

Capacidade combinatória de linhagens de tomateiro em híbridos do tipo italiano

Marcela Carvalho Andrade (1*); Alex Antônio da Silva (1); Thiago Vicenzi Conrado (1); Wilson Roberto Maluf (2); Thiago Matos Andrade (3); Celso Mattes de Oliveira (2)

(1) Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Biologia, Caixa Postal 3037, 37200-000 Lavras (MG) Brasil.

(2) UFLA, Departamento de Agricultura, 37200-000 Lavras (MG), Brasil.

(3) Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão (SE), Brasil.

(*) Autora correspondente: marcellinhaufila@gmail.com

Recebido: 10/fev./2014; Aceito: 9/jun./2014

Resumo

Devido à crescente importância do mercado do tomate tipo italiano no Brasil, objetivou-se conhecer a capacidade combinatória de linhagens de tomateiro potencialmente utilizáveis como genitoras de híbridos voltados a esse segmento. O experimento constituiu-se de 28 genótipos, sendo 18 híbridos oriundos de um dialelo parcial, obtido pelo cruzamento entre dois grupos de linhagens: Grupo I (nove genitores) e Grupo II (dois genitores), oito híbridos adicionais e duas testemunhas comerciais. Foram avaliados produção total, massa média de frutos, firmeza, formato e teor de sólidos solúveis. Houve predominância dos efeitos gênicos aditivos para todas as características avaliadas. As linhagens TOM-542 e TOM-734, pertencentes ao Grupo I, e TOM-720, Grupo II, apresentaram estimativas elevadas de capacidade geral de combinação para a maioria das características de importância para o segmento de tomate italiano, portanto, recomendadas para a obtenção de híbridos desse tipo. A superioridade da linhagem TOM-723 sobre a TOM-720 (Grupo II) quanto à firmeza de frutos foi atribuída, principalmente, à presença, na primeira, do alelo *nor^A*, que condiciona maior conservação pós-colheita. Os híbridos experimentais F1 (TOM-542 x TOM-720), F1 (TOM-580 x TOM-720), F1 (TOM-734 x TOM-720) e F1 (TOM-727 x TOM-720) apresentaram bom desempenho agrônomico e qualidade de fruto, constituindo possíveis materiais comerciais.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, tomate saladette, dialelo parcial.

Combining ability of tomato lines in saladette-type hybrids

Abstract

Due to the growing importance of the saladette fresh tomato market in Brazil, our objective in this paper was to assess the combining abilities of lines potentially useful as parents in hybrids of this type. The experiment comprised 28 genotypes, 18 hybrids from a partial diallel cross obtained from crossing two groups of tomato lines: Group I (9 parents) and Group II (2 parents), 8 F1 experimental hybrids, and 2 commercial checks. Traits evaluated were total yield, mean fruit weight, fruit firmness, shape and percent of soluble solids. Additive genetic effects were generally more important than non-additive effects for all traits under evaluation. The TOM-542 and TOM-734 lines, from group I, and the TOM-720 line, from group II, presented high general combining ability (CGC) estimates for most of the traits of importance for saladette tomatoes, and were therefore considered suitable parents for hybrids of this type. Greater fruit firmness of the TOM-723 line compared to the TOM-720 line (Group II), as parental lines, was mainly attributed to the presence of the *nor^A* allele in the former, which controls greater fruit shelf life. The F1 hybrids (TOM-542 x TOM-720), (TOM-580 x TOM-720), (TOM-734 x TOM-720), and (TOM-727 x TOM-720) showed good performance and fruit quality and thus constitute possible commercial varieties.

Key words: *Solanum lycopersicum*, saladette tomatoes, partial diallel.

1. INTRODUÇÃO

O mercado do tomate é formado por duas cadeias produtivas distintas, caracterizadas pelos segmentos de mesa, com frutos destinados ao consumo *in natura*, e de indústria, com frutos destinados ao processamento. No segmento de mesa, o formato e o tamanho dos frutos definem os tipos varietais, sendo aceitos cinco segmentos principais, que são: Santa Cruz, Salada, Caqui, Italiano (também conhecido como *Saladette*) e Cereja (Nascimento, 2011).

Pesquisa realizada pela ABCSEM (2010) mostrou que, do total de 55 mil hectares cultivados de tomate, 38 mil hectares são destinados para o segmento de mesa, dos quais 19 mil hectares do segmento salada, 11 mil hectares do segmento Santa Cruz e o restante referente a outros dois segmentos crescentes, o Italiano/*Saladette*, com 8 mil hectares cultivados, e o Cereja com, aproximadamente, 210 hectares.

A aparência do fruto é um fator decisivo na comercialização do tomate (Andreuccetti et al., 2005; Silva et al., 2013). Andreuccetti et al. (2005) relataram que o formato mais longo era o preferido pelos consumidores, apontando menor importância pelo formato arredondado e que há uma preferência pelo tomate com coloração vermelha. Definiram, então, que um tomate ideal para o consumo seria aquele que apresentasse coloração vermelha, uniformidade, firmeza e sem presença de injúrias.

A insatisfação do mercado em relação à qualidade dos frutos de tomate atualmente comercializados, aliada à busca por uma alimentação mais saudável, tem tornado os consumidores mais exigentes, aumentando a busca por mais qualidade e o consumo de frutos com diferentes tipologias (Andreuccetti et al., 2005; Silva et al., 2013), favorecendo o crescimento do consumo de tomate do segmento Italiano. Segundo Giordano et al. (2003), as cultivares pertencentes a esse segmento caracterizam-se por apresentar frutos de sabor adocicado (pois têm bom equilíbrio da relação ácido/açúcar), textura e aroma agradáveis, cor vermelha intensa e maturação uniforme dos frutos. As cultivares tradicionais do grupo Italiano têm frutos com calibre alongado e teor de sólidos solúveis totais (medido em °Brix) normalmente elevados, quando comparados com os frutos de tomate de mesa tradicionais (Nascimento, 2011). Devido às suas características intrínsecas, híbridos desse grupo de tomate seriam uma opção para atender às exigências dos consumidores.

Em tomate tem sido explorada a possibilidade de se obterem híbridos com maior proporção de frutos com padrão comercial, melhor qualidade nutricional, resistentes a múltiplas doenças e com maior conservação pós-colheita. A utilização de mutantes de amadurecimento visa aumentar a firmeza e a conservação pós-colheita dos frutos do tomateiro. Os alelos mutantes que atuam de forma marcante sobre a conservação pós-colheita dos frutos são “alcobaça” (*nor^A*), “ripening inhibitor” (*rin*) e “non ripening” (*nor*) (Andrade Junior et al., 2005; Kim et al., 2013; Garg et al., 2014). Os alelos “high pigment” (*hp*) e “old gold crimson” (*og^c*) são responsáveis por aumentar produção de carotenoides nos frutos, melhorando a qualidade nutricional, e podem ser usados juntamente aos alelos mutantes de amadurecimento em um mesmo genótipo, permitindo alcançar melhorias simultaneamente na qualidade pós-colheita e nutricional dos frutos (Andrade Junior et al., 2005; Cá et al., 2006).

Em programas de melhoramento, as análises dialélicas facilitam o entendimento dos efeitos genéticos envolvidos no controle dos caracteres, auxiliando na escolha dos melhores genitores e/ou das combinações híbridas mais promissoras (Ramalho et al., 1993).

Nesse contexto, o objetivo dessa pesquisa é estimar a capacidade combinatória de linhagens de tomateiro potencialmente utilizáveis como genitoras de híbridos do tipo Italiano, de modo a identificar combinações promissoras para a seleção de genótipos superiores ou que sejam competitivos

em relação às cultivares híbridas atualmente disponíveis no mercado, em sua grande maioria importadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de fevereiro a outubro de 2011. O material genético constituiu-se de 26 híbridos experimentais de tomate, sendo 18 correspondentes a um esquema dialélico parcial, além de oito híbridos adicionais e mais duas testemunhas, Giuliana-F1 e Tyna-F1, ambas cultivares do tipo *Saladette* de crescimento indeterminado da empresa Sakata Sudamerica.

O dialelo parcial foi obtido pelo cruzamento de dois grupos de linhagens, denominados I e II (Tabela 1). Os genótipos do Grupo I compreenderam nove linhagens (genitores femininos), de diferentes tipologias, identificadas como 1 = TOM-542, 2 = TOM-580, 3 = TOM-692, 4 = TOM-698, 5 = TOM-732, 6 = TOM-734, 7 = TOM-743, 8 = TOM-684 e 9 = UQMS-685-hip-verde. O Grupo II foi constituído por duas linhagens, ambas do tipo Italiano, que formam os genitores masculinos 1' = TOM-720 e 2' = TOM-723. Os híbridos do dialelo parcial são de crescimento indeterminado e, de acordo com a respectiva combinação dos genitores, podem possuir alelos de resistência a doenças, o alelo alcobaça (*nor^A*) (em heterozigose, quando presente) e o alelo *old gold-crimson* (*og^c*) em homozigose, heterozigose ou ausente, dependendo da combinação híbrida.

Os híbridos adicionais utilizados foram F1 (TOM-650 x TOM-720), F1 (NC-2Y x TOM-720), F1 (NC-2Y x TOM-723), F1 (TOM-727 x TOM-720), F1 (TOM-719 x TOM-723), F1 (TOM-718 x TOM-723), F1 (TOM-720 x TOM-723) e F1 (TOM-658 x BPX-381G-10-05-03-01BULK) (Tabela 2).

Os tratamentos foram semeados em bandejas de isopor de 128 células e, após 30 dias, transplantados para o campo em delineamento em blocos casualizados, com 28 tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi constituída de uma fileira com 14 plantas, alocadas no espaçamento de 1,20 m entre linha e 0,40 m entre plantas. As plantas foram conduzidas em sistema tutorado, com única haste e tutoradas individualmente.

No período de 11 de agosto a 12 de setembro de 2011 foram realizadas nove colheitas. As características avaliadas foram:

- Produção total de frutos: Obtida pelo somatório total de frutos colhidos em cada parcela, durante as nove colheitas, expressa em t.ha⁻¹;
- Massa média por fruto: Obtida pela divisão da massa fresca total de frutos, colhidos em cada parcela, pelo seu respectivo número de frutos, durante toda a colheita, expressa em g.fruto⁻¹;
- Conservação pós-colheita: Medida segundo a técnica de aplanção não destrutiva, desenvolvida por Calbo e Calbo (1989) e Calbo e Nery (1995). As medidas foram

Tabela 1. Descrição dos genitores constituintes dos híbridos do dialelo parcial

Linhagens do Grupo I	Descrição
1 = TOM-542	Hábito de crescimento determinado. Frutos tipo <i>Saladette</i> (Rio Fuego). Resistência a Ve, I, I ₂ . Homozigota para os alelos <i>og^c</i> e <i>hp</i> .
2 = TOM-580	Hábito de crescimento determinado. Frutos tipo <i>Saladette</i> (Rio Grande). Resistência a Ve, I, I ₂ , Mi e Pto.
3 = TOM-692	Hábito de crescimento determinado. Frutos tipo <i>Saladette</i> . Resistência a Sw-5, Ty-1, Ve (?), I (?) e I ₂ (?).
4 = TOM-698	Hábito de crescimento determinado. Frutos tipo <i>Saladette</i> . Resistência a Ty-1, Ve (?), I (?), I ₂ (?).
5 = TOM-732	Hábito de crescimento determinado. Frutos tipo <i>Saladette</i> (Rio Fuego). Resistência a Ve, Sw-5, Mi e I ₂ (?).
6 = TOM-734	Hábito de crescimento determinado. Frutos tipo <i>Saladette</i> . Resistência a Ve, Sw-5, I ₂ (?).
7 = TOM-743	Hábito de crescimento determinado. Frutos tipo Santa Cruz. Resistência a Ve, I, Sw-5, I ₂ (?), Sm (?). Homozigota para os alelos <i>og^c</i> e <i>HP</i> .
8 = TOM-684	Hábito de crescimento indeterminado. Frutos tipo Santa Cruz. Resistência a Ve, I, Sm, Mi, Sw-5 e Pto.
9 = UQMS-685-hip-verde	Hábito de crescimento indeterminado. Frutos tipo Santa Cruz. Resistência a Ve, I, Sm, Mi, Sw-5 e Pto. Cerca de 25% das plantas possuem hipocótilo verde, característica associada à macho-esterilidade conferida pelo alelo ms-10 em homozigose. (Somente as plantas macho-estéreis foram utilizadas na obtenção dos respectivos híbridos neste ensaio).
Linhagens do Grupo II	Descrição
1' = TOM-720	Linhagem do tipo Italiano, hábito de crescimento indeterminado.
2' = TOM-723	Linhagem do tipo Italiano, hábito de crescimento indeterminado. Homozigota para os alelos <i>og^c</i> e <i>nor^A</i> .

Genes de resistência: I = resistência a *Fusarium oxysporum* fsp. *lycopersici*, raça 1; I₂ = resistência a *Fusarium oxysporum* fsp. *lycopersici*, raça 2; Mi = resistência a *Meloidogyne incognita e javanica*; Pto = resistência a *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*; Sm = resistência a *Stemphylium* sp.; Ve = resistência a *Verticillium* sp.; Sw-5 = resistência a *Tospovirus*, fonte de resistência: cv. Stevens; Ty-1 = resistência a *Begomovirus*; *og^c* = presença do alelo *old gold-crimson*; *hp* = presença do alelo *high pigment*; *nor^A* = presença do alelo alcobaça; (?) = resistência presumida pela genealogia da linhagem, mas ainda não confirmada.

Tabela 2. Descrição dos híbridos adicionais

Híbridos	Descrição
F1 (TOM-650 x TOM-720)	Híbrido do tipo Italiano, crescimento indeterminado. Resistência a Ve, I, I ₂ . Heterozigoto para o alelo <i>nor^A</i> .
F1 (NC-2Y x TOM-720)	Híbrido do tipo Saladinha, crescimento indeterminado. Resistência a V, I, I ₂ .
F1 (NC-2Y x TOM-723)	Híbrido do tipo Saladinha, crescimento indeterminado. Resistência a V, I, I ₂ . Heterozigoto para os alelos <i>og^c</i> e <i>nor^A</i> .
F1 (TOM-727 x TOM-720)	Híbridos do tipo Italiano, crescimento indeterminado
F1 (TOM-718 x TOM-723)	Híbridos do tipo Italiano, crescimento indeterminado. Heterozigoto para os alelos <i>og^c</i> e <i>nor^A</i> .
F1 (TOM-719 x TOM-723)	
F1 (TOM-720 x TOM-723)	Híbrido do tipo Italiano, crescimento indeterminado. Heterozigoto para os alelos <i>og^c</i> e <i>nor^A</i> .
F1 (TOM-658 x BPX-381G-10-05-03-01BULK)	Híbrido do tipo Santa Cruz, crescimento indeterminado. Resistência a Ve, I, I ₂ , Mi, Sw-5, Sm(?). Homozigoto para o alelo <i>og^c</i> e heterozigoto para <i>hp</i> .

I = resistência a *Fusarium oxysporum* fsp. *lycopersici*, raça 1; I₂ = resistência a *Fusarium oxysporum* fsp. *lycopersici*, raça 2; Sm = resistência a *Stemphylium* sp.; Sw-5 = resistência a *Tospovirus*, fonte de resistência: cv. Stevens; Ve = resistência a *Verticillium* sp.; *og^c* = presença do alelo *old gold-crimson*; *hp* = presença do alelo *high pigment*; *nor^A* = presença do alelo alcobaça; (?) = resistência ainda não confirmada.

iniciadas um dia após os frutos colhidos em estágio *breaker* (dia 1) e continuamente realizadas a cada dois dias, até o 21.º dia após o *breaker*, sendo avaliados quatro frutos por parcela. Os resultados foram expressos em número de dias gastos pelos frutos para atingir a firmeza equivalente a 2×10^4 N.m⁻²;

- Formato dos frutos: Obtido pela divisão do comprimento (C) pelo diâmetro (D) dos frutos. Obteve-se a relação média C/D por parcela, sendo amostrados 10 frutos por parcela;
- Teor de sólidos solúveis nos frutos: Determinado pela leitura direta em refratômetro. Foi obtida a média em cada parcela, por meio da leitura de quatro frutos amostrados/parcela, resultados expressos em °Brix.

Nas análises estatísticas, que incluíram os híbridos do dialelo e os híbridos adicionais, realizaram-se a análise de variância e teste F para cada um dos caracteres avaliados, segundo o delineamento em blocos casualizados, e utilizou-se o teste Scott-Knott para verificação de diferenças entre os

tratamentos. Os dados foram analisados usando-se o programa estatístico R (R Foundation for Statistical Computing, 2013).

Posteriormente, na análise dialélica, que incluiu apenas os 18 híbridos obtidos do cruzamento das linhagens do grupo I com grupo II, foram obtidos os quadrados médios e as estimativas da capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação em cada caráter avaliado. Utilizou-se o método 4 de Griffing (1956) adaptado para dialelos parciais (Cruz et al., 2004), sendo o modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + e_{ij}$, em que Y_{ij} : observação da combinação híbrida entre o i-ésimo progenitor do grupo I e j-ésimo progenitor do grupo II; μ : média geral; g_i : capacidade geral de combinação do i-ésimo progenitor do grupo I; g_j : capacidade geral de combinação do j-ésimo progenitor do grupo II; s_{ij} : capacidade específica de combinação entre progenitores i e j, dos grupos I e II; e_{ij} : erro experimental.

A análise dialélica foi realizada no programa Genes (Cruz, 2001) e foram adotadas as seguintes restrições para obtenção das estimativas (Cruz et al., 2004):

$$\sum g_i = 0 \quad (i = 1, 2, \dots, p); \quad \sum g_j = 0 \quad (j = 1, 2, \dots, q); \quad \sum s_{ij} = 0$$

Com o intuito de verificar a contribuição dos efeitos aditivos (capacidade geral de combinação – CGC) e não aditivos (capacidade específica de combinação – CEC), calculou-se o coeficiente de determinação (R^2) pela relação entre a soma de quadrados dos efeitos aditivos (CGC) e não aditivos (CEC) e a soma de quadrados de tratamentos, para cada caráter estudado (Ramalho et al., 1993).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise dialélica

A análise dos quadrados médios de tratamentos evidenciou diferenças significativas entre os genótipos do dialelo parcial para todas as características avaliadas ($p < 0,01$) pelo teste F (Tabela 3). As estimativas de CGC para os genitores do Grupo II foram significativas ($p < 0,01$) para todas as variáveis-resposta estudadas, indicando que as linhagens TOM-720 e TOM-723 são bastante divergentes para essas características e que os efeitos gênicos aditivos são de importância em suas expressões (Tabela 3). As linhagens do Grupo I são menos divergente entre si do que as do Grupo II para produção total, massa média por fruto e firmeza de fruto, o que é evidenciado pelas estimativas não significativas das CGCs desses caracteres. As CEC e, portanto, os efeitos gênicos não aditivos foram importantes ($p < 0,01$) para a expressão de produção total, massa média e formato de fruto, porém não foram significativas para as características firmeza e teor de sólidos solúveis (Tabela 3).

No Grupo I, as estimativas dos efeitos da CGC para produção total e massa média de frutos das linhagens 1 (TOM-542), 2 (TOM-580) e 8 (TOM-684) foram maiores

(Tabela 4). No entanto, as amplitudes das variações das estimativas de CGC dentro do Grupo I foram pequenas (respectivamente, de 6,167 t ha⁻¹ e de 7,518 g fruto⁻¹), quando comparadas às amplitudes das CGC do grupo II (14,074 t ha⁻¹ e 11,164 g fruto⁻¹). Portanto, a seleção de genitores para maior produtividade e maior massa média pode ser feita, preferencialmente, dentro do Grupo II. A linhagem 1' (TOM-720), pertencente ao Grupo II, apresentou valores positivos de g_j para produção total e massa média de frutos, o que denota um incremento favorável dessas características nos cruzamentos de que participa, relativamente ao outro genitor 2' (TOM-723), embora tenda a causar redução da firmeza dos frutos. Os efeitos não aditivos, indicados pelas estimativas de CEC, também são importantes na expressão da produção e na massa média por fruto dos híbridos. As amplitudes de variação encontradas foram de 11,544 t ha⁻¹ e 19.026 g fruto⁻¹, respectivamente (Tabela 5), magnitudes comparáveis às encontradas para CGC do Grupo II. Pádua et al. (2010), em avaliações com linhagens de tomateiro de crescimento determinado, e Maciel (2010) verificaram que os efeitos aditivos foram predominantes para produção total e massa média de frutos.

Em relação à variável resposta firmeza, diferenças significativas foram encontradas apenas para as CGCs das linhagens do Grupo II (Tabela 4). Nesse grupo, a amplitude de variação das CGC foi de 3,438, enquanto dentro do Grupo I a amplitude das CGC foi de apenas 2,668. Isso se explica pelo fato de o genótipo 2' (TOM-723), em contraste com o 1' (TOM-720), possuir o gene mutante de amadurecimento alcobaça (*nor^A*), cuja ação, em heterozigose, resulta em maior conservação dos frutos em pós-colheita (Andrade Junior et al., 2005; Cá et al., 2006). Não foram detectadas diferenças significativas para CEC, indicando que os efeitos aditivos (CGC) são mais expressivos para a obtenção de frutos com alta firmeza e, no conjunto de híbridos em questão, as grandes diferenças na firmeza em

Tabela 3. Resumo da análise do dialelo para produção total, massa média por fruto, firmeza dos frutos, formato e teor de sólidos solúveis nos frutos em genótipos de tomateiro; Lavras (MG), UFPA, 2012

Fonte de variação	Quadrados médios				
	Produção total (t.ha ⁻¹)	Massa média por fruto (g.fruto ⁻¹)	Firmeza (nº dias)	Formato (relação C/D)	Sólidos solúveis (°Brix)
Tratamentos (17 GL)	268,874**	281,901**	72,630**	1,238**	1,477**
CGC Grupo I (8 GL)	35,369 ^{ns}	61,031 ^{ns}	26,091 ^{ns}	2,293**	1,079**
CGC Grupo II (1 GL)	3564,938**	2243,720**	850,539**	1,136**	12,458**
CEC (8 GL)	90,372**	257,545**	21,931 ^{ns}	0,196**	0,502 ^{ns}
Resíduo	17,522	55,217	13,716	0,033	0,310
GL resíduo	51	51	50	51	51
R ² (%) CGC	84,18	57,00	85,80	92,55	84,00
R ² (%) CEC	15,82	43,00	14,20	7,45	16,00
Média (μ)	41,913	102,209	19,041	1,512	4,764
DP média	0,4933	0,8757	0,2182	0,0068	0,0328

ns, **: não significativo e significativo, respectivamente, a 0,01 de significância pelo teste F; relação C/D, em que C e D são o comprimento e o diâmetro do fruto, respectivamente; CGC: capacidade geral de combinação; CEC: capacidade específica de combinação; GL resíduo: grau de liberdade do resíduo; DP média: desvio padrão da média; R²: coeficiente de determinação.

Tabela 4. Estimativa da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i e \hat{g}_j), para produção total, massa média por fruto, firmeza dos frutos, formato e teor de sólidos solúveis nos frutos em genótipos de tomateiro e desvios padrões (DP) dos efeitos dos genitores; Lavras (MG), UFLA, 2012

Linhagens	Produção total (t.ha ⁻¹)	Massa média por fruto (g.fruto ⁻¹)	Firmeza (nº dias)	Formato (relação C/D)	Sólidos solúveis (°Brix)
1 TOM-542	1,109	0,783	0,747	0,131	0,046
2 TOM-580	2,361	4,189	-0,904	0,025	-0,095
3 TOM-692	0,095	-3,220	0,452	0,059	-0,285
4 TOM-698	1,767	-0,469	-0,850	-0,092	-0,017
Grupo I (\hat{g}_i)					
5 TOM-732	-2,286	-2,042	-1,415	0,013	0,183
6 TOM-734	-3,806	-3,329	1,253	0,306	0,315
7 TOM-743	-0,981	-1,370	-0,265	0,016	0,092
8 TOM-684	2,146	2,369	0,706	-0,239	-0,060
9 UQMS-685-hip-verde	-0,405	3,089	0,276	-0,219	-0,179
DP (\hat{g}_i)	1,3953	2,4769	0,6173	0,0192	0,0929
DP ($\hat{g}_i - \hat{g}_j$)	2,0929	3,7154	0,9259	0,0288	0,1393
Grupo II (\hat{g}_j)					
1' TOM-720	7,037	5,582	-1,719	0,040	0,208
2' TOM-723	-7,037	-5,582	1,719	-0,040	-0,208
DP (\hat{g}_j)	0,4933	0,8757	0,2182	0,0068	0,0328
DP ($\hat{g}_j - \hat{g}_i$)	0,9866	1,7515	0,4365	0,0136	0,0657

DP: desvio padrão; relação C/D, em que C e D são o comprimento e o diâmetro do fruto, respectivamente.

Tabela 5. Estimativas das capacidades específicas de combinação (\hat{s}_{ij}) para produção total, massa média por fruto, firmeza dos frutos, formato e teor de sólidos solúveis nos frutos em genótipos de tomateiro; Lavras (MG), UFLA, 2012

\hat{s}_{ij}	Produção total (t.ha ⁻¹)	Massa média por fruto (g.fruto ⁻¹)	Firmeza (nº dias)	Formato (relação C/D)	Sólidos solúveis (°Brix)
1x1'	-0,487	-3,228	0,786	0,032	-0,005
2x1'	2,812	2,743	0,314	0,057	0,005
3x1'	-5,596	-6,352	0,887	-0,069	0,145
4x1'	-2,490	-9,117	0,299	-0,045	-0,161
5x1'	-2,022	-1,350	-0,468	-0,062	-0,024
6x1'	-0,737	9,513	0,851	0,030	-0,217
7x1'	0,153	1,229	-1,506	0,052	0,086
8x1'	2,596	2,652	-0,535	0,027	0,020
9x1'	5,772	3,909	-0,629	-0,021	0,151
1x2'	0,487	3,228	-0,786	-0,032	0,005
2x2'	-2,812	-2,743	-0,314	-0,057	-0,005
3x2'	5,596	6,352	-0,887	0,069	-0,145
4x2'	2,490	9,117	-0,299	0,045	0,161
5x2'	2,022	1,350	0,468	0,062	0,024
6x2'	0,737	-9,513	-0,851	-0,030	0,217
7x2'	-0,153	-1,229	1,506	-0,052	-0,086
8x2'	-2,596	-2,652	0,535	-0,027	-0,020
9x2'	-5,772	-3,909	0,629	0,021	-0,151

Linhagens: 1 = TOM-542, 2 = TOM-580, 3 = TOM-692, 4 = TOM-698, 5 = TOM-732, 6 = TOM-734, 7 = TOM-743, 8 = TOM-684, 9 = UQMS-685-hip-verde, 1' = TOM-720 e 2' = TOM-723; relação C/D, em que C e D são o comprimento e o diâmetro do fruto, respectivamente.

pós-colheita foram determinadas predominantemente pela ação do alelo *nor*^A presente na linhagem 2' (TOM-723). Porém vale ressaltar que a metodologia empregada para a determinação da firmeza, desenvolvida por Calbo e Calbo (1989) e Calbo e Nery (1995), pode não ter sido inteiramente adequada para tomates com formato alongado, pois durante as medições observou-se que o formato alongado influenciava na formação das elipses na superfície de compressão, pelo suporte dado à parede externa do fruto pelas paredes dos lóculos. Assim, o método por se pode ter causado um aumento do erro experimental, mascarando os resultados,

dificultando a determinação das diferenças significativas existentes entre genótipos não portadores de *nor*^A.

Observou-se, para formato, efeitos significativos para as CGC dos Grupos I e II, assim como para a CEC, indicando que tanto os efeitos gênicos aditivos como os não aditivos são responsáveis pela expressão do formato; resultados semelhantes foram obtidos por Pádua et al. (2010). Porém, verificou-se, por meio do coeficiente de determinação, que existe um predomínio dos efeitos gênicos aditivos (Tabela 3). De fato, enquanto as CGC dentro do Grupo 1 (Tabela 4) variaram de -0,239 a +0,306 (amplitude de 0,545), as CEC

variaram de $-0,069$ a $+0,069$, uma amplitude de apenas $0,138$ (Tabela 5).

Os frutos apresentaram média de $1,51$ para formato, que os caracteriza como alongado ($C/D > 1,5$), podendo ser inseridos no segmento Italiano/*Saladette* (Tabela 3). Nas estimativas da CGC, as linhagens 1 (TOM-542), 3 (TOM-692) e 6 (TOM-734) apresentaram maiores estimativas de g_2 , o que indica um incremento da relação C/D dos frutos nos híbridos de que participam e os torna particularmente interessantes para uso como genitores de híbridos do tipo Italiano (Tabela 4). As linhagens 4 (TOM-698), 8 (TOM-684) e 9 (UQMS-685-hip-verde) mostraram valores negativos de \hat{g}_2 , o que significa que elas contribuem para a redução da relação C/D . No Grupo II, a linhagem TOM-720 exibiu a maior CGC e é mais apropriada do que a linhagem TOM-723 para uso como genitora de híbridos do tipo Italiano.

Para o teor de sólidos solúveis ocorreram diferenças significativas para a CGC, tanto entre os progenitores do Grupo I quanto para os do Grupo II, o que denota a existência de ao menos uma linhagem significativamente diferente das demais dentro de cada grupo. No Grupo I, a amplitude de variação entre as CGC foi de $0,600$ °Brix, enquanto no Grupo II a amplitude foi de $0,416$ °Brix (Tabela 4). Não foram encontradas diferenças significativas para CEC (Tabela 3), o que sugere influência não significativa de efeitos não aditivos (CEC) na determinação desse caráter. Amaral Junior et al. (1999), em trabalho realizado com cultivares de tomateiro, obteve resultados diferentes ao desse estudo, onde relataram que os efeitos de dominância foram preponderantes sobre os aditivos para o teor de sólidos solúveis.

As linhagens 1 (TOM-542), 5 (TOM-732), 6 (TOM-734) e 7 (TOM-743), pertencentes ao Grupo I, apresentaram valores positivos para as estimativas de g_3 , considerando o caráter sólidos solúveis (Tabela 4). Dentro do Grupo II, a linhagem 1' (TOM-720) favorece o aumento do teor de sólidos solúveis em todos os cruzamentos de que participou, comportamento oposto ao da linhagem 2' (TOM-723).

A linhagem 1' (TOM-720), pertencente ao Grupo II, destacou-se por apresentar estimativas positivas de g_3 para produção total, massa média de frutos, formato e teor de sólidos solúveis, o que a torna um genitor potencialmente útil na obtenção de híbridos do tipo Italiano (Tabela 4). Sua inferioridade relativa a 2' (TOM-723) no tocante à firmeza poderá, no futuro, ser corrigida com a introgressão, em TOM-720, do alelo *nor^A*, que confere maior conservação pós-colheita. No Grupo I, para a linhagem 1 (TOM-542) foram obtidas estimativas positivas de g_3 para todas as características avaliadas, e a linhagem 6 (TOM-734) apresentou as maiores estimativas para formato e teor de sólidos solúveis, características importantes a serem consideradas na obtenção de híbridos do tipo Italiano.

No tocante à CEC, para produção total, as combinações híbridas $9 \times 1'$ [F1(UQMS-685-hip-verde x TOM-720)], $3 \times 2'$ [F1(TOM-692 x TOM-723)], $2 \times 1'$ [F1(TOM-580

x TOM-720)] e $8 \times 1'$ [F1(TOM-684 x TOM-720)] apresentaram maiores estimativas de s_{ij} (Tabela 5), sendo que os híbridos $2 \times 1'$ e $8 \times 1'$ aliam estimativas positivas para g_1 e g_2 .

Com relação à massa média de frutos, as estimativas mais elevadas de s_{ij} foram encontradas nas combinações híbridas $6 \times 1'$ [F1(TOM-734 x TOM-720)], $4 \times 2'$ [F1(TOM-698 x TOM-723)], $3 \times 2'$ [F1(TOM-692 x TOM-723)] e $9 \times 1'$ [F1(UQMS-685-hip-verde x TOM-720)].

Os maiores efeitos de s_{ij} para o caráter formato de fruto foram apresentados pelos híbridos $3 \times 2'$ [F1(TOM-692 x TOM-723)], $5 \times 2'$ [F1(TOM-732 x TOM-720)], $2 \times 1'$ [F1(TOM-580 x TOM-720)] e $7 \times 1'$ [F1(TOM-743 x TOM-720)]. Todas as combinações possuem um dos progenitores com CGC positiva.

A combinação híbrida $9 \times 1'$ [F1(UQMS-685-hip-verde x TOM-720)] associa estimativas elevadas de s_{ij} para produção total e massa média por fruto e corresponde ao híbrido com maior média para essas características, com valores, respectivamente, de $54,32$ t ha⁻¹ e $114,79$ g fruto⁻¹ (Tabela 7). Também apresentou estimativa positiva de s_{ij} para sólidos solúveis, porém não significativamente diferente dos demais híbridos em relação a CEC.

A combinação híbrida $6 \times 1'$ foi o híbrido que apresentou maior média de sólidos solúveis e relação C/D , com $5,15$ °Brix e $1,89$, respectivamente (Tabela 7), sendo ele o resultado da combinação entre as linhagens TOM-734 e TOM-720 que apresentou maiores estimativas de CGC para ambas as características (Tabela 4). Devido à predominância dos efeitos aditivos nessas características, linhagens superiores poderão ser obtidas a partir dessa combinação híbrida, aumentando-se a relação C/D e o teor de sólidos solúveis nos frutos por meio de melhoramento genético, realizando-se seleção de genótipos segregantes superiores em gerações avançadas.

As variações entre as CGC foram maiores dentro Grupo II do que dentro do Grupo I para todas as características estudadas, exceto formato de fruto. A linhagem TOM-720, pertencente ao Grupo II, apresentou maior CGC para todas as características estudadas, exceto firmeza, e, dentro do Grupo I, a linhagem 1 (TOM-542) mostrou-se com capacidades gerais de combinação favoráveis para todas as características estudadas, enquanto a linhagem 6 (TOM-734) destacou-se por sua capacidade geral de combinação favorável para firmeza, formato e teor de sólidos solúveis, características de importância marcante para tomates do tipo Italiano.

Avaliação agrônômica

Além de serem potencialmente promissoras para continuação dos programas de melhoramento, as linhagens, quando combinadas, precisam ser capazes de gerar híbridos que tenham um desempenho agrônômico superior ou semelhante aos materiais comerciais existentes. Os híbridos

avaliados apresentam diferenças significativas entre si ($p < 0,01$) para todas as variáveis agrônômicas (Tabela 6).

A produção total variou entre 63,65 t ha⁻¹, para a testemunha Tyna, a 28,45 t ha⁻¹, para o híbrido F1 (TOM-718 x TOM-723). Os híbridos do dialelo F1 (UQMS-685-hipverde x TOM-720), F1 (TOM-580 x TOM-720) e F1 (TOM-684 x TOM-720), provenientes do cruzamento

com a linhagem TOM-720, que apresentou CGC positiva para produção total (Tabela 4), foram os que apresentaram maiores rendimentos, não diferindo da testemunha Giuliana (Tabela 7).

Os híbridos adicionais F1 (NC-2Y x TOM-720), F1 (NC-2Y x TOM-723) e a testemunha Giuliana apresentaram frutos com maior massa média (Tabela 7). Os híbridos do

Tabela 6. Resumo da análise de variância para os caracteres produção total, massa média por fruto, firmeza, formato e sólidos solúveis de 28 genótipos de tomateiro; Lavras (MG), UFLA, 2012

Fonte de variação	Quadrados médios				
	Produção total (t.ha ⁻¹)	Massa média por fruto (g.fruto ⁻¹)	Firmeza (nº dias)	Formato (relação C/D)	Sólidos solúveis (ºBrix)
Tratamentos (27 GL)	352,371**	811,605**	18,363**	0,174**	0,364**
Bloco (3 GL)	23,039 ^{ns}	685,30634**	1,569 ^{ns}	0,0049 ^{ns}	0,083 ^{ns}
Resíduo	19,118	70,305	2,950	0,0036	0,078
GL resíduo	81	81	80	81	81
Média	42,17	104,08	19,20	1,50	4,75
CV(%)	10,37	8,05	8,95	4,01	5,90

ns, **: não significativo e significativo, respectivamente, a 0,01 de significância pelo teste F; GL: grau de liberdade; relação C/D, em que C e D são o comprimento e o diâmetro do fruto, respectivamente; CV (%): coeficiente de variação.

Tabela 7. Estimativas das médias dos caracteres para produção total, massa média por fruto, firmeza, formato e sólidos solúveis de 28 genótipos de tomate; Lavras, (MG), UFLA, 2012

Tratamento	Produção total (t.ha ⁻¹)	Massa média por fruto (g.fruto ⁻¹)	Firmeza (nº dias)	Formato (relação C/D)	Sólidos solúveis (ºBrix)
1x1' = F1 (TOM-542 x TOM-720)	49,583 c	105,348 c	18,855 a	1,714 b	5,013 a
2x1' = F1 (TOM-580 x TOM-720)	54,133 b	114,723 b	16,732 b	1,633 c	4,881 a
3x1' = F1 (TOM-692 x TOM-720)	43,453 c	98,220 c	18,661 a	1,542 d	4,793 a
4x1' = F1 (TOM-698 x TOM-720)	48,233 c	98,206 c	16,771 b	1,415 e	5,131 a
5x1' = F1 (TOM-732 x TOM-720)	44,651 c	104,399 c	15,123 b	1,506 e	5,068 a
6x1' = F1 (TOM-734 x TOM-720)	44,414 c	113,976 b	19,426 a	1,888 a	5,150 a
7x1' = F1 (TOM-743 x TOM-720)	48,128 c	107,651 c	15,552 b	1,620 c	4,931 a
8x1' = F1 (TOM-684 x TOM-720)	53,697 b	112,813 b	17,493 b	1,340 f	4,831 a
9x1' = F1 (UQMS-685-hipverde x TOM-720)	54,329 b	114,790 b	16,969 b	1,311 g	4,943 a
1x2' = F1 (TOM-542 x TOM-723)	36,485 d	100,637 c	20,721 a	1,571 d	4,606 b
2x2' = F1 (TOM-580 x TOM-723)	34,432 d	98,073 c	19,541 a	1,440 e	4,456 b
3x2' = F1 (TOM-692 x TOM-723)	40,570 d	99,759 c	20,323 a	1,601 c	4,700 b
4x2' = F1 (TOM-698 x TOM-723)	39,140 d	105,274 c	19,609 a	1,425 e	4,762 a
5x2' = F1 (TOM-732 x TOM-723)	34,619 d	95,935 c	19,569 a	1,548 d	5,087 a
6x2' = F1 (TOM-734 x TOM-723)	31,819 e	83,785 d	21,162 a	1,750 b	4,562 b
7x2' = F1 (TOM-743 x TOM-723)	33,749 d	94,029 d	22,000 a	1,437 e	4,475 b
8x2' = F1 (TOM-684 x TOM-723)	34,435 d	96,344 c	22,000 a	1,207 h	4,125 c
9x2' = F1 (UQMS-685-hipverde x TOM-723)	28,704 e	95,807 c	21,569 a	1,274 g	4,225 c
Giuliana-F1 (Testemunha)	57,932 b	130,075 a	19,314 a	1,496 e	4,662 b
Tyna-F1 (Testemunha)	63,653 a	108,767 c	20,647 a	1,368 f	4,137 c
F1 (TOM-650 x TOM-720)	43,849 c	90,315 d	19,470 a	1,343 f	4,975 a
F1 (NC-2Y x TOM-720)	44,992 c	139,437 a	14,954 b	1,147 h	4,944 a
F1 (NC-2Y x TOM-723)	30,386 e	135,268 a	20,910 a	1,231 h	4,312 c
F1 (TOM-727 x TOM-720)	47,506 c	113,776 b	21,362 a	1,860 a	5,037 a
F1 (TOM-719 x TOM-723)	42,739 c	89,182 d	20,031 a	1,682 c	4,644 b
F1 (TOM-718 x TOM-723)	28,447 e	80,182 d	21,458 a	1,837 a	4,887 a
F1 (TOM-720 x TOM-723)	34,939 d	91,449 d	20,980 a	1,726 b	4,562 b
F1 (TOM-658 x BPX-381G-10-05-03-01BULK)	31,903 e	96,289 c	16,405 b	1,213 h	5,019 a
Coefficiente de variação	10,367	8,055	8,948	4,012	5,901

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância; relação C/D, em que C e D são o comprimento e o diâmetro do fruto, respectivamente.

dialelo F1(UQMS-685-hipverde x TOM-720), F1 (TOM-580 x TOM-720), F1 (TOM-734 x TOM-720), F1 (TOM-684 x TOM-720) e o híbrido adicional F1 (TOM-727 x TOM-720) apresentaram valores de massa média de frutos satisfatórios, sendo significativamente superiores à testemunha Tyna e inferiores à testemunha Giuliana e aos híbridos adicionais F1 (NC-2Y x TOM-720) e F1 (NC-2Y x TOM-723). Observa-se que os híbridos do dialelo que foram mais promissores para esse caráter possuem a linhagem TOM-720, com elevada CGC para massa média de frutos, como um dos genitores.

Em geral, os híbridos apresentaram boa conservação pós-colheita, sendo que a conservação variou entre 22 dias, no híbrido do dialelo F1(TOM- 684 x TOM-723), a 14,95 dias, no híbrido adicional F1 (NC-2Y x TOM-720). Híbridos do dialelo e híbridos adicionais, com firmeza no intervalo de 22 dias a 18,66 dias não diferiram significativamente entre si, sendo que as testemunhas encontram-se nesse intervalo (Tabela 7). Pôde-se observar que, em geral, os híbridos com maiores firmeza possuem como um dos genitores a linhagem TOM-723, portadora do gene mutante de amadurecimento alcobaça *nor^A*, que confere maior conservação pós-colheita, mesmo quando em heterozigose, como observado por Andrade Junior et al. (2005) e Cá et al. (2006). Os cruzamentos dialélicos realizados com o genitor TOM-723 não diferiram significativamente das testemunhas quanto à firmeza.

Em relação ao formato, o híbrido do dialelo F1(TOM-734 x TOM-720) e os híbridos adicionais F1(TOM-727 x TOM-720) e F1 (TOM-718 x TOM-723) apresentaram maior relação entre comprimento e diâmetro (C/D), não diferindo entre si (Tabela 7). Os híbridos do dialelo F1 (TOM-734 x TOM-723) e F1 (TOM-542 x TOM-720) e o híbrido adicional F1 (TOM-720 x TOM-723) também apresentaram elevada relação C/D, com 1,75, 1,71 e 1,73, respectivamente. A relação C/D foi de 1,49 e 1,36 para as testemunhas Guiliana e Tyna, respectivamente, sendo inferiores a 1,5, portanto essas testemunhas talvez não sejam materiais que possam ser classificados estritamente como *saladettes* ou italiano, visto que não apresentaram um formato alongado pronunciado, principal característica que classifica os tomates nesse grupo. Como pode ser observado, as testemunhas são inferiores à maioria dos híbridos experimentais avaliados, principalmente quando comparadas aos híbridos com as maiores relações C/D.

Dos 28 híbridos avaliados, 16 apresentaram elevado teor de sólidos solúveis, não diferindo entre si e sendo superiores às testemunhas Guiliana e Tyna (Tabela 7). O teor de Brix elevado para a maioria dos híbridos experimentais avaliados pode ser explicado pela utilização de genitores do tipo *Saladatte*, que apresentam bons níveis de sólidos solúveis, e que devido aos efeitos predominantemente aditivos, para essa característica, incrementaram o teor de sólidos solúveis nos híbridos. A testemunha Tyna foi inferior a todos os

híbridos experimentais avaliados, com exceção do híbrido F1 (TOM-684 x TOM-723).

A produtividade é uma característica importante, porém quando se considera tomates do grupo Italiano, a produtividade por si só não é suficiente, devem-se considerar características visuais e organolépticas que representam esse grupo, como o formato, o tamanho de fruto e o sabor adocicado.

Os híbridos do dialelo F1 (TOM-542 x TOM-720), F1 (TOM-580 x TOM-720), F1 (TOM-734 x TOM-720) e o híbrido adicional F1 (TOM-727 x TOM-720) obtiveram boa performance para sólidos solúveis, formato, firmeza, massa média de frutos e desempenho satisfatório para produção total. A testemunha Tyna apresentou maior produção total, porém foi inferior a esses híbridos em relação ao formato e ao teor de sólidos solúveis, características essenciais dos tomates do tipo Italiano. O mesmo aconteceu com a testemunha Giuliana, porém a sua produção total foi similar ao híbrido F1 (TOM-580 x TOM-720).

4. CONCLUSÃO

Houve predominância dos efeitos gênicos aditivos, o que favorece a obtenção de linhagens superiores por meio de seleção de genótipos em populações segregantes provenientes de combinações híbridas promissoras para as características avaliadas.

A linhagem TOM-720 apresenta potencial para ser utilizada como linhagem elite na produção de híbridos do tipo Italiano, podendo ser melhorada em relação ao caráter firmeza por meio da introgressão de genes mutantes de amadurecimento.

Os híbridos experimentais F1 (TOM-734 x TOM-720), F1 (TOM-542 x TOM-720), F1 (TOM-580 x TOM-720) e F1 (TOM-727 x TOM-720) apresentaram bom desempenho agrônomico, constituindo-se possíveis materiais comerciais.

REFERÊNCIAS

- AMARAL JUNIOR, A.T.; CASALI, V.W.D.; CRUZ, C.D.; FINGER, F.L. Inferências genéticas na produção e qualidade de tomateiro sob cruzamento dialélico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, p.1407-1416, 1999. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X1999000800013>
- ANDRADE JUNIOR, V.C.; MALUF, W.R.; FARIA, M.V.; BENITES, F.R.G.; SANTOS JÚNIOR, A.M. Yield and fruit quality of tomato hybrids heterozygous for ripening and color mutant alleles. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, p.555-561, 2005.
- ANDREUCCETTI, C.; FERREIRA, M.D.; TAVARES, M. Perfil dos compradores de tomate de mesa em supermercados da região de Campinas. *Horticultura Brasileira*, v.23, p.148-153, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362005000100031>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS - ABCSEM. Tomate lidera crescimento e lucratividade

- no setor de hortaliças. Campinas, 2010. Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br/noticia.php?cod=284>>. Acesso: 16 jan. 2012.
- 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*, v.41, p.1377-1384, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006000900005>
- CALBO, A.G.; CALBO, M.E. Medição e importância do potencial de parede. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v.1, p.41-45, 1989.
- CALBO, A.G.; NERY, A.A. Medida de firmeza em hortaliças pela técnica de aplanção. *Horticultura Brasileira*, v.12, p.14-18, 1995.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 480p.
- CRUZ, C.D. Programa Genes: versão Windows. Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648p.
- GARG, N.; CHEEMA, D.S.; CHAWLA, N. Manifestation of heterosis for fruit yield, quality and shelf-life in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) hybrids incorporating rin, nor or alc alleles in main-and late-seasons of north Indian plains. *Vegetable Science*, v.40, p.28-33, 2014.
- GIORDANO, L.B.; BOITEAUX, L.S.; CARRIJO, A.O.; MELO, P.C.T. Tomate San Vito: sabor na salada. *Revista Cultivar Hortaliças e Frutas*, v.22, p.26-28, 2003.
- GRIFFING, B. Concep of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Science*, v.9, p.463-493, 1956.
- KIM, H-J.; LEE, H-R.; HYUN, J. Y.; HONG, D. O.; WON, D-C.; HARN, C. H. A SCAR Marker Linked to ripening-inhibitor in Tomato. *Korean Journal of Breeding Science*, v.45, p.104, 2013. <http://dx.doi.org/10.9787/KJBS.2013.45.2.104>
- MACIEL, G.M.; MALUF, W.R.; SILVA, V.F.; GONÇALVES NETO, A.C.; NOGUEIRA, D.W.; GOMES, L.A.A. heterose e capacidade combinatória de linhagens de tomateiro ricas em açúcares. *Ciência e Agrotecnologia*, v.34, p.1161-1167, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000500012>
- NASCIMENTO, I.R. Cresce a demanda por mini tomate italiano. *Revista Campo & Negócios HF*, v.70, p.42-43, 2011.
- PÁDUA, T.R.P.; GOMES, L.A.A.; MALUF, W.R.; CARVALHO FILHO, J.L.S.; GONÇALVES NETO, A.C.; ANDRADE, M.C. Capacidade combinatória de híbridos detomateiro de crescimento determinado, resistentes a *Begomovirus* e *Tospovirus*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.45, p.818-825, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2010000800007>
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 271p.
- R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING. R: a language and environment for statistical computing. Vienna, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>.
- SILVA, R.T.D.; SOUZA NETA, M.L.D.; SOUZA, A.A.T.; OLIVEIRA, F.D.A.D.; OLIVEIRA, M.K.T.D.; PAMPLONA, J.D.P. Caracterização dos consumidores de tomate no município de Apodi-RN. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v.9, p.104-109, 2013.