtido por Freitas (1996).

O híbrido F_1 (Cometa \times Mospomorist) ($alc^+/alc^+ og^{c^+}/og^{c^+} hp^+/hp^+ Mi/Mi^+$) foi o que apresentou a melhor produção precoce (48,20 $t.ha^{-1}$), seguido pelos híbridos F_1 (Flora-Dade \times Mospomorist) ($alc^+/alc^+ g^{c^+}/og^{c^+} hp^+/hp^+$) e Chronos F_1 (rin^+/rin), que dele não diferiram significativamente. Para a produção precoce expressa em porcentagem, esses três híbridos também foram os que apresentaram os melhores rendimentos.

Os híbridos portadores do alelo mutante *alc*, associado ou não aos alelos mutantes *hp* e/ou *og*^c, mostraram-se propensos a uma menor produção precoce, tanto em peso quanto em porcentagem, em comparação aos híbridos isogênicos normais (*alc*⁺/*alc*⁺ *og*^{c+}/*og*^{c+} *hp*⁺/*hp*⁺), indicando um possível efeito do genótipo *alc*⁺/*alc* no sentido de retardar o início do estágio *breaker* e, portanto, prolongar a permanência dos frutos na planta, reduzindo, assim, as colheitas precoces. Em média, o híbrido *alc*⁺/*alc* *og*^{c+}/*og*^{c+} *hp*⁺/*hp*⁺ teve produção precoce 5,6 t.ha⁻¹ menor que seu isogênico normal *alc*⁺/*alc*⁺ *og*^{c+}/*og*^{c+} *hp*⁺/*hp*⁺, e muito embora essa diferença não tenha sido significativa, a tendência pode ser confirmada pela significância do contraste que compara esses dois grupos de híbridos (híbridos experimentais *alc*⁺/*alc* vs híbridos experimentais *alc*⁺/*alc*⁺) e sua estimativa: em média, os híbridos *alc*⁺/*alc* apresentaram produção precoce 13,13 ton./ha ou 8,27% inferior aos híbridos isogênicos normais (*alc*⁺/*alc*⁺).

A maior diferença observada entre os resultados fornecidos pelas duas formas de se expressar a produção precoce ocorreu para a linhagem Mospomorist, que teve uma das piores médias para a produção precoce em valores absolutos (23,02 t.ha⁻¹); porém, essa produção em valor relativo correspondeu a 23,05% do total de frutos colhidos, superando alguns tratamentos.

O contraste que fornece a estimativa da heterose relativa à média dos pais foi significativo, confirmando a ocorrência de heterose para produção precoce, conforme o que tem relatado a literatura (Maluf, Miranda e Campos, 1982.; Filgueira e Leal, 1983 e Melo e Ribeiro, 1990). A produção precoce dada em porcentagem permitiu provavelmente uma estimativa mais realista da heterose. Nesse caso, a heterose do híbrido F₁(Flora-Dade x Mospomorist) em relação à média dos pais foi significativa e de valor elevado (35,47% a mais relativamente à média dos pais); contudo, as mesmas limitações devidas ao hábito determinado do parental Flora-Dade indicadas em 4.1.1 se aplicam a esses casos.

TABELA 3. Valores médios da produção total de frutos em t.ha⁻¹, produção precoce de frutos em t.ha⁻¹ e em porcentagem, e contrastes não ortogonais de interesse de 11 genótipos de tomateiro avaliados em ensaio realizado em estufa plástica. Lavras: UFLA, 1999.

TRATAMENTOS	GENÓTIPOS	Produção total (t. ha ⁻¹) [¶]	Produção precoce	
			(t. ha ⁻¹) [¶]	(%) [¶]
Flora-Dade	Normal	125,60 D	24,700 CD	18,95 CD
Mospomorist	Normal	100,13 E	23,025 D	23,05 BC
F ₁ (Flora-Dade x Mospomorist)	Normal	151,65 BC	43,025 AB	28,45 AB
F ₁ (Cometa x Mospomorist)	Normal - <i>Mi/Mi</i> ⁺	173,20 AB	48,200 A	27,77 AB
F ₁ (TOM-559 x Mospomorist)	<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^{c+} <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺	165,13 B	37,425 ABC	22,67 BC
F ₁ (TOM-591 x Mospomorist)	<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^c <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺	167,75 B	29,525 BCD	17,57 CD
F ₁ (TOM-593 x Mospomorist)	<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^{c+} <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i>	178,23 AB	35,750 BCD	21,50 BC
F ₁ (TOM-589 x Mospomorist)	<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^c <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i>	156,10 BC	27,225 CD	17,60 CD
Cynthia F ₁	Normal	178,65 AB	22,850 D	12,85 D
Carmen F ₁	<i>rin</i> ⁺ / <i>rin</i>	197,20 A	33,250 BCD	16,95 CD
Chronos F ₁	<i>rin</i> ⁺ / <i>rin</i>	135,73 CD	42,875 AB	31,47 A
CONTRASTES DE INTERESSE		ESTIMATIVAS		
		(t. ha ⁻¹)	(t. ha ⁻¹)	(%)
Flora-Dade vs Mospomorist		25,47 *	1,67 ^{ns}	-4,10 ^{ns}
Heterose relativa à média dos pais (H _{MP})		38,78 **	19,16 **	7,45 **
Normal- <i>Mi/Mi</i> ⁺ vs Normal- <i>Mi</i> ⁺ / <i>Mi</i> ⁺		21,55 ^{ns}	5,17 ^{ns}	-0,68 ^{ns}
<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^{c+} <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺ vs <i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> ⁺ <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^{c+} <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺		13,48 ^{ns}	-5,60 ^{ns}	-5,78 ^{ns}
<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^c <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺ vs <i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^{c+} <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺		2,62 ^{ns}	-7,90 ^{ns}	-5,10 ^{ns}
<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^{c+} <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> vs <i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^{c+} <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺		13,10 ^{ns}	-1,67 ^{ns}	-1,17 ^{ns}
<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^c <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> vs <i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^{c+} <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺		-9,03 ^{ns}	-10,20 ^{ns}	-5,07 ^{ns}
Híbridos experimentais <i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> vs Híbridos experimentais <i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> ⁺		4,37 ^{ns}	-13,13 **	-8,28 **

[¶] Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ($\alpha=0,05$).

**, * Significativo ao nível de 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F.

4.1.3 Peso médio de fruto

As médias do peso médio de frutos para os 11 tratamentos avaliados encontram-se na Tabela 4. O coeficiente de variação para esta característica foi de 6,61% demonstrando boa precisão experimental. Valores do CV(%) para esta característica encontrados na literatura variam de 5,8% (Freitas, 1996) a 17,28% (Resende, 1995).

Foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste de Duncan ($\alpha=0,05$), sendo que os maiores valores para peso médio de frutos foram alcançados pelo híbrido comercial Cynthia F₁ e pela cultivar Flora-Dade, os quais não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram frutos com peso médio de 159,6 g e 150,3 g, respectivamente. Freitas (1996), também em condições de cultivo sob estufa plástica, obteve frutos da cultivar Flora-Dade com peso médio próximo ao alcançado neste experimento (168,97 g), sendo que essa pequena diferença pode ser devida à menor densidade de plantio que adotou. Souza (1995), em cultivo protegido, obteve frutos de Flora-Dade com peso médio acentuadamente superior (194,0 g). Em contrapartida, os frutos da linhagem Mospomorist no presente experimento apresentaram o menor peso médio (73,67 g). O híbrido Carmen F₁ (*rin⁺/rin*), que atualmente é considerado o padrão comercial de tomate tipo salada, produziu frutos que pesaram 136,9 g, em média, situando-se numa faixa intermediária de peso.

Os híbridos experimentais não apresentaram diferenças significativas entre si em relação ao peso médio de frutos, sendo que os valores para essa característica variaram de 106,4 g para o híbrido F₁(TOM-589 x Mospomorist) (*alc⁺/alc og^{ct}/og^f hp⁺/hp*) a 116,4 g para o híbrido F₁(TOM-593 x Mospomorist) (*alc⁺/alc og^{ct}/og^{ct} hp⁺/hp*). Pelos resultados, pode-se concluir que o alelo mutante *alc* em heterozigose (*alc⁺/alc*) e os locos *og^{ct}/og^f* e/ou *hp⁺/hp* em híbridos heterozigotos *alcobaça* não afetam o peso médio dos frutos. Já Araújo

(1997) relata que o caráter peso médio de frutos comerciáveis foi bastante afetado por combinações genótípicas específicas entre os locos *alc*, *hp* e *og^f*, revelando efeitos epistáticos bastante elevados quando se associam esses três locos; essa mesma autora constatou que o loco alcobaça em homozigose (*alc/alc*) e em heterozigose (*alc⁺/alc*) influenciou negativamente o peso médio dos frutos, contrariamente ao que foi detectado no presente trabalho, bem como nos de Leal e Mizubuti (1975), Mutscheler (1992); Souza (1995) e Freitas (1996). Araújo (1997) relatou também que houve efeito negativo do loco *hp* em homozigose em genótipos heterozigotos para o loco alcobaça (*alc⁺/alc*); porém, em heterozigose, *hp* não afetou o peso médio dos frutos.

O valor da heterose foi negativo e de pequena magnitude (-3,11%), concordando com os resultados obtidos por Freitas (1996), que encontrou valores de heterose baixos ou negativos para essa característica, não oscilando muito em relação à média dos pais, indicando ação gênica basicamente aditiva no controle do caráter. A ausência de dominância para peso médio de fruto também foi relatada por Maluf, Miranda e Campos (1982).

4.1.4 Porcentagem de frutos com peso acima de 100 gramas

A porcentagem de frutos com peso acima de 100 gramas estima a proporção da produção total que é possível de ser comercializada. As médias para essa característica são apresentadas na Tabela 4.

Comparando-se os dados das Tabelas 4, percebe-se certa correlação positiva entre a porcentagem de frutos com peso acima de 100 g e o peso médio dos frutos. Destacaram-se favoravelmente os híbridos comerciais Cynthia F₁ (normal) e Carmen F₁ (*rin⁺/rin*) e a cultivar Flora-Dade. Os híbridos experimentais ficaram numa posição intermediária, variando de 67,25% para o híbrido F₁(TOM-589 x Mospomorist) (*alc⁺/alc og^{ct}/og^f hp⁺/hp*) a 79,90% para

o híbrido F₁(TOM-593 x Mospomorist) (*alc⁺/alc og^{ct+}/og^{ct+} hp⁺/hp*), sendo que o primeiro apresentou uma leve tendência em reduzir a porcentagem de frutos com peso acima de 100 g, assim como o peso médio dos frutos. A linhagem Mospomorist destacou-se como o tratamento com menor porcentagem de frutos acima de 100 gramas.

A divergência dos parentais para este caráter foi marcante e, provavelmente, foi a responsável pela heterose verificada (36,15%), de maneira que o híbrido F₁(Flora-Dade x Mospomorist) produziu 18,85% a mais de frutos pesando acima de 100 g do que a média dos parentais, conforme registrou a estimativa do contraste. Isso indica que os genes que controlam essa característica apresentam algum grau de dominância no sentido de maiores porcentagens.

4.1.5 Número de dias da antese até o estágio *breaker* de maturação

Os valores médios do número de dias da antese até o estágio *breaker* de maturação estão na Tabela 4. Foram observadas diferenças significativas no comportamento dos tratamentos, as quais foram detectadas pelo teste de Duncan ($\alpha=0,05$).

Os frutos da cultivar Flora-Dade foram os que permaneceram na planta o maior número médio de dias (da antese ao estágio *breaker* de maturação) até a colheita (61,0 dias), seguido pelos híbridos Cynthia F₁ (60,4 dias) e Carmen F₁ (58,0 dias). Os frutos da linhagem Mospomorist foram os que apresentaram a menor média (49,7 dias), de maneira que a amplitude entre os dois extremos foi de 11,3 dias.

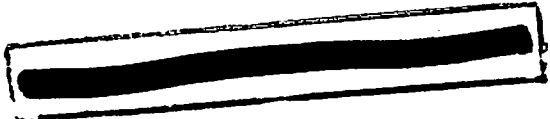
A comparação entre os dados de peso médio dos frutos e do número de dias da antese até o estágio *breaker* de maturação (Tabela 4) sugere que essas duas características estão positivamente correlacionadas, dando a entender que, sob

TABELA 4. Valores médios do peso médio de frutos (em gramas), porcentagem de frutos com peso acima de 100 gramas, número de dias da antese ao estágio *breaker* de maturação e contrastes não ortogonais de interesse de 11 genótipos de tomateiro avaliados em ensaio realizado em estufa plástica. Lavras: UFLA, 1999.

TRATAMENTOS	GENÓTIPOS	Peso médio de	Porcentagem de	Número médio de dias
		frutos (g. fruto ⁻¹) [¶]	frutos acima de 100g [¶]	da antese ao estágio <i>breaker</i> de maturação [¶]
Flora-Dade	Normal	150,3 A	89,10 A	61,0 A
Mospomorist	Normal	73,6 D	15,20 D	49,7 D
F ₁ (Flora-Dade x Mospomorist)	Normal	108,5 C	71,00 BC	52,0 C
F ₁ (Cometa x Mospomorist)	Normal - <i>Mi/Mi</i> ⁺	113,9 C	76,15 BC	53,2 C
F ₁ (TOM-559 x Mospomorist)	<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^{c+} <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺	110,4 C	74,47 BC	54,0 C
F ₁ (TOM-591 x Mospomorist)	<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^c <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺	114,6 C	76,40 BC	53,7 C
F ₁ (TOM-593 x Mospomorist)	<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^{c+} <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i>	116,4 C	79,90 B	53,8 C
F ₁ (TOM-589 x Mospomorist)	<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^c <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i>	106,4 C	67,25 C	54,1 C
Cynthia F ₁	Normal	159,6 A	94,35 A	60,4 AB
Carmen F ₁	<i>rin</i> ⁺ / <i>rin</i>	136,9 B	89,60 A	58,0 B
Chronos F ₁	<i>rin</i> ⁺ / <i>rin</i>	116,7 C	76,17 BC	55,0 C
CONTRASTES DE INTERESSE		ESTIMATIVAS		
		(g. fruto ⁻¹)	(%)	(dias)
Flora-Dade vs Mospomorist		76,7 **	73,90 **	11,3 **
Heterose relativa à média dos pais (H _{MP})		-3,5 ^{ns}	18,85 **	-3,4 **
Normal- <i>Mi/Mi</i> ⁺ vs Normal- <i>Mi</i> ⁺ / <i>Mi</i> ⁺		5,4 ^{ns}	5,15 ^{ns}	1,2 ^{ns}
<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^{c+} <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺ vs <i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> ⁺ <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^{c+} <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺		1,9 ^{ns}	3,47 ^{ns}	2,0 ^{ns}
<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^c <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺ vs <i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^{c+} <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺		4,2 ^{ns}	1,93 ^{ns}	-0,3 ^{ns}
<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^{c+} <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> vs <i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^{c+} <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺		6,0 ^{ns}	5,43 ^{ns}	-0,2 ^{ns}
<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^c <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> vs <i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ^{c+} / <i>og</i> ^{c+} <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺		-4,0 ^{ns}	-7,22 ^{ns}	0,1 ^{ns}
Híbridos experimentais <i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> vs Híbridos experimentais <i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> ⁺		0,8 ^{ns}	0,93 ^{ns}	1,3 ^{ns}

[¶] Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ($\alpha=0,05$).

** , * Significativo ao nível de 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F.



as mesmas condições, os frutos maiores permanecem mais tempo na planta até atingirem o estágio *breaker* de maturação, sendo que o inverso ocorre para os frutos de menor peso médio. O significado dessa correlação sob o ponto de vista genético não pode, no entanto, ser estabelecido no presente experimento.

Entre os híbridos experimentais portadores dos alelos mutantes, não foram verificadas diferenças significativas para esse caráter, uma vez que a variação máxima que ocorreu entre estes genótipos foi de apenas 0,4 dia, da mesma forma que não houve diferenças significativas para o peso médio; entretanto, em comparação com o genótipo isogênico de maturação normal, o híbrido *alc⁺/alc* apresentou frutos que permaneceram cerca de 2 dias, em média, a mais na planta até a colheita (Tabela 4). Embora não significativa, essa diferença pode refletir um atraso no início da coloração atribuído à constituição genotípica *alc⁺/alc*.

Assim como ocorreu para o peso médio dos frutos, a heterose foi também negativa (-6,05%) para o número de dias da antese ao estágio *breaker* de maturação, sugerindo uma possível ação gênica parcialmente dominante no sentido de reduzi-lo.

A não-significância dos contrastes que envolvem os híbridos experimentais permite dizer que tanto o alelo mutante *alc* em heterozigose, quanto os alelos *hp* e/ou *og^f*, também em heterozigose em genótipo *alc⁺/alc*, não afetam significativamente o número de dias da antese ao estágio *breaker* dos frutos, quando comparados com o genótipo normal. Igualmente, o alelo *Mi* também não influenciou essa característica.

4.2 Características de qualidade de frutos

Os resumos da análise de variância para as características diâmetro relativo da cicatriz peduncular, formato de fruto e perda de peso com os

valores dos quadrados médios e as respectivas significâncias e os coeficientes de variação estão apresentados na Tabela 5. As Tabelas 6 e 7 apresentam os resumos das análises de variância para a firmeza dos frutos e coloração dos frutos, respectivamente.

TABELA 5. Análises de variância do ensaio de avaliação dos frutos de 11 genótipos de tomateiro do tipo multilocular: tamanho relativo da cicatriz peduncular, relação comprimento/largura (formato) e perda de peso (%) dos frutos. Lavras: UFLA, 1999.

FV	GL	Quadrados Médios		
		Tamanho relativo da cicatriz peduncular	Formato do fruto	Perda de peso dos frutos (%)
Blocos	3	0,00018 ^{ns}	0,00000 ^{ns}	0,001473 ^{ns}
Tratamentos	10	0,00468**	0,00183**	0,001547 ^{ns}
Resíduo	30	0,00007	0,00035	0,001404
Coefficiente de Variação (%)		4,02	2,38	15,73
Média dos tratamentos		0,20743	0,78777	0,238059

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

TABELA 6. Análises de variância do ensaio de avaliação dos frutos de 11 genótipos de tomateiro do tipo multilocular: firmeza do dia zero, número de dias para atingir firmeza 5,0 N.m⁻² e número de dias para atingir firmeza 4,0 N.m⁻². Lavras: UFLA, 1999.

FV	GL	Quadrados Médios		
		Firmeza (dia zero)	Número de dias para atingir firmeza =5,0 N.m ⁻²	Número de dias para atingir firmeza =4,0 N.m ⁻²
Blocos	3	1,1481*	2,3584 ^{ns}	1,6948 ^{ns}
Tratamentos	10	1,3071**	12,1240**	37,2744**
Resíduo	30	0,3641	1,4577	2,7522
Coefficiente de Variação (%)		7,67	18,84	15,56
Média dos tratamentos		7,85	6,41	10,66

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

4.2.1 Tamanho relativo da cicatriz peduncular

Os valores médios do tamanho relativo da cicatriz peduncular dos frutos dos 11 tratamentos avaliados encontram-se na Tabela 8. Altos valores para esta característica são considerados indesejáveis.

Houve diferenças significativas entre os tratamentos, que foram acusadas pelo teste de Duncan ($\alpha=0,05$). O coeficiente de variação para essa característica foi baixo (4,02%) e muito próximo ao valor obtido por Freitas (1996), que foi de 5,67%, indicando boa precisão experimental.

Dos tratamentos avaliados, o híbrido comercial Cynthia F₁ apresentou o maior valor médio para o tamanho relativo da cicatriz peduncular (0,2787), seguido pela cultivar Flora-Dade, que alcançou o valor de 0,2567, valores esses considerados indesejáveis.

Todos os híbridos experimentais que possuem os alelos mutantes *alc*, *hp* e *og^f* nos seus genótipos não diferiram significativamente entre si e em relação à testemunha isogênica F₁(Flora-Dade x Mospomorist) de genótipo normal, indicando que, nesse caso, o tamanho da cicatriz não foi influenciado pelo alelos mutantes em questão. Todavia, é importante ressaltar que enquanto os trabalhos encontrados na literatura para comparar o tamanho da cicatriz peduncular utilizaram medidas absolutas, neste trabalho utilizaram-se medidas relativas, pois os frutos amostrados, por mais uniformes que pareçam, possuem diferenças nos seus tamanhos. Resultados obtidos por Freitas (1996) registraram efeitos pleiotrópicos do alelo *alc* em heterozigose em promover a redução no tamanho da cicatriz peduncular dos frutos. Freitas *et al.* (1998), estudando os parentais (*alc/alc*), (*alc⁺/alc⁺*) e o híbrido F₁ (*alc⁺/alc*), verificaram uma ação gênica de dominância parcial ou de baixo grau, do alelo *alc*, no sentido de reduzir o tamanho de cicatriz peduncular dos frutos de tomateiro. Araújo (1997) relacionou a menor perda de água em pós-colheita e a maior vida de prateleira

dos frutos alcobaça heterozigotos e homozigotos à redução do tamanho da cicatriz peduncular. A hipótese de um possível efeito de *background* genético precisa ser considerada ao se compararem experimentos de diferentes autores.

Os frutos dos híbridos comerciais heterozigotos para o loco *rin* (Carmen F₁ e Chronos F₁), juntamente com os frutos da linhagem parental masculina dos híbridos experimentais (Mospomorist), tiveram os menores valores médios de tamanho relativo da cicatriz peduncular. Entretanto, não é possível fazer qualquer inferência sobre o comportamento do alelo *rin* no que tange à redução do tamanho da cicatriz peduncular, pois, como já foi comentado, os *backgrounds* genéticos desses dois híbridos não são iguais ao dos híbridos experimentais *alc*⁺/*alc* estudados.

A heterose para tamanho da cicatriz peduncular pôde ser percebida pela significância do contraste correspondente à heterose em relação à média dos pais, a qual foi no sentido de reduzir o tamanho da cicatriz peduncular, o que é altamente desejável, apesar do seu valor ter sido baixo (-5,44%). Valores de heterose em relação à média dos pais para o tamanho de cicatriz obtido por Freitas (1996) variaram de -8,1% a -20,3%.

4.2.2 Formato do fruto

A razão entre o comprimento e a largura do fruto determina o seu formato, que pode ser um referencial para distinguir diferentes cultivares de tomate (Chitarra e Chitarra, 1990). Na Tabela 8 observam-se diferenças significativas entre os tratamentos, detectadas pelo teste de Duncan ($\alpha=0,05$). O coeficiente de variação para essa característica foi baixo (2,39%), sendo que Freitas (1996) obteve valor ainda menor (1,57%).

Todos os tratamentos apresentaram valores médios menores que a unidade; portanto, possuem formato achatado característico dos frutos de tomate do tipo salada.

Os maiores valores para essa característica foram alcançados pelo híbrido comercial Cynthia F₁ (0,8242), seguido pela cultivar Flora-Dade (0,8027) e pelos híbridos experimentais F₁(TOM-591 x Mospomorist) (*alc*⁺/*alc* *og*⁺/*og*^c *hp*⁺/*hp*⁺), F₁(TOM-589 x Mospomorist) (*alc*⁺/*alc* *og*⁺/*og*^c *hp*⁺/*hp*) e F₁(TOM-593 x Mospomorist) (*alc*⁺/*alc* *og*⁺/*og*⁺ *hp*⁺/*hp*), que apresentaram os valores 0,8017 , 0,8000 e 0,7964 , respectivamente, demonstrando uma tendência para frutos mais arredondados.

Os híbridos experimentais *alc*⁺/*alc* não apresentaram diferenças significativas em relação às linhagens parentais Flora-Dade e Mospomorist e ao híbrido testemunha normal F₁(Flora-Dade x Mospomorist) (*alc*⁺/*alc*⁺ *og*⁺/*og*⁺ *hp*⁺/*hp*⁺).

Os híbridos comerciais *rin*⁺/*rin* (Chronos F₁ e Carmen F₁) foram os materiais que apresentaram os menores valores médios para o caráter em questão, ou seja, seus frutos tenderam ao formato mais achatado.

É importante observar que os híbridos que possuem os alelos *hp* e/ou *og*^c, juntos com o alelo *alc* em heterozigose nos seus genótipos, mostraram formato menos achatado que a testemunha normal, conforme acusa o contraste (híbridos experimentais *alc*⁺/*alc* vs híbridos normais *alc*⁺/*alc*⁺). Esse resultado concorda com os divulgados por Araújo (1997), que verificou que a relação comprimento/largura de frutos 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 intraloco (aditividade e dominância) e interlocos (epistasia) que ocorrem entre os locos *alc*, *og*^c e *hp* sobre o formato dos frutos. A autora verificou uma tendência do loco *og*^c em homozigose (*og*^c/*og*^c) ou heterozigose (*og*⁺/*og*^c) em associação com o loco *hp*

TABELA 8. Valores médios do tamanho relativo da cicatriz peduncular, relação comprimento/largura (formato do fruto), porcentagem de perda de peso dos frutos e contrastes não ortogonais de interesse de II genótipos de tomateiro avaliados em ensaio realizado em estufa plástica. Lavras: UFLA, 1999.

TRATAMENTOS	GENÓTIPOS	Tamanho relativo da cicatriz peduncular ^{VI}	Relação comprimento/largura ^{VI} (formato do fruto)	Porcentagem de perda de peso ^{VI}
Flora-Dade	Normal	0,2567 B	0,8027 AB	0,2249 A
Mospomoristi	Normal	0,1662 D	0,7875 BC	0,2722 A
F ₁ (Flora-Dade x Mospomoristi)	Normal	0,2000 C	0,7820 BC	0,2455 A
F ₁ (Cometa x Mospomoristi)	Normal - <i>Mi/Mi</i> ⁺	0,2097 C	0,7687 CD	0,2553 A
F ₁ (TOM-559 x Mospomoristi)	<i>alc⁺/alc⁺</i>	0,2082 C	0,7902 BC	0,2195 A
F ₁ (TOM-591 x Mospomoristi)	<i>alc⁺/alc⁺</i> <i>og⁺/og⁺</i>	0,2095 C	0,8017 AB	0,2221 A
F ₁ (TOM-593 x Mospomoristi)	<i>alc⁺/alc⁺</i> <i>og⁺/og⁺</i> <i>hp⁺/hp⁺</i>	0,2067 C	0,7965 ABC	0,2180 A
F ₁ (TOM-589 x Mospomoristi)	<i>alc⁺/alc⁺</i> <i>og⁺/og⁺</i> <i>hp⁺/hp⁺</i>	0,1990 C	0,8000 AB	0,2255 A
Cynthia F ₁	Normal	0,2787 A	0,8242 A	0,2674 A
Carmen F ₁	<i>rin⁺/rin⁺</i>	0,1772 D	0,7687 CD	0,2418 A
Chronos F ₁	<i>rin⁺/rin⁺</i>	0,1695 D	0,7447 D	0,2261 A

CONTRASTES DE INTERESSE

Flora-Dade vs Mospomoristi	0,0905 **	0,0170	0,0905 **
Heterose relativa à média dos pais (H _{MP})	-0,0115 *	-0,0122	-0,0030
Normal- <i>Mi/Mi</i> ⁺ vs Normal- <i>Mi/Mi</i> ⁺	0,0097	-0,0133	0,0098
<i>alc⁺/alc⁺</i> <i>og⁺/og⁺</i> <i>hp⁺/hp⁺</i> vs <i>alc⁺/alc⁺</i> <i>og⁺/og⁺</i> <i>hp⁺/hp⁺</i>	0,0082	0,0082	-0,0261
<i>alc⁺/alc⁺</i> <i>og⁺/og⁺</i> <i>hp⁺/hp⁺</i> vs <i>alc⁺/alc⁺</i> <i>og⁺/og⁺</i> <i>hp⁺/hp⁺</i>	0,0013	0,0115	0,0026
<i>alc⁺/alc⁺</i> <i>og⁺/og⁺</i> <i>hp⁺/hp⁺</i> vs <i>alc⁺/alc⁺</i> <i>og⁺/og⁺</i> <i>hp⁺/hp⁺</i>	-0,0015	0,0063	-0,0015
<i>alc⁺/alc⁺</i> <i>og⁺/og⁺</i> <i>hp⁺/hp⁺</i> vs <i>alc⁺/alc⁺</i> <i>og⁺/og⁺</i> <i>hp⁺/hp⁺</i>	-0,0092	0,0098	0,0061
Híbridos experimentais <i>alc⁺/alc⁺</i> vs Híbridos experimentais <i>alc⁺/alc⁺</i>	0,0010	0,0218 *	-0,0291

^{VI} Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ($\alpha=0,05$). ** , * Significativo ao nível de 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F.

em heterozigose (hp^+/hp) em aumentar a relação comprimento/largura, tomando os frutos mais arredondados nos genótipos alc^+/alc .

Não foi detectada a ocorrência de heterose para a relação comprimento/largura de frutos. Freitas (1996) também verificou baixo valor de heterose para essa característica, sugerindo ação gênica predominantemente aditiva para o caráter.

4.2.3 Perda de peso

Os valores médios da porcentagem de perda de peso dos frutos dos 11 genótipos avaliados encontram-se na Tabela 8. O coeficiente de variação para esta característica (15,73 %) indicou boa precisão experimental.

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos com relação às taxas de porcentagem de perda de peso, indicando que possíveis diferenças entre os tratamentos quanto à conservação pós-colheita não estão relacionadas a essa variável.

Em contrapartida, Freitas (1986) e Araújo (1997) relatam um possível efeito pleitrópico do loco alc^+/alc , no sentido de reduzir a perda de peso dos frutos. Freitas (1996) associou a menor perda de peso verificada em frutos heterozigotos para o loco *alcobaça* a uma melhor conservação em pós-colheita, uma vez que essa característica está relacionada com a depreciação dos frutos (Leal, 1973). Relatou também que, este efeito do loco alc^+/alc é variável em função do *background* genético.

Araújo (1997) verificou que o efeito do loco *alcobaça* em heterozigose (alc^+/alc) em reduzir a perda de peso dos frutos, relativamente aos genótipos normais (alc^+/alc^+), depende da constituição genotípica nos locos og^c e hp , quando estão associados.

4.2.4 Firmeza

Os valores médios de firmeza no estágio *breaker* de maturação (dia da colheita) e os valores correspondentes ao número médio de dias para os frutos atingirem as firmezas de $5,0 \cdot 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ e $4,0 \cdot 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ estão na Tabela 9.

Os coeficientes de variação para esta característica foram 7,67% (para firmeza no estágio *breaker*), 18,84% (para número de dias para atingir firmeza de $5,0 \cdot 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$) e 15,56% (para número de dias para atingir firmeza de $4,0 \cdot 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$).

No dia da colheita (estádio *breaker*), os frutos sofreram a primeira avaliação quanto a firmeza e os resultados mostraram que os genótipos se comportaram de maneira diferenciada. Verificou-se que os híbridos experimentais que carregam os alelos mutantes *alc*, *hp* e *og^c* apresentaram os maiores valores para a firmeza inicial, variando de $8,0218 \cdot 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ a $8,6128 \cdot 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$; porém, não foram detectadas diferenças significativas em relação ao híbrido Carmen F₁ (*rin⁺/rin*) ($8,5835 \cdot 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$) que, atualmente, é considerado referência de tomate tipo salada longa-vida no mercado. A cultivar Flora-Dade, que é considerada de firmeza aceitável, apresentou a média mais baixa ($6,8153 \cdot 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$).

O contraste referente à heterose foi significativo, e sua estimativa acusou que o híbrido F₁(Flora-Dade x Mospomorist) apresentou firmeza inicial $0,97 \cdot 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ superior à média dos parentais no estágio *breaker* de maturação, o que corresponde a uma heterose de 13,77%, no sentido de aumentar a firmeza dos frutos. Isso indica a existência de algum grau de dominância para os genes que controlam o caráter num *background* normal (*alc⁺/alc⁺ og^{c+}/og^{c+} hp⁺/hp⁺*).

A partir da primeira avaliação (dia zero), a firmeza decresceu à medida em que os frutos amadureceram. Analisando a Tabela 9, observam-se diferenças significativas entre os materiais avaliados.

Os híbridos F₁(TOM-559 x Mospomorist) (*alc⁺/alc og^{ct+}/og^{ct+} hp⁺/hp⁺*) e F₁(TOM-593 x Mospomorist) (*alc⁺/alc og^{ct+}/og^{ct+} hp⁺/hp*) produziram frutos que levaram, em média, 7,9 dias e 7,3 dias, respectivamente, para atingirem a firmeza de 5,0.10⁴ N.m⁻² após o estágio breaker de maturação. O primeiro não diferiu em relação aos híbridos comerciais *rin⁺/rin* (Carmen F₁ e Chronos F₁), e o segundo não diferiu do híbrido Chronos F₁, e ambos foram estatisticamente superiores ao híbrido testemunha normal F₁(Flora-Dade x Mospomorist) (*alc⁺/alc⁺ og^{ct+}/og^{ct+} hp⁺/hp⁺*). A vantagem de 2,7 dias e 2,1 dias que esses dois híbridos tiveram em comparação ao híbrido normal é bastante significativa do ponto de vista de conservação em pós colheita, e caracteriza os chamados tomates longa-vida.

A diferença no número médio de dias para atingir a firmeza de 5,0.10⁴ N.m⁻² a favor dos híbridos F₁(TOM-591 x Mospomorist) (*alc⁺/alc og^{ct+}/og^{ct+} hp⁺/hp⁺*) e F₁(TOM-589 x Mospomorist) (*alc⁺/alc og^{ct+}/og^{ct+} hp⁺/hp*), em relação ao híbrido testemunha F₁(Flora-Dade x Mospomorist) (*alc⁺/alc⁺ og^{ct+}/og^{ct+} hp⁺/hp⁺*), foi de 1,9 dia e 1,7 dia, respectivamente

Com relação ao número de dias para atingir a firmeza 4,0.10⁴ N.m⁻², os híbridos Carmen F₁ e Chronos F₁ (*rin⁺/rin*) se destacaram, pois demoraram, em média, 16,2 dias e 15,2 dias, respectivamente. Diferenças significativas detectadas pelo teste de Duncan ($\alpha=0,05$) indicaram que os híbridos experimentais portadores dos alelos mutantes *alc*, *hp* e *og^{ct+}* superaram a testemunha normal F₁(Flora-Dade x Mospomorist) (*alc⁺/alc⁺ og^{ct+}/og^{ct+} hp⁺/hp⁺*), a qual levou 8,3 dias para atingir a firmeza 4,0.10⁴ N.m⁻². Todavia, tais híbridos experimentais não diferiram entre si, sendo que suas vantagens sobre a testemunha normal foram de 3,1 dias para o híbrido F₁(TOM-591 x Mospomorist) (*alc⁺/alc og^{ct+}/og^{ct+} hp⁺/hp⁺*), 3,2 dias para o híbrido F₁(TOM-589 x Mospomorist) (*alc⁺/alc og^{ct+}/og^{ct+} hp⁺/hp*), 3,6 dias para o híbrido F₁(TOM-593 x Mospomorist)

($alc^+/alc\ g^{c^+}/og^{c^+}\ hp^+/hp^+$) e 4,2 dias para o híbrido F_1 (TOM-559 x Mospomorist) ($alc^+/alc\ g^{c^+}/og^{c^+}\ hp^+/hp^+$).

Os híbridos rin^+/rin (Carmen F_1 e Chronos F_1) registraram vantagem significativa em relação aos híbridos alc^+/alc , pois seus frutos levaram maior número de dias para atingirem as firmezas de $5,0.10^4\ N.m^{-2}$ e $4,0.10^4\ N.m^{-2}$. Entretanto, um provável efeito do *background* não permite conclusões a respeito de qual dos mutantes teria um efeito mais pronunciado sobre essa característica.

A significância dos contrastes ($alc^+/alc\ og^{c^+}/og^{c^+}\ hp^+/hp^+$ vs $alc^+/alc^+\ og^{c^+}/og^{c^+}\ hp^+/hp^+$) ratifica a superioridade do genótipo alc^+/alc em retardar a perda de firmeza dos frutos armazenados e, nesse caso, as suas estimativas revelam que a vantagem foi de 2,7 dias e 4,2 dias, em média, para atingir as firmezas de $5,0.10^4\ N.m^{-2}$ e $4,0.10^4\ N.m^{-2}$, respectivamente, em relação ao genótipo normal alc^+/alc^+ .

Os contrastes (híbridos experimentais alc^+/alc vs híbridos experimentais alc^+/alc^+) também foram significativos, confirmando novamente o efeito favorável do loco alcobaça em heterozigose, isoladamente ou em conjunto com os locos hp e/ou og^c , também em heterozigose, em atenuar a perda de firmeza dos frutos, sendo que os quatro híbridos heterozigotos para o loco alc demoraram, em média, 2,3 dias e 3,7 dias a mais que os híbridos experimentais normais para atingirem a firmeza de $5,0.10^4\ N.m^{-2}$ e $4,0.10^4\ N.m^{-2}$, respectivamente. Por outro lado, como os quatro híbridos alc^+/alc não diferiram significativamente entre si, conclui-se que os locos og^{c^+}/og^c e/ou hp^+/hp não interferem na firmeza de híbridos heterozigotos para o loco *alcobaça*.

TABELA 9. Valores médios da firmeza dos frutos na colheita (no estágio *breaker* - dia zero) e do número de dias para os frutos atingirem firmeza de $5,0 \cdot 10^4 \text{ N.m}^{-2}$ e $4,0 \cdot 10^4 \text{ N.m}^{-2}$, de 11 genótipos de tomateiro. Lavras: UFLA, 1999.

TRATAMENTOS	GENÓTIPOS	Firmeza inicial -dia 0- ($\times 10^4 \text{ N.m}^{-2}$) ^v	Número médio de dias para atingir firmeza ($5,0 \cdot 10^4 \text{ N.m}^{-2}$) ^v	Número médio de dias para atingir firmeza ($4,0 \cdot 10^4 \text{ N.m}^{-2}$) ^v
Flora-Dade	Normal	6,8153 D	4,7 EF	8,2 DE
Mospomontist	Normal	7,2808 CD	3,4 F	6,1 DE
F ₁ (Flora-Dade x Mospomontist)	Normal	8,0185 ABC	5,2 DEF	8,3 DE
F ₁ (Cometa x Mospomontist)	Normal - <i>Mi/Mi</i> ⁺	7,5860 BCD	4,8 EF	8,0 DE
F ₁ (TOM-559 x Mospomontist)	<i>alc⁺alc⁺ og⁺log⁺ hp⁺hp⁺</i>	8,4555 AB	7,9 AB	12,5 B
F ₁ (TOM-591 x Mospomontist)	<i>alc⁺alc⁺ og⁺log⁺ hp⁺hp⁺</i>	8,6128 A	7,1 BCD	11,4 BC
F ₁ (TOM-593 x Mospomontist)	<i>alc⁺alc⁺ og⁺log⁺ hp⁺hp⁺</i>	8,0218 ABC	7,3 BC	11,9 BC
F ₁ (TOM-589 x Mospomontist)	<i>alc⁺alc⁺ og⁺log⁺ hp⁺hp⁺</i>	8,0345 ABC	6,9 BCD	11,5 BC
Cynthia F ₁	Normal	7,4825 BCD	5,9 CDE	9,3 CD
Carmen F ₁	<i>rin⁺rin⁺</i>	8,5835 A	9,2 A	16,2 A
Chronos F ₁	<i>rin⁺rin⁺</i>	7,5488 BCD	7,9 AB	15,2 A

CONTRASTES DE INTERESSE		($\times 10^4 \text{ N.m}^{-2}$)	(dias)
Flora-Dade vs Mospomontist		-0,4655 ^{ns}	1,3 ^{ns}
Heterose relativa à média dos pais (H_{hp})		0,9705 *	1,2 ^{ns}
Normal- <i>Mi/Mi</i> ⁺ vs Normal- <i>Mi/Mi</i> ⁺		-0,4325 ^{ns}	-0,4 ^{ns}
<i>alc⁺alc⁺ og⁺log⁺ hp⁺hp⁺</i> vs <i>alc⁺alc⁺ og⁺log⁺ hp⁺hp⁺</i>		0,4370 ^{ns}	2,7 **
<i>alc⁺alc⁺ og⁺log⁺ hp⁺hp⁺</i> vs <i>alc⁺alc⁺ og⁺log⁺ hp⁺hp⁺</i>		0,1573 ^{ns}	-0,8 ^{ns}
<i>alc⁺alc⁺ og⁺log⁺ hp⁺hp⁺</i> vs <i>alc⁺alc⁺ og⁺log⁺ hp⁺hp⁺</i>		-0,4337 ^{ns}	-0,6 ^{ns}
<i>alc⁺alc⁺ og⁺log⁺ hp⁺hp⁺</i> vs <i>alc⁺alc⁺ og⁺log⁺ hp⁺hp⁺</i>		-0,4210 ^{ns}	-1,0 ^{ns}
Híbridos experimentais <i>alc⁺alc⁺</i> vs Híbr. exp. <i>alc⁺alc⁺</i>		0,4789 ^{ns}	2,3 **

^v Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ($\alpha=0,05$).
 **, * Significativo ao nível de 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F.

4.2.5 Coloração

Os valores médios de notas para coloração no 12^o dia de armazenamento e os valores correspondentes ao número médio de dias para atingir as notas 3,0 e 4,0 de coloração estão na Tabela 10.

No 12^o dia de armazenamento, os tratamentos apresentaram diferenças significativas, detectadas pelo teste de Duncan ($\alpha=0,05$), com relação à nota de coloração dos frutos (Tabela 10), sendo que as maiores médias foram alcançadas pelos tratamentos não portadores de alelos mutantes, que se tomaram avermelhados mais rapidamente.

O híbrido F₁(TOM-589 x Mospomorist) (*alc⁺/alc og^{ct}/og^c hp⁺/hp*) não diferiu significativamente dos híbridos comerciais *rin⁺/rin* (Chronos F₁ e Carmen F₁) em relação à nota de coloração no 12^o dia após a colheita, e também no número de dias para atingir as notas 3,0 e 4,0. Os demais híbridos *alc⁺/alc* também não diferiram significativamente do híbrido Carmen F₁ em relação a essas características.

Os frutos da cultivar Flora-Dade levaram, em média, 2,3 dias e 3,1 dias a mais que os da linhagem Mospomorist para atingirem as notas 3,0 e 4,0, respectivamente, sendo que a diferença entre esses dois *backgrounds* foi de 0,48 ponto na nota final (aos 12 dias) a favor da linhagem Mospomorist. Essa diferença permitiu detectar heteroses de -14,50% (para dias para atingir nota 3,0) e -15,03% (para dias para atingir nota 4,0), indicando a ocorrência de efeitos dominantes atuando no controle da coloração. Esses valores correspondem a 0,9 dias e 1,4 dias no sentido de favorecer a coloração do híbrido F₁(Flora-Dade x Mospomorist) em relação à média dos parentais.

O híbrido F₁(Flora-Dade x Mospomorist) (*alc⁺/alc⁺ og^{ct}/og^{ct} hp⁺/hp⁺*), que obteve a nota média de 4,98, liderou o grupo de genótipos que praticamente alcançou a nota máxima aos 12 dias após a colheita, que corresponde ao estágio

vermelho-maduro. No outro extremo, encontrou-se o híbrido $F_1(\text{TOM-559} \times \text{Mospomorist})$ ($alc^+/alc\ og^{c^+}/og^{c^+}\ hp^+/hp^+$), que atingiu a nota média de 3,85, correspondendo a menos de 80% da superfície do fruto avermelhada. O contraste ($alc^+/alc\ og^{c^+}/og^{c^+}\ hp^+/hp^+$ vs $alc^+/alc^+\ og^{c^+}/og^{c^+}\ hp^+/hp^+$), que compara esses dois genótipos, foi significativo e possibilitou avaliar os efeitos do loco *alcobaça* em heterozigose sobre a coloração dos frutos. Conforme pôde ser constatado, o *alc* em heterozigose diminuiu a nota final de coloração em 1,13 ponto. Esse retardamento na coloração final dos frutos atribuído ao loco alc^+/alc está de acordo com Piccinino e Scott (1985), Souza (1995), Freitas (1996), Araújo (1997) e Freitas *et al.* (1998).

Verificou-se, também, que o alelo *alcobaça* em heterozigose, sem os efeitos dos demais alelos, promoveu um atraso de 3,7 dias e 4,8 dias na chegada da coloração correspondente às notas 3,0 e 4,0, respectivamente, em relação ao híbrido testemunha normal (Tabela 10).

Os frutos dos quatro híbridos portadores do alelo *alcobaça* em heterozigose, de maneira geral, apresentaram uma evolução de coloração mais lenta, em comparação aos dois híbridos experimentais normais, sendo que as estimativas dos contrastes (híbridos experimentais alc^+/alc vs híbridos experimentais alc^+/alc^+) registraram um atraso médio de 2,9 dias e 3,9 dias, respectivamente, para esses frutos atingirem as notas 3,0 e 4,0. A confirmação desse efeito do loco alc^+/alc em retardar a coloração final dos frutos foi dada pelo mesmo contraste, que acusou que, de maneira geral, os híbridos alc^+/alc apresentaram nota média 0,83 ponto abaixo dos híbridos normais alc^+/alc^+ , doze dias após a colheita.

Houve uma tendência dos locos *og^f* e/ou *hp* em heterozigose em reduzir o número de dias para os frutos atingirem colorações mais intensas. Apesar dessa tendência, os contrastes ($alc^+/alc\ og^{c^+}/og^{c^+}\ hp^+/hp^+$ vs $alc^+/alc\ og^{c^+}/og^{c^+}\ hp^+/hp^+$) e ($alc^+/alc\ og^{c^+}/og^f\ hp^+/hp^+$ vs $alc^+/alc\ og^{c^+}/og^{c^+}\ hp^+/hp^+$) não

evidenciaram efeito significativo dos alelos *hp* ou *og^c* em heterozigose, no sentido de aumentar a coloração dos frutos em genótipos heterozigotos para o loco *alc*. Porém, não se pode descartar a possibilidade desses alelos em heterozigose em outros *backgrounds*, incrementarem a coloração dos frutos. Em contrapartida, os contrastes (*alc⁺/alc og^{c+}/og^c hp⁺/hp* vs *alc⁺/alc og^{c+}/og^{c+} hp⁺/hp⁺*) foram significativos e suas estimativas acusaram que os locos *og^c* e *hp* em heterozigose, simultaneamente presentes em um mesmo genótipo, anteciparam em 1,3 dia e 1,6 dia a chegada das colorações correspondentes às notas 3,0 e 4,0, respectivamente, em híbridos heterozigotos para o loco *alc*. Ficou evidente o efeito dos locos *og^{c+}/og^c* e *hp⁺/hp* juntos em melhorarem a coloração final de frutos *alc⁺/alc*, e, nesse caso, proporcionaram um incremento de 0,57 ponto na nota, o que proporciona frutos mais atrativos sob esse aspecto. Freitas (1996) verificou que o loco *hp⁺/hp* atuou no sentido de aumentar a coloração vermelha, enquanto o loco *og^{c+}/og^c* não promoveu aumento adicional na coloração dos frutos. Resultados obtidos por Araújo (1997) demonstraram que foi possível melhorar a coloração interna dos frutos de tomate, utilizando combinações que envolviam os três locos *alc*, *og^c* e/ou *hp* no *background* *Flora-Dade*, e que todas as combinações envolvendo o loco *alc* em heterozigose (*alc⁺/alc*) apresentaram coloração externa vermelha normal.

TABELA 10. Valores médios das notas de coloração dos frutos de tomate 12 dias após a colheita no estágio *breaker* e do número de dias para os frutos atingirem as notas de coloração 3,0 e 4,0 , de 11 genótipos de tomareiro. Lavras: UFLA, 1999.

TRATAMENTOS	GENÓTIPOS	Nota média de	Número médio de	Número médio de
		coloração no 12º dia após a colheita ¹	dias para atingir nota de coloração= 3,0 ¹	dias para atingir nota de coloração= 4,0 ¹
Flora-Dade	Normal	4,50 B	7,2 C	10,2 C
Mospomorist	Normal	4,98 A	4,9 D	7,1 D
F ₁ (Flora-Dade x Mospomorist)	Normal	4,98 A	5,2 D	7,3 D
F ₁ (Cometa x Mospomorist)	Normal - <i>Mi/Mi</i> ⁺	4,87 A	5,7 D	8,2 D
F ₁ (TOM-559 x Mospomorist)	<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ⁺ <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺	3,85 D	8,9 A	12,1 AB
F ₁ (TOM-591 x Mospomorist)	<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ⁺ <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺	4,07 CD	8,3 AB	11,7 AB
F ₁ (TOM-593 x Mospomorist)	<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ⁺ <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i>	4,02 D	8,5 AB	12,2 A
F ₁ (TOM-589 x Mospomorist)	<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ⁺ <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i>	4,42 BC	7,6 BC	10,5 BC
Cynthia F ₁	Normal	4,95 A	5,6 D	8,0 D
Carmen F ₁	<i>rin</i> ⁺ / <i>rin</i>	4,10 CD	7,9 ABC	11,5 ABC
Chronos F ₁	<i>rin</i> ⁺ / <i>rin</i>	4,50 B	7,1 C	9,9 C
CONTRASTES DE INTERESSE		ESTIMATIVAS		
		(nota)	(dias)	(dias)
Flora-Dade vs Mospomorist		- 0,48 **	2,3 **	3,1 **
Heterose relativa à média dos pais (H _{MP})		0,24 ^{ns}	-0,9 *	-1,4 *
Normal- <i>Mi/Mi</i> ⁺ vs Normal- <i>Mi</i> ⁺ / <i>Mi</i> ⁺		- 0,11 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,9 ^{ns}
<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ⁺ <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺ vs <i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ⁺ <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺		-1,13 **	3,7 **	4,8 **
<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ⁺ <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺ vs <i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ⁺ <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺		0,22 ^{ns}	-0,6 ^{ns}	-0,4 ^{ns}
<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ⁺ <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> vs <i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ⁺ <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺		0,17 ^{ns}	-0,4 ^{ns}	0,1 ^{ns}
<i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ⁺ <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> vs <i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> <i>og</i> ⁺ / <i>og</i> ⁺ <i>hp</i> ⁺ / <i>hp</i> ⁺		0,57 **	1,3 **	-1,6 *
Híbridos experimentais <i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> vs Híbr.exp. <i>alc</i> ⁺ / <i>alc</i> ⁺		- 0,83 **	2,9 **	3,9 **

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ($\alpha=0,05$).

** , * Significativo ao nível de 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F.

5 DISCUSSÃO GERAL

O mercado de tomates frescos, a exemplo de outras espécies olerícolas, apresentou mudanças acentuadas nos últimos cinco anos e, muitas vezes, em direções que, há algum tempo, eram pouco previsíveis. As alterações do hábito de consumo do brasileiro, aliadas principalmente às modificações no sistema de distribuição e comercialização, vêm provocando mudanças no panorama varietal dessa espécie.

O dinamismo com que essas mudanças estão ocorrendo vem acentuando o interesse do melhoramento genético no sentido de criar novas cultivares, permitindo, dessa forma, ampliar o leque de opções. A concretização da possibilidade de utilização de mutantes de amadurecimento em genótipos comerciais retomou os esforços nesse sentido.

Ao rever a literatura de época pouco remota, verifica-se que as características consideradas desejáveis em frutos de tomates multiloculares, principalmente aquelas referentes ao tamanho e formato, sofreram alterações significativas. De acordo com Melo (1991), tomates do grupo multilocular tradicionalmente pesavam, em média, mais de 250 g. Uma tendência que vem se acentuando entre os híbridos mais recentes é de frutos com peso médio não muito alto, a exemplo do híbrido Carmen F₁, líder de mercado no segmento, que neste experimento produziu frutos com peso médio de 136,9 g. Os híbridos experimentais avaliados no presente experimento apresentaram frutos com peso médio de 111,7 g. A uniformidade quanto ao tamanho e ao formato dos frutos, que vem facilitar o manuseio, a classificação e a embalagem (fatores que de certa forma interferem na vida de prateleira), é ponto forte que precisa ser considerado no melhoramento.

Freitas (1996) relatou que frutos de tomate com valores de relação comprimento/largura mais próximos de 1,0 (frutos mais arredondados)

constituíam o tipo preferido no Brasil. Entretanto, esse conceito para frutos de tomate do tipo salada já foi ultrapassado, conforme pôde ser comprovado pelos atuais híbridos comerciais *rin⁺/rin* (Chronos F₁ e Carmen F₁), que foram os materiais que apresentaram os menores valores médios para o caráter em questão, ou seja, seus frutos tenderam ao formato mais achatado. Sendo assim, sob esse aspecto, os híbridos experimentais ora avaliados não sofreriam restrições.

As características produção total, peso médio de frutos, porcentagem de frutos acima de 100 gramas e número de dias da antese até o estágio *breaker* de maturação não foram afetadas pelo loco *alcobaça* em heterozigose, isoladamente ou em combinação com *og^{ct}/og^c* e/ou *hp⁺/hp*, em híbridos entre linhagens de *background* Flora-Dade e Mospomorist.

A produção precoce de frutos sofreu alguma influência negativa do alelo *alcobaça* em heterozigose. Essa menor produção precoce está relacionada, em parte, à contribuição do loco *alc⁺/alc*, no sentido de retardar a coloração dos frutos no início do seu desenvolvimento.

Não foram observados efeitos da constituição genotípica *alc⁺/alc* e nem da *og^{ct}/og^c* e *hp⁺/hp* sobre o tamanho da cicatriz peduncular e também sobre a perda de peso dos frutos, levando a entender que, neste trabalho, a menor perda de firmeza em pós-colheita induzida por *alc⁺/alc* não está relacionada a essas variáveis. Leal (1973) relaciona essas duas características ao processo de depreciação dos frutos. Freitas (1996) e Araújo (1997) relataram um efeito pleiotrópico do loco *alc⁺/alc* sobre essas características, atribuindo a ele parte da maior conservação pós-colheita dos frutos. Considerando esse possível efeito do tamanho da cicatriz peduncular sobre a perda de peso e murchamento de frutos em pós-colheita, a seleção de linhagens parentais com menor tamanho de cicatriz peduncular pode contribuir para a obtenção de híbridos com maior longevidade, uma vez que foi verificada a ocorrência de heterose no sentido de

reduzir o caráter. Nesse aspecto, a linhagem parental Mospomorist mostrou-se favorável, visto que liderou o grupo de genótipos com menores valores para o tamanho da cicatriz. Da mesma forma, a menor taxa de perda de firmeza registrada nos frutos dos híbridos *rin*⁺/*rin* pode ser atribuída, em parte, ao menor tamanho relativo da cicatriz peduncular que apresentaram, que tanto pode ser devido aos efeitos do alelo *rin*, como do *background* genético das linhagens parentais, o que nesse trabalho não foi possível de ser quantificado.

Os alelos *og*^c e/ou *hp* juntos com o alelo *alc* em heterozigose, em um mesmo genótipo, favoreceram a ocorrência de frutos ligeiramente mais arredondados, concordando com Araújo (1997), que relatou que o formato de fruto foi influenciado pela ação conjunta dos locos *alc*, *og*^c e *hp*.

A maior capacidade de conservação dos frutos, baseada na firmeza conferida pelos híbridos heterozigotos para o loco *alcobaça*, confirma a viabilidade desse gene para essa finalidade, mesmo em heterozigose. Por outro lado, os frutos dos híbridos *alc*⁺/*alc* apresentaram evolução mais lenta da coloração, concordando com resultados obtidos por Souza (1995) e Freitas *et al.* (1998). Entretanto, mesmo retardando a pigmentação, não foram verificadas diferenças externas marcantes ao ponto de comprometer a aceitação dos frutos, mesmo porque não diferiram do híbrido comercial Carmen F₁ (*rin*⁺/*rin*). Todavia, o incremento na intensidade da coloração vermelha final, registrado pelos alelos *hp* e *og*^c na condição heterozigota, sobre os híbridos heterozigotos para o loco *alcobaça*, tornou os frutos mais atrativos, sem interferir na firmeza. Freitas (1996) também não observou efeito dos locos *og*^c e *hp* em heterozigose sobre uma eventual alteração na firmeza de híbridos *alc*⁺/*alc*, embora tenha registrado algum efeito favorável de *hp*⁺/*hp* sobre a coloração de genótipos *alc*⁺/*alc*. A ação combinada de *og*^{c+}/*og*^c *hp*⁺/*hp*, no sentido de melhorar a coloração de frutos de plantas *alc*⁺/*alc*, sem interferência na firmeza, aponta para

a superioridade da constituição genotípica $alc^+/alc\ og^{ct}/og^c\ hp^+/hp$ para o desenvolvimento de novos híbridos de tomateiro do tipo longa-vida.

A heterose verificada, embora de baixa magnitude, permite inferir que a linhagem Mospomorist, que apresentou uma evolução de coloração bastante rápida e uniforme, contribuiu para melhorar a coloração dos frutos dos híbridos, independente dos efeitos dos alelos mutantes em questão, demonstrando a importância em se considerar o *background* genético nesse tipo de estudo.

O híbrido F_1 (Cometa x Mospomorist) ($alc^+/alc^+\ og^{ct}/og^{ct}\ hp^+/hp^+\ Mi/Mi^+$), que possui o alelo de resistência a nematóides de galhas (*Meloidogyne* spp.), não apresentou diferenças significativas para todos os caracteres avaliados em relação ao híbrido isogênico suscetível F_1 (Flora-Dade x Mospomorist) ($alc^+/alc^+\ og^{ct}/og^{ct}\ hp^+/hp^+\ Mi^+/Mi^+$). Portanto, pode-se afirmar que o alelo *Mi* não exerceu efeitos pleiotrópicos sobre as características avaliadas em genótipo de amadurecimento normal. Entretanto, foi observada uma superioridade do híbrido Mi/Mi^+ sobre o híbrido testemunha Mi^+/Mi^+ em relação à produção total de frutos, sendo que o genótipo resistente produziu 21,55 t.ha⁻¹ ou 14,21% a mais que a testemunha suscetível ($P>F=0,082$). Essa diferença pode ser atribuída à resistência conferida pelo alelo *Mi*, uma vez que foi verificada a incidência de nematóides de galhas em toda a área experimental; contudo, esse não foi objeto do presente estudo.

6 CONCLUSÕES

O loco *alcobaça* em heterozigose (alc^+/alc) não afetou a produção total, o peso médio, o tamanho da cicatriz peduncular e a perda de peso de frutos. Entretanto, promoveu redução na perda de firmeza e evolução mais lenta da taxa de coloração dos frutos, em relação ao genótipo normal (alc^+/alc^+), em híbridos de tomateiro de linhagens de *background* Flora-Dade e Mospomorist.

Os alelos og^e e hp em heterozigose, juntos em um mesmo genótipo, atuaram no sentido de incrementar a coloração vermelha de frutos de híbridos de tomateiro heterozigotos para o loco *alcobaça*, de *background* Flora-Dade x Mospomorist. Entretanto, esses alelos não interferiram na perda de firmeza dos frutos.

A utilização da constituição genotípica alc^+/alc no desenvolvimento de híbridos de tomateiro tipo longa-vida parece viável comercialmente. Híbridos com constituição genotípica $alc^+alc\ og^+/og^e\ hp^+/hp$ apresentariam a vantagem adicional de melhor coloração dos frutos relativa aos híbridos alc^+/alc somente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRINUAL 1999 Anuário estatístico da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 1998. 521p
- AGRINUAL 2000. Anuário estatístico da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 1999. 546p.
- AHRENS, M.J.; HUBER, D.J. Physiology and firmness determination of ripening tomato fruit. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.78, n.1, p.8-14, Jan. 1990.
- ANDRADE JÚNIOR, V.C. de. Avaliação do potencial produtivo e da firmeza pós-colheita de frutos em híbridos de tomateiro. Lavras: UFLA, 1999. 52p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia).
- ARAÚJO, M.L. de. Interações intra-loco e inter-locos *alcobaça, crimson e high pigment* sobre características de qualidade e de produção de frutos de tomateiro. Lavras: UFLA, 1997. 131p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).
- AWAD, M. Fisiologia pós-colheita de frutos. São Paulo: Livraria Nobel, 1993. 114p.
- BAR, M.; FRANKEL, R. Pleiotropic effects of male sterility genes in hybrid tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Euphytica*, Wageningen, v.69, n.1-2, p. 149-154, 1993.

- BARRET REINA, L.D.C. Conservação pós-colheita de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) da cultivar gigante Kada submetido a choque a frio e armazenamento com filme de PVC. Lavras: ESAL, 1990. 114p. (Dissertação – Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- BLEINROTH, E.W. Determinação do ponto de colheita. In: GAYET, J.P.; BLEINROTH, E.W.; MATALLO, M.; GARCIA, A.E.; ARDITO, E.F.G.; BORDIN, M.R. Tomate para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: EMBRAPA-SPI/FRUPEX, 1995. 34p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 13).
- BRADY, C.J. Fruit Ripening. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v.38, p.155-178, 1987.
- BUESCHER, R.W.; SISTRUNK, W.A.; TIGCHELAAR, E.C.; NG, T.J. Softening, pectolytic activity, and storage-life of *rin* and *nor* tomato hybrids. *HortScience*, Alexandria, v.11, n.6, p.603-604, Dec. 1976.
- BUESCHER, R.W.; TIGCHELAAR, E.C. Pectinesterase, polygalacturonase, cx-cellulase activities and softening of the *rin* tomato mutant. *HortScience*, Alexandria, v.10, n.6, p.624-625, Dec. 1975.
- CALBO, A.G.; NERY, A.A. Medida de firmeza em hortaliças pela técnica de aplanção. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.13, n.1, p.14-18, maio 1995.
- CARVALHO, V.D.; SOUZA, S.M.C.; CHITARRA, M.I.F.; CARDOSO, D.A.M.; CHITARRA, A.B. Qualidade de tomates da cultivar gigante Kadá amadurecidos na planta e fora da planta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.19, n.4, p.489-493, abr. 1984.

- [REDACTED]
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças = Fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA/FAEPE, 1990. 320p.
- CROOKES, P.R.; GRIERSON, D.. Ultrastructure of tomato fruit ripening and the role of polygalacturonase isoenzymes in cell wall degradation. *Plant Physiology*, Washington, v.72, n.4, p.1088-1093, Aug. 1993.
- DELLA PENNA, D.; KATES, D.S.; BENNETT, A.B. Polygalacturonase gene expression in rutgers, *rin*, *nor*, and *Nr* tomato fruits. *Plant Physiology*, Baltimore, v.85, n.2, p.502-507, Oct. 1987.
- FILGUEIRA, A.V. da.; LEAL, N.R. Avaliação dos progenitores e obtenção de novas combinações genéticas em tomate "Salada". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 23 , 1983. Anais... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Olericultura, 1983. p.154.
- FILGUEIRA, F.A.R. Manual de Olericultura. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. 357p.
- FILGUEIRAS, H.A.C. Bioquímica do amadurecimento de tomates híbridos heterozigotos no loco 'alcobaça'. Lavras: UFLA, 1996. 118p. (Tese – Doutorado em Ciências dos Alimentos).
- 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).
- FLORI, J.E.; MALUF, W.R. Obtenção e avaliação de híbridos F₁ de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) do grupo multilocular. *Ciência e Prática*, Lavras, v.18, n.4, p.395-398, out./dez. 1994.

- FREITAS, J.A. **Produtividade e qualidade de frutos de híbridos de tomateiros, heterozigoto na loco alcobaça.** Lavras: UFLA, 1996. 86p. (Dissertação- Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- FREITAS, J.A. de; MALUF, W.R.; GOMES, L.A.A.; OLIVEIRA, A.C.B. de; MARTINS, W. da S.; BRAGA, R. de S. **Padrão de amadurecimento e conservação pós-colheita de frutos de tomateiro, em função das diferentes constituições genóticas no loco alcobaça.** *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Brasília, v.10, n.3, p.191-196, dez. 1998.
- GIORDANO, L.de B.; SILVA, C. **Hibridação em tomate.** In: BOREM, A. **Hibridação Artificial de Plantas.** Viçosa: Editora UFV, 1999. p.463-480.
- HALL, C.B; AUGUSTINE, J.J. **Fruit firmness of firm tomato cultivars ripened in storage at 20 °C for extended periods.** *HortScience*, Alexandria, v.16, n.6, p.780-781, Dec. 1981.
- HOBSON G.E.; GRIERSON, D. **Tomato.** In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. (eds). **Biochemistry of fruit ripening.** Londres: Chapman & Hall, 1993. p.405-442.
- JACKMAN, R.L.; MARANGONI, A.G.; STANLEY, D.W. **Measurement of tomato fruit firmness.** *HortScience*, Alexandria, v.25, n.7, p.781-783, Oct. 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 American Society for Horticultural Science*, Mount Vernon, v.109, n.6, p.873-878, Nov. 1984.

- KADER, A.A.; MORRIS, L.L.; STEVENS, M.A.; ALBRIGHT-HOLTON, M.
Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v.103, n.1, p.6-13, Nov. 1978.
- KOJIMA, K.; SAKURAI, N.; KURAISHI, S.; YAMAMOTO, R.; NEVINS, D.J. Novel technique for measuring tissue firmness within tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit. **Plant Physiology**, Washington, v.96, n. 2, p. 545-550, May 1991.
- KOPELIOVITCH, E.; RABINOWITCH, H.D.; MIZRAHI, Y.; KEDAR, N.
The potencial of ripening mutants for extending the storage life of the tomato fruit. **Euphytica**, Wagenigen, v.28, n.1, p.99-104, Feb. 1979.
- LAMPE, C.; WATADA, A.E. Pastharvest quality of high pigment and crimson tomato fruit. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, 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 autonomia do pericarpo de híbridos entre a introdução "Alcobaça" e algumas cultivares. Viçosa: UFV, 1973. 66p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia).
- LEAL, N.R.; MIZUBUTI, A. Características e conservação natural pós-colheita de frutos de híbridos entre a introdução 'alcobaça' e alguns cultivares de tomate. **Experientiae**, Viçosa, v.19, n.11, p.239-257, jun. 1975.

- LEAL, N.R.; SHIMOYA, C. Anatomia do pericarpo de híbridos entre a introdução 'Alcobaça' e alguns cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Revista Ceres**, Viçosa, v.20, n.108, p. 75-86, abr. 1973.
- LEAL, N.R.; TABIM, M.H. Testes de conservação natural pós-colheita, além dos 300 dias, de frutos de alguns cultivares de tomateiros (*Lycopersicon esculentum* Mill.) e híbridos destes com 'alcobaça'. **Revista Ceres**, Viçosa, v.21, n.116, p.318-328, jul./ago. 1974.
- LOBO, M. **Genetic and physiological studies of the "Alcobaça" tomato ripening mutant**. Flórida: University of Florida, 1981. 107p. (Tese – Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- LOBO, M.; BASSET, M.J.; HANNAH, L.C. Inheritance and characterization of the fruit ripening mutation in 'alcobaca' tomato. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, 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 American Society for Horticultural Science**, College Park, v.84, p.491-500, June 1964.
- MAHARAJ, R.; ARUL, J.; NADEAU, P. Effect of photochemical treatment in the preservation of fresh tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Capello) by delaying senescence. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.15, n.1, p. 13-23, Jan. 1999.

- MALUF, W.R.; FERREIRA, P.E.; MIRANDA, J.E.C. Genetics divergence in tomatoes and its relationship with heterosis for yield in F₁ hybrids. **Review Brazil Genetics**, Ribeirão Preto, v.6, n.3, p.453-460, 1983.
- MALUF, W.R.; MIRANDA, J.E.C.; CAMPOS, J.R. Análise genética de um cruzamento dialélico de tomate. I- Características referentes à produção de frutos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.4, p.633-634, abr. 1982.
- MALUF, W.R.; MIRANDA, J.E.C.; FERREIRA-ROSSI, P.E. Genetics analysis of components of fruit size and shape in diallel cross of tomato cultivars. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, n.4, p. 819-831, Dec. 1989.
- MELO, P.C.T. de. Heterose e capacidade combinatória em um cruzamento dialélico parcial entre seis cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Piracicaba: ESALQ, 1987. 108p. (Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- MELO, P.C.T. de. Tendências do melhoramento genético do tomateiro visando mesa e indústria no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE TOMATE, 2, 1991, Jaboticabal. Segundo... Jaboticabal: UNESP, 1991. p.35-64.
- MELO, P.C.T.; MIRANDA, J.E.C.; COSTA, C.P da. Possibilidades e limitações do uso de híbridos F₁ de tomate. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.6, n.2, p.4-6, nov. 1988.

- MELO, P.C.T. de; RIBEIRO, A. Produção de sementes de tomate: cultivares de polinização livre e híbridos. In: CASTELLANE, P.D.; NICOLSI, W.M.; HASEGAWA, M. **Produção de sementes de hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/FUNEP, 1990. p.193-224.
- MIRANDA, J.E.C.; MALUF, W.R.; CAMPOS, J.P. Correlações ambientais, genóticas e fenóticas em um cruzamento dialélico de cultivares de tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n. 6, p.899-904, jun. 1982.
- 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 ‘alcobaca’ ripening mutant tomato. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 109, n.4, p.500-503, July 1984a.
- MUTSCHLER, M.A. Ripening and storage characteristics of the ‘alcobaca’ ripening mutant in tomato. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, 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.
- NAGAI, H. Avanços obtidos com o melhoramento genético do tomate no Brasil. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE TOMATE**, 1.,1989, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1989. p.88-101.

- NANTES, J.F.D. Protótipos de caixas plásticas para acondicionamento, transporte e armazenamento de tomates. Jaboticabal:UNESP, 1998. 91p.(Tese - Doutorado em Produção Vegetal).**
- NG, T.J.; TIGHELLAAR, E.C. Action of the non-ripening (nor) mutant on fruit ripening of tomato. Journal of American Society for Horticultural Science, Mount, v.102, n.4, p.504-509, July 1977.**
- PATERNIANI, E. Melhoramento e produção do milho no Brasil. São Paulo: Fundação Cargill, 1974. 650p.**
- PICCININO, L.L.; SCOTT, J.W. Enhancement of heterozygous *nor* and *nora* tomato hybrid fruit color by addition of *hp* and/or *og* genes. HortScience, Alexandria, v.20, n.4, p.657, Aug. 1985.**
- RATANACHINAKORN, B.; KLIEBER, A.; SIMONS, D.H. Effect of short-term controlled atmospheres and maturity on ripening and eating quality of tomatoes. Postharvest Biology and Technology, Amsterdam, v.11, n.3, p.149-154, July 1997.**
- RESENDE, J.M. Qualidade pós-colheita de dez genótipos de tomateiro do grupo multilocular. Lavras: UFLA, 1995. 88p. (Dissertação – Mestrado em Ciência dos Alimentos).**
- RESENDE, L.V. Mecanismos de resistência a tospovírus e capacidade de combinação de linhagens de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) do grupo Santa Cruz. Lavras: UFLA, 1996. 134p. (Tese – Doutorado em Fitotecnia).**

- RICHARDSON, C.; HOBSON, G.E. Compositional changes in normal and mutant tomato fruit during ripening and storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.40, n.3, p.245-252, 1987.
- SHACKEL, K.A.; GREVE, L.C.; LABAVITCH, J.M.; AHMAD, H. Cell turgor changes associated with ripening in tomato pericarp tissue. **Plant Physiology**, Baltimore, v.97, n.2, p.814-816, Oct. 1991.
- SMITH, C.J.S.; WATSON, C.F.; RAY, J.; BIRD, C.R.; MORRIS, P.C.; SCHOUGH, W.; GRIERSON, D. Antisense RNA inhibition of poligalacturonase gene expression in transgenic tomatoes. **Letters of Nature**, England, v. 334, n.25, p.724-726, 1988.
- SOUZA, J.C. de. **Avaliação de tomateiros híbridos, do grupo multilocular, portadores do alelo alcobaça em heterozigose**. Lavras: UFLA, 1995. 56p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia).
- STEELE, N.A.; McCANN, M.C.; ROBERTS, K. Pectin modification in cell walls of ripening tomatoes occurs in distinct domains. **Plant Physiology**, Washington, v.114, n.1, p. 373-381, May 1997.
- TABIM, 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).
- THOMPSON, A.E. Inheritance of high total carotenoid pigments in tomato fruits. **Science**, Washington, v.21, p. 896-897, Jan. - June 1955.

- THOMPSON, A.E.; HEPLER, R.W.; KER, E.A. Clarification of the inheritance of high total carotenoids pigments in the tomato. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, 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.; McCOLLU, 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, p.508-513, Oct. 1978.
- VILAS BOAS, E.V.B. **Maturação pós-colheita de híbridos de tomate heterozigotos no loco alcobaça**. Lavras: UFLA, 1998. 105p. (Tese – Doutorado em Ciências dos Alimentos).
- WANN, E.V. Physical characteristics of mature green and ripe tomato fruit tissue of normal and firm genotypes. **Journal of American Society Horticultural Science**, Mount Vernon, v.121, n.3, p.380-383, May 1996.