

Mutantes *rin*, *nor^A*, *og^c* e *hp* em diferentes backgrounds genotípicos de tomateiro

Marcos Ventura Faria⁽¹⁾, Wilson Roberto Maluf⁽²⁾, Juliano Tadeu Vilela de Resende⁽¹⁾, Valter Carvalho Andrade-Júnior⁽³⁾, Ildon Rodrigues do Nascimento⁽¹⁾, Flávio Rodrigo Gandolfi Benites⁽⁴⁾, Cícero Beserra de Menezes⁽⁵⁾ e Sebastião Márcio Azevedo⁽⁵⁾

⁽¹⁾Universidade Estadual do Centro-Oeste, Dep. de Agronomia, Caixa Postal 3.010, CEP 85040-080 Guarapuava, PR. E-mail: mfarria@unicentro.br

⁽²⁾Universidade Federal de Lavras (Ufla), Dep. de Agricultura, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG. E-mail: wrmaluf@ufla.br

⁽³⁾Faculdades Federais Integradas de Diamantina, Fac. de Ciências Agrárias, Dep. de Agronomia, Centro, Rua da Glória, nº 187, CEP 39100-000 Diamantina, MG. E-mail: valterjr@fafeid.edu.br

⁽⁴⁾Ufla, Dep. de Biologia, Lavras, MG. ⁽⁵⁾Sakata Seed Sudamerica, Bragança Paulista, SP.

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade do emprego isolado e simultâneo dos mutantes *rin*, *nor^A*, *og^c* e *hp* em heterozigose, em genótipos de tomateiro, visando à melhoria da qualidade pós-colheita dos frutos. Foram avaliados 18 genótipos que diferem quanto às combinações entre estes locos em dois diferentes backgrounds (FloraDade e background experimental). Contrastes não ortogonais foram estabelecidos para quantificar os efeitos dos alelos mutantes, isoladamente ou combinados em um mesmo genótipo, em dois backgrounds, sobre a produção total e produção precoce de frutos, massa média, firmeza, coloração externa, teores de licopeno e betacaroteno dos frutos. Os alelos *nor^A* e *rin* em heterozigose, no background FloraDade, desaceleraram a taxa de perda de firmeza e reduziram os teores de licopeno e betacaroteno nos frutos maduros. As combinações heterozigotas entre o mutante *rin* e os mutantes *nor^A*, *og^c* e *hp* aumentaram a firmeza dos frutos. O efeito do genótipo *rin⁺/rin nor⁺/nor^A* sobre a firmeza dos frutos foi o somatório dos efeitos individuais dos locos. O alelo *rin* mostrou-se, individualmente, mais eficiente do que *nor^A*, em prolongar a firmeza dos frutos. Os genótipos *og^{c+}/og^c* e *hp⁺/hp*, juntos ou isolados, aumentaram a coloração dos frutos *rin⁺/rin*. Recomenda-se a utilização dos genótipos *rin⁺/rin nor⁺/nor^A* no desenvolvimento de híbridos longa vida, buscando-se, contudo, backgrounds que sofram prejuízo menor sobre a coloração dos frutos e adicionando-se mutantes *og^{c+}/og^c* e *hp⁺/hp*.

Termos para indexação: *Lycopersicon esculentum*, melhoramento genético, mutantes de amadurecimento, conservação pós-colheita.

***Rin*, *nor^A*, *og^c* and *hp* mutants in tomatoes with different genetic backgrounds**

Abstract – The objective of this work was to assess the viability of single and simultaneous use of *rin*, *nor^A*, *og^c* and *hp* as heterozygotes in tomato genotypes in order to improve post-harvest fruit quality. Eighteen genotypes differing in combinations among these loci in two backgrounds (Floradade and experimental background) were evaluated. Contrasts were used to quantify the effects of single and simultaneous application of mutant loci, in two different backgrounds, on the total and early fruit yield, fruit mean mass, fruit firmness, development of external fruit color, lycopene and beta-carotene fruit contents. The *nor^A* and the *rin* alleles, used as heterozygotes in the FloraDade background, delayed the fruit softening and reduced lycopene and beta-carotene contents of mature fruit. All heterozygous combinations between *rin* and the mutants *nor^A*, *og^c* and *hp* increased fruit firmness. The effect of the *rin⁺/rin nor⁺/nor^A* genotypes on fruit firmness was roughly the sum of the individual effects of each locus. The *rin* allele was more efficient than *nor^A* to keep fruit firmness. The *og^{c+}/og^c* and *hp⁺/hp* genotypes, singly or in combination, improved colour of *rin* fruits. The combination *rin⁺/rin* and *nor⁺/nor^A* can be used in breeding for long shelf life tomatoes; however, genotypic backgrounds where fruit colour is less adversely affected should be sought or, alternatively, the colour mutant heterozygotes *og^{c+}/og^c* and *hp⁺/hp* should be used.

Index terms: *Lycopersicon esculentum*, plant breeding, ripening mutants, post-harvest fruit quality.

Introdução

Trabalhos recentes têm demonstrado a possibilidade de utilização de alelos mutantes de ocorrência natural no melhoramento do tomateiro, com a finalidade de

incrementar a conservação dos frutos em pós-colheita (Freitas et al., 1998; Souza et al., 2001; Araújo et al., 2002; Santos Júnior, 2002; Dias et al., 2003; Faria et al., 2003; Andrade Júnior et al., 2005). Entre esses mutantes, os alelos *ripening inhibitor (rin)* e *non ripening (nor)*

são mais amplamente empregados em cultivares híbridas comerciais, ao passo que genótipos portadores dos alelos *alcobaça* (*nor^A*), *high pigment* (*hp*) e *old gold crimson* (*og^c*) ainda ocorrem em fase experimental. Apenas os heterozigotos para os genes *rin* (*rin⁺/rin*), *nor* (*nor⁺/nor*) ou *alcobaça* (*nor⁺/nor^A*) têm sido empregados, uma vez que os respectivos homozigotos promovem redução da coloração final dos frutos (Benites, 2003).

O alelismo entre *non ripening* (*nor*) e *alcobaça* (*nor^A*) foi recentemente comprovado (Benites, 2003), de modo que a utilização simultânea desses alelos mutantes no heterozigoto *nor^A/nor* equivale à dos homozigotos *nor^A/nor^A* ou *nor/nor*, considerada inviável por sua ação deletéria na coloração final dos frutos. Contudo, as combinações entre *rin⁺/rin* e *nor⁺/nor^A* ou entre *rin⁺/rin* e *nor⁺/nor* permanecem promissoras, desde que sejam melhor estudados seus efeitos na conservação e coloração dos frutos, em diferentes backgrounds genotípicos (Santos Júnior, 2002).

Embora os efeitos desses mutantes sejam relatados, poucas pesquisas avaliaram os efeitos da ação simultânea de mais de um desses alelos em um mesmo genótipo, numa gama de backgrounds genéticos distintos (Santos Júnior, 2002).

Nesse tipo de estudo, em que os efeitos dos alelos mutantes são avaliados de forma comparativa, sem interferência do background genotípico, torna-se imprescindível o uso de genótipos isogênicos, os quais devem diferir apenas para constituições genotípicas dos locos mutantes em questão. O efeito dos alelos pode interagir com o background genotípico, e, por isso, um estudo mais detalhado deve contemplar genótipos isogênicos com mais de um background.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos dos mutantes *ripening inhibitor*, *alcobaça*, *high pigment* e *old gold crimson*, atuando de forma isolada ou simultânea, em dois backgrounds genéticos distintos, sobre características de produção e de conservação pós-colheita de frutos de tomate.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, e na Estação Experimental da HortiAgro Sementes Ltda., no Município de Ijaci, MG.

Foram obtidos 16 genótipos experimentais de tomateiro a partir do cruzamento de oito linhagens quase-

isogênicas com background FloraDade, que diferem entre si nos locos *alcobaça*, *high pigment*, *old gold crimson* (FloraDade; TOM-596: *og^c/og^c*; TOM-595: *hp/hp*; TOM-588: *og^c/og^c hp/hp*; TOM-559: *nor^A/nor^A*; TOM-591: *nor^A/nor^A og^c/og^c*; TOM-593: *nor^A/nor^A hp/hp*; TOM-589: *nor^A/nor^A og^c/og^c hp/hp*) e duas linhagens (fontes de pólen) portadoras do alelo *rin*: TOM-614 (background FloraDade) e BPX-371A pl#1 (background experimental). Dessa forma, o background dos híbridos envolvendo as linhagens TOM-614 ou TOM-559 é denominado 'background FloraDade', enquanto o dos híbridos que envolvem BPX-371A pl#1 é denominado 'background híbrido'.

Foram utilizados como testemunhas a linhagem FloraDade e o híbrido F₁ (FloraDade x TOM-559) – *nor⁺/nor^A* –, totalizando 18 tratamentos: T₁, FloraDade (normal); T₂, F₁ (FloraDade x TOM-614) (*rin⁺/rin*); T₃, F₁ (TOM-596 x TOM-614) (*rin⁺/rin og^{c+}/og^c*); T₄, F₁ (TOM-595 x TOM-614) (*rin⁺/rin hp⁺/hp*); T₅, F₁ (TOM-588 x TOM-614) (*rin⁺/rin og^{c+}/og^c hp⁺/hp*); T₆, F₁ (TOM-559 x TOM-614) (*rin⁺/rin nor⁺/nor^A*); T₇, F₁ (TOM-591 x TOM-614) (*rin⁺/rin nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c*); T₈, F₁ (TOM-593 x TOM-614) (*rin⁺/rin nor⁺/nor^A hp⁺/hp*); T₉, F₁ (TOM-589 x TOM-614) (*rin⁺/rin nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c hp⁺/hp*); T₁₀, F₁ (FloraDade x BPX-371A pl#1) (*rin⁺/rin*); T₁₁, F₁ (TOM-596 x BPX-371A pl#1) (*rin⁺/rin og^{c+}/og^c*); T₁₂, F₁ (TOM-595 x BPX-371A pl#1) (*rin⁺/rin hp⁺/hp*); T₁₃, F₁ (TOM-588 x BPX-371A pl#1) (*rin⁺/rin og^{c+}/og^c hp⁺/hp*); T₁₄, F₁ (TOM-559 x BPX-371A pl#1) (*rin⁺/rin nor⁺/nor^A*); T₁₅, F₁ (TOM-591 x BPX-371A pl#1) (*rin⁺/rin nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c*); T₁₆, F₁ (TOM-593 x BPX-371A pl#1) (*rin⁺/rin nor⁺/nor^A hp⁺/hp*); T₁₇, F₁ (TOM-589 x BPX-371A pl#1) (*rin⁺/rin nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c hp⁺/hp*); T₁₈, F₁ (FloraDade x TOM-559) (*nor⁺/nor^A*). Todos os híbridos em que TOM-614 ou TOM-559 é genitor possuem background similar ao da cultivar FloraDade e, portanto, suas diferenças relativamente à FloraDade devem refletir basicamente o efeito das constituições genotípicas nos locos em estudo (*rin*, *nor^A*, *og^c* e *hp*). Quanto aos híbridos em que BPX-371A pl#1 é o genitor masculino, suas diferenças relativas à FloraDade refletem não somente o efeito das constituições genotípicas nos locos em estudo, mas também os efeitos da interação com o background genotípico.

Os tratamentos foram avaliados em estufa de plástico, no delineamento em blocos casualizados completos com três repetições. Cada parcela foi constituída por uma fileira única de 6 m de comprimento com dez plantas. Foram realizadas 15 colheitas, durante 44 dias (de 19/3 a 1/5 de 2002).

Na ocasião da antese, as flores foram marcadas com a finalidade de determinar o número médio de dias para os frutos atingirem o ponto de colheita no estágio *breaker* de maturação – caracterizado pela quebra do estado verde dos frutos, com o aparecimento de manchas avermelhadas na região da cicatriz estilar. A produção total (Mg ha^{-1}), produção precoce (produção das cinco primeiras colheitas, em Mg ha^{-1}) e massa média por fruto (g fruto^{-1}) foram avaliadas.

Nas avaliações relacionadas à qualidade dos frutos (firmeza e coloração externa), foram utilizadas amostras constituídas de 12 frutos por parcela, colhidos do primeiro e segundo cachos, no estágio *breaker* de amadurecimento. No dia em que foram colhidos, os frutos foram avaliados quanto à firmeza pela técnica de aplanção (Calbo & Nery, 1995), não destrutiva. Em seguida, os frutos foram armazenados em prateleiras, em câmara com ambiente controlado (15°C e 60% de umidade relativa), onde permaneceram durante todo o período das avaliações sucessivas, utilizando-se a mesma técnica a cada dois dias, até os frutos apresentarem-se bastante moles. No ajuste da marcha de perda de firmeza dos frutos, ao longo do tempo, utilizou-se o modelo de decaimento exponencial com transformação logarítmica, seguida de regressão linear, com auxílio do programa computacional estatístico SAS. A meia-vida da firmeza (T) foi obtida pela regressão dos dados da firmeza (A), de cada parcela, no número de dias decorridos (X), mediante o modelo estatístico de decaimento exponencial: $A = A_0 (1/2)^{X/T}$, em que A_0 é a firmeza inicial (N m^{-2}) dos frutos no estágio *breaker*; X é o número de dias decorridos depois da colheita no estágio *breaker*; T é a meia-vida da firmeza (dias); A é a firmeza (N m^{-2}) depois de decorridos X dias. Com base na equação ajustada, foram determinados para cada parcela: A_0 , T e o número de dias decorridos (X) para que os frutos atingissem a firmeza crítica $2 \times 10^4 \text{ N m}^{-2}$, abaixo da qual os frutos não são mais considerados adequados para consumo.

Os mesmos frutos amostrados de cada parcela receberam notas individuais diárias, de acordo com a evolução da coloração externa, durante todo o período de armazenamento, dentro de uma escala que variou de 1 a 5, a seguir: 1, frutos com poucas listras ou manchas de coloração vermelha (*breaker stage*); 2, frutos com 20 a 40% da área da superfície com coloração vermelha; 3, frutos com 41 a 60% da área da superfície com coloração vermelha; 4, frutos com 61 a 80% da área da superfície com coloração vermelha; e 5, frutos com mais

de 81% da área da superfície com coloração vermelha. Consideraram-se como notas de cada parcela a média das notas dos frutos da parcela em cada dia. Foi considerado o número médio de dias decorridos para os frutos de cada parcela atingirem a nota 4.

Na quantificação dos teores de pigmentos carotenóides (licopeno e betacaroteno), foram avaliadas amostras adicionais compostas de fatias longitudinais (sem epicarpo) de oito frutos de cada parcela, colhidos em dois estádios de amadurecimento, baseados na coloração externa: intermediário (41 a 60% da área da superfície com coloração vermelha) e maduro (acima de 81% da área da superfície com coloração vermelha). Os teores de beta-caroteno e licopeno foram determinados conforme Faria et al. (2003).

Contrastes não ortogonais foram estabelecidos para comparar os tratamentos, permitindo avaliar e quantificar os efeitos das constituições genótípicas *nor⁺/nor^A*, *rin⁺/rin*, isoladamente e juntas em um mesmo genótipo, bem como suas combinações com os locos *og^{c+}/og^c* e/ou *hp⁺/hp*, em dois backgrounds genéticos distintos, sobre os caracteres avaliados.

Resultados e Discussão

Os alelos *rin* e *nor^A*, quando juntos em heterozigose no background FloraDade, independentemente dos alelos *hp* e *og^c*, não afetaram negativamente a produção total de frutos, resultado concordante com os apresentados por Santos Júnior (2002). Contudo, houve aparente tendência de *rin⁺/rin nor⁺/nor^A* em reduzir a produtividade no background FloraDade, e de os alelos *hp* e *og^c* em heterozigose, isoladamente ou em conjunto, contrabalançarem esse efeito. A estimativa do contraste T_{14} vs. T_6 revelou o efeito diferenciado da combinação *rin⁺/rin nor/nor^A* em função do background. Da mesma forma, somente o background FloraDade foi também desfavorável em relação ao background híbrido na produção de frutos *rin⁺/rin og^{c+}/og^c* (contraste T_{11} vs. T_3 , Tabela 1), fato que confirma a necessidade de selecionar backgrounds que minimizem os eventuais efeitos deletérios causados pelos mutantes de amadurecimento.

Os genótipos com background FloraDade apresentaram menor produção precoce (Tabela 1). Esse fato é explicado, em parte, pela linhagem BPX-371A pl#1, obtida a partir de um híbrido comercial cujo background favoreceu a produção precoce de frutos em outros trabalhos (Santos Júnior, 2002; Andrade Júnior et al., 2005).

O genótipo *rin⁺/rin nor⁺/nor^A* apresentou redução significativa na produção precoce de frutos (contraste T₆ vs. T₁, Tabela 1), reflexo do atraso na chegada do estádio *breaker* e no desenvolvimento da coloração vermelha dos frutos, prolongando, portanto, a permanência desses na planta e reduzindo as colheitas precoces. Esse resultado está de acordo com os apresentados por Santos Júnior (2002). O alelo mutante *rin* mostrou efeito mais pronunciado do que o *alcoçaca*, em heterozigose, sobre a redução da produção precoce (contraste T₁₈ vs. T₂, Tabela 1). Santos Júnior (2002), comparando genótipos isogênicos, cujos backgrounds híbridos (FloraDade x Tropic)

possuíam uma das linhagens em comum com a utilizada neste trabalho, também verificou maior efeito do genótipo *rin⁺/rin* em comparação com os genótipos *nor⁺/nor* e *nor⁺/nor^A*, sobre a redução da produção precoce.

As diferentes combinações genotípicas dos alelos mutantes em heterozigose, de maneira geral, ocasionaram redução da massa média dos frutos no background FloraDade (Tabela 1). Santos Júnior (2002) verificou igualmente que os alelos *nor^A* e *rin*, isoladamente ou combinados em um mesmo genótipo, reduziram ligeiramente o peso médio de frutos com background híbrido (FloraDade x Tropic).

Tabela 1. Valores médios da produção total (PT) e produção precoce (PP) de frutos (Mg ha⁻¹), da massa média (MM) por fruto (g) e do número médio de dias desde a antese ao estádio *breaker* de amadurecimento (N), e estimativas de contrastes não ortogonais de interesse, de 18 genótipos de tomateiro portadores de alelos mutantes de coloração e/ou amadurecimento em heterozigose⁽¹⁾.

Tratamento	Genótipo	PT	PP	MM	N	
T ₁	FloraDade	normal	89,63ab	17,89abcd	188,93abc	43,7cd
T ₂	F ₁ (FloraDade x TOM-614)	<i>rin⁺/rin</i>	73,81ab	4,26ij	165,40abc	45,9abcd
T ₃	F ₁ (TOM-596 x TOM-614)	<i>rin⁺/rin og⁺/og^c</i>	69,98b	13,63cdefg	161,39abc	44,3bcd
T ₄	F ₁ (TOM-595 x TOM-614)	<i>rin⁺/rin hp⁺/hp</i>	85,39ab	8,98fghij	161,39abc	44,4bcd
T ₅	F ₁ (TOM-588 x TOM-614)	<i>rin⁺/rin og⁺/og^c hp⁺/hp</i>	93,88ab	10,47defghi	152,23c	44,7abcd
T ₆	F ₁ (TOM-559 x TOM-614)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A</i>	80,03ab	2,30j	175,30abc	47,6ab
T ₇	F ₁ (TOM-591 x TOM-614)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og⁺/og^c</i>	90,91ab	9,61efghij	171,14abc	45,6abcd
T ₈	F ₁ (TOM-593 x TOM-614)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A hp⁺/hp</i>	90,48ab	7,92ghij	154,49bc	48,2a
T ₉	F ₁ (TOM-589 x TOM-614)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og⁺/og^c hp⁺/hp</i>	103,73a	4,62hij	155,53bc	47,1abc
T ₁₀	F ₁ (FloraDade x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin</i>	87,05ab	24,83a	192,20ab	43,7cd
T ₁₁	F ₁ (TOM-596 x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin og⁺/og^c</i>	88,79ab	19,61abc	185,98abc	44,3bcd
T ₁₂	F ₁ (TOM-595 x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin hp⁺/hp</i>	77,57ab	22,28ab	165,89abc	43,2d
T ₁₃	F ₁ (TOM-588 x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin og⁺/og^c hp⁺/hp</i>	79,02ab	14,41cdefg	166,21abc	44,9abcd
T ₁₄	F ₁ (TOM-559 x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A</i>	97,09ab	16,82bcde	197,14a	45,0abcd
T ₁₅	F ₁ (TOM-591 x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og⁺/og^c</i>	89,99ab	16,60bcde	189,50abc	44,9abcd
T ₁₆	F ₁ (TOM-593 x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A hp⁺/hp</i>	91,84ab	15,94bcdef	176,72abc	44,5abcd
T ₁₇	F ₁ (TOM-589 x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og⁺/og^c hp⁺/hp</i>	91,29ab	10,54defghi	172,70abc	45,2abcd
T ₁₈	F ₁ (FloraDade x TOM-559)	<i>nor⁺/nor^A</i>	71,45b	12,02cdefgh	165,54abc	43,9bcd
Contraste	Efeito avaliado		----- Estimativa (Pr>F) -----			
Background FloraDade						
T ₂ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin</i>	-15,82 (0,0615)	-13,63 (0,0001)	-23,53 (0,0262)	2,3 (0,0294)	
T ₃ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin og⁺/og^c</i>	-19,65 (0,0220)	-4,26 (0,0420)	-27,54 (0,0102)	0,6 (0,5294)	
T ₄ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin hp⁺/hp</i>	-4,24 (0,6078)	-8,91 (0,0001)	-27,54 (0,0102)	0,7 (0,4670)	
T ₅ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin og⁺/og^c hp⁺/hp</i>	4,25 (0,6073)	-7,42 (0,0008)	-36,70 (0,0009)	1,0 (0,3072)	
T ₆ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A</i>	-9,60 (0,2487)	-15,59 (0,0001)	-13,63 (0,1874)	3,9 (0,0004)	
T ₇ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og⁺/og^c</i>	1,28 (0,8773)	-8,28 (0,0002)	-17,79 (0,0879)	1,9 (0,0508)	
T ₈ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A hp⁺/hp</i>	0,85 (0,9185)	-9,97 (0,0001)	-34,44 (0,0017)	4,5 (0,0001)	
T ₉ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og⁺/og^c hp⁺/hp</i>	14,10 (0,0941)	-13,27 (0,0001)	-33,40 (0,0023)	3,4 (0,0015)	
T ₁₈ vs. T ₁	<i>nor⁺/nor^A</i>	-18,18 (0,0331)	-5,87 (0,0063)	-23,38 (0,0271)	0,2 (0,8163)	
T ₁₈ vs. T ₂	<i>nor⁺/nor^A vs. rin⁺/rin</i>	-2,36 (0,7755)	7,76 (0,0005)	0,15 (0,9885)	-2,0 (0,0492)	
Background genotípico						
T ₁₀ vs. T ₂	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin</i>	13,24 (0,1149)	20,57 (0,0001)	26,80 (0,0122)	-2,2 (0,0342)	
T ₁₁ vs. T ₃	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin og⁺/og^c</i>	18,81 (0,0279)	5,98 (0,0055)	24,59 (0,0206)	0,0 (0,9735)	
T ₁₂ vs. T ₄	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin hp⁺/hp</i>	-7,82 (0,3462)	13,30 (0,0001)	4,50 (0,6591)	-1,2 (0,2245)	
T ₁₃ vs. T ₅	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin og⁺/og^c hp⁺/hp</i>	-14,86 (0,0783)	3,94 (0,0585)	13,98 (0,1762)	0,2 (0,8422)	
T ₁₄ vs. T ₆	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A</i>	17,06 (0,0447)	14,52 (0,0001)	21,83 (0,0382)	-2,6 (0,0124)	
T ₁₅ vs. T ₇	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og⁺/og^c</i>	-0,92 (0,9118)	6,99 (0,0014)	18,36 (0,0786)	-0,7 (0,4873)	
T ₁₆ vs. T ₈	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A hp⁺/hp</i>	1,36 (0,8684)	8,02 (0,0003)	22,23 (0,0350)	-3,7 (0,0008)	
T ₁₇ vs. T ₉	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og⁺/og^c hp⁺/hp</i>	-12,44 (0,1378)	5,91 (0,0060)	17,17 (0,0990)	-1,9 (0,0551)	

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A constituição genotípica *rin⁺/rin nor⁺/nor^A* afetou a massa média de frutos em magnitude menor do que somente *rin⁺/rin* ou somente *nor⁺/nor^A*, em ambos os backgrounds empregados (Tabela 1). Andrade Júnior et al. (2005) verificaram redução na massa média de frutos provocada pela constituição *nor⁺/nor^A*, porém não detectaram efeito da constituição *rin⁺/rin*. Araújo et al. (2002) constataram que o loco *alcobaça*, em heterozigose (*nor⁺/nor^A*), influenciou negativamente a massa média dos frutos, a exemplo do que foi detectado neste trabalho e também por Mutschler et al. (1992), Freitas et al. (1998), Souza et al. (2001) e Dias et al. (2003). Araújo et al. (2002) mensuraram efeitos epistáticos relevantes entre os genes *nor^A*, *hp* e *og^c* para o caráter peso médio de frutos comerciáveis, o que realça a atenção que deve ser dada na busca da melhor combinação genotípica envolvendo esses mutantes.

Os frutos que apresentavam, no seu genótipo, a constituição *rin⁺/rin nor⁺/nor^A*, independentemente da constituição genotípica dos demais locos mutantes, permaneceram na planta, em média, maior número de dias desde a antese até atingirem o ponto de colheita no estágio *breaker* de maturação (Tabela 1), estando de acordo com os resultados obtidos por Santos Júnior (2002). No background FloraDade, verificou-se efeito significativo da constituição *rin⁺/rin* em atrasar a chegada dos frutos no estágio *breaker* (contraste T₂ vs. T₁, Tabela 1). Todavia, esse efeito foi revertido com o emprego dos alelos *og^c* e *hp*, em heterozigose, o que não ocorreu com a constituição *rin⁺/rin nor⁺/nor^A* (Tabela 1). O mutante *alcobaça*, isoladamente em heterozigose, não apresentou efeito significativo na chegada do estágio *breaker*, a partir da antese (contraste T₁₈ vs. T₁, Tabela 1), a exemplo do resultado obtido por Faria et al. (2003), utilizando background híbrido (FloraDade x Mospomorist).

As estimativas dos contrastes que medem as diferenças entre os dois híbridos *rin⁺/rin nor⁺/nor^A* e também *rin⁺/rin nor⁺/nor^A hp⁺/hp*, nos distintos backgrounds, foram significativas (Tabela 1), demonstrando que o background híbrido mostrou-se menos suscetível ao atraso no amadurecimento dos frutos, relativamente ao background FloraDade. Efeito diferencial do background genotípico sobre essa característica foi também relatado por Santos Júnior (2002), Faria et al. (2003) e Andrade Júnior et al. (2005).

Os frutos de genótipo *rin⁺/rin nor⁺/nor^A* apresentaram maiores valores quanto à meia-vida da firmeza, sendo esses significativos nas combinações genotípicas que envolveram também os locos *og^c/og^c* e/ou *hp⁺/hp* no background FloraDade, conforme indicam as estimativas dos contrastes (Tabela 2). Esse fato permite explorar a possibilidade de se empregarem

simultaneamente ambos mutantes de amadurecimento em um mesmo híbrido, com a finalidade de prolongar a vida de prateleira dos frutos de tomate.

Os mutantes *rin* e *nor^A*, isoladamente em heterozigose, não foram eficientes em prolongar a meia-vida da firmeza dos frutos (Tabela 2). Resultado contrário foi obtido por Cá (2005), que verificou frutos de genótipo *nor⁺/nor^A* com maior meia-vida da firmeza do que os frutos de genótipo normal. Santos Júnior (2002) relata que o mutante *rin* em heterozigose aumentou significativamente a meia-vida da firmeza de frutos com background FloraDade x Tropic, porém não foi constatado efeito significativo do loco *nor⁺/nor^A* sobre esta característica. Esse mesmo autor observou que frutos portadores da combinação *rin⁺/rin nor⁺/nor^A* tiveram suas meias-vidas aumentadas em 3,3 dias, em relação aos frutos de genótipo normal. Benites (2003) verificou que os genótipos *rin⁺/rin* e *rin⁺/rin nor⁺/nor^A* promoveram aumentos de 5,7 e 7,7 dias, respectivamente, na meia-vida da firmeza dos frutos, em relação à testemunha isogênica FloraDade. Andrade Júnior et al. (2005) relatam que os alelos *rin* e *nor^A* apresentaram efeitos de magnitudes semelhantes, em aumentar a meia-vida da firmeza dos frutos em 2,9 dias, em relação ao genótipo normal, em background híbrido (FloraDade x Mospomorist).

Os genótipos que possuem os alelos *rin* e *nor^A*, atuando individualmente ou simultaneamente em heterozigose, foram eficientes em desacelerar a perda de firmeza dos frutos até 2,0x10⁴ N m⁻², independentemente da constituição genotípica para os demais alelos mutantes (Tabela 2), ratificando a eficiência da utilização dos alelos mutantes sobre a conservação pós-colheita de frutos.

Não houve contribuição adicional dos alelos *og^c* e *hp*, em heterozigose, sobre a vida pós-colheita dos frutos *rin⁺/rin* e *rin⁺/rin nor⁺/nor^A* em background FloraDade (Tabela 2), concordando com os resultados de Faria et al. (2003). O efeito do alelo *nor^A* em heterozigose, embora significativo, foi menos pronunciado do que o efeito do alelo *rin* sobre a manutenção da firmeza dos frutos (contraste T₁₈ vs. T₂, Tabela 2). Ficou evidente a contribuição favorável do alelo *nor^A* em heterozigose sobre o incremento da firmeza dos frutos *rin⁺/rin*, portadores ou não de outros mutantes, o que indica a vantagem do emprego simultâneo desses mutantes em heterozigose, conforme Santos Júnior (2002). Benites (2003) verificou que o efeito da dupla combinação *rin⁺/rin nor⁺/nor^A* sobre a firmeza dos frutos foi praticamente o somatório dos efeitos isolados desses locos, fato que se repetiu neste trabalho. Mutschler et al. (1992), Flori & Maluf (1994), Freitas et al. (1998), Souza et al. (2001), Dias et al. (2003) e

Faria et al. (2003), utilizando backgrounds distintos, constataram contribuição favorável do loco *nor⁺/nor^A* sobre a firmeza dos frutos.

O background híbrido foi mais favorável para manter a firmeza dos frutos *rin⁺/rin nor⁺/nor^A*, em comparação com o background FloraDade (contraste T₁₄ vs. T₆, Tabela 2). Em alguns trabalhos, enfatiza-se a influência do background genotípico na determinação da firmeza de frutos *rin⁺/rin* (Santos Júnior, 2002; Andrade Júnior et al., 2005) e *nor⁺/nor^A* (Dias et al., 2003).

Os frutos heterozigotos, apenas quanto ao loco *rin*, no background FloraDade, demoraram quatro dias para atingirem a nota 4 de coloração, em relação ao genótipo

isogênico normal (contraste T₂ vs. T₁, Tabela 2). Em contrapartida, o efeito positivo dos alelos *og^c* e *hp*, em heterozigose, foi demonstrado na recuperação da coloração do genótipo *rin⁺/rin* (contrastos T₃ vs. T₁, T₄ vs. T₁ e T₅ vs. T₁, Tabela 2).

Não houve prejuízo significativo na coloração dos frutos *nor⁺/nor^A* em relação aos frutos *nor⁺/nor⁺*, em background FloraDade (contraste T₁₈ vs. T₁, Tabela 2), resultado concordante com os apresentados por Santos Júnior (2002) e Benites (2003). Porém, relatos contrários são apresentados em outros trabalhos (Mutschler, 1984; Freitas et al., 1998; Araújo et al., 2002; Dias et al., 2003; Faria et al., 2003; Andrade Júnior et al., 2005).

Tabela 2. Valores médios da meia vida da firmeza dos frutos (MVF), do número de dias para os frutos atingirem a firmeza $2,0 \times 10^4 \text{ N m}^{-2}$ e do número de dias para os frutos atingirem nota 4 de coloração (N_{nota}), e contrastes não ortogonais de interesse, de 18 genótipos de tomateiro portadores de alelos mutantes de coloração e/ou amadurecimento em heterozigose⁽¹⁾.

Tratamento	Genótipo	MVF	N _{firmeza}	N _{nota}
T ₁	FloraDade	normal	11,5b	5,8d
T ₂	F ₁ (FloraDade x TOM-614)	<i>rin⁺/rin</i>	11,7b	9,8abcd
T ₃	F ₁ (TOM-596 x TOM-614)	<i>rin⁺/rin og^{c+}/og^c</i>	13,1ab	6,7d
T ₄	F ₁ (TOM-595 x TOM-614)	<i>rin⁺/rin hp⁺/hp</i>	13,0ab	7,0cd
T ₅	F ₁ (TOM-588 x TOM-614)	<i>rin⁺/rin og^{c+}/og^c hp⁺/hp</i>	13,0ab	7,1cd
T ₆	F ₁ (TOM-559 x TOM-614)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A</i>	12,7ab	14,6a
T ₇	F ₁ (TOM-591 x TOM-614)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c</i>	13,7ab	14,2a
T ₈	F ₁ (TOM-593 x TOM-614)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A hp⁺/hp</i>	13,5ab	14,6a
T ₉	F ₁ (TOM-589 x TOM-614)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c hp⁺/hp</i>	14,1ab	13,9a
T ₁₀	F ₁ (FloraDade x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin</i>	12,7ab	7,8bcd
T ₁₁	F ₁ (TOM-596 x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin og^{c+}/og^c</i>	13,3ab	6,8cd
T ₁₂	F ₁ (TOM-595 x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin hp⁺/hp</i>	13,9ab	6,1d
T ₁₃	F ₁ (TOM-588 x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin og^{c+}/og^c hp⁺/hp</i>	13,3ab	6,3d
T ₁₄	F ₁ (TOM-559 x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A</i>	15,0a	14,2a
T ₁₅	F ₁ (TOM-591 x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c</i>	14,5ab	12,1abc
T ₁₆	F ₁ (TOM-593 x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A hp⁺/hp</i>	15,3a	9,7abcd
T ₁₇	F ₁ (TOM-589 x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c hp⁺/hp</i>	14,4ab	12,4ab
T ₁₈	F ₁ (FloraDade x TOM-559)	<i>nor⁺/nor^A</i>	12,5ab	7,4bcd
Contraste	Efeito avaliado		-----Estimativa (Pr>F)-----	
Background FloraDade				
T ₂ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin</i>	0,23 (0,7725)	5,8 (0,0001)	4,0 (0,0070)
T ₃ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin og^{c+}/og^c</i>	1,66 (0,0425)	5,3 (0,0002)	0,9 (0,5135)
T ₄ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin hp⁺/hp</i>	1,47 (0,0705)	5,4 (0,0002)	1,2 (0,4031)
T ₅ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin og^{c+}/og^c hp⁺/hp</i>	1,49 (0,0664)	6,1 (0,0000)	1,3 (0,3691)
T ₆ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A</i>	1,19 (0,1408)	8,2 (0,0000)	8,8 (0,0001)
T ₇ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c</i>	2,21 (0,0082)	9,8 (0,0000)	8,4 (0,0001)
T ₈ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A hp⁺/hp</i>	2,02 (0,0151)	9,6 (0,0000)	8,8 (0,0001)
T ₉ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c hp⁺/hp</i>	2,66 (0,0003)	11,2 (0,0000)	8,1 (0,0001)
T ₁₈ vs. T ₁	<i>nor⁺/nor^A</i>	1,06 (0,1881)	4,1 (0,0025)	1,6 (0,2550)
T ₁₈ vs. T ₂	<i>nor⁺/nor^A vs. rin⁺/rin</i>	0,83 (0,3003)	-1,6 (0,2002)	-2,4 (0,0960)
Background genotípico				
T ₁₀ vs. T ₂	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin</i>	1,03 (0,1991)	0,7 (0,5737)	-2,0 (0,1662)
T ₁₁ vs. T ₃	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin og^{c+}/og^c</i>	0,12 (0,8767)	1,3 (0,3103)	0,1 (0,9403)
T ₁₂ vs. T ₄	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin hp⁺/hp</i>	0,95 (0,2369)	1,9 (0,1418)	-0,9 (0,5331)
T ₁₃ vs. T ₅	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin og^{c+}/og^c hp⁺/hp</i>	0,34 (0,6693)	0,4 (0,7113)	-0,7 (0,6154)
T ₁₄ vs. T ₆	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A</i>	2,34 (0,0054)	3,9 (0,0042)	-0,4 (0,7987)
T ₁₅ vs. T ₇	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c</i>	0,75 (0,3465)	-1,5 (0,2352)	-2,1 (0,1497)
T ₁₆ vs. T ₈	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A hp⁺/hp</i>	1,77 (0,0315)	-0,5 (0,6871)	-4,9 (0,0015)
T ₁₇ vs. T ₉	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c hp⁺/hp</i>	0,27 (0,7312)	-1,2 (0,3505)	-1,5 (0,3046)

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os alelos *og^c* e *hp*, em heterozigose, não foram capazes de acelerar a evolução da coloração externa dos frutos *rin⁺/rin nor⁺/nor^A*, em virtude de o emprego simultâneo dos mutantes *rin* e *nor^A* ter gerado efeito cumulativo sobre o prejuízo na coloração dos frutos, conforme relatado por Santos Júnior (2002). No entanto, no background genotípico híbrido, *hp⁺/hp* afetou favoravelmente a evolução da cor vermelha dos frutos duplo heterozigotos *rin⁺/rin nor⁺/nor^A*. Benites (2003), utilizando background FloraDade, não detectou deficiência na coloração externa de frutos *rin⁺/rin* e *rin⁺/rin nor⁺/nor^A*, indicando que, eventualmente, esses genótipos podem atingir coloração final semelhante à

normal. Faria et al. (2003) relataram que os locos *og^{c+}/og^c* e *hp⁺/hp*, atuando simultaneamente, melhoraram a coloração final de frutos híbridos de background FloraDade x Mospomorist heterozigotos para o loco *nor^A*.

As constituições genotípicas *rin⁺/rin*, *nor⁺/nor^A* e *rin⁺/rin nor⁺/nor^A*, em background FloraDade, promoveram redução nos teores de betacaroteno e licopeno dos frutos, em ambos os estádios de amadurecimento avaliados (contrastes T₂ vs. T₁, T₁₈ vs. T₁ e T₆ vs. T₁, Tabela 3). Santos Júnior (2002), utilizando um background distinto, também verificou a redução dos teores de licopeno em frutos maduros de genótipos *rin⁺/*

Tabela 3. Valores médios do teor de beta-caroteno e licopeno nos frutos (mg g⁻¹ de fruto) nos estádios de amadurecimento intermediário e completamente maduro, e contrastes não ortogonais de interesse, de 18 genótipos de tomateiro portadores de alelos mutantes de coloração e/ou amadurecimento em heterozigose⁽¹⁾.

Tratamento	Genótipo	Beta-caroteno		Licopeno		
		Intermediário	Maduro	Intermediário	Maduro	
T ₁	FloraDade	normal	9,99abc	16,42ab	30,94abc	44,22ab
T ₂	F ₁ (FloraDade x TOM-614)	<i>rin⁺/rin</i>	5,58bc	10,77bc	21,46def	36,01ef
T ₃	F ₁ (TOM -596 x TOM-614)	<i>rin⁺/rin og^{c+}/og^c</i>	6,79bc	13,51abc	31,08ab	44,67ab
T ₄	F ₁ (TOM -595 x TOM-614)	<i>rin⁺/rin hp⁺/hp</i>	8,54abc	8,58c	26,76abcdef	37,72e
T ₅	F ₁ (TOM -588 x TOM-614)	<i>rin⁺/rin og^{c+}/og^c hp⁺/hp</i>	10,47ab	15,60ab	31,4ab	46,14ab
T ₆	F ₁ (TOM -559 x TOM-614)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A</i>	5,45bc	8,64c	20,65ef	32,77f
T ₇	F ₁ (TOM -591 x TOM-614)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c</i>	8,12abc	10,63bc	26,64abcdef	44,29ab
T ₈	F ₁ (TOM -593 x TOM-614)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A hp⁺/hp</i>	9,87abc	10,43bc	33,81a	38,42de
T ₉	F ₁ (TOM -589 x TOM-614)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c hp⁺/hp</i>	6,63bc	14,43ab	24,10bcdef	44,31ab
T ₁₀	F ₁ (FloraDade x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin</i>	9,72abc	9,46c	22,44def	38,06de
T ₁₁	F ₁ (TOM -596 x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin og^{c+}/og^c</i>	5,94bc	14,51abc	27,91abcde	47,00a
T ₁₂	F ₁ (TOM -595 x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin hp⁺/hp</i>	12,68a	16,38ab	22,49def	42,16bcd
T ₁₃	F ₁ (TOM -588 x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin og^{c+}/og^c hp⁺/hp</i>	9,55abc	17,48a	29,03abcd	43,20abc
T ₁₄	F ₁ (TOM -559 x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A</i>	4,75c	8,67c	19,36f	32,95f
T ₁₅	F ₁ (TOM -591 x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c</i>	7,30abc	10,39bc	28,94abcd	38,37de
T ₁₆	F ₁ (TOM -593 x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A hp⁺/hp</i>	5,15bc	11,31ab	31,32ab	39,21cde
T ₁₇	F ₁ (TOM -589 x BPX-371A pl#1)	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c hp⁺/hp</i>	7,60abc	16,63ab	29,03abcd	43,30abc
T ₁₈	F ₁ (FloraDade x TOM-559)	<i>nor⁺/nor^A</i>	6,74abc	10,88bc	23,01cdef	37,00ef
Contraste	Efeito avaliado	----- Estimativa (Pr>F) -----				
Background FloraDade						
T ₂ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin</i>	-4,41 (0,0060)	-5,65 (0,0057)	-9,48 (0,0001)	-8,21 (0,0000)	
T ₃ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin og^{c+}/og^c</i>	-3,20 (0,0409)	-2,91 (0,0942)	0,14 (0,9484)	0,45 (0,6979)	
T ₄ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin hp⁺/hp</i>	-1,45 (0,3424)	-7,84 (0,0001)	-4,18 (0,0208)	-6,50 (0,0000)	
T ₅ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin og^{c+}/og^c hp⁺/hp</i>	0,48 (0,7519)	-0,82 (0,6307)	0,46 (0,8316)	1,92 (0,1041)	
T ₆ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A</i>	-4,54 (0,0048)	-7,78 (0,0001)	-10,29 (0,0000)	-11,45 (0,0000)	
T ₇ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c</i>	-1,87 (0,2228)	-5,79 (0,0016)	-4,30 (0,0532)	0,07 (0,9518)	
T ₈ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A hp⁺/hp</i>	-0,12 (0,9370)	-5,99 (0,0012)	2,87 (0,1902)	-5,80 (0,0000)	
T ₉ vs. T ₁	<i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c hp⁺/hp</i>	-3,36 (0,0324)	-1,99 (0,2472)	-6,48 (0,0031)	0,09 (0,9381)	
T ₁₈ vs. T ₁	<i>nor⁺/nor^A</i>	-3,25 (0,0611)	-5,54 (0,0024)	-7,93 (0,0007)	-7,22 (0,0000)	
T ₁₈ vs. T ₂	<i>nor⁺/nor^A vs. rin⁺/rin</i>	1,16 (0,3284)	0,11 (0,7439)	1,55 (0,4838)	0,99 (0,3952)	
Background genotípico						
T ₁₀ vs. T ₂	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin</i>	4,14 (0,0095)	-1,35 (0,1271)	0,98 (0,6510)	2,05 (0,0835)	
T ₁₁ vs. T ₃	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin og^{c+}/og^c</i>	-0,85 (0,5762)	1,00 (0,5580)	-3,17 (0,1491)	2,33 (0,0506)	
T ₁₂ vs. T ₄	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin hp⁺/hp</i>	4,14 (0,0095)	7,80 (0,0001)	-4,27 (0,0194)	4,44 (0,0005)	
T ₁₃ vs. T ₅	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin og^{c+}/og^c hp⁺/hp</i>	-0,92 (0,5453)	1,88 (0,2738)	-2,37 (0,2774)	-2,94 (0,0152)	
T ₁₄ vs. T ₆	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A</i>	-0,70 (0,6450)	0,03 (0,9859)	-1,28 (0,5520)	0,18 (0,8765)	
T ₁₅ vs. T ₇	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c</i>	-0,82 (0,5896)	-0,24 (0,8879)	2,30 (0,2916)	-5,92 (0,0000)	
T ₁₆ vs. T ₈	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A hp⁺/hp</i>	-4,72 (0,0035)	0,88 (0,6060)	-2,49 (0,2543)	0,79 (0,4966)	
T ₁₇ vs. T ₉	Entre os dois híbridos <i>rin⁺/rin nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c hp⁺/hp</i>	0,97 (0,5238)	2,20 (0,2018)	4,93 (0,0280)	-1,01 (0,3858)	

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

rin e *rin*⁺/*rin nor*⁺/*nor*^A. Já Andrade Júnior et al. (2005), utilizando outro background, não detectaram tais efeitos.

Foi verificada a eficiência da combinação *og*^{c+}/*og*^c *hp*⁺/*hp* na recuperação dos teores de betacaroteno e licopeno dos frutos *rin*⁺/*rin* e *rin*⁺/*rin nor*⁺/*nor*^A maduros (Tabela 3), agregando-lhes maior qualidade. Resultado semelhante foi obtido por Faria et al. (2003), em que os alelos *og*^c e *hp* em heterozigose incrementaram os teores de licopeno em frutos *nor*⁺/*nor*^A maduros; em contrapartida, Andrade Júnior et al. (2005) não detectaram tal efeito. Araújo et al. (2002) descrevem que a maior parte da variação nos teores de betacaroteno e licopeno dos frutos de tomateiro em background FloraDade foi decorrente de interações epistáticas entre os locos *nor*^A, *og*^c e *hp* e, portanto, os efeitos genéticos desses locos isolados devem sofrer alterações quando associados entre si.

Conclusões

1. Os efeitos dos genótipos mutantes sobre as características relacionadas à produção de frutos sofrem maior variação em função do background genotípico do que as características relacionadas à firmeza e à coloração dos frutos.

2. O efeito da constituição *rin*⁺/*rin nor*⁺/*nor*^A sobre a firmeza dos frutos foi praticamente o somatório dos efeitos individuais desses locos.

3. O emprego dos mutantes *og*^c e/ou *hp*, em heterozigose, melhora a coloração e aumenta os teores de betacaroteno e licopeno dos frutos em híbridos longa vida; contudo deve-se priorizar o uso de backgrounds que sofram menor prejuízo sobre a coloração dos frutos.

Referências

ANDRADE JÚNIOR, V.C. de; MALUF, W.R.; FARIA, M.V.; BENITES, F.R.G.; SANTOS JÚNIOR, A.M. dos. Produção e qualidade de frutos de híbridos de tomateiro portadores de alelos mutantes de amadurecimento e coloração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.555-561, 2005.

ARAÚJO, M.L. de; MALUF, W.R.; GOMES, L.A.A.; OLIVEIRA, A.C.B. de. Intra and interlocus interactions between *alcobaça* (*alc*),

crimson (*og*^c) and *high pigment* (*hp*) loci in tomato *Lycopersicon esculentum* Mill. **Euphytica**, v.125, p.215-226, 2002.

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

CÁ, J.A. **Obtenção de híbridos de tomateiro longa vida com maior intensidade de coloração**. 2005. 77p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CALBO, A.G.; NERY, A.A. Medida de firmeza em hortaliças pela técnica de aplanção. **Horticultura Brasileira**, v.13, p.14-18, 1995.

DIAS, T.J.M.; MALUF, W.R.; FARIA, M.V.; FREITAS, J.A.; GOMES, L.A.A.; RESENDE, J.T.V.; AZEVEDO, S.M. de. *Alcobaça* allele and genotypic backgrounds affect yield and fruit shelf life of tomato hybrids. **Scientia Agricola**, v.60, p.269-275, 2003.

FARIA, M.V.; MALUF, W.R.; AZEVEDO, S.M. de; ANDRADE JÚNIOR, V.C. de; GOMES, L.A.A.; MORETTO, P.; LICURSI, V. Yield and post-harvest quality of tomato hybrids heterozygous at the loci *alcobaça*, *old gold-crimson* or *high pigment*. **Genetics and Molecular Research**, v.2, p.317-327, 2003.

FLORI, J.E.; MALUF, W.R. Obtenção e avaliação de híbridos F₁ de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) do grupo multilocular. **Ciência e Prática**, v.18, p.395-398, 1994.

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

MUTSCHLER, M.A. Ripening and storage characteristics of the 'alcobaça' ripening mutant in tomato. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v.109, p.504-507, 1984.

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**, v.27, p.352-355, 1992.

SANTOS JÚNIOR, A.M. dos. **Produtividade, qualidade e conservação de frutos de híbridos de tomateiro heterozigotos nos locos alcobaça, non ripening e ripening inhibitor**. 2002. 85p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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**, v.25, p.503-509, 2001.

Recebido em 17 de março de 2005 e aprovado em 11 de novembro de 2005