



BETSABÉ ANTEZANA POMA

**COLORAÇÃO E CONSERVAÇÃO PÓS-
COLHEITA DE FRUTOS EM HÍBRIDOS DE
TOMATE EM FUNÇÃO DOS ALELOS *nor^A*, *og^c* E
*rin***

LAVRAS - MG

2016

BETSABÉ ANTEZANA POMA

**COLORAÇÃO E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS EM
HÍBRIDOS DE TOMATE EM FUNÇÃO DOS ALELOS *nor^A*, *og^c* E *rin***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Wilson Roberto Maluf

LAVRAS – MG

2016

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Poma, Betsabé Antezana.

Coloração e conservação pós-colheita de frutos em híbridos de
tomate em função dos alelos *nor^A*, *og^c* e *rin* / Betsabé Antezana
Poma. – Lavras: UFLA, 2016.

52 p.

Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal de
Lavras, 2016.

Orientador(a): Wilson Roberto Maluf.

Bibliografia.

1. *Solanum lycopersicum*. 2. Tomate - coloração. 3. Tomate -
conservação pós-colheita. 4. Melhoramento genético. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

BETSABÉ ANTEZANA POMA

**COLORAÇÃO E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS EM
HÍBRIDOS DE TOMATE EM FUNÇÃO DOS ALELOS *nor^A*, *og^c* E *rin***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 29 de fevereiro de 2016.

Dra. Flávia Barbosa Silva Botelho UFLA

Dr. Sebastião Márcio de Azevedo SAKATA

Dr. Wilson Roberto Maluf
Orientador

LAVRAS – MG

2016

Aos meus pais, Filomeno e Lucía, pelo exemplo de vida, por todo o amor, apoio e confiança.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida, e por todas as bênçãos e generosidades realizadas em minha vida.

Aos meus pais, por todo amor e incentivo em toda a minha formação como ser humano e profissional.

À Organização dos Estados Americanos (OEA), ao Grupo Coimbra de Universidades Brasileiras, à Universidade Federal de Lavras e ao curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, pela oportunidade concedida para a realização desse mestrado.

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

À empresa HortiAgro Sementes S.A, pelo apoio e oportunidade da realização deste trabalho, material fornecido, e espaço físico concedido para a execução do experimento.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio e oportunidade de realização deste trabalho.

Ao professor Wilson Roberto Maluf, pela orientação nesse trabalho, pela compreensão constante, e pelo exemplo de profissionalismo.

Aos membros da banca Dra. Flávia Barbosa Silva Botelho e Dr. Sebastião Márcio de Azevedo, por terem participado e contribuído de forma decisiva para a qualidade da dissertação.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos técnicos Paulo Moretto e Vicente Licursi, pelo grande apoio e amizade.

Aos funcionários da HortiAgro Sementes S.A., pela grande ajuda.

À Pakizza Sherma, pela amizade, pelo grande apoio e pelos bons momentos, e que sempre contribuiu com auxílios e com suas prazerosas e engraçadas prosas.

Aos colegas de trabalho, Beatriz, Alisson, Monik, Jéssica Figueiredo, Régis, Douglas, Alex, Cyntia, João, Marcela, Natália, Rodolfo, Rafaela, Marina, Carla, Jéssica Nogueira, Carlos, Carol, Danilo, Guilherme, Leonardo e Daniela.

A todos os colegas de pós-graduação, pela amizade e boa convivência.

À secretária de pós-graduação, Lilian, pela amizade e prestatividade.

Agradeço imensamente a todos, aos citados e àqueles dos quais me esqueci, não por ausência de importância ou merecimento, pois cada um teve um papel fundamental em minha vida, e contribuiu com um pedacinho de si nesta trajetória.

Muito Obrigada!

RESUMO

Vários genes podem afetar marcadamente a cor do fruto no tomate. Embora os principais genes tenham efeitos individuais, muitas vezes sua interação é que produz o fenótipo da cor do fruto. A cor do fruto é uma combinação de pigmentação em tipos de tecidos distintos; epiderme, pericarpo, placenta e uma camada columela, e do pericarpo do fruto. Foram avaliadas características de produção e de qualidade dos frutos de tomate, para identificar e comparar os efeitos promovidos pelos alelos mutantes, *alcobaça* (*nor^A*), *ripening inhibitor* (*rin*) e *old gold crimson* (*og^c*), em heterozigose e/ou homozigose, na expressão da coloração e conservação de qualidade pós-colheita dos frutos, em genótipos de tomate. Foram avaliados 12 híbridos experimentais obtidos a partir de cruzamentos envolveram 3 linhagens que diferem entre si nos locos *non-ripening*, *ripening inhibitor* e *old gold crimson* (TOM-591 – *og^c/og^c nor^A/nor^A*; TOM-761 – *og^c/og^c rin/rin* e TOM-762 – *og^c/og^c rin/rin*), uma linhagem portadora do alelo *rin* (TOM-667 – *rin/rin*) e 6 linhagens normais. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com 14 tratamentos (12 híbridos experimentais e duas testemunhas – o híbrido Giselle – normal e Colono – *rin⁺/rin*) e 4 repetições. A coloração interna e externa foi determinada por meio do colorímetro Minolta CR-400 no modo CIE *L**, *a** e *b**. As leituras foram realizadas em quatro pontos distintos (epiderme, pericarpo, placenta e columela). Foram calculados o ângulo de cromaticidade e saturação. Foram avaliadas a conservação pós-colheita (firmeza no estágio *breaker*, expresso em $N.m^{-2}$) e o teor de sólidos solúveis. As características de produção avaliadas foram: produção total, produção precoce, massa média do fruto, formato de fruto, e número de lóculos. As características de produtividade não foram influenciadas pelas constituições genótípicas nos locos *rin*, *nor^A* e *og^c*, no entanto, houve efeito do *background* genotípico, principalmente na massa média dos frutos. Genótipos *rin⁺/rin* e *nor⁺/nor^A* contribuem condicionando maior firmeza dos frutos de tomate no ponto de colheita (estádio *breaker*). Os genótipos *rin⁺/rin* apresentaram as piores colorações internas de frutos. Houve efeito positivo de *og^c⁺/og^c* na melhoria da coloração interna dos frutos *rin⁺/rin* e *nor⁺/nor^A*, tornando a coloração semelhante a de genótipos normais. A tripla combinação *og^c/og^c rin⁺/rin nor⁺/nor^A* foi considerada a mais promissora para manter ou melhorar a coloração interna (placenta) dos frutos, bem como melhorar a conservação pós-colheita dos frutos do tomate.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*. *alcobaça*. *non-ripening*. *ripening inhibitor*. *old gold crimson*. Melhoramento genético.

ABSTRACT

Multiple genes may affect fruit color in tomatoes. Although major genes have individual effects, it is often the interaction between these major genes that produces the fruit color phenotype. Fruit color is a combination of pigments present in of three different types of tissues; epidermis, pericarp, placenta, and columella. We evaluated yield and quality of tomato hybrids and compared the effects of the mutant alleles *alcobaça* (nor^A), *ripening inhibitor* (*rin*) and *old gold crimson* (og^c), in heterozygous and / or homozygous conditions, in the expression of color and conservation of postharvest quality of fruit in tomato genotypes. Twelve experimental hybrids obtained by crosses which included three lines bearing the alleles *alcobaça*, *ripening inhibitor* and *old gold crimson* (TOM-591 – $nor^A/nor^A\ og^c/og^c$; TOM-761 – $og^c/og^c\ rin/rin$), a line carrying the *rin* allele (TOM-667 – rin/rin) and six normal strains. A randomized complete block design was deployed, with 14 treatments (12 experimental hybrids and 2 controls - the hybrid Giselle - normal and Colono - rin^+/rin) and 4 replications. Both external and internal fruit color were assessed with a Minolta CR-400 colorimeter in the CIE L*, a* and b* mode. Hue and chroma readings were taken of four different points of the fruit (epidermis, pericarp, placenta, and columella). The fruit quality-related traits included shelf life (firmness in the *breaker stage*) and the content of soluble solids was evaluated. Yield related traits: total yield, early yield, average fruit mass, fruit shape and locule numbers. There also evaluated yield traits were not influenced by genotypic constitutions in loci *rin*, nor^A and og^c ; there were however, genotypic *background*, mainly in the average fruit mass. Genotypes rin^+/rin and nor^+/nor^A contributed by conditioning greater firmness of tomato fruit at harvest point (*breaker stage*). The genotypes rin^+/rin presented the worst internal fruit colors. There was a positive effect of og^{c+}/og^c in improving internal color rin^+/rin and nor^+/nor^A fruit making, it similar to that of normal genotypes. The triple combination $og^c/og^c\ rin^+/rin\ nor^+/nor^A$ was considered the most promising to maintain or improve internal color (placenta) of the fruit, at the same time improving the postharvest conservation of tomato fruit.

Keywords: *Solanum lycopersicum*. *alcobaça*. *non-ripening*. *ripening inhibitor*. *old gold crimson*. Plant breeding.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Linhagens utilizadas e suas respectivas descrições. UFLA, Lavras-MG. 2016	22
Quadro 2	Descrição dos híbridos experimentais utilizadas no experimento. UFLA, Lavras-MG. 2016.....	24
Quadro 3	Contrastes de interesse usados para comparações entre genótipos com diferentes constituições genotípicas nos locos <i>rin</i> , <i>og^c</i> e <i>nor^A</i> . UFLA, Lavras-MG. 2016.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Valores médios da produção total de frutos ($t.ha^{-1}$), da produção precoce ($t.ha^{-1}$), da massa média por fruto ($g.fruto^{-1}$), formato de frutos (C/D) e do número de lóculos. UFLA, Lavras-MG. 2016	38
Tabela 2	Valores médios da firmeza no estágio breaker ($N.m^{-2}$), e dos sólidos solúveis ($^{\circ}Brix$). UFLA, Lavras-MG. 2016.....	39
Tabela 3	Estimativas de contrastes de interesse firmeza ($N.m^{-2}$).UFLA, Lavras-MG. 2016	40
Tabela 4	Valores médios do Ângulo de Cromaticidade ($^{\circ}Graus$) para epiderme, pericarpo, placenta e columela em frutos de tomate. UFLA, Lavras-MG. 2016	41
Tabela 5	Estimativas de contrastes de interesse para ângulo de cromaticidade da epiderme (PE), pericarpo (PE), placenta PL) e columela (CO) de frutos de tomate UFLA, Lavras-MG. 2016	42
Tabela 6	Valores médios do Croma para epiderme, pericarpo, placenta e columela em frutos de tomate. UFLA, Lavras-MG. 2016.....	43
Tabela 7	Estimativas de contrastes de interesse para croma da epiderme (EP), pericarpo (PE), placenta (PL) e columela (CO) de frutos de tomate UFLA, Lavras-MG. 2016.....	44

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1	12
1	INTRODUÇÃO GERAL	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	A cultura do tomate	14
2.2	Amadurecimento e conservação pós-colheita de frutos	16
2.3	Qualidade dos frutos: firmeza e coloração	17
3	MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1	Local de condução dos experimentos	21
3.2	Material vegetal	21
3.3	Obtenção e caracterização do material experimental	22
3.4	Condução do experimento	25
3.5	Avaliações: características de produção	25
3.5.1	Produção total	25
3.5.2	Produção precoce	26
3.5.3	Massa média por fruto	26
3.5.4	Formato de fruto	26
3.5.5	Número de lóculos por fruto	26
3.6	Avaliações: características de qualidade do fruto	27
3.6.1	Firmeza de fruto	27
3.6.2	Coloração externa e interna do fruto	28
3.6.3	Teor de sólidos solúveis	29
3.6.4	Análises de dados	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1	Características de produção	31
4.2	Características de qualidade de frutos	32
4.2.1	Firmeza de fruto no estágio <i>breaker</i>	32
4.2.2	Coloração de fruto	34
4.2.3	Teor de sólidos solúveis	36
5	CONCLUSÕES	45
	REFERÊNCIAS	46

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das hortaliças mais consumidas no mundo. O Brasil ocupa a oitava posição do ranking mundial na sua produção (FAOSTAT, 2015).

A comercialização do tomate é constituída por diferentes atividades que envolvem desde os cuidados que o produto requer ainda na planta, fase pré-colheita, até a sua apresentação ao consumidor. A pré-colheita é muito importante, pois todo o processo de conservação após a colheita dependerá da qualidade que o produto adquiriu durante a fase de crescimento e desenvolvimento ainda no campo (PIRES et al., 2009).

Uma das dificuldades na conservação de tomate é a alta perecibilidade natural do fruto maduro, exigindo sua rápida comercialização após a colheita (ANDRADE JÚNIOR et al., 2001).

Entre as estratégias para prolongar a vida pós-colheita dos frutos, tem-se estudado o emprego de diferentes alelos mutantes para retardar o amadurecimento e prolongar a conservação. Alelos mutantes que interferem no amadurecimento do tomate têm despertado, há algum tempo, o interesse de vários pesquisadores e melhoristas, e têm sido úteis para o melhor entendimento dos processos que regulam o amadurecimento, e para o desenvolvimento de novas cultivares com frutos de vida de prateleira mais longa (BUESCHER et al., 1976; KOPELIOVITCH et al., 1979; ARAÚJO et al., 2002; SANTOS JÚNIOR, 2002; BENITES, 2003; DIAS et al., 2003; CÁ et al., 2006).

Os alelos mutantes como *ripening inhibitor (rin)*, *non ripening (nor)* e *alcobaça (nor^A)* são importantes no melhoramento, pois retardam o amadurecimento, aumentam a firmeza e a conservação pós-colheita dos frutos.

Por outro lado, há também os alelos *high pigment (hp)* e *old gold crimson (og^c)*, que aumentam a produção de licopeno nos frutos, melhorando a coloração, e podem ser usados em um mesmo genótipo, aliados aos alelos mutantes de amadurecimento (ANDRADE JUNIOR et al., 2005).

Este trabalho visou quantificar e comparar, com base nos argumentos expostos, os efeitos dos mutantes *rin*, *og^c* e *nor^A* em heterozigose e homozigose, nas características relacionadas a coloração, e na conservação pós-colheita de frutos de híbridos de tomateiro do tipo multilocular, potencialmente competitivos no mercado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do tomate

O tomateiro é originário da região que abrange uma área que se estende desde o Equador, ao norte, até o norte do Chile, ao sul, e da costa do Pacífico, a oeste, até a Cordilheira dos Andes, a leste, na América, tendo como meio de domesticação a intervenção dos índios mexicanos, sendo a partir do ano de 1.544, expandida por meio de europeus, pela Europa, Ásia, África e demais partes do mundo (OLIVEIRA JÚNIOR, 2012).

O tomate cultivado (*Solanum lycopersicum* L.) é um membro da família Solanaceae, gênero *Solanum* L. (secção *Lycopersicon*). *S. pimpinellifolium* L. (SP) é considerado seu ancestral selvagem mais próximo (PERALTA et al., 2008; ZURIAGA et al., 2008). Peralta et al. (2008) distinguiram 13 espécies do gênero *Solanum* (secção *Lycopersicon*) e quatro espécies estreitamente relacionadas (*S. juglandifolium*, *S. lycopersicoides*, *S. ochranthum* e *S. sitiens*).

No Brasil, o tomateiro, juntamente com a batata, são as solanáceas mais produzidas e cultivadas (MATOS et al., 2012). Segundo a FAOSTAT (2015), a produção mundial do tomate, tanto para consumo *in natura*, quanto industrial, somaram 163,9 milhões de toneladas em uma área de 4,7 milhões de hectares, resultando em rendimento médio de 34,7 t/ha. A China é o maior produtor mundial, colhendo 50,6 milhões toneladas em 984.600 ha, com rendimento médio de 51,4 t/ha (FAOSTAT, 2015). Em 2014, o Brasil produziu 4,3 milhões de toneladas, em 65.200 hectares. Desse total, 67,4% representam tomate de mesa, enquanto o 32,6% restantes são de tomate para processamento industrial. Os rendimentos médios brasileiros para frescos, e de processamento de tomates foram 60,2 e 82,0 t/ha, respectivamente. Goiás, São Paulo e Minas Gerais são os

estados brasileiros com as maiores quotas de produção nacional, 23,9, 19,8 e 15,7%, respectivamente (IBGE, 2015).

O tomateiro é uma planta de porte arbustivo, perene, cultivada anualmente, podendo se desenvolver de forma ereta, semiereta ou rasteira (ALVARENGA, 2004). A planta é tipicamente de crescimento indeterminado, porém, existem cultivares de crescimento determinado, que são conduzidas de forma rasteira ou semi-tutorada. Dessa forma, as cultivares de tomate têm sido o ponto chave do melhoramento genético, que visa a forma de cultivo, adaptabilidade local e a finalidade de consumo, ou seja, *in natura* ou de processamento (GIORDANO et al., 2003).

Uma das grandes transformações tecnológicas ocorridas no cultivo do tomateiro no Brasil foi o desenvolvimento de cultivares híbridas do tipo ‘longa vida’. A expressão tomates ‘longa vida’ tem sido utilizada, em geral, para referir-se à utilização de mutantes que conferem aos frutos uma conservação pós-colheita mais prolongada. Atualmente, estima-se que 85% do mercado de tomate de mesa sejam dominados por híbridos do segmento longa vida (MELO et al., 2010).

O grupo salada enquadra-se em grande parte nos híbridos longa vida, os quais podem ser plantas de hábito de crescimento indeterminado ou determinado. Os frutos são pluriloculares, formato globular achatado, com diâmetro transversal maior que o diâmetro longitudinal, com massa média entre 180 e 280 g (ALVARENGA et al., 2013). A grande maioria das cultivares deste grupo tem crescimento indeterminado, embora haja também, cultivares de crescimento determinado. Estas últimas são, em geral, plantadas com tutores curtos (meia-estaca), e com menores custos de produção relativamente às cultivares indeterminadas.

O tomateiro possui várias características que o torna um excelente modelo genético, pois, as espécies do gênero *Solanum*, apresentam seus genes

distribuídos em 12 cromossomos, sendo o tomateiro cultivado, diploide ($2n=24$), autógamo, com um genoma relativamente pequeno (950 MB), facilmente mapeado devido à abundância de marcadores associados a características de importância econômica e biológica (GONÇALVES et al., 2008; ARIKITA, 2012; SALAZAR, 2011).

2.2 Amadurecimento e conservação pós-colheita de frutos

O tomate é um fruto altamente perecível, com perdas de até 21% após a colheita (RINALDI et al., 2011). Possui elevado conteúdo de água, cerca de 90 a 95%, o que o torna frágil (ROCHA et al., 2009). De acordo com Mendes et al. (2011), em muitos produtos hortícolas, poucos minutos após um dano físico, ocorrem aumento da respiração, produção de etileno e outras reações bioquímicas responsáveis por mudanças na coloração, textura e qualidade nutricional. Por isso, a fase de maturação do tomate no momento da colheita, bem como o controle de pré e pós-colheita, é fator essencial para garantir a qualidade do fruto, conforme Beckles (2012), evitando a entrada de microrganismos patogênicos (RONCHI et al., 2010).

A atividade respiratória ao longo do amadurecimento do tomate é acelerada pela ação do etileno, sendo fundamental para o desenvolvimento das características sensoriais desejáveis no fruto, ou seja: cor, aroma, sabor e textura agradável para consumo. Entretanto, quando a respiração é excessiva, as características sensoriais desejáveis são rapidamente perdidas. A colheita antecipada do tomate aumenta o tempo disponível para comercialização e consumo do mesmo. Entretanto, as implicações desta antecipação de colheita na qualidade final do tomate, ainda não foram suficientemente caracterizadas (MOURA et al., 2005).

Várias mutações são conhecidas por exercerem efeito pleiotrópico sobre o amadurecimento de frutos em tomate, sem afetar o crescimento e o desenvolvimento do resto da planta. Usualmente, essas mutações afetam a coloração, o sabor e o aroma, a maciez ou firmeza, e atrasam o amadurecimento (GRIERSON; FRAY, 1994). Por outro lado, a temperatura exerce grande efeito no amadurecimento dos frutos, sendo a faixa ótima para o processo entre 20 – 24°C. Baixa temperatura reduz a síntese de licopeno e a taxa de amadurecimento. A degradação de clorofila e a síntese de licopeno também são inibidas em temperatura acima dos 30°C (RUBATZKY; YAMAGUCHI, 1997).

2.3 Qualidade dos frutos: firmeza e coloração

A qualidade do tomate está relacionada com o estágio de maturação do fruto, pois é ele que define o momento da colheita. Durante a maturação do tomate, produzem-se mudanças fisiológicas e bioquímicas que induzem a mudanças de cor, sabor, textura e aroma, definindo o momento da colheita. O estágio verde maduro (início de mudança de cor) é considerado o primeiro indicador visual para o índice de maturação. De modo geral, a cor é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A firmeza e a coloração são aspectos percebidos facilmente pelo consumidor, interferindo diretamente na aquisição do produto. Já a firmeza é uma característica determinante da qualidade do fruto, estando associado à boa qualidade culinária, frescor, boa conservação pós-colheita, conforme Wann (1996), e resistência do fruto ao transporte e manuseio durante a colheita e a comercialização.

Uma alternativa de prolongar a vida pós-colheita dos frutos de tomate foi incorporar em materiais de *Solanum lycopersicum*, genes mutantes, que afetam o processo natural de amadurecimento, tais como o *rin* (*ripening*

inhibitor), *nor* (*non ripening*), *Nr* (*never ripe*) e *nor^A* (*alcobaça*) (BARRY; GIOVANNONI, 2006; BENITES, 2003). Esses genes bloqueiam e alargam o processo de maturidade, conferindo longa vida aos frutos. A maioria dos híbridos atuais de longa vida comercial, levam em heterozigose os genes *rin*, *nor* ou *nor^A*, que, no entanto, produzem uma diminuição na qualidade, devido aos efeitos pleiotrópicos que têm sob outras vias metabólicas involucradas em conferir ao fruto um adequado sabor, aroma e textura (KOVÁCS et al., 2009).

O mutante recessivo *ripening inhibitor (rin)* é resultante de uma mutação em um loco posicionado no cromossomo 5, e está ligado em associação ao alelo *mc (macrocalyx)*, responsável pelo fenótipo cálice gigante. O mutante *rin* interrompe a resposta ao amadurecimento normal, mesmo submetido ao etileno exógeno (MOORE et al., 2002). Frutos mutantes *rin* em homozigose são deficientes no acúmulo de licopeno (SANTOS JUNIOR et al., 2003).

O mutante *alcobaça (nor^A)* descrito por Almeida (1961), como material de frutos com longa vida após a colheita, de acordo com Lobo (1981), tem possibilitado o incremento na qualidade de tomates, principalmente no que se refere a maior firmeza. Benites (2003) demonstrou que *alc* e *nor* são alelos semelhantes ou idênticos do mesmo loco, e que *alc* deveria ser denominado *nor^A*.

Araújo et al. (2002) concluíram que o alelo *alcobaça* em homozigose (*nor^A/nor^A*) prolonga a vida pós-colheita pela redução da perda de peso e aumento da firmeza, reduz os teores de licopeno e beta-caroteno, e aumenta a relação brix/acidez, porém, sua coloração externa limita sua utilização comercial. Em heterozigose (*nor⁺/nor^A*), o alelo *alcobaça* não prejudicou a coloração dos frutos, contudo, reduziu a perda de peso e aumentou a firmeza, principalmente em associação com os genótipos *hp/hp* e *hp⁺/hp* ou *com og^c/og^c*.

A coloração dos tomates é um importante fator que permite determinar a maturação dos frutos, afeta a decisão de compra dos consumidores e também é

um atributo de qualidade para as indústrias processadoras de tomate (ANESE et al., 2002). A coloração do tomate, assim como a conservação pós-colheita, pode ser influenciada pelos mutantes do amadurecimento *alcobaça* (*nor^A*), *ripening inhibitor* (*rin*) e *non-ripening* (*nor*), quando utilizados em homozigose, visto que há uma alteração na síntese de licopeno e betacaroteno dos frutos. Os alelos *nor* e *nor^A*, quando em homozigose, afetam a síntese de carotenóides, fazendo com que os frutos tenham coloração alaranjada. Já o alelo *rin* em homozigose faz com que os frutos tenham coloração amarelada. A utilização dos alelos *nor^A*, *rin* e *nor* em homozigose aumenta a firmeza, porém, sua coloração final não é aceita pelo consumidor (SANTOS JUNIOR et al., 2003). Em heterozigose, a coloração final é aceitável, e a vida pós-colheita é estendida em relação ao genótipo normal (*rin⁺/rin⁺*, *nor⁺/nor⁺*).

Andrade Junior et al. (2005) concluíram que os alelos *nor^A*, *nor* e *rin*, em heterozigose, isoladamente, retardam a perda de firmeza dos frutos no *background* utilizado, não havendo diferenças significativas entre eles, para esta característica, pois os genótipos *nor⁺/nor^A*, *nor⁺/nor* e *rin⁺/rin* retardam, mas não impedem a chegada da coloração vermelha nos frutos, sendo o efeito do *rin⁺/rin* mais pronunciado e a coloração externa e a firmeza dos frutos não são visualmente afetadas pelo genótipo *og^{c+}/og^c* e pela combinação *og^{c+}/og^c hp⁺/hp*.

Cá et al. (2006) avaliaram em híbridos de tomateiro, a viabilidade do emprego simultâneo de genes mutantes de amadurecimento e de coloração, nos locos *nor^A*, *rin*, *og^c* e *hp*. Genótipos portadores de um ou mais alelos *nor^A*, *rin*, *hp* e/ou *og^c* apresentaram maior conservação de frutos na pós-colheita que genótipos normais, as constituições genotípicas *nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c* e *nor⁺/nor^A og^{c+}/og^c hp⁺/hp*, foram consideradas mais promissoras, tanto para melhorar a conservação pós-colheita, quanto para manter ou melhorar a coloração interna dos frutos do tomateiro. Resultados semelhantes foram descritos por Faria et al., (2006), mostrando que 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.

Santos (2012) demonstrou que as constituições genóticas (og^{c+}/og^c hp^+/hp) e (og^{c+}/og^c hp^+/hp nor^{A+}/nor^A) contribuem para o aumento da vida pós-colheita dos frutos, enquanto que, o emprego dos mutantes og^c e/ou hp em heterozigose ou homozigose, melhora a coloração e aumenta os teores de licopeno dos frutos em híbridos longa vida.

Andrade et al. (2015) concluíram que a melhor combinação de *high-beta* (*B*) em heterozigose para o ângulo de cromaticidade e saturação cromática é com o gene mutante og^c em heterozigose. Já os genótipos homozigóticos og^c , em ausência de *high-beta* não diferiram dos genótipos normais quanto aos ângulos de cromaticidade na epiderme e pericarpo, mas mostraram um desvio significativo em direção ao vermelho na placenta e na columela.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de condução dos experimentos

A pesquisa foi desenvolvida na Estação Experimental da HortiAgro Sementes S.A., localizada na Fazenda Palmital, município de Ijaci, MG, nas coordenadas 21°14'16" de latitude Sul e 45°08'00" de longitude Oeste, à altitude de 920 m, durante os anos de 2014 e 2015. No primeiro ano, foram obtidos os híbridos experimentais e, posteriormente, foi instalado e conduzido o experimento de cultivo, com os respectivos híbridos. As avaliações das características de qualidade de frutos foram realizadas no Departamento de Agricultura da UFLA. As avaliações de coloração interna foram realizadas no Laboratório de Pós-colheita de Hortaliças do Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, MG.

3.2 Material vegetal

Foram utilizadas linhagens homozigotas para os genes *rin*, *nor^A* e *og^c*, pertencentes ao banco de germoplasma da Empresa HortiAgro Sementes S.A. cujas descrições estão no Quadro 1. Essas linhagens foram empregadas como linhagens parentais na obtenção dos híbridos.

Quadro 1 Linhagens utilizadas e suas respectivas descrições. UFLA, Lavras-MG. 2016

Linhagem	Descrição
TOM-591	Determinado, tipo salada, constituição genotípica $og^c/og^c\ nor^A/nor^A$
TOM-667	Determinado, tipo salada, constituição genotípica rin/rin
TOM-713	Determinado, tipo salada, constituição genotípica normal ($og^{c+}/og^{c+}\ nor^+/nor^+\ rin^+/rin$)
TOM-714	Determinado, tipo salada, constituição genotípica normal ($og^{c+}/og^{c+}\ nor^+/nor^+\ rin^+/rin$)
TOM-756	Determinado, tipo salada, constituição genotípica normal ($og^{c+}/og^{c+}\ nor^+/nor^+\ rin^+/rin$)
TOM-757	Determinado, tipo salada, constituição genotípica normal ($og^{c+}/og^{c+}\ nor^+/nor^+\ rin^+/rin$)
TOM-758	Determinado, tipo salada, constituição genotípica normal ($og^{c+}/og^{c+}\ nor^+/nor^+\ rin^+/rin$)
TOM-761	Determinado, tipo salada, constituição genotípica $og^c/og^c\ rin/rin$
TOM-762	Determinado, tipo salada, constituição genotípica $og^c/og^c\ rin/rin$
TOM-763	Determinado, tipo salada, constituição genotípica normal ($og^{c+}/og^{c+}\ nor^+/nor^+\ rin^+/rin$)

Legenda: og^c =presença do alelo *old gold crimson*; rin =alelo *ripening inhibitor*; nor^A =alelo *alcobaça*.

3.3 Obtenção e caracterização do material experimental

Utilizou-se diferentes genitores (Quadro 1) para a obtenção das diferentes combinações alélicas desejadas nos locos *rin*, nor^A e og^c , obtendo-se os seguintes híbridos: T3=TEX-432=F1(TOM-667 x TOM-756), T4=TEX-433=F1(TOM-591 x TOM-756), T5=TEX-434=F1(TOM-714 x TOM-756), T6=TEX-435=F1(TOM-756 x TOM-761), T7=TEX-436=F1(TOM-713 x TOM-761), T8=TEX-437=F1(TOM-591 x TOM-761), T9=TEX-438=F1(TOM-756 x TOM-762), T10=TEX-439=F1(TOM-713 x TOM-762), T11=TEX-440=F1(TOM-591 x TOM-762), T12=TEX-441=F1(TOM-763 x TOM-713), T13=TEX-442=F1(TOM-757 x TOM-713), T14=TEX-443=F1(TOM-758 x TOM-713). Estes híbridos, todos com hábito de crescimento determinado, juntamente com dois híbridos comerciais como testemunhas (Giselle e Colono,

também de crescimento determinado), constituíram 14 tratamentos, caracterizados no Quadro 2.

Os híbridos podem, portanto, ser colocados em 5 diferentes categorias, relativas às suas constituições genóticas nos locos *rin*, *nor^A* e *og^c*:

1. Híbridos normais ($rin^+/rin^+ nor^+/nor^+ og^{c+}/og^{c+}$) = T1 (Giselle), T5 (TEX-434), T12 (TEX-441), T13 (TEX-442), T14 (TE-443).
2. Híbridos heterozigotos *rin* (rin^+/rin) = T2 (Colono), T3 (TEX-432).
3. Híbridos heterozigotos *rin* e heterozigotos *og^c* ($rin^+/rin og^{c+}/og^c$) = T6 (TEX-435), T7 (TEX-436), T9 (TEX-438), T10 (TEX-439).
4. Híbridos heterozigotos *nor^A*, heterozigotos *og^c* ($nor^+/nor^A og^{c+}/og^c$) = T4 (TEX-433).
5. Híbridos heterozigotos *nor^A*, heterozigotos *rin*, homozigotos *og^c* ($nor^+/nor^A rin^+/rin og^c/og^c$) = T8 (TEX-437), T11 (TEX-440).

Quadro 2 Descrição dos híbridos experimentais utilizadas no experimento. UFLA, Lavras-MG. 2016

Tratamentos	Genótipos	Loco <i>og^c</i>			Loco <i>rin</i>			Loco <i>nor^A</i>		
		+/+	+/ <i>og^c</i>	<i>og^c/og^c</i>	+/+	+/ <i>rin</i>	<i>rin/rin</i>	+/+	+/ <i>nor^A</i>	<i>nor^A/nor^A</i>
T1	Giselle									
T2	Colono									
T3	TEX-432 (TOM-667 x TOM-756)									
T4	TEX-433 (TOM-591 x TOM-756)									
T5	TEX-434 (TOM-714 x TOM-756)									
T6	TEX-435 (TOM-756 x TOM-761)									
T7	TEX-436 (TOM-713 x TOM-761)									
T8	TEX-437 (TOM-591 x TOM-761)									
T9	TEX-438 (TOM-756 x TOM-762)									
T10	TEX-439 (TOM-713 x TOM-762)									
T11	TEX-440 (TOM-591 x TOM-762)									
T12	TEX-441 (TOM-763 x TOM-713)									
T13	TEX-442 (TOM-757 x TOM-713)									
T14	TEX-443 (TOM-758 x TOM-713)									

Legenda: *og^c*=presença do alelo *old gold crimson*; *rin*=alelo *ripening inhibitor*; *nor^A*=alelo *alcobaça*.

3.4 Condução do experimento

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados, com 14 tratamentos e 4 repetições. As parcelas foram constituídas de uma única fileira contendo dez plantas.

As produções das mudas dos 14 genótipos foram em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, contendo substrato comercial Topstrato®. Após 15 dias foi realizado o desbaste deixando-se uma plântula por célula. O transplântio para o campo ocorreu 30 dias após a semeadura. Os materiais foram transplantados para o campo com espaçamento de 0,5 m entre plantas e 1,5 m entre as fileiras, sendo as plantas tutoradas com meia-estaca e o experimento irrigado por gotejamento. Foram feitas desbrotas das plantas até a altura do primeiro ramo floral, a partir daí, não foram realizadas desbrotas adicionais. Foram feitas pulverizações com produtos específicos para a cultura do tomate, quando necessário, para o controle de pragas e patógenos.

3.5 Avaliações: características de produção

Foram realizadas 5 colheitas durante o período de aproximadamente 35 dias (24/08/2015 a 29/09/2015).

3.5.1 Produção total

A produção total foi obtida pelo somatório das massas de todos os frutos colhidos de cada parcela, durante as cinco colheitas sucessivas. Os resultados foram expressos em toneladas por hectare ($t \cdot ha^{-1}$).

3.5.2 Produção precoce

A produção precoce foi obtida pelo somatório das massas de todos os frutos colhidos nas três primeiras colheitas, realizadas entre o dia 24/08/2015 e 15/09/2015. Os resultados foram expressos em toneladas por hectare ($t\cdot ha^{-1}$).

3.5.3 Massa média por fruto

Obtida pela divisão da massa fresca total de frutos, colhidos em cada parcela, pelo seu respectivo número de frutos, durante todo o período de colheita, e expressa em gramas por fruto ($g\cdot fruto^{-1}$).

3.5.4 Formato de fruto

Obtido pela divisão do comprimento longitudinal (C) pelo diâmetro transversal (D) dos frutos. Relações de medidas $C/D < 1$ correspondem a formatos achatados, típicos do grupo salada ou multilocular. Obteve-se a relação média C/D por parcela, sendo amostrados 10 frutos por parcela.

3.5.5 Número de lóculos por fruto

Foi obtido pela média de número de lóculos por fruto, sendo amostrados 10 frutos por parcela. Avaliação visual por meio da contagem do número de lóculos de cada fruto, após corte transversal dos mesmos.

3.6 Avaliações: características de qualidade do fruto

Para as avaliações relacionadas à qualidade dos frutos, foram utilizadas amostras constituídas de oito frutos por parcela. Os frutos de cada amostra eram uniformes quanto ao ponto de colheita (estádio *breaker* de maturação), tamanho e ausência de defeitos.

3.6.1 Firmeza de fruto

Os frutos foram colhidos no estágio *breaker* de maturação (caracterizado pela quebra do estado verde dos frutos, com aparecimento de manchas levemente avermelhadas na região da cicatriz estilar), devidamente identificados, e avaliados quanto à firmeza, pela técnica de aplanação de Calbo e Nery (1995). Essa avaliação no estágio *breaker* foi denominada firmeza inicial.

O princípio da técnica consiste em utilizar um aplanador centrado, e assim, aplicar uma força exatamente conhecida à superfície do fruto (1,047 kgf), seguindo-se a medição da área aplanada de contato entre a placa compressora e a superfície do fruto. A pressão direta sobre o fruto promove a formação de uma superfície de contato de formato elipsoidal, delimitada por uma marca de óleo mineral. Com o auxílio de um paquímetro digital, mediu-se o maior (a) e o menor (b) diâmetro da elipsoide delineada.

A área aplanada foi estimada da área (A) de uma elipse, $A = 0,7854 * a * b$, em que:

A= área aplanada (cm²);

a= diâmetro maior (cm) da área elíptica;

b= diâmetro menor (cm) da área elíptica.

A firmeza no estágio *breaker* (Fz) foi obtida dividindo-se o peso da ponta de prova (P) no dia da colheita, em quilogramas-força, pela área aplanada (A), em cm^2 ($Fz=P/A$).

Os resultados dessa relação foram expressos em N.m^{-2} , em que valores maiores indicam frutos mais firmes.

3.6.2 Coloração externa e interna do fruto

Foram utilizados os mesmos frutos amostrados de cada parcela que foram colhidas no estágio *breaker* de maturação, que foram armazenados a 15°C e 60% de umidade relativa, até atingirem plena maturação. As medidas da coloração dos frutos foram determinadas em frutos plenamente maduros, sendo oito frutos por parcela, cuja média foi calculada para se obter o valor da parcela correspondente. As leituras foram realizadas por meio do colorímetro Minolta CR-400 no modo CIE L^* , a^* e b^* , onde:

L^* = “lightness” = coordenada de brilho (eixo z) = varia de -100 (negro) a +100 (branco). Valores maiores indicam cores mais brilhantes.

a^* = coordenada de cromaticidade (eixo x) = variando de +60 (vermelho) a -60 (verde).

b^* = coordenada de cromaticidade (eixo y) = variando de +60 (amarelo) a -60 (azul).

A partir dos valores a^* e b^* foram obtidos:

‘*Hue angle*’ = ângulo de cromaticidade = definido como $\text{arc tg}(b/a)$;

‘*Chroma*’ = croma ou saturação = raiz quadrada de (a^2+b^2) .

O ângulo de cromaticidade é a partir do eixo a, e é expresso em graus; 0° é definido como +a (vermelho), 90° como +b (amarelo), 180° como -a (verde), e 270° como -b (azul). Frutos maduros de tomateiro variam em geral de 0° (vermelho) a 90° (amarelo), quanto mais próximos de zero (0°) os valores,

mais vermelhos os frutos, quanto mais próximos de 90°, mais amarelados os frutos (COLOR GLOSSARY, 2014; KONICA MINOLTA, 2014).

Para a saturação ou croma, os valores variam entre 0 a 60. Valores iguais a zero correspondem ao centro de origem das coordenadas, valores próximos a zero indicam cores pouco saturadas, e valores de 60 indicam saturação máxima (COLOR GLOSSARY, 2014; KONICA MINOLTA, 2014).

As leituras foram realizadas em 4 partes (externa e internas) dos frutos de tomate de cada parcela. Para a coloração externa a leitura foi na epiderme, já para a coloração interna, as leituras foram feitas no pericarpo, placenta e columela.

3.6.3 Teor de sólidos solúveis

Determinado pela leitura direta em refractômetro. Foi obtida a média em cada parcela, por meio da leitura de oito frutos amostrados/parcela, e os resultados expressos em °Brix.

3.6.4 Análises de dados

Os dados foram submetidos a análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do aplicativo estadístico SAS®, tanto para as variáveis de qualidade do fruto, quanto de produtividade. A precisão experimental foi aferida pela estimação da acurácia seletiva (RESENDE; DUARTE, 2007). Também foram calculados contrastes de interesse para comparações entre genótipos com diferentes constituições genotípicas nos locos *rin*, *og^c* e *nor^A* (Quadro 3).

Quadro 3 Contrastes de interesse usados para comparações entre genótipos com diferentes constituições genótípicas nos locos *rin*, *og^c* e *nor^A*. UFLA, Lavras-MG. 2016

Contrastes	Contrastes estimados	Descrição
C1	$(T1+T5+T12+T13+T14)/5-(T2+T3)/2$	Genótipos normais VS genótipos heterozigotos <i>rin</i>
C2	$(T1+T5+T12+T13+T14)/5-(T6+T7+T9+T10)/4$	Genótipos normais VS genótipos heterozigotos <i>og^c</i> e <i>rin</i>
C3	$(T1+T5+T12+T13+T14)/5-T4$	Genótipos normais VS genótipo heterozigoto <i>og^c</i> e <i>nor^A</i>
C4	$(T1+T5+T12+T13+T14)/5-(T8+T11)/2$	Genótipos normais VS genótipos homozigoto <i>og^c</i> e heterozigoto <i>rin</i> e <i>nor^A</i>
C5	$(T2+T3)/2-(T6+T7+T9+T10)/4$	Genótipos heterozigotos <i>rin</i> VS genótipos heterozigotos <i>og^c</i> e <i>rin</i>
C6	$(T2+T3)/2-T4$	Genótipos heterozigotos <i>rin</i> VS genótipo heterozigoto <i>og^c</i> e <i>nor^A</i>
C7	$(T2+T3)/2-(T8+T11)/2$	Genótipos heterozigotos <i>rin</i> VS genótipos homozigotos <i>og^c</i> e heterozigotos <i>rin</i> e <i>nor^A</i>
C8	$(T6+T7+T9+T10)/4-T4$	Genótipos heterozigotos <i>og^c</i> e <i>rin</i> VS genótipo heterozigoto <i>og^c</i> e <i>nor^A</i>
C9	$(T6+T7+T9+T10)/4-(T8+T11)/2$	Genótipos heterozigotos <i>og^c</i> e <i>rin</i> VS genótipos homozigotos <i>og^c</i> e heterozigotos <i>rin</i> e <i>nor^A</i>
C10	$T4-(T8+T11)$	Genótipo heterozigoto <i>og^c</i> e <i>nor^A</i> VS genótipos homozigotos <i>og^c</i> e heterozigotos <i>rin</i> e <i>nor^A</i>

Legenda: *og^c*=presença do alelo *old gold crimson*; *rin*=alelo *ripening inhibitor*; *nor^A*=alelo *alcobaça*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características de produção

Para as características avaliadas produção total e produção precoce, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Foram observadas diferenças significativas entre as médias dos tratamentos para massa média por fruto, formato de fruto e número de lóculos por fruto, discriminadas pelo teste Tukey ($\alpha=0.05$), e todos os caracteres apresentaram acurácia acima de 80%. A precisão experimental foi, portanto, considerada alta (RESENDE; DUARTE, 2007) (Tabela 1).

Em relação à produção total, houve variações de 65.65 a 108.50 t.ha⁻¹ (Tabela 1), sem diferenças significativas entre os híbridos. No entanto, pode-se observar híbridos experimentais com produtividades numericamente superiores, T7 (TEX-436) = 108.50 t.ha, T11 (TEX-440) = 108.42 t.ha e T13 (TEX-442) = 107.23 t.ha, comparáveis as das testemunhas Giselle (T1) = 106.70 t.ha e Colono (T2) = 96.25 t.ha. Em relação a variável produção precoce, houve variação de 39.32 a 74.60 t.ha⁻¹ (Tabela 1). O híbrido T3 (TEX-432) teve maior valor (74.60 t.ha) para produção precoce, embora não seja o mais produtivo. Nota-se que os híbridos com maior produção total T11 (TEX-440 – *og^c/og^c rin⁺/rin nor⁺/nor^A*) e T13 (TEX-442 – normal), apresentam os valores mais baixos na expressão da produção precoce, divergência que, portanto, parece ter sido influenciada mais pelo *background* genético do que pelo efeito dos alelos mutantes. Na avaliação da massa média de frutos, observou-se variação de 146.62 a 236.60 g.fruto⁻¹ (Tabela 1). Destacou-se o híbrido experimental T9 (TEX-438) = 236.60 g.fruto⁻¹ valor que se diferenciou significativamente dos outros híbridos e das testemunhas. Os híbridos T8 (TEX-437) e T11 (TEX-440) foram os que

apresentaram menores valores na massa média dos frutos. Característica que pode ser devida ao genitor TOM-591, comum a ambos.

Todos os genótipos avaliados apresentaram valores médios da relação comprimento/diâmetro menores que a unidade, caracterizando os frutos como tomates do tipo salada. No número de lóculos por fruto, os valores variaram de 4 a 7 lóculos (Tabela 1), isso mostra que os frutos são multiloculares e correspondem, de fato, a tomates do tipo salada.

4.2 Características de qualidade de frutos

Para as características avaliadas de qualidade de frutos (firmeza, teor de sólidos solúveis e coloração de fruto) foram observadas diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, discriminadas pelo teste Tukey ($\alpha=0.05$). Todos os caracteres de qualidade apresentaram acurácia acima de 70%. A precisão experimental foi, portanto, considerada alta (RESENDE; DUARTE, 2007) (Tabelas 2, 4 e 6).

4.2.1 Firmeza de fruto no estágio *breaker*

Quanto à firmeza no dia da colheita (estádio *breaker*) os genótipos se comportaram de maneira diferenciada (Tabela 2).

A firmeza de fruto foi influenciada tanto pela constituição genotípica nos locos *rin*, *nor^A* e *og^c*, quanto pelo *background* genotípico (Tabela 2). Em média, os genótipos normais mostraram-se menos firmes no estágio *breaker* do que os genótipos heterozigotos *rin* (Contraste C1, Tabela 3), do que os genótipos heterozigotos *og^c* e *nor^A* (Contraste C3, Tabela 3), e do que o genótipo *og^c/og^c rin⁺/rin nor⁺/nor^A* (Contraste C4, Tabela 3), e não diferiram significativamente dos genótipos *og^{c+}/og^c rin⁺/rin* (Contraste C2, Tabela 3). Estes resultados

confirmam relatos na literatura apontando rin^+/rin e nor^+/nor^A como responsáveis pelo aumento da vida pós-colheita de frutos (ARAÚJO, 1997; ARAÚJO et al., 2002; DIAS et al., 2003; FARIA et al., 2003; FARIA, 2004; SANTOS JÚNIOR et al., 2005; CÁ et al., 2006). Mas demonstram também, que o *background* genotípico também tem um papel importante na firmeza, haja vista, por exemplo, a amplitude das firmezas encontradas entre os genótipos normais T1 (Giselle), T5 (TEX-434), T12 (TEX-441), T13 (TEX-442) e T14 (TEX-443), entre os genótipos heterozigotos *rin* (T2 = Colono, T3 = TEX-432), e entre os genótipos $og^c/og^c rin^+/rin$ (T6 = TEX-435, T7 = TEX-436, T9 = TEX-438, T10 = TEX-439).

O alelo og^c em heterozigose parece não ter efeito direto na firmeza, uma vez que, enquanto híbridos heterozigotos $og^c e ri$, tendem a ser menos firmes do que genótipos heterozigotos *rin* somente (Contraste C5, Tabela 3), genótipos heterozigotos og^c e nor^A tendem a ser mais firmes do que os heterozigotos *rin* (Contraste C6, Tabela 3). Por outro lado, a heterozigose simultânea nos locos *rin* e nor^A parece ser a combinação mais efetiva no sentido de aumentar a firmeza, relativamente à presença de apenas um destes heterozigotos, haja vista a magnitude e a significância dos contrastes C7, C8 e C9, e o sinal negativo (embora não significativo) do contraste 10.

Dentre os híbridos experimentais, o TEX-440 (T11) apresentou-se como o de frutos mais firmes, e por ser de constituição genotípica $og^c/og^c rin^+/rin nor^+/nor^A$, parece confirmar a efetividade desta estratégia de obter híbridos firmes por meio de genótipos homozigotos og^c e heterozigotos tanto para *rin* como para nor^A .

4.2.2 Coloração de fruto

Foram observadas diferenças entre os tratamentos para todas as características avaliadas (epiderme, pericarpo, placenta e columela) tanto para os valores de ângulo de cromaticidade como para o croma, discriminadas pelo teste de Tukey (Tabela 4).

Ângulo de Cromaticidade: o ângulo de cromaticidade foi influenciado tanto pela presença dos mutantes *rin*, *nor^A* e/ou *og^c*, quanto pelo *background* genotípico. Evidência do efeito deste último pode ser constatada na diferença entre os genótipos normais, o T1 (Giselle) apresenta ângulo de cromaticidade significativamente maior (portanto, menor tendência ao vermelho) na placenta do que os demais híbridos normais T5 (TEX-434), T12 (TEX-441), T13 (TEX-442) e T14 (TEX-443).

Por outro lado, foram detectados também, diferenças na coloração externa (epiderme) e interna (pericarpo, placenta, columela) dos frutos, em função das características genotípicas nos locos *rin*, *nor* e *og^c*. De maneira geral, a heterozigose no loco *rin* aumentou o ângulo de cromaticidade relativamente aos genótipos normais (Contraste C1, Tabela 5) tanto na parte externa como nas internas dos frutos, evidenciando o efeito deletério de *rin⁺/rin* na coloração. Os efeitos deletérios de *rin⁺/rin* na coloração interna dos frutos foram, no entanto, revertidos pela presença de *og^c* em heterozigose (Contrastes C2 e C5, Tabela 5).

No presente ensaio, devido a ausência de um genótipo heterozigoto *nor^A* na ausência de *og^c*, não foi possível mensurar o efeito do genótipo *nor⁺/nor^A*, isoladamente, na coloração interna ou externa. Contudo, fica evidente que tal efeito deletério, se existente, é contrabalançado pela presença de *og^c* em heterozigose, uma vez que a combinação *og^{c+}/og^c nor⁺/nor^A* melhora a coloração do epicarpo e placenta, relativamente aos genótipos normais (Contraste C3, Tabela 5). O eventual efeito deletério de *nor⁺/nor^A*, se existente, parece ser

inferior ao ocasionado por rin^+/rin , haja vista que os efeitos benéficos de ogc^+/ogc^c são mais acentuados no primeiro caso (Contraste C6, Tabela 5) do que no segundo (Contraste C5, Tabela 5).

A presença simultânea de heterozigose em rin e nor^A ao lado do homozigose em og^c/og^c , não somente proporciona uma coloração vermelha comparável à de genótipos normais na epiderme, pericarpo e columela, mas chega a melhorá-la na placenta (Contraste C4, Tabela 5). Andrade et al., (2015) verificaram que genótipos homozigotos og^c não diferiram dos genótipos normais quanto aos ângulos de cromaticidade na epiderme e pericarpo, mas mostraram um desvio significativo em direção ao vermelho na placenta e na columela.

Em relação ao genótipo rin^+/rin apenas a combinação $og^c/og^c rin^+/rin nor^+/nor^A$ apresenta coloração mais próxima do vermelho em qualquer dos pontos mensurados (Contraste C7, Tabela 5), o mesmo acontecendo em relação a combinação $og^{c+}/og^c rin^+/rin$ (Contraste C9, Tabela 5). Já em relação ao genótipo $og^{c+}/og^c nor^+/nor^A$, a combinação genotípica $og^c/og^c rin^+/rin nor^+/nor^A$ mostra uma melhor coloração na placenta, e uma pior coloração na epiderme (Contraste 10, Tabela 5). Araújo et al., (2002) e Faria (2000) descreveram que os mutantes og^c e hp , em *background* FloraDade, isolados ou combinados entre si, tanto em homozigose quanto em heterozigose, proporcionaram incrementos significativos sobre a coloração interna e externa.

Os resultados indicam que o alelo og^c , tanto em homozigose quanto em heterozigose, é capaz de contrabalançar os efeitos negativos dos heterozigotos rin^+/rin ou nor^+/nor^A na coloração dos frutos, mormente na coloração interna. Efeitos similares na coloração de frutos foram encontrados por Faria et al. (2003) e Cá et. al. (2006). De fato, os três menores ângulos de cromaticidade (mais próximos do vermelho), dentre os genótipos estudados, foram T6 (TEX-435), de genótipo $og^{c+}/og^c rin^+/rin$, ou T8 (TEX-437) e T11 (TEX-440), de genótipo $og^c/og^c rin^+/rin nor^+/nor^A$.

Saturação (Chroma): A saturação cromática parece ter sido menos afetada do que o ângulo de cromaticidade entre os genótipos estudados (Tabela 6) particularmente na epiderme, pericarpo e placenta. Enquanto a testemunha de genótipo normal Giselle (T1) apresentou numericamente as menores saturações cromáticas dentre os tratamentos, o híbrido T12 (TEX-441) também de genótipo normal, apresentou algumas das maiores saturações nestes pontos.

As diferenças mais contrastantes nas saturações cromáticas ocorreram na columela (Tabela 6). Os genótipos rin^+/rin apresentaram saturações significativamente menores do que os genótipos normais (Contraste C1, Tabela 7), mas dada a magnitude de variação entre os próprios genótipos normais, é possível que esta diferença reflita, principalmente, o efeito de diferentes *backgrounds* genotípicos, e não somente do alelo *rin*.

Por outro lado, fica claro o efeito do alelo og^c em heterozigose no sentido de aumentar a saturação cromática dos híbridos rin^+/rin , tanto na parte externa dos frutos, como na interna (Contraste C5, Tabela 7). Genótipos og^{c+}/og^c nor^+/nor^A também se mostraram com maior saturação cromática interna do que os rin^+/rin (Contraste C6, Tabela 7). Na presença simultânea de rin^+/rin e nor^+/nor^A , o alelo og^c em homozigose aumentou a saturação cromática na epiderme e no pericarpo (Contraste C7, Tabela 7).

4.2.3 Teor de sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis (SS) determinado em °Brix é o principal componente responsável pelo sabor do fruto, e pode ser influenciado por diversos fatores do ambiente, por fatores de manejo da cultura, assim também como por fatores intrínsecos do próprio fruto, a característica genética da

cultivar e os processos de respiração e transpiração do fruto, e a sua capacidade de dreno, ou seja, em importar fotoassimilados (GIORDANO et al., 2000).

Os genótipos utilizados apresentam °brix variando entre 3.72 (T2 = Colono) e 4.72 (T6 = TEX-435, T12 = TEX-441) (Tabela 2). Apenas as diferenças entre estes valores extremos se revelaram significativas pelo teste de Tukey (Tabela 2). Os demais genótipos, com valores intermediários, não diferiram de nenhum dos dois valores extremos, o que indica que todos os híbridos experimentais são satisfatórios quanto ao teor de sólidos solúveis, assemelhando-se aos das testemunhas Giselle (T1) ou Colono (T2) (Tabela 2).

Tabela 1 Valores médios da produção total de frutos ($t\cdot ha^{-1}$), da produção precoce ($t\cdot ha^{-1}$), da massa média por fruto ($g\cdot fruto^{-1}$), formato de frutos (C/D) e do número de lóculos. UFLA, Lavras-MG. 2016

Tratamentos		Produção Total ($t\cdot ha^{-1}$)	Produção Precoce ($t\cdot ha^{-1}$)	Massa média de frutos ($g\cdot fruto^{-1}$)	Formato (C/D)	Número de Lóculos
T1	Giselle	106.70 ^a	50.75 ^a	221.05 ^{abc}	0.79 ^{ab}	6.44 ^{abcd}
T2	Colono	96.25 ^a	57.77 ^a	229.87 ^{ab}	0.77 ^{ab}	5.40 ^{abcd}
T3	TEX-432	87.45 ^a	74.60 ^a	225.45 ^{abc}	0.77 ^{ab}	6.41 ^{abcd}
T4	TEX-433	86.38 ^a	66.77 ^a	177.74 ^{def}	0.80 ^{ab}	4.67 ^d
T5	TEX-434	70.20 ^a	47.86 ^a	200.55 ^{bcd}	0.76 ^{ab}	6.47 ^{abcd}
T6	TEX-435	71.98 ^a	49.08 ^a	185.04 ^{de}	0.80 ^{ab}	6.73 ^{abc}
T7	TEX-436	108.50 ^a	62.45 ^a	194.20 ^{cd}	0.77 ^{ab}	7.10 ^{ab}
T8	TEX-437	103.45 ^a	51.77 ^a	146.62 ^f	0.82 ^a	5.15 ^{bcd}
T9	TEX-438	65.65 ^a	47.18 ^a	236.60 ^a	0.78 ^{ab}	6.77 ^{abc}
T10	TEX-439	98.39 ^a	50.60 ^a	216.78 ^{abc}	0.78 ^{ab}	6.46 ^{abcd}
T11	TEX-440	108.42 ^a	46.29 ^a	162.92 ^{ef}	0.82 ^a	4.78 ^{cd}
T12	TEX-441	84.50 ^a	63.59 ^a	225.91 ^{ab}	0.74 ^b	7.35 ^a
T13	TEX-442	107.23 ^a	39.32 ^a	194.97 ^{cd}	0.78 ^{ab}	6.09 ^{abcd}
T14	TEX-443	98.75 ^a	52.78 ^a	199.22 ^{bcd}	0.78 ^{ab}	5.84 ^{abcd}
Acurácia %		90.79	94.42	97.76	81.72	83.81

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2 Valores médios da firmeza no estágio breaker (N.m^{-2}), e dos sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$). UFLA, Lavras-MG. 2016

Tratamentos		Firmeza ($10^4 \cdot \text{N.m}^{-2}$)	Sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$)
T1	Giselle	2.40 ^{bcd}	4.35 ^{ab}
T2	Colono	3.50 ^a	3.72 ^b
T3	TEX-432	2.02 ^d	4.01 ^{ab}
T4	TEX-433	3.06 ^{abcd}	3.98 ^{ab}
T5	TEX-434	2.03 ^d	3.97 ^{ab}
T6	TEX-435	2.70 ^{abcd}	4.72 ^a
T7	TEX-436	2.12 ^d	4.44 ^{ab}
T8	TEX-437	3.31 ^{abc}	4.15 ^{ab}
T9	TEX-438	2.33 ^{bcd}	4.29 ^{ab}
T10	TEX-439	2.35 ^{bcd}	4.42 ^{ab}
T11	TEX-440	3.44 ^{ab}	4.13 ^{ab}
T12	TEX-441	2.21 ^{cd}	4.72 ^a
T13	TEX-442	2.52 ^{abcd}	4.62 ^{ab}
T14	TEX-443	2.30 ^{bcd}	4.25 ^{ab}
Acurácia %		92.97	76.60

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3 Estimativas de contrastes de interesse firmeza (N.m⁻²).UFLA, Lavras-MG. 2016

Contrastes	Descrição	Estimativa Firmeza (N.m ⁻²)
C1	Genótipos normais VS genótipos heterozigotos <i>rin</i>	-0.47*
C2	Genótipos normais VS genótipos heterozigotos <i>og^c</i> e <i>rin</i>	-0.08ns
C3	Genótipos normais VS genótipo heterozigoto <i>og^c</i> e <i>nor^A</i>	-0.77**
C4	Genótipos normais VS genótipos homozigoto <i>og^c</i> e heterozigoto <i>rin</i> e <i>nor^A</i>	-1.08**
C5	Genótipos heterozigotos <i>rin</i> VS genótipos heterozigotos <i>og^c</i> e <i>rin</i>	0.39*
C6	Genótipos heterozigotos <i>rin</i> VS genótipo heterozigoto <i>og^c</i> e <i>nor^A</i>	-0.30ns
C7	Genótipos heterozigotos <i>rin</i> VS genótipos homozigotos <i>og^c</i> e heterozigotos <i>rin</i> e <i>nor^A</i>	-0.61**
C8	Genótipos heterozigotos <i>og^c</i> e <i>rin</i> VS genótipo heterozigoto <i>og^c</i> e <i>nor^A</i>	-0.68**
C9	Genótipos heterozigotos <i>og^c</i> e <i>rin</i> VS genótipos homozigotos <i>og^c</i> e heterozigotos <i>rin</i> e <i>nor^A</i>	-1.00**
C10	Genótipo heterozigoto <i>og^c</i> e <i>nor^A</i> VS genótipos homozigotos <i>og^c</i> e heterozigotos <i>rin</i> e <i>nor^A</i>	-0.31ns

**; * Significância a 1% e 5% pelo teste de t, respectivamente. ns; não significativo.

og^c=presença do alelo *old gold crimson*;

rin=alelo *ripening inhibitor*;

nor^A=alelo *alcobaça*.

Tabela 4 Valores médios do Ângulo de Cromaticidade (°Graus) para epiderme, pericarpo, placenta e columela em frutos de tomate. UFLA, Lavras-MG. 2016

Tratamentos		Epiderme	Pericarpo	Placenta	Columela
T1	Giselle	38.77 ^{ab}	38.90 ^{abcd}	58.63 ^a	39.11 ^{ab}
T2	Colono	38.34 ^{abcd}	39.76 ^{ab}	59.08 ^a	34.81 ^{bc}
T3	TEX-432	38.58 ^{abc}	41.02 ^a	55.21 ^{ab}	34.43 ^{bc}
T4	TEX-433	33.84 ^e	35.10 ^d	52.99 ^{bc}	39.09 ^{ab}
T5	TEX-434	35.32 ^{de}	36.79 ^{bcd}	51.31 ^{bc}	34.73 ^{bc}
T6	TEX-435	37.89 ^{abcd}	36.78 ^{bcd}	50.05 ^c	35.03 ^{bc}
T7	TEX-436	38.92 ^a	38.65 ^{abcd}	55.36 ^{ab}	40.66 ^a
T8	TEX-437	35.81 ^{bcde}	36.06 ^{bcd}	49.27 ^c	39.13 ^{ab}
T9	TEX-438	38.47 ^{abc}	38.17 ^{abcd}	52.38 ^{bc}	32.66 ^c
T10	TEX-439	38.33 ^{abc}	39.73 ^{abc}	55.57 ^{ab}	37.87 ^{abc}
T11	TEX-440	37.20 ^{abcd}	37.13 ^{abcd}	48.89 ^c	37.99 ^{abc}
T12	TEX-441	35.53 ^{cde}	35.93 ^{cd}	51.06 ^{bc}	36.64 ^{abc}
T13	TEX-442	36.85 ^{abcde}	37.55 ^{abcd}	51.91 ^{bc}	40.62 ^a
T14	TEX-443	36.68 ^{abcde}	37.82 ^{abcd}	52.71 ^{bc}	38.52 ^{ab}
Acurácia %		89.53	85.03	95.41	85.47

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5 Estimativas de contrastes de interesse para ângulo de cromaticidade da epiderme (EP), pericarpo (PE), placenta (PL) e columela (CO) de frutos de tomate UFLA, Lavras-MG. 2016

Contrates	Descrição do contraste	Estimativas			
		EP	PE	PL	CO
C1	Genótipos normais VS genótipos heterozigotos <i>rin</i>	-1.83**	-2.99**	-4.02**	3.30**
C2	Genótipos normais VS genótipos heterozigotos <i>og^c</i> e <i>rin</i>	-1.77**	-0.93ns	-0.22ns	1.37ns
C3	Genótipos normais VS genótipo heterozigoto <i>og^c</i> e <i>nor^A</i>	2.79**	2.30*	0.13ns	-1.16ns
C4	Genótipos normais VS genótipos homozigoto <i>og^c</i> e heterozigoto <i>rin</i> e <i>nor^A</i>	0.12ns	0.80ns	4.04**	-0.63ns
C5	Genótipos heterozigotos <i>rin</i> VS genótipos heterozigotos <i>og^c</i> e <i>rin</i>	0.06ns	2.05**	3.80**	-1.93*
C6	Genótipos heterozigotos <i>rin</i> VS genótipo heterozigoto <i>og^c</i> e <i>nor^A</i>	4.62**	5.29**	4.15**	-4.47**
C7	Genótipos heterozigotos <i>rin</i> VS genótipos homozigotos <i>og^c</i> e heterozigotos <i>rin</i> e <i>nor^A</i>	1.95**	3.79**	8.07**	-3.94**
C8	Genótipos heterozigotos <i>og^c</i> e <i>rin</i> VS genótipo heterozigoto <i>og^c</i> e <i>nor^A</i>	4.56**	3.23**	0.35ns	-2.54ns
C9	Genótipos heterozigotos <i>og^c</i> e <i>rin</i> VS genótipos homozigotos <i>og^c</i> e heterozigotos <i>rin</i> e <i>nor^A</i>	1.90**	1.74*	4.26**	-2.00*
C10	Genótipo heterozigoto <i>og^c</i> e <i>nor^A</i> VS genótipos homozigotos <i>og^c</i> e heterozigotos <i>rin</i> e <i>nor^A</i>	-2.67**	-1.50ns	3.92**	0.53ns

**; * Significância a 1% e 5% pelo teste de t, respectivamente. ns; não significativo.
og^c=presença do alelo *old gold crimson*;
rin=alelo *ripening inhibitor*;
nor^A=alelo *alcobaça*.

Tabela 6 Valores médios do Croma para epiderme, pericarpo, placenta e columela em frutos de tomate. UFLA, Lavras-MG. 2016

Tratamentos		Epiderme	Pericarpo	Placenta	Columela
T1	Giselle	28.23 ^{ab}	27.39 ^a	24.22 ^{ab}	31.68 ^{abcd}
T2	Colono	26.72 ^b	26.15 ^a	21.87 ^b	25.93 ^d
T3	TEX-432	28.91 ^{ab}	28.74 ^a	23.51 ^{ab}	32.77 ^{abc}
T4	TEX-433	29.81 ^{ab}	30.13 ^a	26.08 ^{ab}	32.19 ^{abc}
T5	TEX-434	27.90 ^{ab}	31.38 ^a	27.40 ^a	35.55 ^a
T6	TEX-435	29.66 ^{ab}	30.89 ^a	25.46 ^{ab}	32.99 ^{abc}
T7	TEX-436	31.98 ^a	29.76 ^a	24.96 ^{ab}	30.95 ^{abcd}
T8	TEX-437	29.89 ^{ab}	31.03 ^a	23.86 ^{ab}	29.54 ^{bcd}
T9	TEX-438	28.26 ^{ab}	28.98 ^a	24.46 ^{ab}	31.60 ^{abcd}
T10	TEX-439	30.14 ^{ab}	29.76 ^a	23.79 ^{ab}	32.08 ^{abc}
T11	TEX-440	30.26 ^{ab}	29.58 ^a	25.15 ^{ab}	29.10 ^{cd}
T12	TEX-441	30.32 ^{ab}	30.41 ^a	27.61 ^a	35.31 ^{ab}
T13	TEX-442	28.72 ^{ab}	29.12 ^a	27.09 ^a	30.48 ^{abcd}
T14	TEX-443	28.13 ^{ab}	27.20 ^a	25.24 ^{ab}	29.59 ^{bcd}
Acurácia %		75.43	70.53	75.79	90.32

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 7 Estimativas de contrastes de interesse para cor da epiderme (EP), pericarpo (PE), placenta (PL) e columela (CO) de frutos de tomate UFLA, Lavras-MG. 2016

Contrastes	Descrição do contraste	Estimativas			
		EP	PE	PL	CO
C1	Genótipos normais VS genótipos heterozigotos <i>rin</i>	0.84ns	1.66ns	3.62**	3.17**
C2	Genótipos normais VS genótipos heterozigotos <i>og^c</i> e <i>rin</i>	-1.35ns	-0.75ns	1.65*	0.62ns
C3	Genótipos normais VS genótipo heterozigoto <i>og^c</i> e <i>nor^A</i>	-1.15ns	-1.03ns	0.23ns	0.33ns
C4	Genótipos normais VS genótipos homozigoto <i>og^c</i> e heterozigoto <i>rin</i> e <i>nor^A</i>	-1.42ns	-1.20ns	1.81*	3.20**
C5	Genótipos heterozigotos <i>rin</i> VS genótipos heterozigotos <i>og^c</i> e <i>rin</i>	-2.19*	-2.41*	-1.98*	-2.55*
C6	Genótipos heterozigotos <i>rin</i> VS genótipo heterozigoto <i>og^c</i> e <i>nor^A</i>	-2.00ns	-2.69*	-3.39**	-2.84*
C7	Genótipos heterozigotos <i>rin</i> VS genótipos homozigotos <i>og^c</i> e heterozigotos <i>rin</i> e <i>nor^A</i>	-2.26*	-2.86*	-1.82ns	0.03ns
C8	Genótipos heterozigotos <i>og^c</i> e <i>rin</i> VS genótipo heterozigoto <i>og^c</i> e <i>nor^A</i>	0.20ns	-0.28ns	-1.42ns	-0.29ns
C9	Genótipos heterozigotos <i>og^c</i> e <i>rin</i> VS genótipos homozigotos <i>og^c</i> e heterozigotos <i>rin</i> e <i>nor^A</i>	-0.07ns	-0.46ns	0.16ns	2.58*
C10	Genótipo heterozigoto <i>og^c</i> e <i>nor^A</i> VS genótipos homozigotos <i>og^c</i> e heterozigotos <i>rin</i> e <i>nor^A</i>	-0.26ns	-0.17ns	1.58ns	2.87ns

**; * Significância a 1% e 5% pelo teste de t, respectivamente. ns; não significativo.
og^c=presença do alelo *old gold crimson*;
rin=alelo *ripening inhibitor*;
nor^A=alelo *alcobaça*.

5 CONCLUSÕES

As constituições genóticas rin^+/rin e nor^+/nor^A são responsáveis por contribuir maior firmeza dos frutos de tomate no ponto de colheita (estádio *breaker*), enquanto o alelo og^c em heterozigose ou homozigose não tem efeito direto na firmeza.

A combinação mais efetiva no sentido de aumentar a firmeza, é a heterozigose simultânea nos locos rin e nor^A .

A heterozigose no loco rin apresentou efeito deletério na coloração, tanto na parte externa como na interna dos frutos. O emprego do alelo og^c , tanto em homozigose quanto em heterozigose, é capaz de contrabalançar os efeitos negativos dos heterozigotos rin^+/rin ou nor^+/nor^A na coloração interna dos frutos.

As constituições genóticas $og^c/og^c rin^+/rin nor^+/nor^A$ ou $og^{c+}/og^c nor^+/nor^A$ foram consideradas as mais promissoras, tanto para melhorar a conservação pós-colheita, quanto para manter ou melhorar a coloração interna e/ou externa dos frutos do tomateiro. De fato, dentre os híbridos experimentais com melhores valores para as características estudadas, destacaram-se o T11 (TEX-440) e T8 (TEX-437) de constituição genotípica $og^c/og^c rin^+/rin nor^+/nor^A$, T6 (TEX-435) de constituição genotípica $og^{c+}/og^c rin^+/rin$ e T4 (TEX-433) de constituição genotípica $og^{c+}/og^c nor^+/nor^A$.

A melhor estratégia é a de se obter híbridos com a presença simultânea de alelos heterozigotos rin e nor^A associados ao og^c/og^c ou og^{c+}/og^c . Para obtenção desses híbridos seria necessário desenvolver linhagens nor^A/nor^A og^c/og^c e linhagens $og^c/og^c rin/rin$, para uso como potenciais linhagens parentais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J.L.F. Um novo aspecto do melhoramento do tomate. **Agricultura**, v. 10, p. 43-44, 1961.

ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004. 400p.

ALVARENGA, M.A.R.; MELO, P.C.T.; SHIRAHIGE, F.H. CULTIVARES (2013). In: ALVARENGA, M.A.R. **Produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2. ed. Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013. p. 49-59.

ANDRADE, T.M.; MALUF, W.R.; OLIVEIRA, C.M.; GOMES, L.A.A.; SANTOS, D.C.; CARVALHO, R.C.; GONCALVEZ, R.J.S.; NETO, A.C.G. Interaction of the mutant genes B, ogc, hp and t in the coloring of tomato fruit. **Euphytica**, v. 205, p. 773-783, Feb. 2015.

ANDRADE JÚNIOR, V.C. et al. Produção e qualidade de frutos de híbridos de tomateiro portadores de alelos mutantes de amadurecimento e coloração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, p. 555-561, 2005.

ANDRADE JÚNIOR, V.C.; MALUF, W.R.; AZEVEDO, S.M.; GOMES, L.A.A.; FARIA, M.V. Avaliação do potencial agrônomico e da firmeza pós-colheita de frutos em híbridos de tomateiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, p. 489-502, 2001.

ANESE, M. et al. Effect of equivalent thermal treatments on the color and the antioxidant activity of tomato purees. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, n. 9, p. 3442-3446, Sept. 2002.

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, 1997.

ARAUJO, M.L.; MALUF, W.R.; GOMES, L.A.A.; OLIVEIRA, A.C.B. Intra and interlocus interactions between alcobaça (alc), crimson (ogc) and high pigment (hp) loci in tomato *Lycopersicon esculentum* Mill. **Euphytica**, v. 125, p. 215-226, 2002.

ARIKITA, N.F. **Bases genéticas e fisiológicas da capacidade de regeneração in vitro apresentada por espécies selvagens**. 2012. 101 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Bioquímica) - Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2012.

BARRY, C.S.; GIOVANNONI, J.J. Ripening in the tomato Green-ripe mutant is inhibited by ectopic expression of a protein that disrupts ethylene signaling. **PNAS**, v. 10, n. 20, p. 7923–7928. 2006.

BECKLES, D.M. Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 63, n. 1, p. 129-140, 2012.

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) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2003.

BUESCHER, R.W.; SISTRUNK, W.A.; TIGCHELAAR, E.C.; NG, T.J. Softening, pectolytic activity, and storage-life of rin and nor tomato hybrids. **HortScience**, v.11, p. 603-604, 1976.

CÁ, J.A.; MALUF, W. R.; GOMES, L.A.A.; NASCIMENTO, I.R.; FARIA, M. V.; LICURSI, V.; MORETTO, P. Long shelf life tomato hybrids with improved fruit color intensity. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 9, p. 1377-1384, Sep 2006.

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

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras, UFLA. 783 p. 2005.

COLOR GLOSSARY. Disponível em:

<http://www.sapdesignguild.org/resources/glossary_color>. Acesso em: 23 set. 2014.

DIAS, T.J.M.; MALUF, W.R.; FARIA, M. .; FREITAS, J.A.; GOMES, L.A. A.; RESENDE, J. T. V.; AZEVEDO, S. M. Alcobaça allele and genotypic background affect yield and fruit shelf life of tomato hybrids. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 269-275, abr./jun. 2003.

FARIA, M.V. **Produtividade e qualidade pós-colheita de frutos de híbridos de tomateiro heterozigotos nos locos *alcobaça (alc)*, *old-gold crimson (og^c)* e/ou *high-pigment (hp)***. 2000. 74 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2000.

FARIA, M.V. **Emprego simultâneo dos mutantes de amadurecimento (rin e norA) e de coloração (ogc e hp) em heterozigose em genótipos de tomateiro longa-vida**. 2004. 96 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2004.

FARIA, M.V.; MALUF, W.R.; AZEVEDO, S.M.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; 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**, Ribeirão Preto, v. 2, n. 3, p. 317-327, set. 2003.

FARIA, M.V.; MALUF, W.R.; RESENDE, J.T.V.; ANDRADE, V.C.; NASCIMENTO, I.R.; BENITES, F.R.G.; MENEZES, C.B.; AZEVEDO, S.M. Rin, nor(A), og(c) and hp mutants in tomatoes with different genetic backgrounds. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 5, p. 793-800, maio 2006.

FAO/STAT. **Food And Agriculture Organization of the United Nations**.

2014. Disponível em:

<<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#anco>>. Acesso em: 08 dez. 2015.

GIORDANO, L.B.; ARAGÃO, F.A.S.; BOITEUX, L.S. Melhoramento genético do tomateiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 24, n. 219, p. 43-57, 2003.

GIORDANO, L.B.; SILVA, J.B.C. da; BARBOSA, V. **Escolha de cultivares e plantio**. In: SILVA, J.B.C. da; GIORDANO, L.B. Tomate para processamento industrial. Brasília: EMBRAPA, 2000. p. 36-59.

GONÇALVES, L.S.A.; RODRIGUES, R.; SUDRÉ, C.P.; BENTO, C.S.; MOULIN, M.M.; ARAÚJO, M.L.; DAHER, R.F.; PEREIRA, T.N.S.; PEREIRA, M.G. Divergência genética em tomate estimada por marcadores RAPD em comparação com descritores multicategóricos. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 3, p. 364-370, 2008.

GRIERSON, D.; FRAY, R. Control of ripening in transgenic tomatoes. **Plant Molecular Biology**, v.79, p. 251-263, 1994.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Outubro de 2015. Disponível em: <[http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201510.pdf](http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201510.pdf)>. Acesso em: 08 dez. 2015.

KONICA MINOLTA. **Precise color communication**. Disponível em: <http://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color_communication.pdf>. Acesso em: 23 set. 2014.

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

KOVÁCS, K.; FRAY, R.G.; TIKUNOV, Y.; GRAHAM, N.; BRADLEY, G., SEYMOUR, G.B.; BOVY, A.G.; GRIERSON, D. Effect of tomato pleiotropic ripening mutations on flavor volatile biosynthesis. **Phytochemistry**, v. 70, p.1003-1008, 2009.

LOBO, M. **Genetic and physiological studies of the “Alcobaça” tomato ripening mutant.** 1981. 107 p. Thesis (Ph.D.) – University of Florida, Flórida, 1981.

MATOS, E.S.; SHIRAHIGE, F.H.; MELO, P.C.T. Desempenho de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função de sistemas de condução de plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 240-245, 2012.

MELO, P.C.T.; VILELA, J.V., BOITEAUX, L.S. Setor Agroindustrial de tomate no Brasil: ameaças e perspectivas. **Revista Campo & Negócios HF**, Uberlândia/MG, v. 66, p. 16- 20, 2010.

MENDES, T.D.C.; SANTOS, J.S. dos; VIEIRA, L.M.; CARDOSO, D.S.C.P.; FINGER, F.L. Influência do dano físico na fisiologia pós-colheita de folhas de taioba. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p. 682-687, 2011.

MOORE, S.; VREBALOV, J.; PAYTON, P.; GIOVANNONI, J. Use of genomics tools to isolate key ripening genes and analyse fruit maturation in tomato. **Journal of experimental Botany**, Oxford, v. 53, n. 377, p. 2023-2030, Oct. 2002.

MOURA, M.L.; FINGER, F.L.; MIZOBUTSI, G.P.; GALVÃO, H.L., Fisiologia do amadurecimento na planta do tomate ‘Santa Clara’ e do mutante ‘Firme’ **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p.81-85, jan./mar. 2005.

OLIVEIRA JÚNIOR, E. A. **Tomate.** In: LIMA, M. da C.; OLIVEIRA JÚNIOR, E. A.; OLIVEIRA, E.; SILVA, J. P. Hortaliças e frutas: retrospectiva, procedência e cenários de produção no Maranhão. 1. ed. São Luís: EDUFMA, 2012. v.1. p. 234-249.

PIRES, C.R.F. **Transformações químicas, físicas e bioquímicas de tomates submetidos à aplicação de ácidos húmicos e cultivados em diferentes substratos orgânicos.** 2009. 85 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2009.

RESENDE, M.D.V.; DUARTE, J.B. Precisão e controle de qualidade em 476 experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 477 Goiânia, v. 37, p. 182-194. 2007.

RINALDI, M.M.; SANDRI, D.; OLIVEIRA, B.N.; SALES, R.N.; AMARAL, R.D.A. Avaliação da vida útil e de embalagens para tomate de mesa em diferentes condições de armazenamento. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 305-316, 2011.

ROCHA, M.C.; GONÇALVES, L.S.A.; SOARES, A.G.; CARMO, M.G.F. Caracterização física, físico-química e bioquímica de 12 acessos de tomateiro do grupo cereja produzidos sob manejo orgânico. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 2899-2906. 2009.

RONCHI, C.P.; SERRANO, L.A.L.; SILVA, A.A.; GUIMARÃES, O.R. Manejo de plantas daninhas na cultura do tomateiro. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, n. 1, p. 215-228, 2010.

RUBATZKY, V.E.; YAMAGUCHI, M. **Word vegetables**: principles, production and nutritive values. 2. ed. New York: Chapman e Hall, 1997. 843p.

SALAZAR, L.F.B. **Caracterização de determinantes genéticos envolvidos na qualidade industrial e nutricional do fruto de tomate**. 2011. 222 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SANTOS, D.C., **Produção e qualidade de frutos de híbridos de tomateiro quanto à coloração e conservação pós-colheita**. 2012. 99 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2012.

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) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2002.

SANTOS JUNIOR, A.M.; MALUF W.R.; FARIA, M.V.; LIMA, L.C.O.; CAMPOS, K.P.; LIMA, H.C.; ARAUJO, F.M.M. Comportamento pós-colheita das características químicas, bioquímica e físicas de frutos de tomateiros heterozigotos nos locos alcobaca e ripening inhibitor. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 749-757, jul./ago. 2003.

SANTOS JÚNIOR, A.M.; MALUF, W.R.; FARIA, M.V.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; NASCIMENTO, I.R.; BENITES, F.R.G.; GOMES, L.A.A. Produção, qualidade e conservação de tomates heterozigotos nos locos alcobaca, nonripening e ripening inhibitor. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 1203-1210, 2005.

WANN, E.V. Physical characteristics of mature green and ripe tomato fruit tissue of normal and firm genotypes. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 121, n. 3, p. 380-383, May. 1996.