



**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE
HÍBRIDOS QUASE ISOGÊNICOS DE
TOMATEIROS HETEROZIGOTOS QUANTO
A ALELOS MUTANTES DE
AMADURECIMENTO E DE COLORAÇÃO**

VALTER CARVALHO DE ANDRADE JÚNIOR

2003

VALTER CARVALHO DE ANDRADE JÚNIOR

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE HÍBRIDOS QUASE
ISOGÊNICOS DE TOMATEIROS HETEROZIGOTOS QUANTO A
ALELOS MUTANTES DE AMADURECIMENTO E DE COLORAÇÃO

Tese apresentada à Universidade Federal de
Lavras como parte das exigências do Programa
de Pós-graduação em Agronomia, área de
concentração Fitotecnia, para a obtenção do
título de “Doutor”.

Orientador

Prof. Dr. Wilson Roberto Maluf

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2003

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Andrade-Júnior, Valter Carvalho de

Produção e qualidade de frutos de híbridos quase isogênicos de
tomateiros heterozigotos quanto a alelos mutantes de amadurecimento e de
coloração / Valter Carvalho de Andrade-Júnior. -- Lavras : UFLA, 2003.
106 p. : il.

Orientador: Wilson Roberto Maluf.

Tese (Doutorado)– UFLA.

Bibliografia.

I. Tomate. 2. Híbrido. 3. Conservação pós-colheita. 5. Mutante de
amadurecimento. 5. Mutante de coloração. I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título.

CDD-635.642

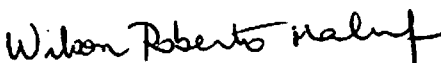
VALTER CARVALHO DE ANDRADE JÚNIOR

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE HÍBRIDOS QUASE
ISOGÊNICOS DE TOMATEIROS HETEROZIGOTOS QUANTO A
ALELOS MUTANTES DE AMADURECIMENTO E DE COLORAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de
Lavras como parte das exigências do Programa
de Pós-graduação em Agronomia, área de
concentração Fitotecnia, para a obtenção do
título de “Doutor”.

APROVADA em 08 de agosto de 2003

Dr. Paulo Tarcísio Della Vecchia	SAKATA SEED SUDAMERICA Ltda.
Dr. Joelson André de Freitas	SAKATA SEED SUDAMERICA Ltda.
Prof. Dr. Ernani Clarete da Silva	UNIFENAS
Prof. Dr. Luiz Antônio Augusto Gomes	UFLA


Prof. Dr. Wilson Roberto Maluf
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

DEDICO

A minha querida esposa,
Mariana Raquel de Oliveira Andrade
pelo carinho, compreensão, companheirismo e amor

A meu filho(a) que esta nos primeiros meses de gestação e em
breve estará fazendo parte de nossa vida
que Deus lhe abençoe e lhe dê muita saúde

OFEREÇO

Aos meus pais,
Valter Carvalho de Andrade e Ana Maria de Resende Andrade
pelo incentivo, apoio e exemplo de vida

Aos meus irmãos,
Paulo César e Adriana

Aos meus cunhados e concunhados,
Gian Carlo, Valéria, Fernanda e Mauro

Aos meus sogros,
Mário Martins e Ana Maria

Aos meus sobrinhos(as) e afilhadas,
Guilherme, Rafaela, Gabriela, Fabíola e Júlia

pelo incentivo e apoio em todos os momentos

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha existência e a Nossa Senhora Aparecida, por estar sempre presente em minha vida.

Ao professor Wilson Roberto Maluf pela amizade, confiança, apoio e por ter me acolhido e orientado desde a iniciação científica.

À Universidade Federal de Lavras e aos Departamentos de Agricultura, Química e Ciências dos Alimentos.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores e funcionários do Departamento de Agricultura, em especial ao professor José Eduardo por disponibilizar seu laboratório para a condução dos experimentos.

Ao professor Luiz Antônio Augusto Gomes pela orientação e amizade.

Ao professor Ernani Clarete da Silva e aos pesquisadores Paulo Tarcisio Della Vecchia e Joelson André de Freitas, pelas valiosas sugestões e participação na banca examinadora.

Aos amigos e colegas: Cícero (Ceará), Marcos Ventura (Cabeça), Sebastião Márcio, Juliano, Flávio, Alcides, Nuno, Natanael, Múcio, Luciano, Aldo, Rodrigo, Ildon, Guilherme e Jony.

Aos amigos e companheiros de república: José Carlos, José Hortêncio e Júlio Sávio.

Aos funcionários da HortiAgro Sementes Ltda., em especial Paulo Moretto e Vicente Licursi.

Aos funcionários e amigos da Cooperativa Agropecuária São Tiago Ltda. – CASTIL, em especial Rogério Ladeira Franco pela amizade e convívio.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Valter Carvalho de Andrade Júnior, filho de Valter Carvalho de Andrade e Ana Maria de Resende Andrade, nasceu no dia 15 de outubro de 1972, na cidade de São João del Rei, estado de Minas Gerais.

Diplomou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras – UFLA, em janeiro de 1997.

Em março de 1997, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Genética e Melhoramento de Plantas, no Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras – UFLA, concluindo em 06 de maio de 1999.

Em agosto de 1999, iniciou o curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras – UFLA, concluindo em 08 de agosto de 2003.

SUMÁRIO

Página

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Amadurecimento de frutos de tomateiro	3
2.2 Conservação pós-colheita.....	6
2.3 Mutantes que interferem no processo de amadurecimento	8
2.4 Aspectos genéticos e heterose em tomateiro.....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1 Local	20
3.2 Material experimental	20
3.3 Obtenção dos híbridos F ₁	23
3.4 Condução do experimento	24
3.5 Avaliações	27
3.5.1 Características de produção	27
3.5.1.1 Produção total	27
3.5.1.2 Produção de frutos comerciáveis	27
3.5.1.3 Produção precoce	27
3.5.1.4 Produção precoce de frutos comerciáveis	28
3.5.1.5 Massa média por fruto	28
3.5.1.6 Massa média por fruto comerciável	28
3.5.2 Número médio de dias da antese ao estágio <i>breaker</i>	28
3.5.3 Características de qualidade de fruto	29
3.5.3.1 Formato de fruto	29
3.5.3.2 Tamanho relativo da cicatriz peduncular	29
3.5.3.3 Firmeza de fruto	30
3.5.3.4 Coloração de fruto	31
3.5.3.5 Pigmentos carotenóides	31
3.5.3.6 Atividade enzimática	32
3.5.3.6.1 Atividade da enzima poligalacturonase (PG)	32
3.5.3.6.2 Atividade da enzima pectinametilesterase (PME)	33
3.6 Análises estatísticas	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1 Características de produção	37
4.1.1 Produção total	37
4.1.2 Produção de frutos comerciáveis.....	42
4.1.3 Produção precoce	43
4.1.4 Produção precoce de frutos comerciáveis	45

4.1.5 Massa média por fruto	46
4.1.6 Massa média por fruto comerciável	51
4.2 Número médio de dias da antese ao estágio <i>breaker</i>	52
4.3 Características de qualidade de fruto	55
4.3.1 Formato de fruto.....	55
4.3.2 Tamanho relativo da cicatriz peduncular	57
4.3.3 Firmeza de fruto	61
4.3.3.1 Firmeza inicial	61
4.3.3.2 Meia vida da firmeza	65
4.3.3.3 Número médio de dias para os frutos atingirem as firmezas 3,0.10 ⁴ N.m ⁻² e 2,0.10 ⁴ N.m ⁻²	67
4.3.4 Coloração de fruto	68
4.3.5 Pigmentos carotenóides	74
4.3.6 Atividade enzimática	83
5 DISCUSSÃO GERAL	89
6 CONCLUSÕES.....	96
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98

RESUMO

ANDRADE-JÚNIOR, Valter Carvalho de. **Produção e qualidade de frutos de híbridos quase isogênicos de tomateiros heterozigotos quanto a alelos mutantes de amadurecimento e de coloração.** 2003. 107 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Características de produção e qualidade de frutos foram avaliadas para comparar os efeitos promovidos pelos alelos *alcobaça* (nor^A), *non ripening* (nor), *ripening inhibitor* (rin), *old gold crimson* (og^c) e *high pigment* (hp) em heterozigose, isoladamente ou em algumas combinações, sobre frutos híbridos de tomateiro. Foram avaliados 11 tratamentos, sendo sete híbridos experimentais de *background* FloraDade x Mospomorist obtidos a partir de cruzamentos entre linhagens quase isogênicas a FloraDade [FloraDade ($nor^+/nor^+ rin^+/rin^+ og^{c-}/og^{c-} hp^+/hp^+$), TOM-596 ($nor^+/nor^+ rin^+/rin^+ og^c/og^c hp^+/hp^+$), TOM-588 ($nor^+/nor^+ rin^+/rin^+ og^c/og^c hp/hp$), TOM-559 ($nor^A/nor^A rin^+/rin^+ og^{c+}/og^{c+} hp^+/hp^+$), TOM-589 ($nor^A/nor^A rin^+/rin^+ og^c/og^c hp/hp$), TOM-613 ($nor/nor rin^+/rin^+ og^{c-}/og^{c-} hp^+/hp^+$, TOM-614 ($nor^+/nor^+ rin/rin og^{c+}/og^{c+} hp^+/hp^+$)] e a linhagem fonte de pólen Mospomorist ($nor^-/nor^- rin^+/rin^+ og^{c+}/og^{c+} hp^+/hp^+$), juntamente com as linhagens FloraDade e Mospomorist, mais dois híbridos comerciais longa vida heterozigotos no loco *rin* (Carmen F₁ e Chronos F₁). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados completos com 4 repetições e 10 plantas por parcela. Os genótipos nor^+/nor e rin^+/rin não afetaram as características de produção. Já o genótipo nor^+/nor^A atuou no sentido de diminuir a produção comercial, a massa média por fruto e a massa média por fruto comerciável. Os alelos nor^A , nor e rin , em heterozigose, isoladamente, foram eficientes em atrasar a perda de firmeza dos frutos. No entanto, não foram observadas diferenças entre eles quanto à perda da firmeza. Os genótipos nor^-/nor^A , nor^-/nor e rin^+/rin atrasaram a chegada da coloração vermelha nos frutos em relação ao genótipo normal, sendo o efeito do rin^+/rin mais drástico em retardar a evolução da coloração vermelha dos frutos. O genótipo rin^+/rin proporcionou maior atraso na chegada da coloração vermelha final dos frutos quando comparado com os genótipos nor^+/nor^A e nor^+/nor . Os genótipos nor^+/nor e nor^+/nor^A não apresentaram diferenças entre si quanto à coloração externa dos frutos. O tamanho relativo da cicatriz peduncular, os teores de licopeno e beta-caroteno nos frutos e a atividade das enzimas PME e PG não foram afetados significativamente pelos genótipos nor^+/nor^A , nor^+/nor e rin^+/rin . A produção comercial foi afetada negativamente pelo alelo og^c em heterozigose. Já a combinação $og^{c-}/og^c hp^+/hp$ proporcionou maior produção total, produção de frutos comerciáveis, massa média por fruto e massa média por fruto comerciável no genótipo nor^+/nor^A . A firmeza e a coloração externa dos frutos nor^-/nor^A não foram afetadas pela combinação $og^{c+}/og^c hp^+/hp$. O

genótipo og^{c+}/og^c e a combinação $og^{c+}/og^c hp^+/hp$ não afetaram a firmeza, a coloração externa e os teores de licopeno nos frutos quando comparados com o genótipo normal. O alelo nor^A , em heterozigose, reduziu a produção precoce de frutos $og^{c+}/og^c hp^+/hp$, aumentou a meia vida da firmeza e retardou o início da coloração vermelha desses frutos. Diferenças foram encontradas entre o híbrido experimental rin^+/rin e híbridos comerciais rin^+/rin não isogênicos, indicando que *background* genotípico e a interação *background* x *mutante de amadurecimento* devem ser considerados na produção de híbridos F₁ de tomateiro tipo “longa-vida”.

* Orientador: Wilson Roberto Maluf - UFLA

ABSTRACT

ANDRADE-JÚNIOR, Valter Carvalho de. Yield and fruit quality of near isogenic tomato hybrids heterozygous ripening mutant and color enhancing alleles. 2003. 107 p. Thesis (Doctorate in Crop Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.*

Yield and fruit quality traits were evaluated in response to deployment of heterozygous genotypes in loci *alcoabaça* (*nor^A*), *non ripening* (*nor*), *ripening inhibitor* (*rin*), *old gold crimson* (*og^c*) and *high pigment* (*hp*). Eleven treatments were evaluated: seven hybrids were obtained by crossing seven near isogenic lines in background FloraDade [FloraDade (*nor⁺/nor⁺ rin⁺/rin⁺ og^{ct}/og^{ct} hp⁺/hp⁺*), TOM-596 (*nor⁺/nor⁺ rin⁺/rin⁺ og^c/og^c hp⁺/hp⁺*), TOM-588 (*nor⁺/nor⁺ rin⁺/rin⁺ og^c/og^c hp/hp*), TOM-559 (*nor^A/nor^A rin⁺/rin⁺ og^{ct}/og^{ct} hp⁺/hp⁺*), TOM-589 (*nor^A/nor^A rin⁺/rin⁺ og^c/og^c hp/hp*), TOM-613 (*nor/nor rin⁺/rin⁺ og^{ct}/og^{ct} hp⁺/hp⁺*), TOM-614 (*nor⁺/nor⁺ rin/rin og^{ct}/og^{ct} hp⁺/hp⁺*)] with the pollen source Mospomorist (*nor⁺/nor⁺ rin⁺/rin⁺ og^{ct}/og^{ct} hp⁺/hp⁺*). The remaining 4 treatments were lines FloraDade and Mospomorist, and the commercial *rin⁺/rin* hybrid checks Carmen F₁ and Chronos F₁. A randomized complete block design with 4 replications of 10 plants for plot was used. Genotypes *nor⁺/nor* and *rin⁺/rin* did not affect yield. The *nor⁺/nor^A* genotype decreased marketable yield and average fruit mass. Deployment of *rin⁺/rin*, *nor⁺/nor^A* and *nor⁺/nor* delayed the rate of firmness loss, and the effects of these genotypes were similar. These heterozygous combinations also delayed the development of red color of harvested fruit, the *rin⁺/rin* being more drastic than *nor⁺/nor* and *nor⁺/nor^A*. Genotypes *nor⁺/nor*, *nor⁺/nor^A* and *rin⁺/rin* delayed the development of red fruit color relative to the normal genotype, and *rin⁺/rin* had a more drastic effect than that of either *nor⁺/nor* or *nor⁺/nor^A*. The genotypes *nor⁺/nor* e *nor⁺/nor^A* showed no significant differences from each other relative to external fruit colour. Relative size of the peduncular scar, lycopene and beta-carotene fruit contents, and PME and PG enzyme activities were not significantly affected by genotypes *nor⁺/nor^A*, *nor⁺/nor* and *rin⁺/rin*. Commercial yields were negatively affected by *og^{ct}/og^c*, but the combination *og^{ct}/og^c hp⁺/hp⁺* in the genotype *nor⁺/nor^A* promoted higher total and commercial yield, and higher average fruit mass. Texture and external color of *nor⁺/nor^A* fruit were not affected by the combination *og^{ct}/og^c hp⁺/hp⁺*. Neither the genotype *og^{ct}/og^c* nor the combination *og^{ct}/og^c hp⁺/hp⁺* affected fruit texture, external color or lycopene content when compared with the normal genotype. The genotype *nor⁺/nor^A* reduced early yield, increased half life of fruit firmness, and delayed the onset of red fruit colour pigmentation in the *og^{ct}/og^c hp⁺/hp⁺* genotype. Differences were found between the experimental *rin⁺/rin* hybrid and the commercial *rin⁺/rin* hybrid checks, indicating that both genotypic backgrounds and the interaction

background x ripening mutant must be considered in breeding long shelf life F₁ hybrids.

* Major Professor: Wilson Roberto Maluf - UFLA

1 INTRODUÇÃO

O aumento da produção de alimentos tem sido uma preocupação constante em todos os países. Nos últimos anos, além do aumento da produção, tem-se preocupado muito com a diminuição das perdas pós-colheita, especialmente dos produtos hortícolas, estimada em até 50% para alguns produtos.

Dentre as hortaliças, o tomate é um dos recordistas em perdas. A falta de um sistema de transporte e armazenamento adequados, aliada à sua elevada perecibilidade natural, são alguns dos fatores que contribuem para essa situação. A obtenção de tomates firmes e com maior conservação pós-colheita, associada à melhor qualidade dos frutos, têm sido priorizados nos programas de melhoramento genético com a cultura.

A maior conservação pós-colheita dos frutos de tomate é de grande importância para os tomaticultores, pois permite um maior período de comercialização da produção. Para o consumidor ela se torna determinante na aquisição do produto por estar associada à boa qualidade culinária, frescor, extensa vida de prateleira, resistência do fruto ao transporte e manuseio durante a colheita e a comercialização.

Diversas práticas pós-colheita foram desenvolvidas para facilitar o armazenamento, prolongar a vida de prateleira e minimizar os danos físicos com o manuseio dos frutos (Chitarra & Chitarra, 1990; Bleinroth, 1995). No entanto, os maiores avanços têm sido verificados através da utilização de híbridos portadores de genes que retardam o amadurecimento e prolongam a conservação (como os genes denominados mutantes de amadurecimento), que permitem colher os frutos em estágio mais avançado de maturação. Na última década, houve uma crescente utilização de cultivares híbridas de tomateiro do tipo

“longa-vida” no Brasil. Isso se deve principalmente à necessidade, reconhecida pelo mercado, de reduzir as elevadas perdas pós-colheita da cultura.

Os mutantes que mais se destacam por afetarem o processo natural de amadurecimento e/ou coloração dos frutos são *alcobaça* (*alc*), *ripening inhibitor* (*rin*), *non ripening* (*nor*), *old gold crimson* (*og^c*) e *high pigment* (*hp*). Os alelos *alc*, *rin* e *nor*, quando em homozigose, inibem a maturação normal dos frutos, prejudicando sensivelmente a coloração. Já em heterozigose, os efeitos deletérios na coloração são menos perceptíveis ou até mesmo eliminados. O processo natural de amadurecimento é retardado devido a ocorrer maturação mais lenta do fruto, interferindo principalmente na firmeza e na síntese de carotenóides. Os alelos *og^c* e *hp* afetam a coloração, resultando em frutos com cor vermelha mais intensa devido ao aumento do teor de licopeno, e, conquanto não apresentem efeitos diretos na vida pós-colheita dos frutos, de certa forma possibilitam uma colheita de frutos vermelhos, porém não muito maduros, o que refletirá em um maior período para serem comercializados.

Outro fator de grande importância e que deve ser considerado na produção de híbridos F₁ de tomateiro do tipo “longa vida” é o *background* genotípico. Quando atingem o estágio final de amadurecimento os frutos de tomateiro podem ser firmes ou macios, dependendo do *background* genotípico ou da presença ou ausência de genes que afetam especificamente a firmeza (Kopeliovitch et al. 1979; Freitas, 1996; Araújo, 1997; Faria, 2000; Andrade-Júnior, 1999; Santos-Júnior, 2002; Benites, 2003). Embora seja relatada a importância do *background* genotípico sobre a maior conservação pós colheita dos frutos, nenhum trabalho registrado na literatura separou os efeitos dos mutantes de amadurecimento do efeito do *background* sobre a conservação pós-colheita de frutos de tomateiro.

Assim, este trabalho teve por objetivo comparar e quantificar os efeitos dos alelos *alc*, *nor*, *rin*, *og^c* e *hp* em heterozigose sobre as características de

produção e conservação pós-colheita de frutos de tomateiro, e estimar os possíveis efeitos do *background* genotípico empregado nas mesmas características.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Amadurecimento de frutos de tomateiro

Com relação aos mecanismos que controlam o processo de amadurecimento dos frutos, o tomate, dentre os frutos climatéricos, tem sido o mais estudado. No início do amadurecimento ocorrem mudanças importantes na fisiologia e bioquímica de um fruto de tomate. Estas modificações ocorrem rapidamente e alteram a aparência, o “flavor”, a textura, a resistência a doenças e a conservação pós-colheita dos frutos (Hobson & Grieson, 1993).

Os efeitos das mudanças na respiração e no amadurecimento de frutos de tomateiro foram avaliados por Lyons & Pratt (1963). Os autores verificaram que a concentração de etileno interno aumenta cerca de 10 vezes entre 35 e 42 dias após a polinização, e cerca de 400 vezes durante a maturação, comparada aos primeiros estádios de desenvolvimento. O aumento tardio do etileno interno coincide com o aumento do CO₂ interno e a diminuição do O₂. O tratamento com etileno também induziu o climatério, com aumento da taxa de respiração em vários estádios de desenvolvimento, induzindo, nos frutos, características típicas de amadurecimento, tais como: aparecimento de cor vermelha, amolecimento, sabor e aroma característicos. Os autores concluíram, também, que frutos com 38% e 49% do desenvolvimento após a polinização não desenvolveram cor vermelha num período de 22 dias de armazenamento sem o tratamento com etileno. Todos os frutos a partir de 64% do desenvolvimento

apresentaram cor vermelha sem aplicação de etileno, bem como um grande aumento na produção de etileno interno, que foi associado a seu amadurecimento e climatérico respiratório. Os frutos com menos de 93% do desenvolvimento não desenvolveram uma qualidade comestível aceitável.

A degradação da clorofila ocorre entre a maturação e a senescência, assim como também a síntese dos carotenóides (licopeno e beta-caroteno) que ocorre em frutos com 100% do desenvolvimento (Medina & Medina, 1981; Kozukue & Friedman, 2003). Após a degradação da clorofila, é iniciada a maturação, que é caracterizada pelo aparecimento de pigmentos amarelos (beta-caroteno) e acúmulo de licopeno (pigmento vermelho). Neste estágio ocorre alta atividade metabólica, refletida pela alta taxa respiratória e pelo acúmulo de etileno endógeno. Em frutos com 100% do desenvolvimento, a pectinametilesterase (PME) apresenta sua máxima atividade, e durante o amadurecimento do fruto sua atividade aumenta acentuadamente, mostrando sua ação na mudança de textura desses frutos. Os autores sugerem, ainda, que as mudanças responsáveis pelo amadurecimento podem ser conduzidas por uma síntese coordenada de proteínas específicas.

Segundo McGlasson (1985), o etileno é o hormônio responsável pelo amadurecimento, e a produção de uma planta mutante cujos frutos não amadureçam sem a aplicação de etileno seria a solução para os problemas envolvidos no amadurecimento.

A firmeza característica do início do amadurecimento do fruto pode ser mantida com o bloqueio dos efeitos da poligalacturonase (Mabbett, 1989). A poligalacturonase (PG) solubiliza a pectina, causando o amolecimento dos frutos com mudanças na textura durante o amadurecimento. As paredes celulares se tornam mais suscetíveis à ação da PG devido à enzima pectinametilesterase (PME), que funciona como catalizadora de processos metabólicos que ocorrem durante o amadurecimento. Os níveis de atividade dessa enzima apresentam uma

correlação inversa com a firmeza do fruto de tomate e variam com os genótipos e com o estágio de maturação dos frutos (Ahrens & Huber, 1990; Chitarra & Chitarra, 1990).

A enzima PG não é o único, ou mesmo o determinante primário do amaciamento (Hobson & Grierson, 1993). A beta-galactosidase é colocada como uma enzima alternativa à PG no processo de amaciamento de tomates (Carrington & Pressey, 1996). Dessa forma, a crucialidade da PG no amaciamento de frutos é, entretanto, colocada em xeque, à luz de novas descobertas (Vilas Boas, 1998).

Na verdade, tem sido sugerido que a maior suscetibilidade das paredes celulares de tomate à ação da PG durante o amadurecimento deve-se à ação da PME (Koch & Nevins, 1989). No entanto, o bloqueio da expressão da PG por transformação genética, utilizando o gene antisense para PG, não evitou o amaciamento de frutos (Smith et al., 1988; Schuch et al., 1991) ou o fez apenas parcialmente (Kramer et al., 1995; Carrington et al., 1993).

Kader et al. (1977) estudaram os efeitos de sete estádios de amadurecimento dos frutos em quatro cultivares de tomate e fizeram análises químicas de sólidos solúveis, açúcares redutores, acidez titulável, pH e componentes voláteis, realizando ainda testes sensoriais. Frutos de tomate colhidos nos estádios *breaker* e *mature-green* apresentaram sabor inferior aos dos colhidos maduros. A acidez titulável não mostrou diferenças, e os conteúdos de sólidos solúveis e açúcares redutores foram similares em ambos os casos; porém, o pH foi mais baixo nestes estádios (*breaker* e *mature-green*). Com relação ao ácido ascórbico, os frutos colhidos totalmente maduros possuem os mais altos níveis. Foram observadas diferenças entre as cultivares em teor de açúcares, pH, acidez e ácido ascórbico, e também para diversas características sensoriais (embora a maneira como as mudanças ocorreram durante o desenvolvimento tenha sido semelhante para as cultivares).

Durante o amadurecimento do fruto do tomateiro, mudanças químicas e físicas na respiração, evolução de etileno, desenvolvimento de carotenos, sabor e textura ocorrem em sucessão rápida durante um período relativamente curto (Lobo, 1981). Com o amadurecimento ocorre um aumento na concentração de sólidos solúveis totais (SST) e este aumento varia entre cultivares. Young et al. (1993) consideraram que a herança é aditiva para SST, e consideraram a sua interação com a dominância revelada para maior acidez total titulável (ATT) um fator de dificuldade na obtenção de cultivares com maior teor de sólidos solúveis totais.

Segundo Chitarra & Chitarra (1990), após a maturação o fruto não aumenta mais de tamanho, e a maturação ocorre quando o desenvolvimento completo do fruto é atingido. A maturação é uma etapa intermediária entre o final do desenvolvimento e o início da senescência, sendo um processo normal e irreversível que pode, porém, ser retardado.

O amadurecimento do fruto é, pois, um processo complexo que envolve o desaparecimento da clorofila, a produção de açúcares e pigmentos, o metabolismo de ácidos orgânicos e amidos e o amolecimento do fruto, devido à solubilização do material da parede celular (Mutschler, 1981).

2.2 Conservação pós-colheita

Um fator de grande importância na conservação de frutos, e que atualmente vem sendo entendido como sinônimo de longa vida por algumas empresas, é a firmeza dos frutos. Porém, deve-se esclarecer que longa vida e firmeza de frutos são dois fatores distintos e dependem tanto do loco gênico empregado (mutante de amadurecimento ou não) como do *background* genético.

De acordo com Hall & Augustine (1981), a qualidade dos frutos está relacionada diretamente à textura (firmeza). Frutos firmes de tomate podem ser

colhidos em estágio adiantado de maturação, com expectativa de melhor qualidade.

A textura depende da coesividade, tamanho, forma e turgidez das células que compõem os tecidos de frutos. O componente mais resistente do tecido é a parede celular, constituída de microfibrilas de celulose embebidas em matriz polissacarídica flexível. As propriedades mecânicas e a resistência dos tecidos de frutos dependem das características estruturais do conglomerado celular (Pantástico, 1975). Segundo Hall (1987) e Andrade-Júnior (1999), a firmeza diminui rapidamente após os primeiros estádios de maturação, principalmente após o estágio "*breaker*".

Kader et al. (1978) relatam que a qualidade do tomate é avaliada pelo consumidor principalmente pela aparência, firmeza (textura) e sabor. A primeira compra é determinada pela aparência, e as subsequentes pelo sabor e textura.

Frutos de tomate são colhidos quando atingem o tamanho máximo, no início da maturação, e ocorre a mudança de cor, refletindo a degradação da clorofila (Lopes, 1980).

Vários métodos são utilizados para prolongar a vida pós-colheita de frutos de tomate. Chitarra & Chitarra (1990) propuseram a utilização de filmes plásticos protetores, atmosfera controlada e baixas temperaturas para aumentar a conservação após a colheita. Hong (1995) submeteu frutos de tomate a vapor de etanol (5ml/Kg por 5h a 18°C) e à imersão em solução com etanol (5ml/Kg). Ambos os tratamentos inibiram o desenvolvimento da coloração. Frutos de tomate não tratados amadureceram dentro de 16 a 20 dias, ao contrário de frutos submetidos a vapor de etanol, que tiveram seu amadurecimento entre 22 e 32 dias. O prolongamento do amadurecimento foi maior em frutos submetidos a vapor de etanol, comparados com a imersão.

Uma vez que as qualidades físico-químicas dos frutos de tomate, tais como textura, cor e sabor, sofrem influências do estágio de maturação na ocasião

da colheita (Carvalho et al., 1984), uma alternativa utilizada pelos tomaticultores para prolongar a vida de prateleira é a colheita dos frutos no início da maturação (*breaker stage*), para dispor de um período maior de comercialização dos frutos, antes que estes iniciem a degradação.

O aumento de vida útil do tomate pode ser conseguido através do uso de híbridos portadores de genes que retardam o amadurecimento e prolongam a conservação (como os genes denominados mutantes de amadurecimento), que permitem colher frutos em estágio mais avançado de amadurecimento do que o praticado (Souza, 1995; Freitas; 1996; Araújo, 1997; Freitas et al., 1998; Faria, 2000; Dias, 2001; Santos-Júnior, 2002; Benites, 2003).

2.3 Mutantes que interferem no processo de amadurecimento

O potencial do uso de mutantes de amadurecimento tem sido estudado há algum tempo, visando a estender a vida pós colheita dos frutos do tomateiro e, hoje, já é uma realidade em nível comercial (Tigchelaar et al., 1978; Kopeliovitch et al., 1979; Lobo, 1981; Mutschler, 1984a e 1984b; Souza, 1995; Freitas; 1996; Araújo, 1997; Freitas et al., 1998; Faria, 2000; Dias, 2001; Santos-Júnior, 2002; Benites, 2003).

No Brasil, o melhoramento do tomateiro visando à conservação natural dos frutos após a colheita começou com o emprego de uma mutação naturalmente encontrada na cultivar 'Alcobaça', introduzida de Portugal em 1967 (Leal & Mizubuti, 1975).

O mutante *alc* em homozigose tem efeito muito drástico ao inibir a maturação normal dos frutos, pois diminui a atividade total da enzima poligalacturonase (PG), a concentração de etileno e de CO₂ (Mutschler, 1984b; Mutschler et al., 1992), bem como os teores de pigmentos totais e a razão

licopeno / beta-caroteno (Mutschler, 1984b; Mutschler et al., 1992; Lobo et al., 1984; Souza, 1995).

O nível e a atividade da enzima 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 & Grierson, 1993). Entretanto, Resende (1995) não detectou redução na atividade da enzima PG em frutos *alc⁺/alc* relativamente aos genitores normais *alc⁺/alc⁺*, embora tenha detectado redução na atividade da enzima PME e aumento da firmeza de frutos de genótipo *alc⁺/alc*.

O mutante *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⁺*) (Mutschler et al., 1992).

Segundo Mutschler (1981), a herança da capacidade de armazenamento conferida pelo gene *alcobaça* indicou tratar-se de um gene com ação gênica recessiva como responsável por esta característica.

De maneira geral, o gene *alcobaça* no estado heterozigoto (*alc⁺/alc*) e homozigoto (*alc/alc*) contribuiu para aumentar a vida pós-colheita dos frutos sem prejudicar a produção (Souza, 1995; Freitas, 1996, Araújo, 1997). No estado homozigoto (*alc/alc*), embora aumentando bastante a conservação em pós-colheita, não tem possibilidade de ser utilizado comercialmente, devido a seus efeitos deletérios na relação SST/ATT e na coloração dos frutos (Souza, 1995, Souza et al., 2001).

Tigchelaar et al. (1978), relatando características de diferentes mutantes de amadurecimento em tomate, descreveram os mutantes *never ripe (Nr)*, *green ripe (gr)*, *ripening inhibitor (rin)* e *non ripening (nor)*. Os alelos *Nr* e *gr* afetam a intensidade de pigmentação nos frutos de tomate de modo que eles não ficam

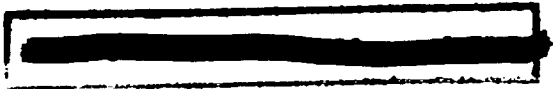
vermelhos quando maduros, tornando-os assim poucos promissores no que se refere à exploração prática no controle do amadurecimento e coloração de tomates (Kopeliovitch et al., 1979).

O alelo *rin*, mutante recessivo, reduz a síntese de carotenóides e o amolecimento e aumenta a conservação pós-colheita dos frutos. Reduz significativamente a atividade das enzimas poligalacturonase (Ng & Tigchelaar, 1977; Tigchelaar et al., 1978) e pectinametilesterase, assim como os teores de caroteno, beta-caroteno (Tigchelaar et al., 1978) e licopeno (Tigchelaar et al., 1978; Sink et al., 1974). Entretanto, em heterozigose, tais efeitos diminuem (Buescher & Tigchelaar, 1975 e Kopeliovitch, et al., 1979), embora haja alteração no sabor dos frutos (Kopeliovitch et al., 1982).

O alelo *nor*, mutante recessivo, também altera a síntese de carotenóides e o amolecimento dos frutos. Em homozigose, o alelo *nor* promove a ausência ou pequena atividade das enzimas poligalacturonase (Buescher & Tigchelaar, 1975; Ng & Tigchelaar, 1977) e pectinametilesterase (Buescher & Tigchelaar, 1975), favorecendo o amolecimento lento do fruto durante a maturação. Já no estado heterozigoto este mutante provoca um amolecimento intermediário do fruto, quando comparado com o amolecimento dos frutos normais (Buescher & Tigchelaar, 1975 e Kopeliovitch, et al., 1979).

O gene *rin*, na condição heterozigota, atrasou o amadurecimento em poucos dias, aumentando o intervalo entre o estágio *breaker* e o completo amadurecimento, de 5 para 7 dias, comparado com cultivares comerciais (Nguyen et al., 1991). Os autores concluíram também que houve um aumento no tempo de armazenamento de frutos maduros de 28 para 40 dias, a 20 °C.

A avaliação de híbridos F₁ obtidos na Austrália, heterozigotos para genes mutantes de amadurecimento, mostra que os híbridos *rin* (*rin*⁺/*rin*), quando maduros, possuem menor inibição do amadurecimento e deficiência de cor que os híbridos heterozigotos *nor*, *Nr* e *gr* (Nguyen et al., 1991). Esta característica



dos híbridos *rin* pode possibilitar a colheita dos frutos em estágio de cor mais avançado, melhorando suas qualidades organolépticas já que amolecem mais lentamente que as cultivares comerciais (Nguyen et al., 1991).

Estudos organolépticos nos frutos com *rin* (rin^+/rin) e *nor* (nor^+/nor) comparados ao fruto normal (rin^+/rin^+ e nor^+/nor^+) indicaram um efeito deletério quanto ao sabor do fruto. Para *rin* (rin^+/rin) o efeito é insignificante; enquanto, para *nor* (nor^+/nor), este efeito é mais severo (Kopeliovitch et al., 1982). Os mesmos estudos organolépticos foram feitos em frutos *alc* (alc^+/alc), mostrando que este gene não causa nenhum tipo de efeito deletério nos frutos (Mutschler et al., 1992).

Testes de alelismo com os genes *alc* e *nor* foram realizados por Mutschler (1984a). O gene *alc* foi localizado no braço menor do cromossomo 10, distante do gene *nor* por 17 centiMorgan, não sendo, portanto, segundo a autora, alélico a este, e nem a *rin*, que está localizado no cromossomo 5, ligado ao gene do macrocálice (Robinson & Tomes, 1968 e citados por Tigchelaar et al., 1978). Já Lobo (1981), em seus resultados, relata que os genes *alc* e *nor* são alélicos, devendo o gene *alc* ser denominado nor^A ; este alelo nor^A atua com dominância sobre o *nor*, e é descrito como climatérico que apresenta níveis elevados de respiração, etileno e atividade da PME, sendo esses parâmetros intermediários na condição heterozigota (nor^A/nor). A hipótese de alelismo de *alc* com *nor*, e não com *rin*, foi relatada por Lobo et al. (1984). Benites (2003) demonstrou a relação de alelismo entre *alc* e *nor* e propôs uma nova simbologia para representar o genótipo *alc/alc*. Segundo o autor, o genótipo *alc/alc* deve ser representado como nor^A/nor^A ao invés de *alc/alc*, conforme proposto inicialmente por Lobo (1981) e Lobo et al. (1984).

Ao contrário da maioria dos genes mutantes de amadurecimento (*rin*, *nor*, *alc*), alguns mutantes afetam favoravelmente a coloração dos frutos. A coloração é tida como importante componente de qualidade dos frutos,

contribuindo para o grau de aceitação do tomate *in natura* e processado (Thompson et al., 1964). Alelos específicos que afetam a coloração e possam tornar os frutos com cor vermelha intensa devido ao aumento do teor de licopeno, como os alelos *high pigment (hp)* (Thompson, 1961) e *old gold-crimson (og^c)* (Thompson et al., 1967), devem ser considerados. Estes alelos, mesmo que não apresentem efeitos diretos na vida pós-colheita dos frutos, de certa forma possibilitam uma colheita de frutos vermelhos, porém não muito maduros, o que refletirá em um maior período para serem comercializados (Maluf, 1994).

As mudanças de coloração durante a maturação são correlacionadas, pelo consumidor, com a melhora no sabor e com outros atributos desejáveis (Chitarra & Chitarra, 1990). A preferência do consumidor por tomates frescos é dada principalmente pela cor e textura, portanto, a avaliação da evolução da síntese de carotenóides em novos híbridos de tomate se torna de grande importância. Em tomate maduro os principais pigmentos carotenóides encontrados são o licopeno (cor vermelha) e o β -caroteno (cor amarela) (Thompson et al., 1965).

Alguns atributos de qualidade pós-colheita foram testados por Lampe & Watada (1971) em duas cultivares normais e quatro linhas contendo os mutantes de coloração *hp* e/ou *og^c*. Os autores verificaram que a combinação *hp/hp og^c/og^c* apresentou melhor desempenho quanto à conservação pós-colheita e à firmeza.

Thompson et al. (1962), que relataram a herança monogênica do mutante *hp*, verificaram também que ele induz a produção de altos níveis de carotenóides nos frutos, predominando o licopeno e o β -caroteno. Thompson et al. (1967) esclareceram a herança do gene *crimson (c)*, um mutante que confere uma coloração vermelho brilhante à polpa de frutos de tomate, e verificaram tratar-se de um gene com ação recessiva que confere por, pleiotropia, a coloração

alaranjada das pétalas; a partir daí, então, recebeu a denominação *old gold-crimson* (og^c).

Thompson et al. (1965) relataram conteúdos de licopeno cerca de 75% mais elevados que o normal em frutos mutantes homocigotos og^c (og^c/og^c), porém com redução do beta-caroteno, principalmente na região locular dos frutos. Estudando os efeitos dos alelos hp e og^c em homocigose sobre a produção e parâmetros de qualidade de frutos, Sayama (1979) observou que og^c aumentou a intensidade de coloração sem interferir em outras características, e que hp aumentou a coloração, pH, viscosidade, firmeza e conteúdo de vitamina C, porém reduziu o teor de sólidos solúveis e acidez titulável.

Freitas (1996) concluiu que o gene *alcobaça* em heterocigose (alc^+/alc) contribuiu para aumentar a firmeza dos frutos, retardando levemente o aparecimento da cor e a perda de peso, sem alterar a produção e outras características importantes de qualidade de frutos. Os alelos hp e og^c em heterocigose não contribuíram para aumentar a firmeza dos frutos heterocigotos alc^+/alc , porém a combinação $alc^+/alc\ og^{c+}/og^c\ hp^+/hp$ evidenciou um aumento na intensidade de coloração dos frutos.

O gene *alcobaça* em homocigose (alc/alc) prolonga a vida pós-colheita pela redução da perda de peso e aumento da firmeza, reduz os teores de licopeno e beta-caroteno, aumenta a relação brix/acidez, porém sua coloração externa limita sua utilização comercial (Araújo, 1997).

Os genes *alc*, og^c e hp têm associados a si uma série de efeitos pleiotrópicos, às vezes em sentidos opostos entre si. Esse fato já pressupõe uma complexidade de sua atuação a nível bioquímico. Suas associações, em homocigose e/ou heterocigose, num mesmo genótipo, podem se desviar substancialmente da sua atuação isolada, mas a complexidade de sua atuação conjunta é ainda pouco conhecida (Araújo, 1997).

Araújo (1997) relatou que as interações entre *og^f* e *hp* com o gene *alc* heterozigoto (*alc⁺/alc*) se revelaram promissoras para manter ou aumentar o número de frutos comerciáveis, com exceção do gene *og^f* em heterozigose (*og^{f+}/og^f*). Houve uma tendência dos gene *alc* em homozigose (*alc/alc*) e em heterozigose (*alc⁺/alc*) a reduzir a produção de frutos comerciáveis em relação ao genótipo normal (*alc⁺/alc⁺ og^{f+}/og^{f+} hp⁺/hp⁺*). Heterozigose nos locos *hp* e *og^f* (*hp⁺/hp* e *og^{f+}/og^f*) contribuiu para aumentar a produção de frutos comerciáveis em combinações envolvendo o gene *alc* em heterozigose (*alc⁺/alc*) ou homozigose (*alc/alc*). Os genes *hp* em homozigose (*hp/hp*), heterozigose (*hp⁺/hp*) e *og^f* em homozigose (*og^f/og^f*) promoveram o aumento da produção de frutos comerciáveis nas combinações envolvendo o gene *alcobaça* em heterozigose (*alc⁺/alc*). O autor concluiu também que o gene *alcobaça* em heterozigose (*alc⁺/alc*) não prejudicou a coloração interna ou externa dos frutos e o teor de licopeno, porém reduziu o beta-caroteno, o que pode ser, no entanto, contrabalançado por combinações específicas com *og^f* e/ou *hp*; reduziu a perda de peso e aumentou a firmeza, principalmente em associação com *hp/hp* e *hp⁺/hp* ou com *og^f/og^f*.

Leal (1973) atribuiu a menor perda de peso de frutos *alc⁺/alc⁺* e *alc⁺/alc* ao menor tamanho de cicatriz peduncular. Tal perda, baseada na perda de água dos frutos, é função em grande parte da alta taxa de respiração do tomate ocorrida através da cicatriz peduncular. A perda de água do tomate, juntamente com ação das enzimas poligalacturonase e pectinametilesterase (Resende, 1995), auxilia o amaciamento e murchamento dos mesmos, reduzindo sua vida pós-colheita. Efeitos pleiotrópicos do alelo *alc*, no sentido de reduzir o tamanho da cicatriz peduncular (Freitas et al., 1999) e a perda de peso dos frutos (Araújo, 1997; Freitas et al., 1999), explicam em parte a maior firmeza dos tomates *alc⁺/alc*, comparada àquela dos frutos normais (*alc⁺/alc⁺*) em que o tamanho de cicatriz peduncular foi maior. 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. 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 uma estendida vida de prateleira.

Faria (2000), ao estudar híbridos de tomateiro de linhagens de *background* Floradade e Mospomorist, heterozigotos nos locos *alc*, *og^c* e/ou *hp*, verificou que o gene *alc* em heterozigose (*alc⁺/alc*) não afetou a produção total, o peso médio, o tamanho da cicatriz peduncular e a perda de peso dos frutos, entretanto promoveu redução na produção precoce, redução na taxa de perda de firmeza e evolução mais lenta da coloração dos frutos em relação ao genótipo normal (*alc⁺/alc⁺*). O autor relata que a menor produção precoce está relacionada, em parte, à contribuição do gene *alc⁺/alc*, no sentido de retardar a coloração dos frutos no início do seu desenvolvimento. Os alelos *og^c* e *hp*, em heterozigose, apesar de não terem interferido na perda de firmeza dos frutos, atuaram no sentido de incrementar a coloração vermelha dos frutos heterozigotos *alcobaça*, quando juntos no mesmo genótipo (*alc⁺/alc og^{c+}/og^c hp⁺/hp*).

O alelo mutante *alc* em heterozigose (*alc⁺/alc*) não afetou a produção total, a produção comercial, o peso médio de fruto, o diâmetro da cicatriz peduncular e o formato dos frutos, entretanto afetou negativamente a produção comercial precoce, retardou a perda de firmeza e proporcionou uma evolução mais lenta da taxa de coloração dos frutos em híbridos de tomateiro com linhagens maternas de três *backgrounds* distintos. Os efeitos do gene *alc* em heterozigose verificados nos híbridos para as características avaliadas não interagiram com o *background* da linha materna do híbrido (Dias, 2001).

Ao contrário de diversos trabalhos encontrados na literatura, Santos-Júnior (2002) verificou que o gene *alc* em heterozigose (*alc*⁺/*alc*), isoladamente, não prolongou a vida útil dos frutos em pós-colheita no *background* estudado. Já os genes *nor* e *rin* em heterozigose, isoladamente, atuaram no sentido de retardar a perda de firmeza dos frutos. Considerando as duplas combinações heterozigóticas dos mutantes em estudo, os efeitos sobre a firmeza dos frutos foram potencializados, mostrando que os frutos tiveram vida útil sensivelmente superior em relação à soma dos efeitos dos genótipos portadores dos alelos individualmente. O genótipo *nor*⁺/*nor alc*⁺/*alc*, embora tenha proporcionado atraso na perda da firmeza dos frutos, promoveu redução na produção total e precoce e redução do teor de licopeno nos frutos maduros. O genótipo *nor*⁺/*nor rin*⁺/*rin* desacelerou a perda de firmeza dos frutos. A combinação *alc*⁺/*alc rin*⁺/*rin* foi a mais eficiente em retardar a perda de firmeza dos frutos e, ao contrário das demais combinações, não promoveu redução significativa na produtividade. Todas as duplas combinações estudadas (*nor*⁺/*nor alc*⁺/*alc*, *alc*⁺/*alc rin*⁺/*rin* e *nor*⁺/*nor rin*⁺/*rin*) proporcionaram atrasos na evolução da coloração vermelha dos frutos. Segundo Santos-Júnior (2002), o uso de híbridos heterozigotos nas duplas combinações entre os genes *alc*, *nor* e *rin* mostrou-se vantajoso por propiciar frutos firmes, com maior extensão da vida pós-colheita dos frutos em comparação com os híbridos portadores desses genes isoladamente; embora os frutos duplo mutantes tenham sofrido atraso na evolução da coloração, esse não foi um fator limitante, a não ser na combinação *nor*⁺/*nor alc*⁺/*alc*. Estudos recentes de Benites (2003) demonstraram que *alc* e *nor* são alelos semelhantes ou idênticos no mesmo locos, e que *alc* deveria ser denominado *nor*^A. Assim, a putativa dupla combinação heterozigótica *nor*⁺/*nor alc*⁺/*alc* é na verdade uma combinação contendo os alelos *nor*^A e *nor* no mesmo loco (*nor*^A/*nor*), e tem comportamento semelhante aos homozigotos *nor/nor* ou *nor*^A/*nor*^A. Esta expectativa está de acordo com os resultados obtidos por

Santos-Júnior (2002), explicando o atraso na evolução da coloração de frutos com combinação *nor⁺/nor alc⁻/alc*. O autor verificou também que o uso do genótipo *rin⁺/rin* ou da dupla combinação *alc⁻/alc rin⁺/rin* e *nor⁺/nor rin⁺/rin* em programas de melhoramento para produção de híbridos de tomate longa-vida torna-se viável, apesar do ligeiro atraso na evolução da coloração interna dos frutos, embora a magnitude deste atraso não tivesse sido grande a ponto de impedir seu emprego comercial. Entre os genótipos em heterozigose, o genótipo *rin⁺/rin* destacou-se em relação aos genótipos *alc⁺/alc* e *nor⁺/nor* no sentido de retardar a perda de firmeza dos frutos.

Faria et al. (2002), avaliando diferentes combinações nos locos *alc*, *rin*, *og^f* e *hp* e o efeito do *background* genotípico sobre a evolução da coloração e a perda de firmeza de frutos de híbridos de tomateiro, verificaram que a coloração externa de frutos híbridos *alc⁺/alc rin⁺/rin* evoluiu mais lentamente quando comparada com o genótipo normal e que não houve efeito dos alelos *og^f* e/ou *hp*, em heterozigose, sobre a evolução da coloração dos frutos destes híbridos. Os autores observaram também que os híbridos *rin⁺/rin* mantiveram-se firmes por um maior período de tempo e demoraram mais tempo para intensificarem a coloração vermelha em relação ao genótipo normal em *background* FloraDade e que houve efeito positivo dos alelos *og^f* e *hp*, em heterozigose, no sentido de recuperarem a coloração dos frutos *rin⁺/rin*. Entretanto, os alelos *og^f* e *hp* não influenciaram a firmeza de frutos *rin⁺/rin* e *alc⁺/alc rin⁺/rin*. Segundo os autores, a adição do alelo *alc* em heterozigose aos genótipos *rin⁺/rin* retardou ainda mais a perda da firmeza dos frutos e, isoladamente, o alelo *alc* em heterozigose apresentou efeito menos pronunciado sobre a firmeza dos frutos do que o alelo *rin*, também em heterozigose. Com relação ao *background* genotípico, os autores observaram que houve uma tendência do *background* FloraDade em retardar a chegada da coloração vermelha dos frutos em relação

ao *background* híbrido F₁(TOM-559 x BPX-371A pl#1), e que este foi mais favorável para manter a firmeza dos frutos *alc⁺/alc rin⁺/rin*.

2.4 Aspectos genéticos e heterose em tomateiro

Em hortaliças, os híbridos F₁ têm sido comercialmente empregados em aspargo, brócolis, repolho, cenoura, couve-flor, brinjela, cebola, pimenta, milho-doce e tomate (Maluf et al., 1983), entre outros. Na década de 1990, houve um aumento considerável no consumo de sementes híbridas de tomate, apesar do elevado custo da semente híbrida.

Segundo Melo et al. (1988), as cultivares híbridas de tomateiro apresentam vantagens sobre as cultivares de polinização aberta sob diferentes aspectos. Em geral, o emprego de híbridos F₁ proporciona aumentos na produção de 25 a 40%, maturação mais precoce, melhor uniformidade, maior vigor inicial e desenvolvimento, maior resistência a doenças e capacidade de adaptação mais ampla. Apesar do valor elevado da semente híbrida, os ganhos com a heterose podem compensar o seu maior custo em relação às cultivares tradicionais.

Híbridos de tomateiro derivados de genitores geneticamente divergentes apresentam maiores valores de heterose para as características de produção, precocidade e formato de fruto (Miranda et al., 1982; Maluf et al., 1983; Maluf et al., 1989; Andrade-Júnior, 1999).

Miranda et al. (1982), estudando correlações entre características de produção de frutos de tomateiro, verificaram correlações genéticas moderadas ou altamente negativas das características produção de frutos comerciáveis, produção total e número total de frutos com o peso médio de frutos comerciáveis, o que dificultaria, assim, uma seleção simultânea para aumentar, em número e em peso médio, os frutos do tomateiro.

A utilização de híbridos F_1 pode tornar-se vantajosa devido à estabilidade fenotípica (Andrade-Júnior, 1999), pois num país como o Brasil as condições adversas de cultivo, como chuvas pesadas, flutuações bruscas de temperatura, entre outras, são constantes. O uso de híbridos facilita também o emprego de genes que conferem resistência a doenças limitantes ao cultivo, uma vez que a maioria das resistências a doenças em tomateiro é controlada por alelos dominantes.

Os efeitos do alelo *alc* no sentido de aumentar o período de conservação pós-colheita dos frutos e os ganhos em produtividade provenientes da heterose demonstram a viabilidade do uso, no Brasil, de híbridos de tomateiros heterozigotos do tipo longa vida, competitivos com os materiais importados (Souza, 1995; Resende, 1995; Freitas, 1996; Filgueiras, 1996, Araújo, 1997; Freitas et al., 1998 e Vilas Boas, 1998).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O presente trabalho foi realizado no setor de Olericultura da Universidade Federal de Lavras-UFLA, na estação de Pesquisa e Produção de Sementes de Hortaliças (HortiAgro Sementes Ltda), localizada no município de Ijaci-MG, e nos Departamentos de Química e Agricultura da Universidade Federal de Lavras-UFLA/MG, durante os anos de 2000 e 2001.

3.2 Material experimental

Os materiais utilizados para obtenção dos híbridos fazem parte do programa de melhoramento do tomateiro do professor Wilson Roberto Maluf, da Universidade Federal de Lavras-UFLA/MG, e encontram-se em descrição no Quadro 1. No presente trabalho utilizou-se, para o mutante *alcobaça*, a notação *nor^A* proposta por Lobo (1981), uma vez que sua relação de alelismo com *nor*, ao contrário do que relatou Mutschler (1984a), foi confirmada por Benites (2003).

Sete linhagens quase isogênicas de tomateiro, obtidas a partir de retrocruzamentos com *background* FloraDade (FloraDade, TOM-596, TOM-588, TOM-559, TOM-589, TOM-613 e TOM-614), que diferem entre si nos locos *alcobaça* / *non ripening*, *ripening inhibitor*, *old gold crimson* e *high pigment*, foram utilizadas como genitores femininos em combinações com a linhagem Mospomorist (fonte de pólen), originando sete híbridos experimentais quase isogênicos (Quadro 2).

FloraDade é uma cultivar de crescimento determinado, “jointless” (j_2/j_2), de frutos multiloculares, criada na Universidade da Flórida/USA. TOM-596, TOM-588, TOM-559, TOM-589, TOM-613 e TOM-614 são linhagens de crescimento determinado, de frutos multiloculares, quase isogênicas à cultivar FloraDade, e dela diferem por possuírem constituições genotípicas quanto aos alelos *alcobaça* (nor^A), *non ripening* (*nor*), *ripening inhibitor* (*rin*), *old gold crimson* (og^c) e *high pigment* (*hp*), conforme indicado no Quadro 1. Mospomorist é uma linhagem do tipo Moneymaker, obtida pelo I.N.R.A. / Avignon / França, de amadurecimento normal, com resistência múltipla a doenças e de crescimento indeterminado.

Sete híbridos experimentais, juntamente com as linhagens FloraDade e Mospomorist, mais dois híbridos comerciais longa vida heterozigotos no loco *rin* (Carmen F_1 e Chronos F_1) constituíram os 11 tratamentos, que foram avaliados quanto às características de produção e qualidade de frutos, e encontram-se descritos no Quadro 2. Com exceção da linhagem FloraDade, todos os tratamentos possuem hábito de crescimento indeterminado.

QUADRO 1. Materiais genéticos utilizados para obtenção dos híbridos experimentais. UFLA, Lavras-MG, 2002.

Linhagens maternas	Background	Genótipo (genitores femininos)	
FloraDade	FloraDade	$nor^+/nor^+ rin^+/rin^+ og^{++}/og^{++} hp^+/hp^+$	normal
TOM-596	FloraDade	$nor^+/nor^+ rin^+/rin^+ og^f/og^f hp^+/hp^+$	homozigoto <i>crimson</i>
TOM-588	FloraDade	$nor^+/nor^+ rin^+/rin^+ og^f/og^f hp/hp$	homozigoto <i>crimson & high pigment</i>
TOM-559	FloraDade	$nor^A/nor^A rin^+/rin^+ og^{++}/og^{++} hp^+/hp^+$	homozigoto <i>alcobaça</i>
TOM-589	FloraDade	$nor^A/nor^A rin^+/rin^+ og^f/og^f hp/hp$	homozigoto <i>alcobaça & crimson & high pigment</i>
TOM-613	FloraDade	$nor/nor rin^+/rin^+ og^{++}/og^{++} hp^+/hp^+$	homozigoto <i>nor</i>
TOM-614	FloraDade	$nor^+/nor^+ rin/rin og^{++}/og^{++} hp^+/hp^+$	homozigoto <i>rin</i>
Linhagem paterna	Background	Genótipo (genitor masculino)	
Mospomorst	MoneyMaker	$nor^+/nor^+ rin^+/rin^+ og^{++}/og^{++} hp^+/hp^+$	normal

3.3 Obtenção dos híbridos F₁

Em uma primeira etapa, realizada na estação de Pesquisa e Produção de Sementes de Hortaliças (HortiAgro Sementes Ltda.), foram obtidos os sete híbridos experimentais quase isogênicos, sob estufa plástica, através de cruzamentos manuais e controlados. A descrição dos materiais utilizados como genitores masculino e feminino está no Quadro 1, e os híbridos experimentais obtidos estão listados no Quadro 2. Sementes das linhagens genitoras foram semeadas em caixas plásticas contendo substrato Plantmax[®] à base de vermiculita e casca de *Pinus*. Posteriormente fez-se a repicagem das plântulas para bandejas de isopor de 128 células que continham substrato Platmax[®] + casca de arroz carbonizada na proporção de 1/1 e 800g de adubo na formulação 4:14:8 para cada 80 litros desta mistura.

O transplântio para canteiros foi realizado aproximadamente 30 dias após a semeadura. Foram utilizados canteiros com fila dupla com espaçamento de 60cm entre linhas e 50cm entre plantas.

As plantas foram estaqueadas com bambu, a irrigação foi por gotejo, as adubações de plantio e de cobertura e os tratos culturais foram feitos de acordo com as recomendações para a cultura do tomate (Filgueira, 2000).

O pólen do genitor masculino foi extraído utilizando-se um aparelho para vibrar o cone de anteras das flores, após estas terem sido coletadas pela manhã e postas a secar sob luz incandescente (Maluf, 1994). Após a extração do pólen foram feitas as polinizações colocando o pólen recém extraído no estigma dos botões florais dos genitores femininos, tomando-se os cuidados para evitar contaminações. As polinizações foram feitas diariamente por um período de aproximadamente 1 mês, para garantir boa quantidade de sementes de cada híbrido.

Os frutos obtidos das polinizações controladas foram identificados pela presença de uma lã amarrada no pedúnculo no ato da polinização. Os frutos foram colhidos maduros e as sementes, extraídas manualmente, sendo postas a fermentar por um período de 48 horas em sacos plásticos. Após este período as sementes foram lavadas em água corrente para retirada da mucilagem e permaneceram por três horas em uma solução de água + ácido clorídrico (HCl) na proporção de (19/1). As sementes híbridas F₁ foram secas, identificadas e armazenadas em câmara fria.

3.4 Condução do experimento

O experimento foi conduzido em estufa plástica modelo capela, localizada no setor de Olericultura da Universidade Federal de Lavras-UFLA. O ensaio constituiu-se de 11 tratamentos; (a) 7 híbridos experimentais obtidos na 1ª fase; (b) 2 híbridos comerciais, Carmen F₁ e Chronos F₁, utilizados como testemunhas; (c) linhagens Mospomorist e FloraDade, conforme Quadro 2. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados completos com 10 plantas por parcela e quatro repetições, perfazendo um total de 440 plantas. Cada parcela constituiu-se de uma fileira única de 5,0 m de comprimento por 0,70 m de largura (3,5 m²).

A produção e o preparo das mudas dos híbridos experimentais e dos demais tratamentos foram realizados semelhantemente ao descrito no item 3.3.

O transplântio das mudas foi realizado aproximadamente 30 a 40 dias após a semeadura, através do qual as mudas foram transplantadas em canteiros com fila dupla com espaçamento de 70 cm entre linhas e 50 cm entre plantas. O plantio foi feito em sistema tutorado e a irrigação, por gotejamento. As plantas foram estaqueadas com bambu e conduzidas com duas hastes principais, sendo

desbrotadas semanalmente, finalizando-se com poda no ápice, a uma folha acima do quinto rácimo floral.

Para o controle de plantas daninhas foi realizada capina química, aos vinte dias do transplântio (após amontoa), com aplicação direcionada ao solo do herbicida metribuzin, na dosagem e de acordo com as especificações indicadas pelo fabricante. Para o controle de pragas e doenças foram realizadas pulverizações, sempre que necessárias, com produtos específicos registrados para a cultura.

As adubações de cobertura foram realizadas por meio de fertirrigação por gotejamento, conforme recomendação para a cultura do tomate em ambiente protegido.

QUADRO 2. Descrição dos onze tratamentos quanto à constituição nos locos *nor^A/nor*, *rin*, *og^c* e *hp* e ao *background* genotípico. UFLA, Lavras-MG, 2002.

Tratamentos	Descrição	Genótipos nos locos <i>nor^A/nor, rin, og^c e hp</i>	Background
1	Mospomorist	normal	Mospomorist
2	FloraDade	normal	FloraDade
3	F1(FloraDade x Mospomorist)	normal	FloraDade x Mospomorist
4	F1(TOM-596 x Mospomorist)	heterozigoto <i>og^c</i>	FloraDade x Mospomorist
5	F1(TOM-588 x Mospomorist)	heterozigoto <i>og^c & hp</i>	FloraDade x Mospomorist
6	F1(TOM 559 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor^A</i>	FloraDade x Mospomorist
7	F ₁ (TOM-589 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor^A & og^c & hp</i>	FloraDade x Mospomorist
8	F1(TOM-613 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor</i>	FloraDade x Mospomorist
9	F1(TOM-614 x Mospomorist)	heterozigoto <i>rin</i>	FloraDade x Mospomorist
10	Carmen F ₁	heterozigoto <i>rin</i>	Carmen
11	Chronos F ₁	heterozigoto <i>rin</i>	Chronos

3.5 Avaliações

3.5.1 Características de Produção

Foram realizadas colheitas semanais, durante um período de 75 dias (15/07 a 27/09 de 2000). As avaliações de produtividade foram realizadas nos dias das colheitas.

3.5.1.1 Produção total

Foi obtida pelo somatório das massas de todos os frutos de cada parcela durante as sucessivas colheitas, e os resultados foram expressos em toneladas por hectare ($t.ha^{-1}$).

3.5.1.2 Produção de frutos comerciáveis

Foi obtida pelo somatório das massas dos frutos comerciáveis de cada parcela, referentes às sucessivas colheitas. Foram considerados comerciáveis frutos com diâmetro transversal maior que 50 mm e frutos que não apresentavam defeitos. Os resultados foram expressos em toneladas por hectare ($t.ha^{-1}$).

3.5.1.3 Produção precoce

A produção precoce foi obtida somando-se as massas dos frutos de cada parcela nos primeiros vinte dias de colheita. Os resultados foram expressos em toneladas por hectare ($t.ha^{-1}$).

3.5.1.4 Produção precoce de frutos comerciáveis

Somando-se as massas dos frutos comerciáveis de cada parcela dos primeiros vinte dias de colheita, foi obtida a produção precoce de frutos comerciáveis. Os resultados foram expressos em toneladas por hectare ($t \cdot ha^{-1}$).

3.5.1.5 Massa média por fruto

Foi obtida dividindo-se a massa total dos frutos de cada parcela pelo número total de frutos da respectiva parcela, durante as sucessivas colheitas. Os resultados foram expressos em $g \cdot fruto^{-1}$.

3.5.1.6 Massa média por fruto comerciável

Foi obtida pela divisão da massa dos frutos comerciáveis de cada parcela pelo número de frutos comerciáveis da respectiva parcela durante as sucessivas colheitas, sendo os resultados expressos em $g \cdot fruto^{-1}$.

3.5.2 Número médio de dias da antese ao estágio *breaker*

No período do florescimento das plantas, a cada dois dias, foram marcadas, com lã colorida, as flores abertas naquela data (a cada data uma cor correspondente), totalizando no mínimo vinte flores por parcela. Na época da colheita foram amostrados 10 (dez) frutos por parcela, sendo os frutos colhidos no estágio *breaker*, caracterizado pela quebra do estado verde dos frutos com o aparecimento de manchas levemente amareladas ou avermelhadas na região da cicatriz estilar, ao início da maturação, sendo registrados os dias decorridos

desde a antese correspondente. Para efeito de análise estatística, a média da parcela correspondeu à média dos dez frutos amostrados.

3.5.3 Características de Qualidade de Fruto

Para as avaliações do formato de fruto, tamanho relativo da cicatriz peduncular, firmeza e coloração dos frutos, foram utilizadas as mesmas amostras constituídas de 10 (dez) frutos por parcela. Esses frutos constituíram uma amostra uniforme relativamente ao ponto de colheita (estádio *breaker* de maturação), tamanho e ausência de injúrias ou defeitos. Nas avaliações de pigmentos carotenóides e atividade enzimática foram consideradas amostras de frutos de cada parcela, em diferentes estádios de amadurecimento.

3.5.3.1 Formato de fruto

Foi obtido pela medida do comprimento (C) e a largura (L) de cada fruto amostrado, utilizando-se um paquímetro, expressando os dados como a relação C/L média dos dez frutos amostrados por parcela. A relação entre o comprimento e a largura indica o formato. 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.

3.5.3.2 Tamanho relativo da cicatriz peduncular

As medidas do maior diâmetro da cicatriz peduncular e do diâmetro de cada fruto amostrado foram obtidas utilizando-se um paquímetro. A razão entre essas duas medidas constituiu o diâmetro da cicatriz peduncular relativamente ao

diâmetro do frutos. Foram consideradas as médias de dez frutos amostrados para cada parcela. Os resultados foram expressos em percentagem (%).

3.5.3.3 Firmeza de fruto

Os frutos foram armazenados em câmara fria com temperatura controlada (15 °C) e umidade relativa de 60%, em prateleiras, onde permaneceram durante todo o período das avaliações. No dia da colheita, os frutos foram avaliados quanto à firmeza pela técnica de aplanção (Calbo & Calbo, 1989) e essa primeira avaliação foi denominada firmeza do dia 0 (zero); outras avaliações intercaladas dia sim, dia não, foram feitas até os frutos estarem totalmente moles. As medidas das firmezas foram feitas de acordo com Calbo & Nery (1995), conforme se explica a seguir: em um aparelho próprio descrito por Calbo & Calbo (1989), os frutos receberam a pressão de um peso de 1,047 kg denominado de ponto de prova (F). A cada avaliação o peso permaneceu por 1 minuto em repouso sobre o fruto, sempre em um mesmo ponto, situado na região equatorial e em local que separa dois lóculos. Na base desse ponto de prova (F), uma placa de acrílico no sentido horizontal atuou diretamente na superfície do fruto. A pressão direta desse peso atuando sobre a placa e esta, sobre o fruto, promoveu a formação de uma superfície de contato de forma elipsóide. Para que essa elipsóide formada mostrasse bordas bem definidas, foi utilizada uma gota de óleo mineral na marca do fruto. Posteriormente foram medidos, com paquímetro, o maior (a) e o menor (b) diâmetro do elipsóide. Estas duas medidas de diâmetro, aplicadas à expressão $A = 0,7854.a.b$, forneceram a área da superfície aplanada ($A/$ em cm^2) e, assim, a firmeza (P) pôde ser determinada pela divisão do peso do ponto de prova (F) pela área aplanada (A). Os resultados foram expressos em $N.m^{-2}$.

3.5.3.4 Coloração de fruto

Através de observação visual, os dez frutos amostrados de cada parcela receberam notas individuais, a cada dois dias, quanto ao grau de coloração externa, dentro de uma escala que variou de 1 a 5, conforme a seguir:

1: frutos no *breaker stage*, ou seja, com poucas listras ou manchas de coloração vermelha;

2: frutos com 20% a 40% da superfície de área com coloração vermelha;

3: frutos com 40% a 60% da superfície de área com coloração vermelha;

4: frutos com 60% a 80% da superfície de área com coloração vermelha;

5: frutos com mais de 80% da área de superfície com coloração vermelha.

Foram consideradas as médias das notas dos frutos de cada parcela, em cada dia de avaliação.

3.5.3.5 Pigmentos carotenóides (licopeno e beta-caroteno)

Foram colhidos quatro frutos por parcela, em cada estágio de amadurecimento: *breaker* (início de manchas de coloração vermelha na região da cicatriz estilar), intermediário (40% a 60% da área da superfície com coloração vermelha) e maduro (acima de 80% da área da superfície com coloração vermelha), e retiradas amostras compostas de fatias longitudinais (sem epicarpo) desses frutos para avaliação. Cinquenta gramas da amostra foram trituradas em liquidificador com 50 mL de solução ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ a 0,05% em água destilada) por 30 segundos. Pipetaram-se 2 mL em tubos de ensaio e adicionaram-se 10 mL da mistura binária éter de petróleo/acetona (97:3). Agitou-se o material em vórtex durante 30 segundos e foram feitas leituras do sobrenadante em aparelho

espectrofotômetro a 503 nm e 452 nm. Os teores de licopeno e beta-caroteno foram calculados com base nas fórmulas citadas por Silverstein et al. (1994).

$$\text{Licopeno } (\mu\text{g.g}^{-1} \text{ de fruto}) = X / 0,032$$

$$\text{Beta-caroteno } (\mu\text{g.g}^{-1} \text{ de fruto}) = [Y - (X * 0,71)] / 0,0258$$

X = leitura na absorvância de 503 nm


Y = leitura na absorvância de 452 nm

3.5.3.6 Atividade enzimática (PG e PME)

Para análise laboratorial foram consideradas duas repetições, sendo avaliadas amostras compostas de fatias longitudinais de oito frutos colhidos em cada um dos 3 estádios de amadurecimento: *breaker* (início de manchas de coloração vermelha na região da cicatriz estilar), intermediário (40% a 60% da área da superfície com coloração vermelha) e maduro (acima de 80% da área da superfície com coloração vermelha).

3.5.3.6.1 Atividade da enzima poligalacturonase (PG)

Foi determinada segundo Markovic et al. (1975). O extrato foi incubado em solução a 0,25% de ácido poli-galacturônico (lavado com etanol 80% antes do uso) em tampão acetato de sódio 37,5mM pH 5,0 por 3 horas. A reação foi interrompida em banho-maria fervente e os grupos redutores liberados, determinados pela técnica de Somogyi modificada por Nelson (1944), usando glicose anidra como padrão. Como branco foi usado extrato inativado



termicamente e incubado nas mesmas condições. Os resultados foram expressos em nmol/g/min.

3.5.3.6.2 Atividade da enzima pectinametilesterase (PME)

A atividade da enzima pectinametilesterase foi determinada segundo Hultin et al. (1966) e Ratner et al. (1969). Tomou-se 1 ml do extrato enzimático, adicionando-o sobre 30 ml da solução pectina cítrica 1% em NaCl 0,1M. Fez-se o ajuste do pH para 7,0, utilizando a solução de NaOH 0,01N. Para que o ajuste do pH fosse mais rápido, foram adicionadas algumas gotas de NaOH 0,1N. Ao atingir pH 7,0, passou-se a titular com NaOH 0,01N, a partir de uma bureta, durante 10 minutos, a fim de neutralizar o meio acidificado pela atividade enzimática.

Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 μ mol de NaOH.min⁻¹.g⁻¹ massa fresca, sob as condições de ensaio. Os resultados finais foram expressos em nmol/g/min.

3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

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

O modelo estatístico para o delineamento adotado foi :

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

em que:

Y_{ij} : valor observado no tratamento i , na repetição j ;

m : média geral;

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

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

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

Sendo os híbridos experimentais avaliados quase isogênicos, foram calculados contrastes não ortogonais de interesse entre os pares de híbridos para avaliar os efeitos dos genes *nor^A/nor*, *rin* e *og^c*, em heterozigose, isoladamente, bem como os efeitos das combinações de vários destes locos em heterozigose, simultaneamente (*og^c + hp*; *nor^A + og^c + hp*). A descrição detalhada dos contrastes estudados e seu significado estão no Quadro 3.

Os contrastes calculados entre o híbrido experimental $F_1(\text{TOM-614} \times \text{FloraDade})$ e os híbridos comerciais Carmen F_1 e Chronos F_1 , todos heterozigotos no loco *rin* (*rin⁺/rin*), refletem o efeito do *background* genotípico sobre as características avaliadas, livre dos possíveis efeitos do alelo mutante *rin*.

A evolução da coloração dos frutos foi medida anotando-se, para cada parcela, o número de dias para atingir as notas 3, 4 e 5 de coloração. A meia vida de firmeza (T) foi obtida através da regressão dos dados de firmeza (A), de cada parcela, no número de dias decorridos (X), através do modelo estatístico do decaimento exponencial: $A = A_0 * (1/2)^{X/T}$, em que A_0 = firmeza (N.m^{-2}) inicial dos frutos no estágio *breaker* (=dia 0) ; X = número de dias decorridos após colheita no estágio *breaker*; T= meia vida da firmeza (medida em dias); A = firmeza (N.m^{-2}) após decorridos X dias. As regressões foram calculadas com o recurso do pacote estatístico SAS (*Statistical Analysis System*), utilizando-se para o modelo de decaimento exponencial, a transformação logarítmica seguida de regressão linear.

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

- (a) a firmeza inicial do fruto no estágio *breaker* (A_0);
- (b) a meia vida da firmeza (T);
- (c) o número de dias decorridos para que os frutos atingissem firmeza de $2,0 \cdot 10^4 \text{ N.m}^{-2}$;
- (d) o número de dias decorridos para que os frutos atingissem firmeza de $3,0 \cdot 10^4 \text{ N.m}^{-2}$.

QUADRO 3. Contrastes não ortogonais de interesse envolvendo os genótipos experimentais em *background* FloraDade x Mospomorist. UFLA, Lavras-MG, 2002.

Contrastes de interesse	Efeito mensurado
<i>F1 vs [(FloraDade+Mospomorist)/2]</i>	Heterose relativa à média dos pais
<i>nor⁺/nor^A vs normal</i>	Efeito do genótipo <i>nor⁺/nor^A</i> relativamente ao genótipo normal
<i>nor⁺/nor vs normal</i>	Efeito do genótipo <i>nor⁺/nor</i> relativamente ao genótipo normal
<i>rin⁺/rin vs normal</i>	Efeito do genótipo <i>rin⁺/rin</i> relativamente ao genótipo normal
<i>og^{c+}/og^c vs normal</i>	Efeito do genótipo <i>og^{c+}/og^c</i> relativamente ao genótipo normal
<i>og^{c+}/og^c hp⁺/hp vs normal</i>	Efeito da combinação <i>og^{c+}/og^c hp⁺/hp</i> relativamente ao genótipo normal
<i>nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c hp⁺/hp vs normal</i>	Efeito da combinação <i>nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c hp⁺/hp</i> relativamente ao genótipo normal
<i>nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c hp⁺/hp vs nor⁺/nor^A</i>	Efeito da combinação <i>og^{c+}/og^c hp⁺/hp</i> no genótipo <i>nor⁺/nor^A</i>
<i>nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c hp⁺/hp vs og^{c+}/og^c hp⁺/hp</i>	Efeito do genótipo <i>nor⁺/nor^A</i> no genótipo <i>og^{c+}/og^c hp⁺/hp</i>
<i>rin⁺/rin vs nor⁺/nor^A</i>	Efeito do genótipo <i>rin⁺/rin</i> relativamente ao genótipo <i>nor⁺/nor^A</i>
<i>nor⁺/nor vs nor⁺/nor^A</i>	Efeito do genótipo <i>nor⁺/nor</i> relativamente ao genótipo <i>nor⁺/nor^A</i>
<i>nor⁺/nor vs rin⁺/rin</i>	Efeito do genótipo <i>nor⁺/nor</i> relativamente ao genótipo <i>rin⁺/rin</i>
<i>Carmen vs F1 (FloraDade x Mospomorist)</i>	Efeito do híbrido longa vida Carmen relativamente ao híbrido normal (FloraDade x Mospomorist) (efeito combinado da constituição genotípica <i>rin⁺/rin</i> com o efeito do <i>background</i> genotípico)
<i>Carmen vs rin⁺/rin</i>	Efeito do <i>background</i> Carmen relativamente ao <i>background</i> FloraDade x Mospomorist
<i>Chronos vs F1 (FloraDade x Mospomorist)</i>	Efeito do híbrido longa vida Chronos relativamente ao híbrido normal (FloraDade x Mospomorist) (efeito combinado da constituição genotípica <i>rin⁺/rin</i> com o efeito do <i>background</i> genotípico)
<i>Chronos vs rin⁺/rin</i>	Efeito do <i>background</i> Chronos relativamente ao <i>background</i> FloraDade x Mospomorist

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características de produção

Os valores dos quadrados médios com as respectivas significâncias e os coeficientes de variação das análises de variância para as características de produção estão apresentados nas Tabelas 1 e 3. Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para todas as características avaliadas.

4.1.1 Produção total

Os rendimentos médios oscilaram de 65,97 t.ha⁻¹ para a linhagem Mospomorist a 142,75 t.ha⁻¹ para o híbrido comercial Carmen F₁ (Tabela 2).

Os híbridos F₁, em geral, apresentaram bom desempenho para produção total. O híbrido comercial Carmen F₁ (*rin*⁺/*rin*) foi o que apresentou melhor produção (142,75 t.ha⁻¹), não diferindo estatisticamente do híbrido comercial Chronos F₁ (*rin*⁺/*rin*) e dos híbridos experimentais F₁(TOM-614 x Mospomorist) (*rin*⁺/*rin*), F₁(TOM-613 x Mospomorist) (*nor*⁺/*nor*), F₁(TOM-589 x Mospomorist) (*nor*⁺/*nor*^A *og*^{c+}/*og*^c *hp*⁺/*hp*), F₁(TOM-588 x Mospomorist) (*og*^{c+}/*og*^c *hp*⁺/*hp*) e F₁(FloraDade x Mospomorist), de amadurecimento normal. Dos híbridos experimentais, o híbrido F₁(TOM-589 x Mospomorist) (*nor*⁺/*nor*^A *og*^{c+}/*og*^c *hp*⁺/*hp*) foi o que apresentou a maior produção total, 139,07 t.ha⁻¹.

A baixa produtividade da linhagem Mospomorist (65,97 t.ha⁻¹), em comparação com os demais tratamentos, foi influenciada principalmente pela baixa massa média por fruto (72,61 gramas) (Tabela 4), sendo este um dos componentes principais da produção total.

O contraste F₁ vs [(FloraDade + Mospomorist)/2] foi significativo, mostrando que o híbrido produziu 49,93 t.ha⁻¹ a mais que a média dos pais (Tabela 2), correspondente à heterose de 62,85%. Para esse mesmo cruzamento,

Faria (2000), em outro experimento, verificou heterose de 34,37%. Efeitos de heterose para este caráter foram previamente relatados por outros autores, sendo que, nesses casos, os valores mais pronunciados foram obtidos a partir de combinações híbridas oriundas de genitores com grande divergência genética (Maluf et al., 1982; Maluf et al., 1983).

As estimativas dos contrastes que comparam os genótipos nor^+/nor^A , nor^+/nor e rin^+/rin , isoladamente, em relação ao genótipo normal, não foram significativas. Isso mostra que estes alelos, em heterozigose, isoladamente, não afetaram a produção total de frutos (Tabela 2). Resultados semelhantes foram obtidos por Freitas (1996), Faria (2000) e Santos Júnior (2002) com relação ao efeito do alelo nor^A em heterozigose, em híbridos com *backgrounds* genéticos distintos, indicando que a produção total de frutos não foi afetada por esse mutante. O genótipo og^{c^+}/og^c , isoladamente, e as combinações $og^{c^+}/og^c hp^+/hp$ e $nor^+/nor^A og^{c^+}/og^c hp^+/hp$ também não afetaram significativamente a característica analisada, quando comparados com o genótipo normal.

A significância do contraste $nor^+/nor^A og^{c^+}/og^c hp^+/hp$ vs nor^+/nor^A indica que os alelos og^c e hp , em heterozigose, na mesma combinação, contribuíram para aumentar a produção total de frutos em genótipos portadores do alelo nor^A em heterozigose. Esses resultados concordam com os obtidos por Araújo (1997). No entanto, Faria (2000) não verificou efeito significativo da combinação dos alelos og^c e hp em heterozigose sobre a produção de frutos em híbrido nor^+/nor^A de *background* FloraDade x Mospomorist. O genótipo nor^+/nor^A não afetou a produção total de frutos $og^{c^+}/og^c hp^+/hp$, conforme pode ser constatado pela não significância do contraste $nor^+/nor^A og^{c^+}/og^c hp^+/hp$ vs $og^{c^+}/og^c hp^+/hp$. Em seu conjunto, estes contrastes indicam uma tendência à menor produção de frutos do genótipo nor^+/nor^A relativamente ao genótipo normal, a qual pode, no entanto, ser contrabalançada pela presença de $og^{c^+}/og^c hp^+/hp$ (Tabela 2).

O genótipo *rin⁺/rin* promoveu ligeiro aumento na produção total de frutos em 24,93 t/ha⁻¹ em relação ao genótipo *nor⁺/nor^A*, como pode ser verificado pela estimativa significativa do contraste *rin⁺/rin* vs *nor⁺/nor^A* (Tabela 2). Contudo, as diferenças entre *nor⁺/nor* e *rin⁺/rin*, bem como entre *nor⁺/nor* e *nor⁺/nor^A*, não foram significativas.

Santos-Júnior (2002) relatou que o genótipo *rin⁺/rin*, isoladamente, apresentou efeito negativo sobre a produção total de frutos e que o alelo *nor* em heterozigose, isoladamente, também apresentou efeito numericamente negativo sobre essa característica, apesar de não ter sido significativo; porém, quando *nor* foi usado em combinações com *nor^A* (*background* FloraDade x Tropic) ou com *rin* (*background* Tropic x FloraDade), pôde ser verificado o efeito significativo do alelo *nor* no sentido de reduzir a produção total de frutos.

Não foram observadas diferenças significativas entre os híbridos comerciais Carmen F₁ e Chronos F₁ e o híbrido de genótipo normal F₁(Floradade x Mospomorist), como pode ser constatado pela não significância dos contrastes *Carmen* vs F₁(*FloraDade* vx *Mospomorist*) e *Chronos* vs F₁(*FloraDade* vx *Mospomorist*). Também não houve efeito significativo do *background* genotípico dos híbridos Carmen F₁ e Chronos F₁ sobre a produção total de frutos em relação ao *background* FloraDade x Mospomorist.

TABELA 1. Resumo da análise de variância relativa a produção total (t.ha⁻¹), produção de frutos comerciáveis (t.ha⁻¹), produção precoce (t.ha⁻¹) e produção precoce de frutos comerciáveis (t.ha⁻¹). UFLA, Lavras-MG, 2002.

FV	GL	Quadrados médios			
		Produção total	Produção de frutos comerciáveis	Produção precoce	Produção precoce de frutos comerciáveis
Tratamentos	10	1938,392**	2191,911**	78,811**	71,703**
Blocos	3	841,644	891,481	23,605	24,430
Resíduo	30	286,439	237,937	23,292	21,479
C.V.(%)		14,53	19,90	28,77	30,22

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

TABELA 2. Valores médios relativos a produção total (t.ha⁻¹), produção de frutos comerciáveis (t.ha⁻¹), produção precoce (t.ha⁻¹), produção precoce de frutos comerciáveis (t.ha⁻¹) e contrastes não ortogonais de interesse entre 11 genótipos de tomateiro. UFLA, Lavras-MG, 2002.

TRATAMENTOS	GENÓTIPOS	Produção total (t.ha ⁻¹) ¹	Produção de frutos comerciáveis (t.ha ⁻¹) ¹	Produção precoce (t.ha ⁻¹) ¹	Produção precoce de frutos comerciáveis (t.ha ⁻¹) ¹
Mospomorist	normal	65,97 e	27,54 d	13,97 bc	9,35 b
Floradade	normal	92,91 d	75,89 bc	13,68 bc	13,51 ab
F1(Floradade x Mospomorist)	normal	129,37 abc	85,86 bc	21,04 ab	19,54 a
F1(TOM-596 x Mospomorist)	heterozigoto <i>og^f</i>	113,53 bcd	62,25 c	23,19 a	20,37 a
F1(TOM-588 x Mospomorist)	heterozigoto <i>og^f & hp</i>	118,93 abcd	69,53 bc	21,41 ab	19,24 a
F1(TOM 559 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor^A</i>	107,95 cd	62,09 c	14,33 bc	13,14 ab
F1(TOM-589 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor^A & og^f & hp</i>	139,07 ab	88,64 b	14,35 bc	13,45 ab
F1(TOM-613 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor</i>	120,51 abc	82,20 bc	18,67 ab	17,45 a
F1(TOM-614 x Mospomorist)	heterozigoto <i>rin</i>	132,89 abc	84,01 bc	16,69 ab	15,45 ab
Carmen F1	híbrido testemunha <i>rin</i>	142,75 a	121,72 a	7,97 c	7,97 b
Chronos F1	híbrido testemunha <i>rin</i>	116,98 abcd	92,80 b	19,17 ab	19,17 a
média dos tratamentos		116,44	77,50	16,77	15,33

ESTIMATIVAS				
CONTRASTES DE INTERESSE	Produção total (t.ha ⁻¹)	Produção de frutos comerciáveis (t.ha ⁻¹)	Produção precoce (t.ha ⁻¹)	Produção precoce de frutos comerciáveis (t.ha ⁻¹)
<i>F1</i> vs [(Floradade+Mospomorist)/2]	49,93 **	34,14 **	7,21 *	8,10 **
<i>nor^A/nor^A</i> vs normal	-21,42 **	-23,76 *	-6,71 **	-6,39 **
<i>nor^A/nor^A</i> vs normal	-8,86 **	-3,66 **	-2,36 **	-2,08 **
<i>rin^A/rin^A</i> vs normal	3,51 **	-1,85 **	-4,35 **	-4,09 **
<i>og^f/og^f</i> vs normal	-15,84 **	-23,60 *	2,15 **	0,83 **
<i>og^f/og^f hp^A/hp^A</i> vs normal	-10,44 **	-16,32 **	0,36 **	-0,30 **
<i>nor^A/nor^A og^f/og^f hp^A/hp^A</i> vs normal	9,69 **	2,78 **	-6,68 **	-6,08 **
<i>nor^A/nor^A og^f/og^f hp^A/hp^A</i> vs <i>nor^A/nor^A</i>	31,11 *	26,54 *	0,02 **	0,31 **
<i>nor^A/nor^A og^f/og^f hp^A/hp^A</i> vs <i>og^f/og^f hp^A/hp^A</i>	20,13 **	19,10 **	-7,05 *	-5,78 **
<i>nor^A/nor^A</i> vs <i>nor^A/nor^A</i>	12,55 **	20,10 **	4,34 **	4,31 **
<i>rin^A/rin^A</i> vs <i>nor^A/nor^A</i>	24,93 *	21,91 **	2,36 **	2,30 **
<i>nor^A/nor^A</i> vs <i>rin^A/rin^A</i>	-12,38 **	-1,81 **	1,98 **	2,00 **
Carmen vs F1(Floradade x Mospomorist)	13,37 **	35,86 **	-13,07 **	-11,57 **
Carmen vs <i>rin^A/rin^A</i>	9,86 **	37,71 **	-8,72 *	-7,48 *
Chronos vs F1(Floradade x Mospomorist)	-12,39 **	6,94 **	-1,86 **	-0,36 **
Chronos vs <i>rin^A/rin^A</i>	-15,90 **	8,79 **	2,48 **	3,72 **

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

**, * Significativo a 1 % e 5 %, respectivamente, pelo teste F.

4.1.2 Produção de frutos comerciáveis

A produção de frutos comerciáveis variou de 27,54 t.ha⁻¹ para a linhagem Mospomorist a 121,72 t.ha⁻¹ para o híbrido comercial Carmen F₁, com média de 77,50 t.ha⁻¹ (Tabela 2).

O contraste que mede a estimativa da heterose do híbrido F₁(FloraDade x Mospomorist) em relação à média dos pais foi significativo ($\alpha < 0,01$), confirmando a ocorrência de heterose positiva de 34,14 t.ha⁻¹ (66,00%) para produção de frutos comerciáveis.

Os alelos *nor^A* e *og^c* em heterozigose, isoladamente, atuaram no sentido de diminuir a produção de frutos comerciáveis em relação ao genótipo normal (Tabela 2). Os alelos *nor* e *rin* em heterozigose, isoladamente, e as combinações *og^{c+}/og^c hp⁺/hp* e *nor⁻/nor^A og^{c+}/og^c hp⁺/hp* não afetaram a produção de frutos comerciáveis quando comparados com o genótipo normal, como pode ser verificado pela não significância dos contrastes envolvendo estes genótipos com o genótipo normal.

A significância do contraste *nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c hp⁺/hp* vs *nor⁺/nor^A* mostra que o emprego de *og^c* e *hp* como heterozigotos (*og^{c+}/og^c hp⁺/hp*) pode contribuir para aumentar a produção de frutos comerciáveis em combinações envolvendo o alelo *nor^A* em heterozigose. Conclusão que, por sua vez, é corroborada pela não significância do contraste *nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c hp⁺/hp* vs *og^{c+}/og^c hp⁺/hp*. Similarmente, Araújo (1997) relatou que houve uma tendência do alelo *nor^A* em homozigose e em heterozigose em reduzir a produção de frutos comerciáveis em relação ao genótipo normal, e que a interação *og^{c+}/og^c hp⁺/hp* contribuiu para aumentar a produção de frutos comerciáveis em combinações envolvendo o genótipo *nor⁺/nor^A*.

Não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos *nor⁺/nor^A*, *nor⁺/nor* e *rin⁺/rin* quanto à produção de frutos comerciáveis.

O híbrido Carmen F_1 demonstrou sua superioridade em relação ao híbrido normal F_1 (FloraDade x Mospomorist) por proporcionar um aumento de 35,86 t.ha⁻¹ na produção de frutos comerciáveis (Tabela 2). Houve também efeito positivo do *background* do híbrido comercial Carmen F_1 no sentido de aumentar a produção de frutos comerciáveis em 37,71 t.ha⁻¹ em relação ao genótipo *rin*⁺/*rin* no *background* FloraDade x Mospomorist, valor semelhante ao anterior (35,86 t.ha⁻¹), o que confirma o efeito quase nulo de *rin*⁺/*rin* na produção de frutos comerciáveis. Não foi observada superioridade do híbrido Chronos F_1 em relação ao híbrido F_1 (FloraDade x Mospomorist) e nem do *background* Chronos F_1 em relação ao *background* FloraDade x Mospomorist sobre a característica analisada.

4.1.3 Produção precoce

Os híbridos experimentais F_1 apresentaram valores de produção precoce que variaram de 14,33 t.ha⁻¹ a 23,19 t.ha⁻¹. O híbrido F_1 (TOM-596 x Mospomorist) (*og*⁺/*og*^c) foi o que apresentou a maior produção precoce (23,19 t.ha⁻¹), seguido pelos híbridos F_1 (TOM-588 x Mospomorist) (*og*⁺/*og*^c *hp*⁺/*hp*), F_1 (FloraDade x Mospomorist) (normal), F_1 (TOM-613 x Mospomorist) (*nor*⁺/*nor*), F_1 (TOM-614 x Mospomorist) (*rin*⁺/*rin*) e pelo híbrido comercial Chronos F_1 (*rin*⁺/*rin*), que dele não diferiram significativamente. O híbrido comercial Carmen F_1 (*rin*⁺/*rin*) foi o que apresentou a menor produção precoce, 7,97 t.ha⁻¹, dentre todos os genótipos avaliados (Tabela 2).

A estimativa do contraste F_1 vs [(FloraDade + Mospomorist)/2] foi significativa, mostrando o efeito da heterose para a produção precoce, conforme registrado na literatura (Maluf et al., 1982; Filgueira & Leal, 1983; Melo & Ribeiro, 1990 e Faria, 2000).

Os valores das estimativas dos contrastes nor^+/nor^A vs *normal*, nor^+/nor vs *normal* e rin^+/rin vs *normal*, embora não significativos, foram numericamente negativos, indicando que estes alelos, em heterozigose, isoladamente, tenderam a reduzir a produção precoce de frutos. Esse é um indicativo de um possível efeito dos alelos nor^A , *nor* e *rin* no sentido de retardar o início do estágio *breaker* e, portanto, prolongar a permanência dos frutos na planta, reduzindo, assim, a colheita precoce. O alelo nor^A , em heterozigose, foi o que apresentou efeito mais pronunciado sobre a redução da produção precoce de frutos em relação ao genótipo normal, quando comparado aos outros mutantes de amadurecimento, *rin* e *nor*, em heterozigose (Tabela 2). Em presença de og^{c+}/og^c hp^+/hp , a redução na produção precoce provocada por nor^+/nor^A foi significativa a $\alpha = 0,05$. Santosúhior (2002) verificou que os alelos nor^A , *nor* e *rin*, em heterozigose, isoladamente, atuaram no sentido de reduzir a produção precoce de frutos, quando comparados com o genótipo normal no *background* FloraDade x Tropic. Faria (2000) observou que os híbridos portadores do alelo mutante nor^A , em heterozigose, associado ou não aos alelos mutantes *hp* e/ou og^c , apresentaram uma menor produção precoce de frutos. Segundo o autor, os híbridos nor^+/nor^A apresentaram produção precoce 8,28 % inferior aos híbridos isogênicos normais (nor^+/nor^+).

O genótipo og^{c+}/og^c e as combinações og^{c+}/og^c hp^+/hp e nor^+/nor^A og^{c+}/og^c hp^+/hp não afetaram a produção precoce de frutos em relação ao genótipo normal. A combinação og^{c+}/og^c hp^+/hp também não afetou a produção precoce de frutos nor^+/nor^A .

Não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos nor^+/nor^A , nor^+/nor e rin^+/rin quanto à característica analisada.

O híbrido comercial Carmen F₁ apresentou produção precoce de frutos 13,07 t.ha⁻¹ menor que a do híbrido de genótipo normal F₁(FloraDade x Mospomorist). Houve efeito significativo do *background* do híbrido Carmen F₁

no sentido de diminuir a produção precoce de frutos, em $8,72 \text{ t.ha}^{-1}$, em relação ao *background* híbrido FloraDade x Mospomorist, conforme acusou a estimativa negativa do contraste *Carmen vs rin⁻/rin*. O híbrido Chronos F₁ não afetou a produção precoce de frutos quando comparado com o híbrido F₁(FloraDade x Mospomorist) e não foi observado efeito significativo do *background* do híbrido Chronos F₁ em relação ao *background* FloraDade x Mospomorist para esta característica.

4.1.4 Produção precoce de frutos comerciáveis

Não houve diferenças significativas entre os híbridos experimentais avaliados, portadores dos alelos mutantes de amadurecimento, e o híbrido F₁(FloraDade x Mospomorist), de genótipo normal, para produção precoce de frutos comerciáveis. O híbrido Carmen F₁ (*rin⁻/rin*) foi o que apresentou a menor produção precoce de frutos comerciáveis ($7,97 \text{ t.ha}^{-1}$), valor igual à produção precoce, indicando que todos os frutos colhidos nos primeiros 20 dias de colheita apresentaram padrão comercial. A menor produção precoce pode ser explicada pela ocorrência de um retardamento na coloração dos frutos, promovido pelo efeito do genótipo *rin⁻/rin* (em *background* do híbrido Carmen F₁), impedindo-os de serem colhidos precocemente, uma vez que a coloração é o indicativo de colheita.

Houve efeito heterótico significativo ($8,10 \text{ t.ha}^{-1}$, ou 70,87%) do híbrido F₁ (FloraDade x Mospomorist) relativamente à média dos pais (Tabela 2).

Os alelos *nor^A*, *nor* e *rin*, em heterozigose, isoladamente, não afetaram significativamente a produção precoce de frutos comerciáveis quando comparados com o genótipo normal. Os valores negativos das estimativas dos contrastes que envolvem os genótipos portadores dos alelos *nor^A*, *nor* e *rin*, isoladamente, em relação ao genótipo normal, indicam, no entanto, que houve

uma tendência desses alelos, em heterozigose, a atuar no sentido de reduzir ligeiramente a colheita precoce de frutos comerciáveis. O genótipo og^c / og^c e as combinações $og^c / og^c hp^- / hp^-$ e $nor^- / nor^A og^c / og^c hp^- / hp^-$ também não afetaram a produção precoce de frutos comerciáveis quando comparados com o genótipo normal, como pode ser constatado pela não significância dos contrastes og^c / og^c vs *normal*, $og^c / og^c hp^- / hp^-$ vs *normal* e $nor^- / nor^A og^c / og^c hp^- / hp^-$ vs *normal* (Tabela 2).

A combinação $og^c / og^c hp^- / hp^-$ não afetou a produção precoce de frutos comerciáveis nor^- / nor^A , bem como o genótipo nor^- / nor^A não influenciou a produção precoce de frutos comerciáveis $og^c / og^c hp^- / hp^-$, indicando, neste caso, inexistência de efeitos epistáticos mútuos entre nor^- / nor^A e $og^c / og^c hp^- / hp^-$.

Semelhantemente ao observado para produção precoce, o híbrido comercial Carmen F₁ apresentou produção precoce de frutos comerciáveis significativamente menor (11,57 t.ha⁻¹) que a do híbrido de genótipo normal F₁(FloraDade x Mospomorist) (Tabela 2). Também foi observado efeito significativo do *background* do híbrido Carmen F₁ no sentido de diminuir a colheita precoce de frutos comerciáveis, em 7,48 t.ha⁻¹, em relação ao *background* do híbrido FloraDade x Mospomorist, conforme acusou a estimativa negativa do contraste *Carmen* vs rin^- / rin . O híbrido Chronos F₁ não afetou a produção precoce de frutos comerciáveis quando comparado com o híbrido F₁(FloraDade x Mospomorist) e também não foi observado efeito significativo do *background* Chronos F₁ em relação ao *background* FloraDade x Mospomorist para a característica em questão.

4.1.5 Massa média por fruto

As massas médias por fruto dos híbridos experimentais portadores dos alelos mutantes em heterozigose variaram de 83,97g a 105,55g (Tabela 4). Não

foram detectadas diferenças significativas entre os híbridos experimentais e o híbrido isogênico normal, exceto para o híbrido F₁(TOM-559 x Mospomorist) (*nor⁻/nor^A*), que produziu frutos com massa média inferior ao híbrido de genótipo isogênico normal (Tabela 4).

Os híbridos comerciais Carmen F₁ (*rin⁻/rin*) e Chronos F₁ (*rin⁻/rin*) foram os que apresentaram maiores massas médias por fruto, 121,29 e 122,30 gramas, respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si e da linhagem FloraDade, que obteve 135,36 g/fruto (Tabela 4).

O contraste que mede a estimativa da heterose em *background* normal relativa à média dos pais foi não significativo. Vários autores (Maluf et al., 1982; Faria, 2000 e Santos-Júnior, 2002) relataram a ausência de heterose para maior massa média por fruto.

A significância da estimativa de contraste *nor⁻/nor^A* vs *normal* indica que o mutante *nor^A*, em heterozigose, isoladamente, atuou no sentido de reduzir, em 19,65 gramas, a massa média por fruto em relação ao genótipo normal (Tabela 4). Os genótipos *nor⁻/nor* e *rin⁻/rin* não afetaram a massa média por fruto quando comparados com o genótipo normal. Trabalhando com os alelos *nor^A*, *nor* e *rin*, isoladamente ou em duplas combinações, Santos-Júnior (2002) relatou que houve uma tendência desses alelos em reduzir ligeiramente a massa média de frutos, entretanto, essa redução somente foi significativa para os genótipos *nor⁻/nor* e *nor⁻/nor^A rin⁻/rin*.

Resultados obtidos por Mutschler et al. (1992), Souza (1995), Freitas (1996), Faria (2000), Dias (2001) e Santos-Júnior (2002), com relação ao alelo *nor^A* em heterozigose, demonstraram que a massa média de frutos não foi afetada por esse mutante. Já Araújo (1997) descreveu que o alelo *alc* em homozigose e também em heterozigose apresentou efeito negativo sobre a característica massa média de frutos. Não foram observados efeitos significativos do genótipo *og^{c-}/og^c* e das combinações *og^{c-}/og^c hp⁻/hp* e

nor^-/nor^A og^{c^-}/og^c hp^-/hp sobre a massa média por fruto quando comparados com o genótipo normal, conforme pode ser observado pelas estimativas não significativas de seus contrastes.

O genótipo nor^-/nor^A não afetou a massa média por fruto de genótipo og^{c^-}/og^c hp^-/hp , e a combinação og^{c^-}/og^c hp^-/hp promoveu aumento de 20,19 g na massa média por fruto de genótipo nor^-/nor^A , indicando que os efeitos negativos de nor^-/nor^A na massa média por fruto podem ser contrabalançados pela presença de og^{c^-}/og^c hp^-/hp . Contudo, Faria (2000), utilizando o mesmo *background* deste trabalho, não encontrou efeito significativo da combinação og^{c^-}/og^c hp^-/hp sobre a massa média de frutos de genótipo nor^-/nor^A .

Os genótipos rin^+/rin e nor^+/nor , isoladamente, atuaram no sentido de aumentar a massa média por fruto em relação ao genótipo nor^-/nor^A (Tabela 4). Isso mostra que, considerando o caráter em questão, os genótipos contendo os alelos *rin* e *nor* em heterozigose, isoladamente, são mais desejáveis em relação ao genótipo *alc* em heterozigose, uma vez que produzirão frutos com maior massa média. Os genótipos nor^+/nor e rin^+/rin não apresentaram diferenças significativas entre si em relação à massa média de fruto.

Os híbridos comerciais Carmen F₁ e Chronos F₁ foram superiores ao híbrido de genótipo normal F₁(FloraDade x Mospomorist), pois apresentaram massas médias por fruto significativamente maiores, 17,66 e 18,66 gramas, respectivamente (Tabela 4).

As estimativas dos contrastes *Carmen* vs rin^+/rin e *Chronos* vs rin^+/rin , foram significativas, indicando que os *backgrounds* dos híbridos comerciais Carmen F₁ e Chronos F₁ foram responsáveis pelo aumento na massa média por fruto, em 21,90 e 22,91 gramas, respectivamente, quando comparados com o *background* FloraDade x Mospomorist.

TABELA 3. Resumo da análise de variância relativa a massa média por fruto (g), massa média por fruto comerciável (g) e número médio de dias da antese ao estágio *breaker*. UFLA, Lavras-MG, 2002.

FV	GL	Quadrados médios		
		Massa média por fruto	Massa média por fruto comerciável	Nº de dias da antese ao estágio <i>breaker</i>
Tratamentos	10	1335,293**	1209,764**	75,691**
Blocos	3	157,041	33,008	30,846
Resíduo	30	111,784	105,637	11,059
C.V.(%)		10,28	7,84	4,87

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

TABELA 4. Valores médios relativos a massa média por fruto (gramas), massa média por fruto comerciável (gramas) e número médio de dias da antese ao estádio *breaker* e contrastes não ortogonais de interesse entre 11 genótipos de tomateiro. UFLA, Lavras-MG, 2002.

TRATAMENTOS	GENÓTIPOS	Massa média por fruto (g/fruto) ¹	Massa média por fruto comerciável (g/fruto) ¹	Nº médio de dias da antese ao estádio <i>breaker</i> ¹
Mospomorist	normal	72,61 d	107,55 f	63,6 de
Floradade	normal	135,36 a	165,83 a	70,1 bc
F1(Floradade x Mospomorist)	normal	103,63 b	130,71 cd	65,1 cde
F1(TOM-596 x Mospomorist)	heterozigoto <i>og</i> ^f	89,80 bc	119,60 def	63,0 e
F1(TOM-588 x Mospomorist)	heterozigoto <i>og</i> ^f & <i>hp</i>	92,82 bc	122,71 def	63,7 de
F1(TOM 559 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor</i> ^A	83,97 cd	109,10 ef	70,0 bc
F1(TOM-589 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor</i> ^A & <i>og</i> ^f & <i>hp</i>	104,17 b	132,87 cd	70,8 b
F1(TOM-613 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor</i>	105,55 b	133,21 cd	66,7 bcde
F1(TOM-614 x Mospomorist)	heterozigoto <i>rin</i>	99,39 bc	125,05 de	68,8 bcd
Carmen F1	híbrido testemunha <i>rin</i>	121,29 a	149,73 b	77,7 a
Chronos F1	híbrido testemunha <i>rin</i>	122,30 a	144,73 bc	69,8 bc
média dos tratamentos		102,81	131,01	68,1

CONTRASTES DE INTERESSE	ESTIMATIVAS		
	Massa média por fruto (g/fruto)	Massa média por fruto comerciável (g/fruto)	Nº médio de dias da antese ao estádio <i>breaker</i>
<i>F1</i> vs [(Floradade + Mospomorist)/2]	-0,35 **	-5,97 **	-1,7 **
<i>nor</i> ^A / <i>nor</i> ^A vs normal	-19,65 *	-21,61 **	4,9 *
<i>nor</i> ^A / <i>nor</i> vs normal	1,91 **	2,49 **	1,5 **
<i>rin</i> ^A / <i>rin</i> vs normal	-4,24 **	-5,65 **	3,6 **
<i>og</i> ^f / <i>og</i> ^f vs normal	-13,83 **	-11,11 **	-2,1 **
<i>og</i> ^f / <i>og</i> ^f <i>hp</i> ^A / <i>hp</i> vs normal	-10,80 **	-7,99 **	-1,4 **
<i>nor</i> ^A / <i>nor</i> ^A <i>og</i> ^f / <i>og</i> ^f <i>hp</i> ^A / <i>hp</i> vs normal	0,53 **	2,15 **	5,7 *
<i>nor</i> ^A / <i>nor</i> ^A <i>og</i> ^f / <i>og</i> ^f <i>hp</i> ^A / <i>hp</i> vs <i>nor</i> ^A / <i>nor</i> ^A	20,19 *	23,76 **	0,8 **
<i>nor</i> ^A / <i>nor</i> ^A <i>og</i> ^f / <i>og</i> ^f <i>hp</i> ^A / <i>hp</i> vs <i>og</i> ^f / <i>og</i> ^f <i>hp</i> ^A / <i>hp</i>	11,34 **	10,15 **	7,1 **
<i>nor</i> ^A / <i>nor</i> vs <i>nor</i> ^A / <i>nor</i> ^A	21,57 **	24,10 **	-3,3 **
<i>rin</i> ^A / <i>rin</i> vs <i>nor</i> ^A / <i>nor</i> ^A	15,41 *	15,95 *	-1,2 **
<i>nor</i> ^A / <i>nor</i> vs <i>rin</i> ^A / <i>rin</i>	6,16 **	8,15 **	-2,1 **
Carmen vs F1(Floradade x Mospomorist)	17,66 *	19,01 *	12,6 **
Carmen vs <i>rin</i> ^A / <i>rin</i>	21,90 **	24,67 **	8,9 **
Chronos vs F1(Floradade x Mospomorist)	18,66 *	14,02 **	4,7 **
Chronos vs <i>rin</i> ^A / <i>rin</i>	22,91 **	19,68 *	1,0 **

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

*, * Significativo a 1 % e 5 %, respectivamente, pelo teste F.

4.1.6 Massa média por fruto comerciável

Os híbridos experimentais apresentaram, em média, 124,75 gramas de massa média por fruto comerciável (Tabela 4). A linhagem FloraDade foi a que apresentou maior valor de massa média por fruto comerciável, 165,83 gramas. Dos híbridos experimentais avaliados, o híbrido F₁(TOM-559 x Mospomorist) (*nor⁻/nor^A*) foi o que apresentou menor massa por fruto comerciável, 109,10 gramas. Os híbridos comerciais Carmen F₁ e Chronos F₁ não apresentaram diferenças significativas entre si para essa característica (Tabela 4).

Não foi verificada heterose do híbrido F₁ (normal), em relação à média dos pais, para massa média por fruto comerciável.

O genótipo *alcobaça*, em heterozigose, isoladamente, contribuiu para a redução da massa média por fruto comerciável em relação ao genótipo normal, como pode ser observado pela estimativa negativa do contraste *nor⁻/nor^A* vs normal (Tabela 4). Dias (2001), estudando a massa média por fruto comercial de três híbridos *nor⁻/nor^A*, verificou que não houve efeito do alelo mutante *alcobaça* em heterozigose na média geral dos três híbridos, em comparação com a média dos seus isogênicos normais (*nor⁻/nor⁻*). Entretanto, o autor detectou um ligeiro efeito negativo da constituição *nor⁻/nor^A*, relativamente à normal (*nor⁻/nor⁻*), sobre a massa média por fruto comercial no híbrido que tinha como genitor materno a linhagem Piedmont. Os genótipos *nor⁻/nor⁻*, *rin⁻/rin⁻* e *og^{c-}/og^c*, isoladamente, e as combinações *og^{c-}/og^c hp⁻/hp⁻* e *nor⁻/nor^A og^{c-}/og^c hp⁻/hp⁻* não afetaram a massa média por fruto comerciável quando comparados com o genótipo normal, embora tenha havido uma tendência dos genótipos *rin⁻/rin⁻* e *og^{c-}/og^c* e da combinação *og^{c-}/og^c hp⁻/hp⁻* em reduzir o valor numérico desta característica.

A estimativa do contraste *nor⁻/nor^A og^{c-}/og^c hp⁻/hp⁻* vs *nor⁻/nor^A* foi significativa, indicando que os alelos *og^c* e *hp⁻*, juntos, em heterozigose,

contribuíram positivamente para aumentar a massa média por fruto comerciável de genótipo nor^-/nor^A . Entretanto, não foi detectada influência significativa do genótipo nor^+/nor^A na massa média por fruto comerciável de genótipo og^{c^+}/og^f hp^-/hp .

Os genótipos contendo os alelos *rin* e *nor* em heterozigose promoveram aumento significativo na massa média por fruto comerciável em relação ao genótipo nor^+/nor^A . O efeito foi mais pronunciado para nor^-/nor , que apresentou um aumento de 24,10 gramas em relação ao nor^-/nor^A , contra 15,95 gramas do genótipo rin^-/rin . Os genótipos nor^+/nor e rin^-/rin não apresentaram diferenças significativas entre si em relação à característica analisada.

O híbrido Carmen F₁ apresentou superioridade sobre o híbrido F₁(FloraDade x Mospomorist), promovendo um aumento de 19,01 gramas na massa média por fruto comerciável. Já o híbrido Chronos F₁ não apresentou diferença significativa para esta característica em relação ao híbrido F₁(FloraDade x Mospomorist). As estimativas dos contrastes *Carmen* vs rin^-/rin e *Chronos* vs rin^-/rin foram significativas, mostrando o efeito positivo dos *backgrounds* dos híbridos comerciais Carmen F₁ e Chronos F₁ no sentido de aumentar, em 24,67 e 19,68 gramas, respectivamente, a massa média por fruto comerciável em relação ao *background* F₁(FloraDade x Mospomorist). Resultados semelhantes foram obtidos para massa média de fruto (Tabela 4).

4.2 Número médio de dias da antese ao estágio *breaker*

O número médio de dias da antese ao estágio *breaker* variou entre 63,0 e 77,7 dias para os tratamentos avaliados (Tabela 4).

Os frutos do híbrido comercial Carmen F₁ (rin^-/rin) foram os que, em média, permaneceram na planta o maior número de dias, 77,7 dias, desde a antese ao estágio *breaker* de maturação. Esse resultado discorda dos obtidos por

Santos-Júnior (2002), que relata que os frutos do híbrido comercial Carmen F₁ (*rin*⁻/*rin*) foram os que, em média, permaneceram menos tempo na planta (44,4 dias), quando comparados com híbridos experimentais de *backgrounds* diferentes ao utilizado neste trabalho. Por outro lado, Faria (2000) verificou, a exemplo do presente trabalho, que os frutos do híbrido comercial Carmen F₁ demoraram um tempo significativamente maior desde a florada até a colheita no estágio *breaker* do que os híbridos experimentais de *background* FloralDade x Mospomorist.

A estimativa do contraste que mede a heterose para esse caráter foi não significativa.

As estimativas dos contrastes em que se avalia o efeito do genótipo *nor*⁻/*nor*^A e da combinação *nor*⁻/*nor*^A *og*^c/*og*^c *hp*⁻/*hp*, em relação ao genótipo normal, foram significativas, indicando que o alelo *nor*^A, em heterozigose, isoladamente, e na combinação com *og*^c e *hp*, também em heterozigose, foi responsável pelo aumento na permanência dos frutos na planta, em 4,9 e 5,7 dias, respectivamente, em relação ao genótipo normal. Esses resultados discordam dos obtidos por Faria (2000) e Santos-Júnior (2002), que relataram a não interferência do alelo *nor*^A, em heterozigose, isoladamente, sobre o número de dias da antese ao estágio *breaker* de maturação.

Com relação aos efeitos isolados dos mutantes *rin* e *nor* em heterozigose, não foram observadas diferenças significativas em relação ao genótipo normal, como pode ser observado pelas estimativas dos contrastes *rin*⁻/*rin* vs *normal* e *nor*⁻/*nor* vs *normal*. Isso indica que os mutantes de amadurecimento *rin* e *nor*, em heterozigose, isoladamente, não afetaram a característica número médio de dias da antese ao estágio *breaker*. Resultados semelhantes foram obtidos por Santos-Júnior (2002). Entretanto, ao avaliar os efeitos das duplas combinações *nor*⁻/*nor* *nor*⁻/*nor*^A, *nor*⁻/*nor*^A *rin*⁻/*rin* e *nor*⁻/*nor* *rin*⁻/*rin*, o autor verificou que elas foram significativamente

responsáveis pelo aumento na permanência dos frutos na planta em 3,5 dias, 2,2 dias e 2,4 dias, respectivamente.

A não significância das estimativas dos contrastes $og^{\bar{c}}/og^c$ vs *normal* e $og^{\bar{c}}/og^c\ hp^{\bar{h}}\ hp^h$ vs *normal* indica que o alelo og^c , isoladamente e na combinação com hp , em heterozigose, não apresentou influência sobre a permanência dos frutos na planta.

O mutante nor^A , em heterozigose, também foi responsável pelo aumento na permanência dos frutos na planta de genótipo $og^{\bar{c}}/og^c\ hp^{\bar{h}}\ hp^h$ (Tabela 4). Já a combinação $og^{\bar{c}}/og^c\ hp^{\bar{h}}\ hp^h$ não afetou a permanência de frutos na planta de genótipo $nor^{\bar{A}}/nor^A$.

Não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos nor^A/nor , $nor^{\bar{A}}/nor$ e $rin^{\bar{r}}/rin$ em relação ao número médio de dias da antese ao estágio *breaker* de maturação, conforme pode ser constatado pela não significância dos contrastes $nor^{\bar{A}}/nor$ vs nor^A/nor , $rin^{\bar{r}}/rin$ vs nor^A/nor e $nor^{\bar{A}}/nor$ vs $rin^{\bar{r}}/rin$.

A significância da estimativa do contraste *Carmen* vs F_1 (*FloraDade* x *Mospomorist*) mostra que o híbrido comercial *Carmen* F_1 teve maior permanência dos frutos na planta quando comparado com o híbrido de genótipo normal. Foi observado também efeito significativo do *background* genotípico do híbrido *Carmen* F_1 , no sentido de aumentar a permanência dos frutos na planta, em relação ao *background* *FloraDade* x *Mospomorist*. O híbrido *Chronos* F_1 não afetou a característica analisada quando comparado com o híbrido F_1 (*FloraDade* x *Mospomorist*). Também não foi observado efeito significativo do *background* *Chronos* F_1 relativamente ao *background* *FloraDade* x *Mospomorist* para esta característica.

4.3 Características de qualidade de fruto

4.3.1 Formato de fruto

Todos os genótipos avaliados tiveram valores da razão comprimento/largura do fruto (formato) menores que 1,0, o que indica que todos os tratamentos apresentaram frutos com formato achatado, característica dos tomates do tipo salada. Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, detectadas pelo teste de Duncan ($\alpha=0,05$) (Tabelas 5 e 6).

Os valores médios do formato do fruto variaram de 0,763 a 0,809 entre os híbridos experimentais, portadores dos alelos mutantes de amadurecimento (Tabela 6).

A cultivar *FloraDade* apresentou o maior valor (0,869), correspondendo ao formato menos achatado. Entre os híbridos experimentais, os que obtiveram os maiores valores foram F_1 (TOM-596 x *Mospomorist*) (0,809), F_1 (TOM-588 x *Mospomorist*) (0,808), F_1 (TOM-614 x *Mospomorist*) (0,808), F_1 (TOM-589 x *Mospomorist*) (0,804) e F_1 (TOM-559 x *Mospomorist*) (0,801), não diferindo estatisticamente entre si. Os híbridos comerciais *Carmen* F_1 e *Chronos* F_1 , heterozigotos *rin*, foram os genótipos que apresentaram os menores valores médios para essa característica, o que indica que seus frutos tenderam ao formato mais achatado. Resultados semelhantes foram obtidos por Faria (2000).

O contraste F_1 vs $[(FloraDade + Mospomorist)/2]$ foi significativo, indicando a ocorrência de heterose para a relação comprimento/largura de frutos, a qual ocorreu no sentido de tornar os frutos mais achatados. Freitas (1996) verificou baixo valor de heterose para essa característica, enquanto Faria (2000) não a detectou.

As estimativas dos contrastes envolvendo os genótipos *nor^A*, *rin*, *og^c* em heterozigose, isoladamente, e as combinações *og^c/og^c* *hp^r/hp^r* e *nor^A/nor^A*

$og^c/og^c\ hp^+/hp$ em relação ao genótipo normal foram positivas e significativas. Isso mostra a tendência destes alelos, em heterozigose, em aumentar os valores do formato do fruto, ou seja, os frutos tenderem ao formato menos achatado (Tabela 6). O genótipo nor^+/nor não afetou o formato do fruto quando comparado com o genótipo normal, mas proporcionou frutos com formato mais achatado em relação ao genótipo rin^+/rin , como pode ser verificado pelas estimativas dos contrastes nor^+/nor vs *normal* e nor^+/nor vs rin^+/rin (Tabela 6). Contudo, as diferenças entre nor^+/nor e nor^+/nor^A , bem como entre rin^+/rin e nor^+/nor^A , não foram significativas.

Vale a pena ressaltar que o alelo og^c isoladamente (og^c/og^c), e junto com os alelos hp e/ou nor^A em heterozigose (nos genótipos $og^c/og^c\ hp^+/hp$, $nor^+/nor^A\ og^c/og^c\ hp^+/hp$), contribuíram para os frutos terem o formato menos achatado em relação ao genótipo normal. A combinação $og^c/og^c\ hp^+/hp$ não afetou o formato de frutos nor^+/nor^A . Também não foi observada influência do genótipo nor^+/nor^A na relação comprimento/largura de frutos $og^c/og^c\ hp^+/hp$. Araújo (1997) observou uma tendência do gene og^c em homozigose (og^c/og^c) ou heterozigose (og^c/og^c), em associação com o gene hp em heterozigose (hp^+/hp), em aumentar a relação comprimento/largura, tornando os frutos mais arredondados nos genótipos nor^+/nor^A .

O híbrido comercial Chronos F₁ apresentou frutos com formato mais achatado quando comparado com o formato dos frutos do híbrido F₁(FloraDade x Mospomorist). O híbrido Carmen F₁ não apresentou influência sobre o formato dos frutos quando comparado com o híbrido F₁(FloraDade x Mospomorist). Houve efeito significativo do *background* genotípico dos híbridos comerciais Carmen F₁ e Chronos F₁, heterozigotos rin , no sentido de reduzir os valores da relação comprimento/largura, isto é, tenderem a apresentar frutos com formato mais achatado em relação ao *background* do híbrido F₁(FloraDade x Mospomorist) (Tabela 6).

4.3.2 Tamanho relativo da cicatriz peduncular

Na Tabela 5 encontra-se o resumo da análise de variância referente ao tamanho relativo da cicatriz peduncular com os respectivos níveis de significância e coeficientes de variação. Os valores médios do tamanho relativo da cicatriz peduncular dos frutos e os contrastes de interesse relativos aos 11 genótipos avaliados encontram-se na Tabela 6. Valores elevados para esta característica são considerados indesejáveis.

Não foi verificada a ocorrência de heterose para essa característica. Já Freitas (1996), utilizando parentais diferentes, e Faria (2000), utilizando os mesmos parentais deste trabalho, observaram valores negativos de heterose em relação à média dos pais, isto é, atuando no sentido de reduzir o tamanho da cicatriz peduncular dos frutos, o que é altamente desejável.

Não foram observadas diferenças significativas entre os híbridos experimentais portadores dos alelos mutantes nor^A , nor , rin , og^c e hp e a testemunha quase isogênica F_1 (FloraDade x Mospomorist), de genótipo normal. Isso indica que, nesse caso, o tamanho da cicatriz peduncular não foi influenciado pelos genótipos nor^-/nor^A , nor^-/nor , rin^-/rin , og^{c^-}/og^c e pelas combinações og^{c^-}/og^c hp^-/hp e nor^-/nor^A og^{c^-}/og^c hp^-/hp , conforme acusam as estimativas não significativas dos contrastes que envolvem esses genótipos em relação ao genótipo normal (Tabela 6). Resultados semelhantes foram obtidos por Faria (2000) e Dias (2001), que relataram que o alelo nor^A , em heterozigose, não influenciou o tamanho relativo da cicatriz peduncular dos frutos, e por Santos-Júnior (2002) que verificou a não influência dos alelos mutantes nor^A , rin e nor , em heterozigose, sobre o tamanho da cicatriz peduncular, utilizando *backgrounds* distintos ao utilizado neste trabalho.

O genótipo nor^-/nor^A não afetou o tamanho da cicatriz peduncular de frutos og^{c^-}/og^c hp^-/hp . Também não foi observado efeito significativo da

combinação $og^c/og^c\ hp^-/hp^-$ sobre o tamanho relativo da cicatriz peduncular de frutos nor^-/nor^A .

Não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos nor^-/nor^A , nor^-/nor e rin^-/rin em relação à característica analisada.

Os frutos dos híbridos comerciais heterozigotos para o loco *rin* (Carmen F₁ e Chronos F₁), juntamente com a linhagem parental masculina dos híbridos experimentais, Mospomorist, apresentaram os menores valores médios de tamanho relativo da cicatriz peduncular. Esses resultados concordam com os obtidos por Faria (2000).

Os híbridos comerciais Carmen F₁ e Chronos F₁, heterozigotos *rin*, reduziram o tamanho relativo da cicatriz peduncular dos frutos em 4,41 % e 4,86 %, em relação ao híbrido F₁(FloraDade x Mospomorist), de genótipo normal. Houve efeito significativo dos *backgrounds* dos híbridos Carmen F₁ (rin^-/rin) e Chronos F₁ (rin^-/rin), quando comparados com o *background* FloraDade x Mospomorist, no sentido de reduzir o tamanho da cicatriz peduncular dos frutos, em 4,89% e 5,34%, respectivamente (Tabela 6).

TABELA 5. Resumo da análise de variância referente ao tamanho relativo da cicatriz peduncular e ao formato do fruto.
UFLA, Lavras-MG, 2002.

FV	GL	Quadrados médios	
		Tamanho relativo da cicatriz peduncular	Formato do fruto
Tratamentos	10	28.181**	0,0062**
Blocos	3	2.373	0,0003
Resíduo	30	0,881	0,0003
C.V.(%)		4,59	2,41

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

TABELA 6. Valores médios referentes ao tamanho relativo da cicatriz peduncular (%) e ao formato do fruto, e contrastes não ortogonais de interesse entre 11 genótipos de tomateiro. UFLA, Lavras-MG, 2002.

TREATMENTS	GENOTIPOS	Tamanho relativo da cicatriz peduncular ¹	Formato do fruto ¹
Mospomorist	normal	16,49 c	0,764 d
Floradade	normal	25,02 a	0,869 a
F1(Floradade x Mospomorist)	normal	21,44 b	0,763 d
F1(TOM-596 x Mospomorist)	heterozigoto og ⁺	21,91 b	0,809 b
F1(TOM-588 x Mospomorist)	heterozigoto og ⁺ & hp	21,30 b	0,808 bc
F1(TOM-559 x Mospomorist)	heterozigoto nor ⁺	20,94 b	0,801 bc
F1(TOM-589 x Mospomorist)	heterozigoto nor ⁺ & og ⁺ & hp	21,44 b	0,804 bc
F1(TOM-613 x Mospomorist)	heterozigoto nor	20,59 b	0,778 cd
F1(TOM-614 x Mospomorist)	heterozigoto rin	21,92 b	0,808 bc
Carmen F1	hibrido testemunha rin	17,03 c	0,750 d
Chronos F1	hibrido testemunha rin	16,58 c	0,719 c
média dos tratamentos		20,42	0,788

ESTIMATIVAS			
CONTRASTES DE INTERESSE		Tamanho relativo da cicatriz peduncular	Formato do fruto
<i>F1 vs [(Floradade + Mospomorist)/2]</i>			
<i>nor⁺/nor⁺ vs normal</i>	0,68 **	-0,053	**
<i>nor⁺/nor⁺ vs normal</i>	-0,49 **	0,038	**
<i>rin⁺/rin⁺ vs normal</i>	-0,84 **	0,015	**
<i>og⁺/og⁺ vs normal</i>	0,48 **	0,045	**
<i>og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺ vs normal</i>	0,46 **	0,046	**
<i>nor⁺/nor⁺ og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺ vs normal</i>	-0,13 **	0,045	**
<i>nor⁺/nor⁺ og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺ vs nor⁺/nor⁺</i>	0,00 **	0,041	**
<i>nor⁺/nor⁺ og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺ vs og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	0,50 **	0,003	**
<i>nor⁺/nor⁺ og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺ vs nor⁺/nor⁺</i>	0,14 **	-0,003	**
<i>rin⁺/rin⁺ vs nor⁺/nor⁺</i>	-0,34 **	-0,023	**
<i>rin⁺/rin⁺ vs nor⁺/nor⁺</i>	0,97 **	0,007	**
<i>rin⁺/rin⁺ vs rin⁺/rin⁺</i>	-1,32 **	-0,030	**
<i>Carmen vs F1(Floradade x Mospomorist)</i>	-4,41 **	-0,013	**
<i>Chronos vs F1(Floradade x Mospomorist)</i>	-4,89 **	-0,058	**
<i>Chronos vs rin⁺/rin⁺</i>	-4,86 **	-0,043	**
	-5,34 **	-0,088	**

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

** Significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F.

4.3.3 Firmeza de fruto

A Tabela 7 apresenta os resumos das análises de variância com os quadrados médios, níveis de significância e os coeficientes de variação referentes à firmeza dos frutos durante o período de armazenamento.

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para a firmeza inicial (estádio *breaker*), meia vida da firmeza (dias) e número médio de dias para os frutos atingirem as firmezas $3,0 \cdot 10^4 \text{ N.m}^{-2}$ e $2,0 \cdot 10^4 \text{ N.m}^{-2}$ (Tabela 7).

4.3.3.1 Firmeza inicial

Os frutos sofreram a primeira avaliação quanto à firmeza no dia da colheita (estádio *breaker*), e os resultados mostraram que os genótipos avaliados se comportaram de maneira diferenciada (Tabela 8). Verificou-se que o híbrido comercial Chronos F_1 (rin^+/rin) e o híbrido experimental F_1 (TOM-588 x Mospomorist), heterozigoto og^c e hp , apresentaram os maiores valores de firmeza inicial, $5,277 \cdot 10^4 \text{ N.m}^{-2}$ e $5,325 \cdot 10^4 \text{ N.m}^{-2}$, respectivamente (Tabela 8), entretanto não diferiram estatisticamente dos híbridos experimentais F_1 (TOM-614 x Mospomorist) (rin^+/rin), F_1 (TOM-613 x Mospomorist) (nor^+/nor) e F_1 (TOM-596 x Mospomorist) (og^{c-}/og^c), da linhagem Mospomorist, e do híbrido F_1 (FloraDade x Mospomorist), de genótipo normal. O híbrido Carmen F_1 (rin^+/rin), considerado referência de tomate tipo salada longa-vida no mercado, juntamente com a linhagem FloraDade, que é considerada de firmeza aceitável, apresentaram os menores valores de firmeza inicial. Santos-Júnior (2002), em seu trabalho, relata que o híbrido comercial Carmen F_1 e a cultivar FloraDade apresentaram os valores mais altos de firmeza inicial (do dia da colheita no estágio *breaker*) quando comparados com outros

genótipos, portadores de alelos mutantes de amadurecimento em *backgrounds* distintos do utilizado neste trabalho.

A estimativa do contraste que mede a ocorrência de heterose para esse caráter não foi significativa.

O genótipo nor^-/nor^A atuou no sentido de diminuir a firmeza inicial dos frutos em relação ao genótipo normal, como pode ser constatado pela estimativa negativa do contraste nor^-/nor^A vs *normal*. Faria (2000) não verificou efeito significativo do alelo nor^A em heterozigose sobre a firmeza inicial de frutos em *background* FloraDade x Mospomorist.

Os genótipos rin^-/rin , nor^-/nor , og^c-/og^c e as combinações nor^-/nor^A og^c-/og^c hp^-/hp e og^c-/og^c hp^-/hp não afetaram significativamente a firmeza inicial dos frutos em relação ao genótipo normal.

A combinação og^c-/og^c hp^-/hp não afetou significativamente a firmeza inicial de frutos de genótipo nor^-/nor^A . A significância do contraste nor^-/nor^A og^c-/og^c hp^-/hp vs og^c-/og^c hp^-/hp mostra que o alelo nor^A , em heterozigose, também atuou diminuindo a firmeza inicial de frutos og^c-/og^c hp^-/hp .

Não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos nor^-/nor^A , rin^-/rin e nor^-/nor em relação à firmeza inicial dos frutos.

O híbrido comercial Carmen F₁, heterozigoto *rin*, apresentou firmeza inicial dos frutos 0,997 N.m² menor que a do híbrido F₁(FloraDade x Mospomorist), de genótipo normal. Já o híbrido Chronos F₁ não apresentou influência sobre a firmeza inicial dos frutos quando comparado com o híbrido F₁(FloraDade x Mospomorist). Não houve efeito significativo dos *backgrounds* dos híbridos comerciais Carmen F₁ e Chronos F₁ sobre a firmeza inicial dos frutos em relação ao *background* FloraDade x Mospomorist.

TABELA 7. Resumo da análise de variância relativa a firmeza inicial (*breaker*), meia vida da firmeza em dias, número de dias para atingir firmeza $3.0 \times 10^4 \text{ N.m}^{-2}$ e número de dias para atingir firmeza $2.0 \times 10^4 \text{ N.m}^{-2}$. UFLA, Lavras-MG, 2002.

FV	GL	Quadrados médios			
		Firmeza inicial (estádio <i>breaker</i>)	Meia vida da firmeza (dias)	Dias até firmeza $3,0 \times 10^4 \text{ N.m}^{-2}$	Dias até firmeza $2,0 \times 10^4 \text{ N.m}^{-2}$
Tratamentos	10	0,591**	13,407**	9,667**	16,727**
Blocos	3	0,185	1,566	1,445	0,872
Resíduo	30	0,157	1,219	1,955	1,654
C.V.(%)		8,17	7,78	14,65	7,20

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

TABELA 8. Valores médios relativo a firmeza inicial (*breaker*- dia zero), meia vida da firmeza (dias), número médio de dias para atingir firmeza $3,0 \times 10^4 \text{ N.m}^{-2}$, número médio de dias para atingir firmeza $2,0 \times 10^4 \text{ N.m}^{-2}$, e contrastes não ortogonais de interesse entre 11 genótipos de tomateiro.UFLA, Lavras,2002.

TRATAMENTOS	GENÓTIPOS	Firmeza inicial -dia 0- ($\times 10^4$)N.m ⁻² ¹	Meia vida da firmeza (dias) ⁻¹	Nº médio de dias para atingir firmeza $3,0 \times 10^4 \text{ N.m}^{-2}$ ⁻¹	Nº médio de dias para atingir firmeza $2,0 \times 10^4 \text{ N.m}^{-2}$ ⁻¹
Mospomorist	normal	5,085 ab	12,7 de	9,6 b	17,0 bcde
Floradade	normal	4,345 c	13,7 cd	7,1 c	15,1 e
F1(Floradade x Mospomorist)	normal	5,167 ab	11,7 e	9,2 bc	16,1 cde
F1(TOM-596 x Mospomorist)	heterozigoto <i>og^c</i>	5,015 ab	12,5 de	9,2 bc	16,6 cde
F1(TOM-588 x Mospomorist)	heterozigoto <i>og^c & hp</i>	5,325 a	12,4 de	10,1 b	17,4 hcd
F1(TOM 559 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor^a</i>	4,585 bc	14,6 bc	8,9 bc	17,4 bcd
F1(TOM-589 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor^a & og^c & hp</i>	4,615 bc	15,9 ab	9,6 b	18,9 b
F1(TOM-613 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor</i>	5,025 ab	13,6 cd	10,0 h	18,0 bcd
F1(TOM-614 x Mospomorist)	heterozigoto <i>rin</i>	4,732 abc	14,6 bc	9,2 bc	17,8 bcd
Carmen F1	hibrido testemunha <i>rin</i>	4,170 c	17,4 a	8,1 bc	18,3 bc
Chronos F1	hibrido testemunha <i>rin</i>	5,277 a	16,5 a	13,4 a	23,1 a
média dos tratamentos		4,8	14,1	9,5	17,8
		ESTIMATIVAS			
CONTRASTES DE INTERESSE		Firmeza inicial -dia 0- ($\times 10^4$)N.m ⁻²	Meia vida da firmeza (dias)	Nº médio de dias para atingir firmeza $3,0 \times 10^4 \text{ N.m}^{-2}$	Nº médio de dias para atingir firmeza $2,0 \times 10^4 \text{ N.m}^{-2}$
<i>F1 vs [(Floradade + Mospomorist)/2]</i>		0,452 **	-1,4 *	0,8 **	0,0 **
<i>nor^a/nor^a vs normal</i>		-0,582 *	2,8 **	-0,3 **	1,3 **
<i>nor^a/nor^a vs normal</i>		-0,142 **	1,8 **	0,8 **	1,9 *
<i>rin^b/rin^b vs normal</i>		-0,435 **	2,9 **	-0,0 **	1,6 **
<i>og^c/og^c vs normal</i>		-0,152 **	0,7 **	0,0 **	0,5 **
<i>og^c/og^c hp^d/hp^d vs normal</i>		0,157 **	0,6 **	0,9 **	1,3 **
<i>nor^a/nor^a og^c/og^c hp^d/hp^d vs normal</i>		-0,552 **	4,1 **	0,4 **	2,8 **
<i>nor^a/nor^a og^c/og^c hp^d/hp^d vs nor^a/nor^a</i>		0,030 **	1,2 **	0,7 **	1,5 **
<i>nor^a/nor^a og^c/og^c hp^d/hp^d vs og^c/og^c hp^d/hp^d</i>		-0,710 *	3,4 **	-0,4 **	1,5 **
<i>nor^a/nor^a vs nor^a/nor^a</i>		0,440 **	-1,0 **	1,1 **	0,5 **
<i>rin^b/rin^b vs nor^a/nor^a</i>		0,147 **	0,0 **	0,3 **	0,3 **
<i>nor^a/nor^a vs rin^b/rin^b</i>		0,292 **	-1,0 **	0,8 **	0,2 **
<i>Carmen vs F1 (Floradade x Mospomorist)</i>		-0,997 **	5,6 **	-1,0 **	2,2 *
<i>Carmen vs rin^b/rin^b</i>		-0,562 **	2,7 **	-1,0 **	0,5 **
<i>Chronos vs F1 (Floradade x Mospomorist)</i>		0,110 **	4,7 **	4,1 **	6,9 **
<i>Chronos vs rin^b/rin^b</i>		0,545 **	1,8 *	4,2 **	5,2 **

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

**, * Significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F.


4.3.3.2 Meia vida da firmeza

A meia vida da firmeza dos híbridos experimentais (que corresponde ao tempo em pós-colheita que o fruto leva para reduzir pela metade sua firmeza em relação à inicial) variou de 11,7 a 15,9 dias entre os híbridos experimentais.

O híbrido F_1 (FloraDade x Mospomorist), de genótipo normal, apresentou a menor meia vida da firmeza, 11,7 dias, não diferindo estatisticamente da linhagem Mospomorist e dos híbridos experimentais F_1 (TOM-596 x Mospomorist) (og^{ct}/og^c) e F_1 (TOM-588 x Mospomorist) (og^{ct}/og^c hp^+/hp). Os híbridos comerciais Chronos F_1 (rin^+/rin) e Carmen F_1 (rin^+/rin) apresentaram os maiores valores da meia vida da firmeza, 16,5 e 17,4 dias, respectivamente, não diferindo estatisticamente do híbrido experimental F_1 (TOM-589 x Mospomorist) (nor^+/nor^A og^{ct}/og^c hp^+/hp) (Tabela 8).

A estimativa do contraste F_1 vs $[(FloraDade + Mospomorist)/2]$ para meia-vida da firmeza foi significativa (Tabela 8), mostrando que o híbrido F_1 apresentou meia-vida da firmeza 1,4 dias menor que a média dos pais, indicativo de algum grau de dominância no sentido de menor firmeza.

Os alelos nor^A , nor e rin em heterozigose, isoladamente, atuaram no sentido de aumentar a meia vida da firmeza dos frutos, em relação ao genótipo normal. Verificou-se que os alelos mutantes nor^A e rin , em heterozigose, apresentaram efeitos semelhantes no sentido de prolongar a meia-vida da firmeza dos frutos, em 2,9 dias, em relação ao genótipo normal. Já o mutante nor em heterozigose aumentou a meia-vida da firmeza do fruto, em 1,8 dias, em relação ao genótipo normal. Faria (2002), utilizando *background* distinto do utilizado neste trabalho, verificou que o efeito do alelo nor^A em heterozigose sobre a firmeza dos frutos foi menos pronunciado do que o efeito do alelo rin ; e Santos-Júnior (2002), também utilizando *backgrounds* distintos, verificou que os mutantes de amadurecimento rin e nor , em heterozigose, atuando isoladamente,



foram responsáveis pelo aumento significativo na meia vida da firmeza dos frutos em 2,2 e 1,6 dias, respectivamente, quando comparados aos frutos do genótipo normal. Porém, o autor não constatou efeito significativo do genótipo nor^-/nor^A , isoladamente, sobre a meia-vida da firmeza.

A significância do contraste $nor^-/nor^A\ og^+/og^-\ hp^-/hp$ vs *normal* mostra a eficiência da combinação $nor^-/nor^A\ og^+/og^-\ hp^-/hp$ no aumento da meia-vida da firmeza de frutos em relação ao genótipo normal. O genótipo og^+/og^- , isoladamente, e na combinação $og^+/og^-\ hp^-/hp$ não influenciaram a meia-vida da firmeza dos frutos quando comparados ao genótipo normal.

O genótipo nor^-/nor^A proporcionou um aumento de 3,4 dias na meia vida da firmeza de frutos $og^+/og^-\ hp^-/hp$. Já a combinação $og^+/og^-\ hp^-/hp$ não afetou a meia-vida da firmeza de frutos nor^-/nor^A .

Não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos nor^-/nor^A , nor^-/nor e rin^-/rin em relação à meia vida da firmeza dos frutos.

As estimativas dos contrastes *Carmen* vs $F_1(\text{FloraDade} \times \text{Mospomorist})$, *Carmen* vs rin^-/rin , *Chronos* vs $F_1(\text{FloraDade} \times \text{Mospomorist})$ e *Chronos* vs rin^-/rin foram significativas, registrando que os híbridos *Carmen* F_1 e *Chronos* F_1 , heterozigotos *rin*, apresentaram meia-vida de firmeza 5,6 e 4,7 dias superior à do híbrido $F_1(\text{FloraDade} \times \text{Mospomorist})$, e seus *backgrounds* genotípicos apresentaram valores de meia vida de 2,7 e 1,8 dias superior à do genótipo rin^-/rin no *background* *FloraDade* x *Mospomorist*. Ficou evidente o efeito do *background* dos híbridos *Carmen* F_1 e *Chronos* F_1 no sentido de aumentar a meia-vida da firmeza dos frutos em relação ao *background* *FloraDade* x *Mospomorist*.

4.3.3.3 Número médio de dias para os frutos atingirem as firmezas $3,0 \cdot 10^4$ N.m⁻² e $2,0 \cdot 10^4$ N.m⁻²

Os híbridos experimentais apresentaram valores semelhantes para número médio de dias para os frutos atingirem as firmezas $3,0 \cdot 10^4$ N.m⁻² e $2,0 \cdot 10^4$ N.m⁻². O híbrido comercial Chronos F₁ apresentou o maior número médio de dias para os frutos atingirem as firmezas $3,0 \cdot 10^4$ N.m⁻² e $2,0 \cdot 10^4$ N.m⁻², em comparação com os demais genótipos avaliados.

Não foi verificada a ocorrência de heterose para o número médio de dias para os frutos atingirem as firmezas $3,0 \cdot 10^4$ N.m⁻² e $2,0 \cdot 10^4$ N.m⁻². Faria (2000) não encontrou heterose ao avaliar o número médio de dias para os frutos atingirem as firmezas $5,0 \cdot 10^4$ N.m⁻² e $4,0 \cdot 10^4$ N.m⁻². Santos-Júnior (2002), embora tenha usado *backgrounds* distintos do utilizado neste trabalho, também não detectou efeito heterótico para esta característica.

Quanto ao número de dias desde a colheita até os frutos atingirem as firmezas de $3,0 \cdot 10^4$ N.m⁻² e $2,0 \cdot 10^4$ N.m⁻², não foi observado efeito significativo dos mutantes *nor^A*, *rin* e *nor*, em heterozigose, isoladamente, em relação ao genótipo normal, exceto o genótipo *nor^r/nor*, que apresentou efeito significativo: foi responsável pelo aumento em 1,9 dias no período para que os frutos atingissem a firmeza de $2,0 \cdot 10^4$ N.m⁻² (Tabela 8).

Não houve efeito significativo do genótipo *og^{c-}/og^c* e da combinação *og^{c-}/og^c hp^r/hp*, quando comparados com o genótipo normal, sobre o número de dias para os frutos atingirem as firmezas de $3,0 \cdot 10^4$ N.m⁻² e $2,0 \cdot 10^4$ N.m⁻². Já a combinação *nor^r/nor^A og^{c-}/og^c hp^r/hp*, embora não tenha afetado o número médio de dias para os frutos atingirem a firmeza $3,0 \cdot 10^4$ N.m⁻², proporcionou um aumento de 2,8 dias no número médio de dias para os frutos atingirem a firmeza $2,0 \cdot 10^4$ N.m⁻², em relação ao genótipo normal.

A combinação $og^{c+}/og^c hp^+/hp$ não afetou significativamente o número médio de dias para os frutos nor^-/nor^A atingirem as firmezas $3,0.10^4 N.m^{-2}$ e $2,0.10^4 N.m^{-2}$. Também não foi observado efeito significativo do genótipo nor^-/nor^A em relação ao número médio de dias para os frutos $og^{c+}/og^c hp^-/hp$ atingirem as firmezas $3,0.10^4 N.m^{-2}$ e $2,0.10^4 N.m^{-2}$.

Não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos nor^-/nor^A , nor^-/nor e rin^+/rin em relação à perda de firmeza dos frutos.

O híbrido Carmen F₁ apresentou 2,2 dias a mais no período para que os frutos atingissem a firmeza de $2,0.10^4 N.m^{-2}$, em relação ao híbrido F₁(FloraDade x Mospomorist). Já o híbrido Chronos F₁ foi responsável pelo aumento de 4,1 e 6,9 dias, respectivamente, para os frutos atingirem as firmezas de $3,0.10^4 N.m^{-2}$ e $2,0.10^4 N.m^{-2}$.

Houve efeito positivo do *background* do híbrido comercial Chronos F₁ (rin^+/rin) no sentido de aumentar, em 4,2 e 5,2 dias, o período para os frutos atingirem as firmezas de $3,0.10^4 N.m^{-2}$ e $2,0.10^4 N.m^{-2}$, respectivamente, em relação ao *background* FloraDade x Mospomorist (Tabela 8). Não foi observado efeito significativo do *background* Carmen F₁ em relação ao *background* FloraDade x Mospomorist sobre o número médio de dias para os frutos atingirem as firmezas $3,0.10^4 N.m^{-2}$ e $2,0.10^4 N.m^{-2}$.

4.3.4 Coloração de fruto

Os resultados da análise de variância com os quadrados médios, seus níveis de significância e os coeficientes de variação para número médio de dias para os frutos atingirem as notas de coloração 3, 4 e 5 estão apresentados na Tabela 9. Os valores correspondentes ao número médio de dias para os frutos atingirem as notas de coloração 3, 4 e 5 e suas estimativas de contrastes estão descritos na Tabela 10.

Os frutos dos híbridos F_1 (TOM 559 x Mospomorist) (nor^-/nor^A), F_1 (TOM-613 x Mospomorist) (nor^-/nor) e do híbrido testemunha Chronos F_1 (rin^-/rin) demoraram maior número de dias para atingirem a nota de coloração 3, entretanto não diferiram significativamente dos híbridos F_1 (TOM-614 x Mospomorist) (rin^-/rin) e F_1 (TOM-589 x Mospomorist) ($nor^-/nor^A\ og^c-/og^c\ hp^-/hp$) e da linhagem Mospomorist (Tabela 10).

Não foi verificada a ocorrência de heterose para o número médio de dias para os frutos atingirem notas de coloração 3, 4 e 5.

Os alelos nor^A e nor , em heterozigose, isoladamente, apresentaram efeitos semelhantes sobre a coloração dos frutos, com atuação no sentido de atrasar a chegada da coloração vermelha dos frutos em relação ao genótipo normal. Eles aumentaram, em média, 1,6 dias o número de dias para que os frutos atingissem notas de coloração igual a 3 e 4. Já para atingir nota de coloração igual a 5, houve efeito significativo do genótipo nor^-/nor em relação ao genótipo normal, com atraso de 2,5 dias na chegada da coloração vermelha dos frutos; para o genótipo nor^-/nor^A , embora não tenha havido diferença significativa na estimativa do contraste, foi verificado um atraso de 2,0 dias. O alelo nor^A em heterozigose também atrasou, em 1,3 dias, o número médio de dias para os frutos $og^c-/og^c\ hp^-/hp$ atingirem nota de coloração 3. Esse atraso na chegada da coloração dos frutos atribuído ao genótipo nor^-/nor^A está de acordo com Souza (1995), Freitas (1996), Araújo (1997), Freitas et al. (1998) e Faria (2000).

O mutante rin , em heterozigose, isoladamente, embora não tenha afetado a coloração inicial (nota 3) dos frutos em relação ao genótipo normal, atrasou a chegada da pigmentação vermelha intensa nos estágios mais avançados de amadurecimento. Ele atrasou em 2,7 e 5,0 dias o número médio de dias para os frutos atingirem notas de coloração 4 e 5, respectivamente.

A combinação nor^-/nor^A og^c/og^c hp^+/hp retardou a chegada da coloração vermelha dos frutos em relação ao genótipo normal, como pode ser observado pela estimativa significativa do contraste nor^-/nor^A og^c/og^c hp^+/hp vs *normal* para o número médio de dias para os frutos atingirem a nota de coloração igual a 3 e 5.

O genótipo og^c/og^c e a combinação og^c/og^c hp^+/hp não afetaram a chegada da coloração vermelha dos frutos em relação ao genótipo normal, como mostra as estimativas não significativas dos contrastes que avaliam o número médio de dias para os frutos atingirem as notas de coloração 3, 4 e 5. Também não foi observado efeito significativo da combinação og^c/og^c hp^+/hp sobre o número médio de dias para os frutos nor^-/nor^A atingirem notas de coloração 3, 4 e 5.

A estimativa do contraste rin^+/rin vs nor^+/nor^A foi significativa para número médio de dias para atingir nota de coloração 5, indicando que o genótipo rin^+/rin atrasou, em 3,0 dias, a chegada da coloração vermelha intensa dos frutos em relação ao genótipo nor^+/nor^A . O genótipo nor^-/nor atuou no sentido de adiantar, em 2,5 dias, a chegada da coloração vermelha intensa dos frutos em relação ao genótipo rin^+/rin , como mostra a estimativa significativa do contraste nor^+/nor vs rin^+/rin . Contudo, não foi observada diferença significativa entre os genótipos nor^+/nor e nor^+/nor^A em relação à chegada da coloração vermelha intensa dos frutos.

Não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos nor^-/nor^A , nor^+/nor e rin^+/rin em relação ao número médio de dias para os frutos atingirem notas de coloração 3 e 4.

O híbrido comercial Chronos F_1 atrasou a chegada da coloração vermelha dos frutos em relação ao híbrido F_1 (FloraDade x Mospomorist), como mostra a estimativa significativa do contraste *Chronos* vs F_1 (*FloraDade* x *Mospomorist*) para número médio de dias para os frutos atingirem as notas de

coloração 3 e 5. O híbrido Carmen F₁, heterozigoto *rin*, não afetou a coloração externa dos frutos quando comparado com o híbrido F₁(FloraDade x Mospomorist), de genótipo normal.

A estimativa do contraste *Carmen* vs *rin*⁻/*rin* foi significativa para número médio de dias para os frutos atingirem notas de coloração igual a 3, 4 e 5. Isso mostra que houve efeito do *background* do híbrido Carmen F₁ no sentido de adiantar a chegada da coloração vermelha intensa dos frutos (Tabela 10). Também foi observado efeito significativo do *background* do híbrido Chronos F₁ em adiantar, em 1,4 dias, o número médio de dias para os frutos atingirem nota de coloração 4.

A coloração externa dos frutos é influenciada tanto pelos alelos mutantes como pelo genótipo no qual estes alelos estão inseridos. Os alelos *nor*^A, *nor* e *rin* em heterozigose, isoladamente, atrasaram a chegada da coloração vermelha externa dos frutos quando comparados com o genótipo normal. Já os alelos *og*^t e *hp* em heterozigose não influenciaram significativamente a coloração externa dos frutos. O efeito de *rin*⁻/*rin* no sentido de retardar a evolução da coloração dos frutos no *background* utilizado, em relação ao genótipo normal, parece ser mais pronunciado do que o de *nor*^t/*nor*^A ou *nor*⁻/*nor*. Embora tenha utilizado *backgrounds* distintos do utilizado neste trabalho, Santos-Júnior (2002) verificou que o mutante *nor*, em heterozigose, isoladamente, apresentou efeitos mais drásticos sobre a evolução da coloração dos frutos, e que os efeitos isolados dos genótipos *nor*⁻/*nor*^A e *rin*⁻/*rin* foram menos pronunciados, não diferindo significativamente do genótipo normal. Entretanto, os efeitos de *nor*⁻/*nor*^A e *rin*⁻/*rin* foram potencializados quando em combinação entre si e com *nor*⁻/*nor*.

TABELA 9. Resumo da análise de variância relativa a número médio de dias para os frutos atingirem notas de coloração 3, 4 e 5, equivalentes em até 60 %, 80 % e 100 %, respectivamente, às porcentagens de superfície de área do fruto com coloração vermelha. UFLA, Lavras-MG, 2002.

FV	GL	Quadrados médios		
		Nº médio de dias para atingir nota de coloração = 3,0	Nº médio de dias para atingir nota de coloração = 4,0	Nº médio de dias para atingir nota de coloração = 5,0
Tratamentos	10	3,070**	6,499**	17,472**
Blocos	3	0,252	1,368	3,484
Resíduo	30	0,758	0,951	2,418
C.V.(%)		14,77	10,88	10,52

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

TABELA 10. Valores médios relativos a número médio de dias para os frutos atingirem notas de coloração 3, 4 e 5, equivalentes em até 60 %, 80 % e 100 %, respectivamente, às porcentagens de superfície de área do fruto com coloração vermelha, e contrastes não ortogonais de interesse entre 11 genótipos de tomateiro. UFPA, Lavras-MG, 2002.

TRATAMENTOS	GENÓTIPOS	Nº médio de dias para atingir	Nº médio de dias para atingir	Nº médio de dias para atingir
		nota de coloração = 3,0 ¹	nota de coloração = 4,0 ¹	nota de coloração = 5,0 ¹
Mospomorist	normal	5,9 abcd	9,5 bcd	16,0 ab
Floradade	normal	5,1 cd	7,5 e	13,0 cd
F1(Floradade x Mospomorist)	normal	5,2 bcd	8,3 cde	13,0 cd
F1(TOM-596 x Mospomorist)	heterozigoto <i>og^f</i>	4,6 d	7,2 e	11,5 d
F1(TOM-588 x Mospomorist)	heterozigoto <i>og^f & hp</i>	5,3 bcd	8,0 de	13,5 bcd
F1(TOM-559 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor^A</i>	6,8 a	10,0 ab	15,0 bc
F1(TOM-589 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor^A & og^f & hp</i>	6,6 ab	9,2 bcd	15,5 bc
F1(TOM-613 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor</i>	6,9 a	10,1 ab	15,5 bc
F1(TOM-614 x Mospomorist)	heterozigoto <i>rin</i>	6,4 abc	11,1 a	18,0 n
Carmen F1	híbrido testemunha <i>rin</i>	4,8 d	7,6 e	13,5 bcd
Chronos F1	híbrido testemunha <i>rin</i>	6,8 a	9,7 abc	18,0 a
média dos tratamentos		5,8	8,9	14,7

CONTRASTES DE INTERESSE	ESTIMATIVAS		
	Nº médio de dias para atingir nota de coloração = 3,0	Nº médio de dias para atingir nota de coloração = 4,0	Nº médio de dias para atingir nota de coloração = 5,0
<i>F1 vs [(Floradade + Mospomorist)/2]</i>	-0,3 **	-0,1 **	-1,5 **
<i>nor^A/nor^A vs normal</i>	1,5 *	1,6 *	2,0 **
<i>nor^A/nor vs normal</i>	1,6 *	1,7 *	2,5 *
<i>rin^A/rin vs normal</i>	1,2 **	2,7 **	5,0 **
<i>og^f/og^f vs normal</i>	-0,6 **	-1,1 **	-1,5 **
<i>og^f/og^f hp^A/hp vs normal</i>	0,0 **	-0,3 **	0,5 **
<i>nor^A/nor^A og^f/og^f hp^A/hp vs normal</i>	1,3 *	0,8 **	2,5 *
<i>nor^A/nor^A og^f/og^f hp^A/hp vs nor^A/nor^A</i>	-0,2 **	-0,7 **	0,5 **
<i>nor^A/nor^A og^f/og^f hp^A/hp vs og^f/og^f hp^A/hp</i>	1,3 *	1,2 **	2,0 **
<i>nor^A/nor vs nor^A/nor^A</i>	0,0 **	0,1 **	0,5 **
<i>rin^A/rin vs nor^A/nor^A</i>	-0,3 **	1,0 **	3,0 *
<i>nor^A/nor vs rin^A/rin</i>	0,4 **	-0,9 **	-2,5 *
<i>Carmen vs F1(Floradade x Mospomorist)</i>	-0,3 **	-0,7 **	0,5 **
<i>Carmen vs rin^A/rin</i>	-1,5 *	-3,5 **	-4,5 **
<i>Chronos vs F1(Floradade x Mospomorist)</i>	1,5 *	1,3 **	5,0 **
<i>Chronos vs rin^A/rin</i>	0,3 **	-1,4 *	0,0 **

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

**, * Significativo a 1 % e 5 %, respectivamente, pelo teste F.

4.3.5 Pigmentos carotenóides

Na Tabela 11 encontra-se o resumo da análise de variância relativa aos teores de licopeno e beta-caroteno nos frutos, nos diferentes estádios de maturação, com os respectivos quadrados médios, coeficientes de variação e níveis de significância referentes aos 11 genótipos avaliados.

Não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos para o estágio de maturação *breaker*, para os teores de licopeno e beta-caroteno. Já para os estádios intermediário e maduro foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 12).

À medida que os frutos amadureceram ocorreu um aumento nos teores de licopeno e beta-caroteno, conforme pode ser constatado na Tabela 12. Esse efeito foi mais pronunciado para o licopeno, que passou de 0,861 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de fruto, em média, no estágio *breaker*, para 8,275 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de fruto no estágio intermediário, atingindo a média de 33,455 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de fruto no estágio maduro. Esse resultado concorda com os obtidos por Santos-Júnior (2002) e Vilas Boas (1998).

No estágio intermediário de amadurecimento, o híbrido testemunha Chronos F₁ (*rin⁺/rin*) apresentou o maior teor de licopeno, 15,210 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de fruto, seguido do híbrido experimental F₁(TOM-613 x Mospomorist) (*nor⁺/nor*), com 10,080 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de fruto, sendo diferentes estatisticamente do híbrido F₁ (FloralDade x Mospomorist), de genótipo normal, que obteve o menor valor de licopeno, 5,969 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de fruto.

As estimativas dos contrastes que medem a ocorrência de heterose para os teores de licopeno e beta-caroteno nos frutos nos diferentes estádios de amadurecimento não foram significativas.

As estimativas dos contrastes que comparam as médias dos tratamentos para os teores de licopeno nos frutos foram não significativas para os diferentes estádios de amadurecimento, mostrando que não houve efeitos significativos dos

genótipos nor^-/nor^A , nor^-/nor , rin^-/rin e da combinação nor^-/nor^A og^c/og^c hp^-/hp sobre os teores de licopeno nos frutos em relação ao genótipo normal, nos diferentes estádios de amadurecimento, exceto no estágio intermediário, em que o genótipo nor^-/nor proporcionou aumento de $4,111 \mu\text{g.g}^{-1}$ de fruto no teor de licopeno nos frutos (Tabela 13). O genótipo og^c/og^c e a combinação og^c/og^c hp^-/hp não afetaram os teores de licopeno nos frutos em relação ao genótipo normal, em nenhum dos estádios de amadurecimento avaliados.

A combinação og^c/og^c hp^-/hp não afetou os teores de licopeno nos frutos de genótipo nor^-/nor^A , bem como o genótipo nor^-/nor^A não afetou os teores de licopeno em frutos og^c/og^c hp^-/hp , nos diferentes estádios de amadurecimento. Faria et al. (2001) verificaram que os genes og^c e hp , em heterozigose, proporcionaram aumento no teor de licopeno nos frutos nor^-/nor^A maduros.

Não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos nor^-/nor^A , nor^-/nor e rin^-/rin em relação aos teores de licopeno nos frutos nos diferentes estádios de amadurecimento, exceto no estágio intermediário, em que o genótipo nor^-/nor proporcionou um aumento de $3,564 \mu\text{g.g}^{-1}$ de fruto no teor de licopeno nos frutos em relação ao genótipo nor^-/nor^A (Tabela 13).

O híbrido comercial Chronos F₁, heterozigoto rin , apresentou teor de licopeno $9,241 \mu\text{g.g}^{-1}$ de fruto maior que o híbrido F₁ (FloraDade x Mospomorist) de genótipo normal, no estágio intermediário de amadurecimento. Também foi observado efeito do *background* do híbrido Chronos F₁ no sentido de aumentar o teor de licopeno nos frutos, em $6,239 \mu\text{g.g}^{-1}$ de fruto, em relação ao *background* FloraDade x Mospomorist, no estágio intermediário. Esses resultados podem ser observados pela significância dos contrastes *Chronos* vs *F₁(FloraDade x Mospomorist)* e *Chronos* vs rin^-/rin para o estágio intermediário de amadurecimento. Já nos estádios de amadurecimento *breaker* e maduro não foram observadas diferenças significativas entre o híbrido Chronos F₁ e o híbrido F₁

(FloraDade x Mospomorist) e entre o *background* Chronos F₁ e o *background* FloraDade x Mospomorist quanto aos teores de licopeno nos frutos.

TABELA 11. Resumo da análise de variância relativa a teor de licopeno e beta-caroteno, em diferentes estádios de amadurecimento. UFLA, Lavras-MG, 2002.

FV	GL	Quadrados médios					
		Licopeno			Beta-caroteno		
		<i>breaker</i>	intermediário	maduro	<i>breaker</i>	intermediário	maduro
Tratamentos	10	0,120 ^{ns}	27.986 ^{**}	59.532 [*]	0,556 ^{ns}	17.915 ^{**}	22.971 ^{**}
Blocos	3	2.214	38.329	107.113	10,402	2.384	9.563
Resíduo	30	0,198	5,659	27,295	0,684	4,692	6,252
C.V.(%)		51,57	28,74	15,61	25,51	28,38	34,11

^{**}: Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

^{ns}, não significativo

TABELA 12. Valores médios de licopeno e beta-caroteno de frutos de 11 genótipos de tomateiro em função do estágio de maturação. UFPA, Lavras-MG, 2002.

TRATAMENTOS	GENÓTIPOS	ESTÁDIO DE MATUREZAÇÃO	LICOPENO ($\mu\text{g g}^{-1}$ de fruto) ¹	BETA-CAROTENO ($\mu\text{g g}^{-1}$ de fruto) ¹
Mospomorist	Normal	Breaker	0,797 a	3,242 a
Floradade	Normal	Breaker	0,703 a	3,499 a
F1(Floradade x Mospomorist)	Normal	Breaker	0,687 a	3,289 a
F1(TOM-596 x Mospomorist)	heterozigoto <i>og^f</i>	Breaker	0,664 a	3,698 a
F1(TOM-588 x Mospomorist)	heterozigoto <i>og^f & hp</i>	Breaker	0,857 a	3,093 a
F1(TOM 559 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor^A</i>	Breaker	0,875 a	2,707 a
F1(TOM-589 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor^A & og^f & hp</i>	Breaker	0,820 a	2,592 a
F1(TOM-613 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor</i>	Breaker	0,953 a	3,211 a
F1(TOM-614 x Mospomorist)	heterozigoto <i>rin</i>	Breaker	1,047 a	3,322 a
Carmen F1	híbrido testemunha <i>rin</i>	Breaker	0,820 a	3,171 a
Chronos F1	híbrido testemunha <i>rin</i>	Breaker	1,257 a	3,853 a
Mospomorist	Normal	Intermediário	8,281 bc	10,198 a
Floradade	Normal	Intermediário	8,727 bc	10,203 a
F1(Floradade x Mospomorist)	Normal	Intermediário	5,969 c	8,097 ab
F1(TOM-596 x Mospomorist)	heterozigoto <i>og^f</i>	Intermediário	6,102 bc	9,045 ab
F1(TOM-588 x Mospomorist)	heterozigoto <i>og^f & hp</i>	Intermediário	6,750 bc	9,133 ab
F1(TOM 559 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor^A</i>	Intermediário	6,516 bc	8,216 ab
F1(TOM-589 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor^A & og^f & hp</i>	Intermediário	7,541 bc	5,693 bc
F1(TOM-613 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor</i>	Intermediário	10,080 b	5,541 bc
F1(TOM-614 x Mospomorist)	heterozigoto <i>rin</i>	Intermediário	8,970 bc	5,867 bc
Carmen F1	híbrido testemunha <i>rin</i>	Intermediário	6,886 bc	3,733 c
Chronos F1	híbrido testemunha <i>rin</i>	Intermediário	15,210 a	8,211 ab
Mospomorist	Normal	Maduro	24,721 c	6,690 bcd
Floradade	Normal	Maduro	39,641 a	10,977 a
F1(Floradade x Mospomorist)	Normal	Maduro	32,680 abc	8,597 abc
F1(TOM-596 x Mospomorist)	heterozigoto <i>og^f</i>	Maduro	35,045 ab	4,831 cd
F1(TOM-588 x Mospomorist)	heterozigoto <i>og^f & hp</i>	Maduro	32,276 abc	9,635 ab
F1(TOM 559 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor^A</i>	Maduro	35,471 ab	9,472 ab
F1(TOM-589 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor^A & og^f & hp</i>	Maduro	36,736 ab	6,168 bcd
F1(TOM-613 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor</i>	Maduro	32,536 abc	5,509 bcd
F1(TOM-614 x Mospomorist)	heterozigoto <i>rin</i>	Maduro	30,239 bc	9,275 ab
Carmen F1	híbrido testemunha <i>rin</i>	Maduro	33,284 ab	3,313 d
Chronos F1	híbrido testemunha <i>rin</i>	Maduro	35,384 ab	6,155 bcd

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

TABELA 13. Contrastes não ortogonais e suas estimativas para licopeno e beta-caroteno de frutos de 11 genótipos de tomateiro em função do estágio de maturação. UFLA, Lavras-MG, 2002.

CONTRASTES DE INTERESSE		ESTADIO DE MATURACÃO		ESTIMATIVAS DE CONTRASTES	
		LICOPENO		BETA-CAROTENO	
F1 vs [(Floridade+Mospomonsi)/2]	Breaker	-0,062	**	-0,081	**
nor /nor vs normal	Breaker	0,187	**	-0,582	**
nor /nor vs normal	Breaker	0,266	**	-0,078	**
rn /rn vs normal	Breaker	0,359	**	0,032	**
og /og vs normal	Breaker	-0,023	**	0,408	**
og /og hp /hp vs normal	Breaker	0,179	**	-0,196	**
nor /nor og /og hp /hp vs normal	Breaker	0,133	**	-0,697	**
nor /nor og /og hp /hp vs og /og hp /hp	Breaker	-0,054	**	-0,115	**
nor /nor og /og hp /hp vs og /og hp /hp	Breaker	-0,046	**	-0,500	**
nor /nor vs nor /nor	Breaker	0,078	**	0,503	**
rn /rn vs nor /nor	Breaker	0,172	**	0,614	**
nor /nor vs rn /rn	Breaker	-0,093	**	-0,111	**
Carmen vs F1 (Floridade x Mospomonsi)	Breaker	0,133	**	-0,118	**
Carmen vs rn /rn	Breaker	-0,226	**	-0,151	**
Chironos vs F1 (Floridade x Mospomonsi)	Breaker	0,570	**	0,563	**
Chironos vs rn /rn	Breaker	0,210	**	0,531	**
F1 vs [(Floridade+Mospomonsi)/2]	Intermediário	-2,535	**	-2,103	**
nor /nor vs normal	Intermediário	0,546	**	0,119	**
nor /nor vs normal	Intermediário	4,111	*	-2,555	**
nor /nor vs normal	Intermediário	3,001	**	-2,229	**
og /og vs normal	Intermediário	0,133	**	0,948	**
og /og hp /hp vs normal	Intermediário	0,781	**	1,036	**
nor /nor og /og hp /hp vs normal	Intermediário	1,572	**	-2,403	**
nor /nor og /og hp /hp vs og /og hp /hp	Intermediário	1,025	**	-2,522	**
nor /nor og /og hp /hp vs og /og hp /hp	Intermediário	0,790	**	-3,440	**
nor /nor vs nor /nor	Intermediário	3,564	*	-2,674	**
rn /rn vs nor /nor	Intermediário	2,454	**	-2,348	**
nor /nor vs rn /rn	Intermediário	1,109	**	-0,325	**
Carmen vs F1 (Floridade x Mospomonsi)	Intermediário	0,917	**	-4,364	**
Carmen vs rn /rn	Intermediário	-2,084	**	-2,134	**
Chironos vs F1 (Floridade x Mospomonsi)	Intermediário	9,241	**	0,114	**
Chironos vs rn /rn	Intermediário	6,239	**	2,344	**

** Significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F.
*, não significativo

Continuação ...

Continuação...

TABELA 13. Contrastes não ortogonais e suas estimativas para licopeno e beta-caroteno de frutos de 11 genótipos de tomateiro em função do estágio de maturação. UFLA, Lavras-MG, 2002.

CONTRASTES DE INTERESSE	ESTIMATIVAS DE CONTRASTES		
	ESTÁDIO DE MATURAÇÃO	LICOPENO	BETA-CAROTENO
F1 vs (Floridade+Mospomorist)/2)	Maduro	0,498 **	-0,236 **
nor/nor' vs normal	Maduro	2,791 **	0,875 **
nor'/nor vs normal	Maduro	-0,143 **	-3,087 **
rin'/rin vs normal	Maduro	-2,441 **	0,678 **
og'/og' vs normal	Maduro	2,365 **	-3,765 **
og'/log' hp'/hp vs normal	Maduro	-0,403 **	1,038 **
nor/nor' og'/log' hp'/hp vs normal	Maduro	4,056 **	-2,429 **
nor'/nor' og'/log' hp'/hp vs nor'/nor'	Maduro	1,264 **	-3,304 **
nor'/nor' og'/log' hp'/hp vs og'/log' hp'/hp	Maduro	4,459 **	-3,467 **
rin'/rin vs nor'/nor'	Maduro	-2,935 **	-3,963 **
nor'/nor vs rin'/rin	Maduro	-5,232 **	-0,197 **
Carmen vs F1(Floridade x Mospomorist)	Maduro	2,297 **	-3,765 **
Carmen vs rin'/rin	Maduro	0,604 **	-5,284 **
Chronos vs F1(Floridade x Mospomorist)	Maduro	3,045 **	-5,962 **
Chronos vs rin'/rin	Maduro	2,703 **	-2,441 **
	Maduro	5,145 **	-3,119 **

** Significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F
 **, não significativo

Não foram observadas diferenças significativas entre o híbrido Carmen F₁ e o híbrido F₁ (FloraDade x Mospomorist) e entre o *background* Carmen F₁ e o *background* FloraDade x Mospomorist quanto aos teores de licopeno nos frutos, nos diferentes estádios de amadurecimento.

Para beta-caroteno, as estimativas dos contrastes não foram significativas para o estágio de amadurecimento *breaker*.

Os genótipos *nor*⁻/*nor*^A, *nor*⁻/*nor* e *rin*⁻/*rin* não afetaram os teores de beta-caroteno nos frutos nos diferentes estádios de amadurecimento, quando comparados com o genótipo normal.

O genótipo *og*⁻/*og*^c tendeu a diminuir, em 3,765 µg.g⁻¹ de fruto, o teor de beta-caroteno nos frutos em relação ao genótipo normal, conforme pode ser verificado pela significância da estimativa do contraste *og*⁻/*og*^c vs *normal*, no estágio de amadurecimento maduro. Contudo, não afetou os teores de beta-caroteno nos frutos, em relação ao genótipo normal, nos estádios de amadurecimento *breaker* e intermediário. Já as combinações *og*⁻/*og*^c *hp*⁻/*hp* e *nor*⁻/*nor*^A *og*⁻/*og*^c *hp*⁻/*hp* não afetaram os teores de beta caroteno nos frutos em relação ao genótipo normal em nenhum dos estádios de amadurecimento.

No estágio de amadurecimento intermediário, o contraste *nor*⁻/*nor*^A *og*⁻/*og*^c *hp*⁻/*hp* vs *og*⁻/*og*^c *hp*⁻/*hp* foi significativo, indicando que o genótipo *nor*⁻/*nor*^A atuou no sentido de diminuir, em 3,440 µg.g⁻¹ de fruto, o teor de beta-caroteno nos frutos heterozigotos *og*^c e *hp*. Já nos estádios *breaker* e maduro não foram observados efeitos significativos do genótipo *nor*⁻/*nor*^A sobre os teores de beta caroteno em frutos *og*⁻/*og*^c *hp*⁻/*hp*.

A combinação *og*⁻/*og*^c *hp*⁻/*hp* não afetou os teores beta-caroteno em frutos *nor*⁻/*nor*^A em nenhum dos estádios de amadurecimento avaliados: *breaker*, intermediário e maduro. Faria et al. (2001) verificaram que a combinação *og*⁻/*og*^c *hp*⁻/*hp* tendeu a elevar o teor de beta-caroteno em frutos *nor*⁻/*nor*^A maduros.

As estimativas dos contrastes nor^-/nor vs nor^-/nor^A e nor^+/nor vs rin^-/rin foram significativas para o estágio de amadurecimento maduro, indicando o efeito do genótipo nor^-/nor no sentido de diminuir o teor de beta-caroteno nos frutos em relação aos genótipos nor^-/nor^A e rin^-/rin . Contudo, as diferenças entre rin^-/rin e nor^+/nor^A não foram significativas, conforme pode ser verificado pelo contraste rin^-/rin vs nor^-/nor^A . Não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos nor^+/nor^A , nor^+/nor e rin^-/rin quanto aos teores de beta caroteno nos frutos, nos estádios de amadurecimento *breaker* e intermediário.

O híbrido comercial Carmen F_1 , nos estádios de amadurecimento intermediário e maduro, apresentou teores de beta-caroteno nos frutos menores em $4,364 \mu\text{g.g}^{-1}$ e $5,284 \mu\text{g.g}^{-1}$ de fruto, respectivamente, que o híbrido F_1 (FloraDade x Mospomorist), como mostram as estimativas negativas dos contrastes *Carmen* vs F_1 (FloraDade x Mospomorist). O *background* do híbrido Carmen F_1 atuou no sentido de diminuir o teor de beta-caroteno nos frutos em $5,962 \mu\text{g.g}^{-1}$ de fruto, no estágio de amadurecimento maduro, quando comparado com o *background* FloraDade x Mospomorist, conforme pode ser observado pela estimativa negativa dos contrastes *Carmen* vs rin^-/rin (Tabela 13). Não foram observadas diferenças significativas entre o híbrido Carmen F_1 e o híbrido F_1 (FloraDade x Mospomorist) e entre o *background* Carmen F_1 e o *background* FloraDade x Mospomorist quanto aos teores de beta-caroteno nos frutos, nos estádios de amadurecimento *breaker* e intermediário.

Não foi observado efeito significativo do híbrido Chronos F_1 em relação ao híbrido F_1 (FloraDade x Mospomorist) e do *background* Chronos F_1 em relação ao *background* FloraDade x Mospomorist sobre os teores de beta caroteno nos frutos nos diferentes estádios de amadurecimento.

4.3.6 Atividade enzimática

A análise de variância, os quadrados médios, os coeficientes de variação e os níveis de significância relativos à atividade das enzimas poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME), nos diferentes estádios de amadurecimento, encontram-se na Tabela 14.

De acordo com a Tabela 15, observa-se que não foram detectadas diferenças significativas entre os frutos dos genótipos avaliados na atividade das enzimas PG e PME, com exceção da atividade da enzima PG, para o estágio *breaker* de amadurecimento, em que o híbrido comercial Chronos F₁ apresentou o maior valor da atividade enzimática, 4,757 nmol/g/min, e o híbrido F₁ (TOM-613 x Mospomorist), o menor valor, 3,302 nmol/g/min.

Não foi verificada a ocorrência de heterose para a atividade das enzimas PME e PG nos diferentes estádios de amadurecimento dos frutos.

Os genótipos nor^+/nor^A , rin^-/rin , nor^-/nor , og^{c^-}/og^c e as combinações nor^-/nor^A , og^{c^-}/og^c , hp^-/hp e og^{c^-}/og^c , hp^-/hp não afetaram a atividade das enzimas PME e PG nos diferentes estádios de amadurecimento dos frutos, quando comparados com o genótipo normal. Vários autores (Buescher & Tigchelaar, 1975; Ng & Tigchelaar, 1977; Tigchelaar et al., 1978; Kopeliovitch, et al., 1979; Filgueiras, 1996) verificaram que os alelos mutantes nor^A , nor e rin , tanto em homozigose como em heterozigose, promoveram redução do nível e atividade das enzimas PME e PG. Já Resende (1995) não detectou redução na atividade da enzima PG em frutos alc^+/alc relativamente aos genitores normais alc^+/alc^- , embora tenha detectado redução na atividade da enzima PME e aumento da firmeza de frutos de genótipo alc^-/alc .

As estimativas dos contrastes que comparam as médias dos tratamentos, para a atividade das enzimas poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME) (Tabela 16), não foram significativas em todos os estádios de

amadurecimento, exceto para a PME no estágio maduro do fruto, em que o contraste $nor^-/nor^A\ og^-/og^c\ hp^-/hp$ vs $og^-/og^c\ hp^-/hp$ apresentou significância, mostrando que o alelo nor^A , em heterozigose, atuou no sentido de aumentar, em 1,874 nmol/g/min, a atividade da enzima PME em frutos de genótipo $og^-/og^c\ hp^-/hp$. Já nos estádios *breaker* e intermediário, não foram observados efeitos significativos do genótipo nor^-/nor^A sobre a atividade da enzima PME de frutos $og^-/og^c\ hp^-/hp$. Vilas Boas (1998) verificou a redução da atividade das enzimas PME e PG em frutos de tomateiro heterozigotos *alcoçaca*. Entretanto, segundo o autor, essa menor atividade das enzimas não foi suficiente para diminuir a perda de firmeza dos frutos nos diferentes estádios de maturação. Os mutantes nor^A , nor e rin supostamente interferem no amadurecimento dos frutos de tomateiro no sentido de reduzir o amolecimento e aumentar a vida pós-colheita (Faria, 2000).

A combinação $og^-/og^c\ hp^-/hp$ não afetou a atividade das enzimas PME e PG de frutos nor^-/nor^A , bem como o genótipo nor^-/nor^A não afetou a atividade da enzima PG em frutos $og^-/og^c\ hp^-/hp$.

Não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos nor^-/nor^A , nor^-/nor e rin^-/rin quanto à atividade das enzimas PME e PG nos diferentes estádios de amadurecimento dos frutos.

As estimativas dos contrastes envolvendo os híbridos comerciais Carmen F₁ (rin^-/rin) e Chronos F₁ (rin^-/rin) também não foram significativas, mostrando que estes híbridos, considerados longa-vida, não apresentaram redução na atividade das enzimas PME e PG relativamente ao genótipo normal. Também não foi observado efeito significativo dos *backgrounds* dos híbridos Carmen F₁ e Chronos F₁ em relação ao *background* FloraDade x Mospomorist sobre a atividade das enzimas PME e PG, nos diferentes estádios de amadurecimento.

TABELA 14. Resumo da análise de variância relativa a atividade das enzimas, poligalacturonase (nmol/g/min) e pectinametilesterase (nmol/g/min) em diferentes estádios de amadurecimento. UFLA, Lavras-MG, 2002.

FV	GL	Quadrados médios					
		Poligalacturonase (PG)			Pectinametilesterase (PME)		
		<i>breaker</i>	intermediário	maduro	<i>breaker</i>	intermediário	maduro
Tratamentos	10	0,440 ^{ns}	0,425 ^{ns}	1,436 ^{ns}	1,440 ^{ns}	0,470 ^{ns}	0,695 ^{ns}
Blocos	1	1.792	10,306	196,323	12,943	26,743	4,543
Resíduo	10	0,337	0,549	3,431	1,552	0,523	0,639
C.V.(%)		15,25	5,91	5,47	5,74	4,51	6,88

^{ns}: não significativo, pelo teste F.

TABELA 15. Valores médios da atividade das enzimas poligalacturonase (nmol/g/min) e pectinametilesterase (nmol/g/min), de frutos de 11 genótipos de tomateiro, em função do estágio de maturação. UFLA, Lavras-MG, 2002.

TRATAMENTOS	GENÓTIPOS	ESTÁDIO DE MATURACÃO	ATIVIDADE ENZIMÁTICA	
			POLIGALACTURONASE (PG) ¹	PECTINAMETILESTERASE (PME) ¹
Mospomorist	Normal	<i>Breaker</i>	3,579 ab	22,032 a
Floradade	Normal	<i>Breaker</i>	4,020 ab	22,500 a
F1(Floradade x Mospomorist)	Normal	<i>Breaker</i>	3,499 ab	21,250 a
F1(TOM-596 x Mospomorist)	heterozigoto <i>ng^t</i>	<i>Breaker</i>	4,095 ab	21,016 a
F1(TOM-588 x Mospomorist)	heterozigoto <i>ng^t & hp</i>	<i>Breaker</i>	3,788 ab	20,547 a
F1(TOM-559 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor^s</i>	<i>Breaker</i>	3,379 ab	21,563 a
F1(TOM-589 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor^s & ng^t & hp</i>	<i>Breaker</i>	3,494 ab	20,157 a
F1(TOM-613 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor</i>	<i>Breaker</i>	3,302 b	21,954 a
F1(TOM-614 x Mospomorist)	heterozigoto <i>rin</i>	<i>Breaker</i>	3,515 ab	22,188 a
Carmen F1	híbrido testemunha <i>rin</i>	<i>Breaker</i>	4,443 ab	22,422 a
Chronos F1	híbrido testemunha <i>rin</i>	<i>Breaker</i>	4,757 a	22,813 a
Mospomorist	Normal	<i>Intermediário</i>	12,646 a	15,859 a
Floradade	Normal	<i>Intermediário</i>	12,181 a	15,625 a
F1(Floradade x Mospomorist)	Normal	<i>Intermediário</i>	12,434 a	15,156 a
F1(TOM-596 x Mospomorist)	heterozigoto <i>ng^t</i>	<i>Intermediário</i>	12,017 a	15,547 a
F1(TOM-588 x Mospomorist)	heterozigoto <i>ng^t & hp</i>	<i>Intermediário</i>	12,669 a	16,640 a
F1(TOM-559 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor^s</i>	<i>Intermediário</i>	13,655 a	16,406 a
F1(TOM-589 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor^s & ng^t & hp</i>	<i>Intermediário</i>	12,392 a	16,172 a
F1(TOM-613 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor</i>	<i>Intermediário</i>	12,049 a	15,703 a
F1(TOM-614 x Mospomorist)	heterozigoto <i>rin</i>	<i>Intermediário</i>	12,880 a	16,250 a
Carmen F1	híbrido testemunha <i>rin</i>	<i>Intermediário</i>	12,636 a	16,346 a
Chronos F1	híbrido testemunha <i>rin</i>	<i>Intermediário</i>	12,303 a	16,640 a
Mospomorist	Normal	<i>Maduro</i>	35,000 a	11,563 a
Floradade	Normal	<i>Maduro</i>	33,000 a	11,875 a
F1(Floradade x Mospomorist)	Normal	<i>Maduro</i>	34,000 a	11,875 a
F1(TOM-596 x Mospomorist)	heterozigoto <i>ng^t</i>	<i>Maduro</i>	33,000 a	10,937 a
F1(TOM-588 x Mospomorist)	heterozigoto <i>ng^t & hp</i>	<i>Maduro</i>	33,500 a	10,625 a
F1(TOM-559 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor^s</i>	<i>Maduro</i>	35,360 a	11,719 a
F1(TOM-589 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor^s & ng^t & hp</i>	<i>Maduro</i>	33,000 a	12,500 a
F1(TOM-613 x Mospomorist)	heterozigoto <i>nor</i>	<i>Maduro</i>	34,500 a	11,875 a
F1(TOM-614 x Mospomorist)	heterozigoto <i>rin</i>	<i>Maduro</i>	33,000 a	12,031 a
Carmen F1	híbrido testemunha <i>rin</i>	<i>Maduro</i>	34,000 a	12,031 a
Chronos F1	híbrido testemunha <i>rin</i>	<i>Maduro</i>	33,500 a	10,781 a

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

TABELA 16. Contrastes não ortogonais e suas estimativas para atividade das enzimas poligalacturonase (nmol/g/min) e pectinametilesterase (nmol/g/min), de frutos de 11 genótipos de tomateiro, em função do estágio de maturação. UFLA, Lavras-MG, 2002.

CONTRASTES DE INTERESSE		ESTADIO DE MATURACÃO		ESTIMATIVAS DE CONTRASTES	
				Poligalacturonase (PG)	
				Pectinametilesterase (PME)	
F1 vs [(Floridade+ Mospomontsi)/2]	Breaker	-0,300	**	-1,015	**
nor/nor vs normal	Breaker	-0,119	**	0,312	**
nor/nor vs normal	Breaker	-0,197	**	0,703	**
nh/nh vs normal	Breaker	0,016	**	0,937	**
og' fog' vs normal	Breaker	0,596	**	-0,234	**
og' fog' hp/hp vs normal	Breaker	0,289	**	-0,703	**
nor/nor' og' fog' hp/hp vs normal	Breaker	-0,004	**	-1,093	**
nor/nor' og' fog' hp/hp vs og' fog' hp/hp	Breaker	0,115	**	-1,406	**
nor/nor' og' fog' hp/hp vs og' fog' hp/hp	Breaker	-0,293	**	-0,390	**
nor/nor vs nor/nor	Breaker	-0,077	**	0,391	**
nh/nh vs nor/nor	Breaker	0,136	**	0,625	**
nor/nor vs nh/nh	Breaker	-0,213	**	-0,234	**
Camem vs F1 (Floridade x Mospomontsi)	Breaker	0,944	**	1,171	**
Camem vs nh/nh	Breaker	0,927	**	0,234	**
Chronos vs F1 (Floridade x Mospomontsi)	Breaker	1,258	**	1,662	**
Chronos vs nh/nh	Breaker	1,242	**	0,625	**
F1 vs [(Floridade+ Mospomontsi)/2]	Intermediário	0,021	**	-0,585	**
nor/nor vs normal	Intermediário	1,220	**	1,250	**
nor/nor vs normal	Intermediário	-0,385	**	0,546	**
nh/nh vs normal	Intermediário	0,445	**	1,093	**
og' fog' vs normal	Intermediário	-0,417	**	0,390	**
og' fog' hp/hp vs normal	Intermediário	0,234	**	1,484	**
nor/nor' og' fog' hp/hp vs normal	Intermediário	-0,042	**	1,015	**
nor/nor' og' fog' hp/hp vs og' fog' hp/hp	Intermediário	-1,263	**	-0,234	**
nor/nor' og' fog' hp/hp vs og' fog' hp/hp	Intermediário	-0,277	**	-0,468	**
nor/nor vs nor/nor	Intermediário	-1,605	**	-0,703	**
nh/nh vs nor/nor	Intermediário	-0,775	**	-0,156	**
nor/nor vs nh/nh	Intermediário	-0,830	**	-0,547	**
Camem vs F1 (Floridade x Mospomontsi)	Intermediário	0,201	**	1,190	**
Camem vs nh/nh	Intermediário	-0,244	**	0,096	**
Chronos vs F1 (Floridade x Mospomontsi)	Intermediário	-0,131	**	1,484	**
Chronos vs nh/nh	Intermediário	-0,577	**	0,390	**

** Significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F
 ** não significativo

Continuação ...

Continuação...

TABELA 16. Contrastes não ortogonais e suas estimativas para atividades das enzimas poligalacturonase (nmol/g/min) e pectinametilesterase (nmol/g/min), de frutos de 11 genótipos de tomateiro, em função do estágio de maturação. UFPA, Lavras-MG, 2002.

ESTADIO DE MATURACÃO		ESTIMATIVAS DE CONTRASTES	
CONTRASTES DE INTERESSE		Poligalacturonase (PG)	Pectinametilesterase (PME)
F1 vs [(Floridade+ Mospomorst)/2]	Maduro	-0,000	0,155
nor/nor vs normal	Maduro	1,360	-0,156
nor/nor vs normal	Maduro	0,500	0,000
rin/rin vs normal	Maduro	-1,000	0,156
og'log' vs normal	Maduro	-1,000	-0,937
og'log' hp/hp vs normal	Maduro	-0,500	-1,249
og'log' hp/hp vs normal	Maduro	-1,000	0,625
nor/nor' og'log' hp/hp vs normal	Maduro	-1,000	0,781
nor/nor' og'log' hp/hp vs normal	Maduro	-2,360	1,874
nor/nor' og'log' hp/hp vs og'log' hp/hp	Maduro	-0,500	0,156
nor/nor vs nor/nor'	Maduro	-0,860	0,312
rin/rin vs nor/nor'	Maduro	-2,360	-0,156
nor/nor vs rin/rin	Maduro	1,500	-0,156
Carmen vs F1 (Floridade x Mospomorst)	Maduro	0,000	0,156
Carmen vs rin/rin	Maduro	1,000	-0,000
Chronos vs F1 (Floridade x Mospomorst)	Maduro	-0,500	-1,093
Chronos vs rin/rin	Maduro	0,500	-1,250

.. Significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F

*, não significativo.

5 DISCUSSÃO GERAL

Procurou-se neste trabalho estudar os efeitos dos alelos *nor^A*, *nor* e *rin* em um mesmo *background* genotípico (Floradade x Mospomorist), a fim de estimar o efeito de cada alelo em heterozigose, isoladamente, bem como as diferenças entre os efeitos dos mesmos para cada caráter avaliado. Também foram avaliados os efeitos do alelo *og^f* e da combinação *og^f + hp*, em heterozigose, isoladamente, e quando empregados simultaneamente com o alelo *nor^A* em heterozigose, além do efeito da combinação *og^f + hp*, em heterozigose, no genótipo *nor⁻/nor^A* e o efeito deste na combinação *og^f + hp*, em heterozigose. Outro estudo realizado foi sobre o comportamento dos híbridos Carmen F₁ e Chronos F₁, heterozigotos *rin*, em relação ao híbrido F₁(FloraDade x Mospomorist) (genótipo normal) e ao genótipo *rin⁺/rin*, com o objetivo de avaliar se as diferenças existentes entre os híbridos são devidas ao *background* ou ao genótipo *rin⁻/rin*.

A utilização de cultivares híbridas de tomateiro oferece uma série de vantagens sobre as cultivares comuns de polinização aberta, principalmente visando explorar a heterose, a uniformidade e a precocidade de maturação. Os híbridos, em geral, apresentam maior capacidade adaptativa (homeostase genética) (Andrade-Júnior, 1999) e produção mais estável quando ocorrem variações entre anos e locais (Paterniani, 1974). No presente ensaio, foram observados valores heteróticos altos para as características de produção total (62,85%), produção de frutos comerciáveis (66,00%), produção precoce (52,13%) e produção precoce de frutos comerciáveis (70,87 %). Faria (2000) registrou valores de heterose de 34,37 % e 7,45 %, respectivamente, para produção total e precoce.

Os genótipos *nor⁻/nor* e *rin⁺/rin* não afetaram significativamente as características de produção (produção total, produção de frutos comerciáveis,

produção precoce, produção precoce de frutos comerciáveis, massa média por fruto e massa média por fruto comerciável) quando comparados com o genótipo normal. Já o genótipo nor^-/nor^A atuou no sentido de diminuir a produção de frutos comerciáveis, a massa média por fruto e a massa média por fruto comerciável em relação ao genótipo normal. Contudo, na combinação nor^-/nor^A og^c/og^c hp^-/hp , o genótipo nor^-/nor^A não afetou negativamente estas características, indicando que, juntamente com os genótipos og^c/og^c e hp^-/hp , na mesma combinação, o mutante nor^A , em heterozigose, pode ser usado sem afetar negativamente as características de produção. Araújo (1997) relatou que o alelo nor^A em homozigose, e também em heterozigose, apresentou efeito negativo sobre a massa média por fruto. Já Faria (2000) e Santos-Júnior (2002) não verificaram influência do genótipo nor^-/nor^A sobre a massa média por fruto.

Embora não significativa, a colheita precoce de frutos sofreu alguma influência negativa dos alelos nor^A , nor e rin , em heterozigose, isoladamente. Essa menor produção precoce está relacionada em parte à contribuição dos genótipos nor^-/nor^A , nor^-/nor e rin^-/rin no sentido de retardar o início do estágio *breaker* e, conseqüentemente, prolongar a permanência dos frutos na planta. O genótipo nor^-/nor^A diminuiu significativamente a produção precoce de frutos og^c/og^c hp^-/hp , o que pode ser comprovado pelo maior período de permanência dos frutos nas plantas og^c/og^c hp^-/hp , proporcionado pelo genótipo nor^-/nor^A . O genótipo nor^-/nor^A e a combinação nor^-/nor^A og^c/og^c hp^-/hp aumentaram significativamente o período de permanência dos frutos nas plantas quando comparados com o genótipo normal.

A combinação og^c/og^c hp^-/hp contribuiu para aumentar a produção total, a produção de frutos comerciáveis, a massa média por fruto e a massa média por fruto comerciável de frutos do híbrido nor^-/nor^A . Observa-se que é de extrema importância o efeito positivo da combinação og^c/og^c hp^-/hp sobre as características de produção do híbrido nor^-/nor^A , visto que, isoladamente, o

genótipo nor^-/nor^A tendeu a diminuir a produção de frutos comerciáveis, a massa média por fruto e a massa média por fruto comerciável. Resultados semelhantes foram obtidos por Araújo (1997) para produção total de frutos. No entanto, Faria (2000) não verificou efeito significativo da combinação og^c/og^c hp^1/hp sobre a produção de frutos e sobre a massa média por fruto em híbrido nor^-/nor^A de *background* FloralDade x Mospomorist.

A produção de frutos comerciáveis foi afetada negativamente pelo genótipo og^c/og^c . O genótipo rin^-/rin atuou no sentido de aumentar a produção total em relação ao genótipo nor^-/nor^A e os genótipos nor^-/nor e rin^-/rin proporcionaram maiores massa média por fruto e massa média por fruto comerciável quando comparados com o genótipo nor^-/nor^A , podendo ser um indicativo que os mutantes nor^A e nor são alelos, mas não idênticos. Já os genótipos nor^-/nor e rin^-/rin não apresentaram diferenças entre si quanto às características de produção de frutos.

O tamanho relativo da cicatriz peduncular, os teores de licopeno e beta-caroteno nos frutos e a atividade das enzimas PME e PG não foram afetadas significativamente pelos genótipos nor^-/nor^A , nor^-/nor e rin^-/rin . Resultados semelhantes foram obtidos por Faria (2000) em relação ao genótipo nor^-/nor^A para o caráter tamanho da cicatriz peduncular. Freitas (1996) e Freitas et al. (1998) verificaram que o genótipo nor^-/nor^A atuou no sentido de reduzir o tamanho da cicatriz peduncular de frutos. Araújo (1997) relacionou a menor perda de água em pós-colheita e a maior vida de prateleira dos frutos nor^A heterozigotos à redução do tamanho da cicatriz peduncular.

Ao contrário dos resultados obtidos neste trabalho, vários autores (Buescher & Tigchelaar, 1975; Ng & Tigchelaar, 1977; Tigchelaar et al., 1978; Kopeliovitch, et al., 1979; Filgueiras, 1996) verificaram que os alelos mutantes nor^A , nor e rin , tanto em homozigose como em heterozigose, promoveram redução do nível e da atividade das enzimas PME e PG. No entanto, Resende

(1995) não detectou redução na atividade da enzima PG em frutos *alc⁻/alc* relativamente aos genitores normais *alc⁻/alc⁺*, embora tenha detectado redução na atividade da enzima PME e aumento da firmeza de frutos de genótipo *alc⁻/alc*. Segundo Hobson & Grierson (1993), a enzima PG não é o único, ou mesmo o determinante primário do amaciamento. A beta-galactosidase é colocada como uma enzima alternativa à PG no processo de amaciamento de tomates (Carrington & Pressey, 1996). Dessa forma, a crucialidade da PG no amaciamento de frutos é, entretanto, colocada em xeque, à luz de novas descobertas (Vilas Boas, 1998).

O formato do fruto foi afetado significativamente pelos genótipos *nor⁺/nor^A* e *rin⁺/rin*, tendo os mesmos proporcionado frutos com formato menos achatado em relação ao genótipo normal. Esses resultados discordam dos obtidos por Faria (2000), que avaliando híbridos experimentais heterozigotos para o loco *alcobaça* e com o mesmo *background* utilizado neste ensaio, FloralDade x Mospomorist, não verificou efeito do genótipo *nor⁻/nor^A* sobre o formato dos frutos. Santos-Júnior (2002) também não verificou efeito dos mutantes *nor^A*, *nor* e *rin*, em heterozigose, isoladamente ou em duplas combinações, em *background* distinto ao utilizado, sobre o formato dos frutos. Os genótipos *nor⁻/nor* e *rin⁻/rin* não influenciaram o formato do fruto quando comparados com o genótipo *nor⁻/nor^A*. Entretanto, o genótipo *nor⁻/nor* apresentou frutos com formato mais achatado em relação ao genótipo *rin⁻/rin*. Tanto o genótipo *og^{c+}/og^c* como as combinações *og^{c+}/og^c hp⁺/hp* e *nor⁻/nor^A og^{c+}/og^c hp⁺/hp* proporcionaram frutos com formato menos achatado em relação ao genótipo normal.

A firmeza dos frutos em pós-colheita é a característica determinante dos frutos denominados longa vida. Os genótipos *nor⁺/nor^A*, *nor⁻/nor* e *rin⁺/rin* promoveram maior meia vida da firmeza dos frutos no *background* utilizado. Os genótipos *nor⁻/nor^A* e *rin⁺/rin* apresentaram efeitos semelhantes no sentido de

prolongar a meia vida da firmeza dos frutos, em 2,9 dias, em relação ao genótipo normal. Já o genótipo *nor⁻/nor^A* proporcionou aumento de 1,8 dias na meia vida da firmeza dos frutos quando comparado com o genótipo normal. Santos-Júnior (2002), trabalhando com *background* distinto, verificou que o alelo *nor^A* em heterozigose não apresentou efeito favorável sobre a firmeza dos frutos.

Não foram observadas diferenças significativas entre os efeitos dos genótipos *nor⁻/nor^A*, *nor⁻/nor* e *rin⁻/rin* quanto à maior conservação pós-colheita dos frutos. Faria (2002), utilizando *background* distinto do utilizado neste trabalho, verificou que o efeito do alelo *nor^A* em heterozigose sobre a perda de firmeza dos frutos foi menos pronunciado do que o efeito do alelo *rin*, em heterozigose. Santos-Júnior (2002), também trabalhando com *background* distinto, verificou que o genótipo *rin⁻/rin* mostrou-se mais promissor quando comparado com o genótipo *nor⁻/nor*, proporcionando maior meia vida da firmeza.

A combinação *nor⁻/nor^A og^{c-}/og^c hp⁻/hp* foi eficiente no sentido de reduzir a perda de firmeza dos frutos, assim como a meia vida da firmeza de frutos *og^{c-}/og^c hp⁻/hp* foi aumentada pelo genótipo *nor⁻/nor^A*.

Os genótipos *nor⁻/nor^A* e *nor⁻/nor* apresentaram efeitos semelhantes sobre a coloração dos frutos, com atuação no sentido de atrasar a chegada da coloração vermelha dos frutos em relação ao genótipo normal. Já o mutante *rin*, em heterozigose, isoladamente, embora não tenha afetado a coloração inicial dos frutos em relação ao genótipo normal, atrasou a chegada da coloração vermelha dos frutos nos estágios mais avançados de amadurecimento.

Os frutos do genótipo *rin⁻/rin* demoraram mais tempo para atingir a coloração vermelha final quando comparados com os frutos dos genótipos *nor⁻/nor^A* e *nor⁻/nor*. Os genótipos *nor⁻/nor* e *nor⁻/nor^A* não apresentaram diferenças entre si quanto à coloração externa dos frutos.

O genótipo og^{c^-}/og^c e a combinação og^{c^-}/og^c hp^-/hp não afetaram a coloração externa dos frutos, assim como não foi observado efeito significativo da combinação og^{c^-}/og^c hp^-/hp na coloração de frutos nor^-/nor^A . Já o genótipo nor^-/nor^A atrasou a chegada da coloração vermelha inicial de frutos og^{c^-}/og^c hp^-/hp , contudo, a coloração vermelha final de frutos og^{c^-}/og^c hp^-/hp não foi influenciada por este genótipo. Estes resultados podem ser confirmados através da análise dos dados referente aos teores de licopeno nos frutos.

A combinação nor^-/nor^A og^{c^-}/og^c hp^-/hp atrasou a chegada da coloração vermelha dos frutos, porém não afetou os teores de licopeno e beta-caroteno nos frutos quando comparada com o genótipo normal.

No aspecto produtividade, foi verificado que o *background* do híbrido Carmen F₁, quando comparado ao *background* FloraDade x Mospomorist, proporcionou maior produção de frutos comerciáveis, massa média por fruto e massa média por fruto comerciável. Já a produção precoce e a produção precoce de frutos comerciáveis foram afetadas negativamente pelo *background* Carmen F₁, o que pode ser comprovado pelo efeito significativo do *background* Carmen F₁ no sentido de aumentar permanência dos frutos na planta.

O *background* do híbrido Chronos F₁ atuou no sentido de aumentar a massa média por fruto e a massa média por fruto comerciável em relação ao *background* FloraDade x Mospomorist, não afetando as demais características de produção.

Sob o ponto de vista de qualidade, os *backgrounds* Carmen F₁ e Chronos F₁ proporcionaram frutos com menor tamanho da cicatriz peduncular e com formato mais achatado. Foi demonstrado que tanto o genótipo rin^-/rin quanto o *background* genotípico favorável são responsáveis pela reconhecida alta capacidade de conservação pós-colheita dos híbridos comerciais Carmen F₁ e Chronos F₁. Observa-se que a maior vida pós-colheita dos frutos dos híbridos Carmen F₁ e Chronos F₁ pode estar associada, em parte, ao menor tamanho

relativo da cicatriz peduncular dos frutos proporcionado pelos *backgrounds* Carmen F₁ e Chronos F₁, visto que o genótipo *rin*⁻/*rin* não afetou significativamente esta característica. Faria (2000), avaliando diversos híbridos de genótipo FloraDade x Mospomorist, juntamente com os híbridos comerciais Carmen F₁ e Chronos F₁, verificou que estes últimos tiveram os menores valores médios de tamanho relativo da cicatriz peduncular. Já Santos-Júnior (2002) relatou que o *background* do híbrido Carmen F₁ proporcionou frutos com menor cicatriz peduncular e com maior longevidade em pós-colheita. Outra grande vantagem do *background* Carmen F₁ em relação ao *background* FloraDade x Mospomorist é proporcionar um adiantamento na chegada da coloração vermelha dos frutos, visto que o genótipo *rin*⁺/*rin*, isoladamente, atrasou a chegada da coloração vermelha externa dos frutos. O *background* Chronos F₁ proporcionou um ligeiro adiantamento na chegada da coloração vermelha dos frutos em relação ao *background* FloraDade x Mospomorist, o que pode ser constatado pelo maior teor de licopeno nos frutos proporcionado pelo *background* Chronos F₁, embora significativo apenas para o estágio de amadurecimento intermediário.

6 CONCLUSÕES

Foram observados altos valores heteróticos para as características de produção total, produção de frutos comerciáveis, produção precoce e produção precoce de frutos comerciáveis.

Os genótipos nor^+/nor e rin^+/rin não afetaram as características de produção dos híbridos avaliados. Já o genótipo nor^+/nor^A proporcionou menor produção de frutos comerciáveis e menores massa média por fruto e massa média por fruto comerciável. O alelo nor^A , em heterozigose, proporcionou ligeira redução na produção precoce de frutos og^{c^-}/og^c hp^-/hp .

Na combinação nor^+/nor^A og^{c^-}/og^c hp^-/hp , o genótipo nor^+/nor^A não apresentou efeito negativo sobre as características de produção. A produção de frutos comerciáveis foi afetada negativamente pelo alelo og^c em heterozigose. Já a combinação og^{c^-}/og^c hp^-/hp proporcionou maior produção total, produção de frutos comerciáveis, massa média por fruto e massa média por fruto comerciável no genótipo nor^+/nor^A .

O genótipo rin^+/rin proporcionou maior produção total em relação ao genótipo nor^+/nor^A e os genótipos nor^+/nor e rin^+/rin apresentaram maiores massa média por fruto e massa média por fruto comerciável em relação ao genótipo nor^+/nor^A .

Os genótipos nor^+/nor^A e rin^+/rin favoreceram a ocorrência de frutos menos achatados em relação ao genótipo normal. Já o genótipo nor^+/nor apresentou frutos com formato mais achatado em relação ao genótipo rin^+/rin .

O tamanho relativo da cicatriz peduncular, os teores de licopeno e beta-caroteno nos frutos e a atividade das enzimas PME e PG não foram afetados significativamente pelos genótipos nor^+/nor^A , nor^+/nor e rin^+/rin .

Os genótipos nor^+/nor^A , nor^+/nor e rin^+/rin foram eficientes em retardar a perda de firmeza dos frutos no *background* utilizado. Não foram observadas

diferenças entre estes quanto à perda de firmeza dos frutos. A firmeza e a coloração externa dos frutos nor^-/nor^A não foram afetadas pela combinação $og^{c^-}/og^c hp^-/hp$.

Os genótipos nor^-/nor^A , nor^-/nor e rin^-/rin atrasaram a chegada da coloração vermelha nos frutos, sendo o efeito do rin^-/rin mais pronunciado sobre a coloração vermelha final dos frutos. Embora tenha retardado a chegada da coloração vermelha inicial dos frutos, o alelo nor^A em heterozigose não afetou a coloração vermelha final destes. Os genótipos nor^-/nor e nor^-/nor^A não apresentaram diferenças entre si quanto à coloração externa dos frutos.

O genótipo og^{c^-}/og^c e a combinação $og^{c^-}/og^c hp^-/hp$ não afetaram a coloração externa, a firmeza e os teores de licopeno nos frutos.

O genótipo og^{c^-}/og^c não afetou o teor de beta-caroteno nos frutos nos estádios de amadurecimento *breaker* e intermediário. Contudo, no estágio maduro, diminuiu o teor de beta-caroteno nos frutos. A combinação $og^{c^-}/og^c hp^-/hp$ não afetou os teores de beta-caroteno nos frutos em relação ao genótipo normal e em frutos de genótipo nor^-/nor^A .

O *background* genotípico e a interação *background* x *mutante de amadurecimento* devem ser considerados na produção de híbridos F₁ de tomateiro tipo longa-vida.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. 1999. 52 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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. 1997. 131 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BENITES, F. R. G. Estudos genéticos-fisiológicos dos mutantes, *alcobaça (alc)*, *non-ripening (nor)* e *ripening-inhibitor (rin)* em tomateiro. 2003. 106 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BLEINROTH, E. W. Determinação do ponto de colheita. In: GAYET, J. P.; BELINROTH, 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).

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.; CALBO, M. E. Medição e importância do potencial de parede. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Brasília, v. 1, n. 1, p. 41-45, 1989.

CALBO, A. G.; NERY, A. A. Medida de firmeza em hortaliças pela técnica de aplanção. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 13, n. 1, p. 73, maio 1995. Suplemento.

CARRINGTON, C. M. S.; GREVE, L. C.; LABAVITCH, J. M. Cell wall metabolism in ripening fruit. VI. Effect of the antisense polygalacturonase gene on cell wall changes accompanying ripening in transgenic tomatoes. *Plant Physiology*, Washington, v. 103, n. 2, p. 429-434, Oct. 1993.

CARRINGTON, C. M. S.; PRESSEY, R. Beta-galactosidase II activity in relation to changes in cell wall galactosyl composition during tomato ripening. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 121, n. 1, p. 132-136, Jan. 1996.

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.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-Colheita de frutos e hortaliças – fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA/FAEPE, 1990. 320 p.

DIAS, T. J. M. Produtividade e conservação pós-colheita de frutos de híbridos de tomateiro em função do alelo *Alcobaça (alc)* e diferentes *Backgrounds* genético. 2001. 60 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FARIA, M. V. Produtividade e qualidade pós-colheita de frutos híbridos de tomateiro heterozigotos nos locos *Alcobaça(alc)*, *Crimson(og^f)* e/ou *high pigment(hp)*. 2000. 78 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FARIA, M. V.; MALUF, W. R.; MENEZES, C. B.; RESENDE, J. T. V.; ANDRADE-JÚNIOR, V. C.; NASCIMENTO, I. R.; BENETIS, F. R. G.; AZEVEDO, S. M.; GONÇALVES, L. D.; NOGUEIRA, D. W.; SANTOS-JÚNIOR, A. M.; NEVES, R. V.; MORETTO, P.; LICURSI, V.; GOMES, L. A. A. Comportamento de frutos de tomateiro longa-vida portadores dos alelos *rin*, *alc*, *og^f* e/ou *hp* em heterozigose em diferentes backgrounds genéticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 42., 2002, Uberlândia-MG. **Resumos expandidos....** Uberlândia, 2002. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2. 4 p. jul. 2002. Suplemento CD-ROM.

FARIA, M. V.; MALUF, W. R.; PAIVA, L. V.; CARDOSO, M. G.; SANTOS, C. D.; GUIMARÃES, E. R.; ANDRADE-JÚNIOR, V. C.; AZEVEDO, S. M.; GOMES, L. A. A.; LICURSI V.; MORETTO, P. Avaliação de genótipos de tomateiro heterozigotos nos locos *alcobaça (alc)*, *crimson (og^f)* e/ou *high pigment (hp)* quanto ao teor de licopeno e beta-caroteno nos frutos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, jul. 2001. Suplemento CD-ROM,

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. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402p .

FILGUEIRAS, H. A. C. **Bioquímica do amadurecimento de tomates híbridos heterozigotos no loco 'alcobaça'**. 1996. 118 p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FREITAS, J. A. **Produtividade e qualidade de frutos de híbridos de tomateiros, heterozigoto na loco alcobaça**. 1996. 86 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FREITAS, J. A.; MALUF, W. R.; GOMES, L. A. A.; AZEVEDO, S. M. Efeitos dos alelos alc og^f e hp sobre as características de maturação e conservação pós-colheita de frutos de tomateiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 569-577, jul./set. 1999.

FREITAS, J. A.; MALUF, W. R.; GOMES, L. A. A.; OLIVEIRA, A. C. B. de; MARTINS, W. da S.; BRAGA, R. S. Padrão de amadurecimento e conservação pós-colheita de frutos de tomateiro, em função das diferentes constituições genótípicas no loco alcobaça. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 10, n. 3, p. 191-196, dez. 1998.

HALL, C. B. Firmness of tomato fruit tissues according to cultivar and ripeness. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount, v. 112, n. 4, p. 663-665, July 1987.

HALL, C. B.; AUGUSTINE, J. J. Fruit firmness of 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. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening**. Londres: Chapman & Hall, 1993. p. 405-442.

HONG, J. H.; LEE, S. K.; KIM, J. K.; HYODO, H. (Ed.). WATADA, A. E. Ethanol inhibits ripening of tomato fruit. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, n. 398, p. 147-157, 1995.

HULTIN, H. O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterase of the banana. Purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 31, n. 3, p. 320-327, May/June 1966.

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*, Alexandria, v. 103, n. 1, p. 6-13, Jan. 1978.

KADER, A. A.; STEVENS, M. A.; ALBRIGHT-HOLTON, M.; MORRIS, L. L.; ALGAZI, M. Effect of fruit ripeness when picked on flavor and composition of fresh market tomatoes. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 102, n. 6, p. 724-731, Nov. 1977.

KOCH, J. L.; NEVINS, D. J. Tomato fruit cell wall. I. Use of purified tomato polygalacturonase and pectinmethylesterase to identify development changes in pectins. *Plant Physiology*, Rockville, v. 91, n. 3, p. 816-822, Nov. 1989.

KOPELIOVITCH, E.; MIZRAHI, Y.; RABINOWITCH, H. D.; KEDAR, N. Effect of the fruit-ripening mutant genes rin and nor on the flavor of tomato fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 107, n. 3, p. 361-364, May 1982.

KOPELIOVITCH, E.; RABINOWITCH, H. D.; MIZRAHI, Y.; KEDAR, N. The potential of ripening mutants for extending the storage life of the tomato fruit. *Euphytica*, Wageningen, v. 28, n. 1, p. 99-104, Feb. 1979.

KOZUKUE, N.; FRIEDMAN, M. Tomatine, chlorophyll, β -carotene and lycopene content in tomatoes during growth and maturation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v. 83, n. 3, p. 195-200, Feb. 2003.

KRAMER, M.; SANDERS, R.; BOLKAN, H.; WATERS, C.; SHEEHY, R. E.; HIATT, W. R. Postharvest evaluation of transgenic tomatoes with reduced levels of polygalacturonase: processing, firmness and disease-resistance. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v. 1, n. 3, p. 241-255, Mar. 1992.

LAMPE, C.; WATADA, A. E. Postharvest quality of high pigment and crimson tomato fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, 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. 1973. 66 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

- 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.
- LOBO, M. Genetic and physiological studies of the "Alcobaça" tomato ripening mutant. 1981. 107 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) -University of Florida, Flórida.
- LOBO, M.; BASSET, M. J.; HANNAH, L. C. Inheritance and characterization of the fruit ripening mutation in 'alcobaça' tomato. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Mount Vernon, v. 109, n. 5, p. 741-745, Sept. 1984.
- LOPES, L. C. Anotações de fisiologia pós-colheita de produtos hortícolas. Viçosa: UFV, 1980. 105 p.
- LYONS, J. M.; PRATT, H. K. Effect of stage of maturity and ethylene treatment on respiration and ripening of tomato fruits. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, College Park, v. 84, n. 1, p. 491-500, 1963.
- MABBETT, T. H. Control of texture in tomatoes nears reality. *Agriculture International*, London, v. 41, n. 7, p. 239-240, July 1989.
- MALUF, W. R. Produção de sementes de tomate (*Lycopersicon* spp Mill). *Produção de sementes de Hortaliças*. Lavras: UFLA, 1994. 118 p. Apostila.
- MALUF, W. R.; FERREIRA, P. E.; MIRANDA, J. E. C. Genetic divergence in tomatoes and its relationship with heterosis for yield in F₁ hybrids. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v. 6, n. 3, p. 453-460, set. 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.

MARKOVIC, O.; HEINRICHVÁ, K.; LENKEY, B. Pectolytic enzymes from banana. *Collection Czechoslovak Chemistry Community*, London, v. 40, p. 769-774, 1975.

McGLASSON, W. B. Ethylene and fruit ripening. *HortScience*, Alexandria, v. 20, n. 1, p. 51-54, Feb. 1985.

MEDINA, P. V. L.; MEDINA, R. M. T. Descrição bioquímica e fisiológica da maturação dos frutos de tomateiro. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 28, n. 155, p. 1-7, jan./fev. 1981.

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.; NICOLOSI, 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, genotípicas e fenotípicas 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" strange mutant in tomato. *Hortscience*, Alexandria, v. 16, n. 3, p. 399-400, 1981.

MUTSCHLER, M. A. Inheritance and linkage of the 'alcobaça' 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 'alcobaça' 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.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. *The Journal of Biological Chemistry*, Baltimore, v. 135, n. 1, p. 136-175, July 1944.

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.

NGUYEN, V. Q.; ASHCROFT, W. J.; JONES, K. H.; McGLASSON, W. B. Evaluation of F1 hybrids incorporation the rin (ripening inhibitor) gene to improve the storage life and fruit quality of fresh market tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Australian Journal of Experimental Agriculture*, East Melbourne, v. 31, n. 3, p. 407-413, May/June 1991.

PANTASTICO, E. B. Structure of fruits and vegetables. In: PANTASTICO, E. B. (Ed.). *Postharvest physiology, handling and utilization of tropical fruits and vegetables*. Westport: AVI, 1975. p. 1-24.

PATERNIANI, E. *Melhoramento e produção do milho no Brasil*. São Paulo: Fundação Cargill, 1974. 650 p.

RATNER, A.; GOREN, R.; MONSELINE, S. P. Activity of pectina esterase and cellulase in the abscission zone of citrus leaf explants. *Plant Physiology*, Rockville, v. 44, n. 12, p. 1717-1723, Dec. 1969.

RESENDE, J. M. *Qualidade pós-colheita de dez genótipos de tomateiro do grupo multilocular*. 1995. 88 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SANTOS-JÚNIOR, A. M. *Produtividade, qualidade e conservação de frutos de híbridos de tomateiro heterozigotos nos locos *alcobaça*, *non ripening* e *ripening inhibitor**. 2002. 86 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SAYAMA, H. *Morfological and physiological effects associated with the crimson (og⁺), high pigment (hp) and other chlorophyll intensifier genes in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill)*. 1979. 72 p. Tese-Doutorado)-Purdue University, Purdue.

SCHUCH, W.; KANCZLER, J.; ROBERTSON, D.; HOBSON, G.; TUCKER, G.; GRIERSON, D.; BRIGHTS, S.; BIRD, G. Fruit quality characteristics of transgenic tomato fruit with altered polygalacturonase activity. *Hortsciences*, Alexandria, v. 26, n. 12, p. 1517-1520, Dec. 1991.

SILVERSTEIN, R. M.; BASSLER, G. C.; MORRIL, T. C. *Identificação espectrométrica de compostos orgânicos*. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1994. 387 p.

SMITH, C. J. S.; WATSON, C. F.; RAY, J.; BIRD, C. R.; MORRIS, P. CC.; SCHUCH, W. Antisense RNA inhibition of poligalacturonase gene expression in transgenic tomatoes. *Letters to Nature*, London, v. 334, n. 1684, p. 724-726, Aug. 1988.

SINK, K. C., Jr.; HERNER, R. C.; KNOWLTON, L. L. Chlorophyll and carotenoids of the *rin* tomato mutant. *Canadian Journal Botany*, Ottawa, v. 52, n. 7, p. 1657-1660, July 1974.

SOUZA, J. C. dc. Avaliação de tomateiros híbridos, do grupo multilocular, portadores do alelo alcobaça em heterozigose. 1995. 56 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SOUZA, J. C.; MALUF, W. R.; SOUZA-SOBRINHO, F.; GOMES, L. A. A.; MORETTO, P.; LICURSI, V. Características de produção e conservação pós-colheita de frutos de tomateiros híbridos portadores do alelo "Alcobaça". *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 25, n. 3, p. 503-509, maio/jun. 2001.

THOMPSON, A. E. Comparison of fruit quality constituents of normal and high pigment tomatoes. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, New York, v. 78, p. 464-473, Dec. 1961.

THOMPSON, A. E.; HEPLER, R. W.; KER, E. A. Clarification of the inheritance of high total carotenoids pigments in the tomato. *Proceedings 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*, New York, v. 91, n. 2, p. 495-504, Dec. 1967.

THOMPSON, A. E.; TOMES, M. L.; WANN, E. V. Characterization of crimson tomato fruit color. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, New York, v. 86, n. 1, p. 610-616, June 1964.

THOMPSON, E. C.; TOMES, M. L.; WANN, E. V.; MCCOLLU, J. P.; STONER, A. K. Characterization of crimson tomato fruit color. *Proceeding of the American Society for Horticultural Science*, New York, 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. 1998. 105 p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

YOUNG, T. E.; JUVIK, J. A.; SULLIVAN, J. G. Accumulation of the components of total solids in ripening fruits of tomato. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Mount, v. 118, n. 2, p. 286-292, Mar. 1993.