

**CAPACIDADE COMBINATÓRIA,
RESISTÊNCIA A TOSPOVÍRUS E
BEGOMOVÍRUS E PRODUTIVIDADE DE
HÍBRIDOS DE TOMATEIRO DE
CRESCIMENTO DETERMINADO**

TULLIO RAPHAEL PEREIRA DE PÁDUA

2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

TULLIO RAPHAEL PEREIRA DE PÁDUA

**CAPACIDADE COMBINATÓRIA, RESISTÊNCIA A TOSPOVÍRUS E
BEGOMOVÍRUS E PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS DE
TOMATEIRO DE CRESCIMENTO DETERMINADO**

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

Orientador

Prof. Dr. Luiz Antonio Augusto Gomes

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

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

Pádua, Tullio Raphael Pereira de.

Capacidade combinatória, resistência a tospovírus e begomovírus e produtividade de híbridos de tomateiro de crescimento determinado / Tullio Raphael Pereira de Pádua. – Lavras : UFLA, 2010.

62 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Luiz Antonio Augusto Gomes.

Bibliografia.

1. *Solanum lycopersicon*. 2. Capacidade combinatória. 3. Resistência a doenças. 4. Variedade resistente. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 635.6423

TULLIO RAPHAEL PEREIRA DE PÁDUA

**CAPACIDADE COMBINATÓRIA, RESISTÊNCIA A TOSPOVÍRUS E
BEGOMOVÍRUS E PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS DE
TOMATEIRO DE CRESCIMENTO DETERMINADO**

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

APROVADA em 26 de fevereiro de 2010

Profa. Dra. Cibelle Vilela Andrade Fiorini	UFRRJ
Prof. Dr. Ernani Clarete da Silva	UFSJ/Sete Lagoas
Prof. Dr. Luciano Donizeti Gonçalves	IFMG/Campus Bambuí
Prof. Dr. Rovilson José de Souza	UFLA

Prof. Dr. Luiz Antonio Augusto Gomes

UFLA

(Orientador)

LAVRAS

MINAS GERAIS – BRASIL

Aos meus pais, Cláudio e Maria Francisca.

Aos meus irmãos, Paulo e Amaryllis

OFEREÇO

Aos meus filhos queridos, Ana Cecília e João Gabriel,
razão de minha alegria e determinação na vida.

A minha esposa, Silvana, meu grande amor e porto seguro,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade da vida e do trabalho como forma de aprender e crescer.

A minha família, pelo amparo, carinho e amor que norteiam minhas atitudes.

Ao Prof. Dr. Luiz Antonio Augusto Gomes, exemplo de profissional a seguir, pela amizade, ensinamentos, paciência e orientação que serão levados por toda a vida.

Aos professores do Departamento de Agricultura, pelos ensinamentos durante o doutorado.

Aos funcionários da Hortiagro Sementes Ltda., em especial Paulo Moretto e Vicente Licursi, pela amizade, companheirismo e ajuda na condução dos experimentos desenvolvidos.

Aos amigos Renan, Marllon, Leandro, Linda, Júlia, Nilmar, Aloísio, Alexandre Alonso e aos sobrinhos Amanda, André e Cláudio, pelo apoio e presença durante a condução destes trabalhos.

Aos colegas de UFLA e de Pós-Graduação Eduardo, Daniela, Gabriel, Zezin, Sindynara e Marcela, a minha gratidão.

Ao meu grande irmão da Olericultura, Álvaro, pela atenção e apoio em todos os momentos.

A Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realizar o doutorado.

Ao CNPq, pela concessão de bolsa de estudos.

A todos os colegas de pós-graduação em Fitotecnia/UFLA, pelo convívio e amizade.

E a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho, **MUITO OBRIGADO.**

SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL	i
ABSTRACT	ii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
ARTIGO 1: Capacidade combinatória de genótipos de tomateiro com hábito de crescimento determinado, resistentes a Begomovírus e Tospovírus.....	8
1 Resumo	8
2 Abstract.....	9
3 Introdução	10
4 Material e Métodos	12
5 Resultados e Discussão	18
5.1 Produção total de frutos	18
5.2 Produção precoce de frutos.....	19
5.3 Massa fresca média dos frutos	20
5.4 Formato do fruto	21
5.5 Firmeza inicial	22
5.6 Meia-vida de firmeza	23
6 Conclusões.....	24
7 Agradecimentos	25
8 Referências bibliográficas.....	26
ANEXO A	28
ARTIGO 2: Produtividade e avaliação de genótipos de tomateiro para resistência a <i>Begomovírus</i> e seleção assistida por marcadores moleculares a Tospovírus...32	
1 Resumo	32
2 Abstract.....	33

3	Introdução	34
4	Material e Métodos	36
4.1	Avaliação dos híbridos experimentais de tomateiro quanto à resistência a begomovírus, utilizando inoculação por enxertia	36
4.2	Obtenção do inóculo, processo de enxertia e avaliação dos tratamentos quanto à resistência a begomovírus	38
4.3	Presença do alelo Sw-5 que confere resistência a tospovírus	39
4.4	Avaliação agronômica	40
5	Resultados e Discussão	42
5.1	Avaliação de genótipos de tomateiro quanto à resistência a begomovírus via inoculação por enxertia	42
5.2	Caracterização molecular de genótipos de tomateiro quanto à presença do alelo Sw-5 que confere resistência a tospovírus	44
5.3	Avaliação agronômica	45
5.3.1	Produção precoce	45
5.3.2	Produção total	46
5.3.3	Massa média de frutos	46
5.3.4	Firmeza inicial e meia vida de firmeza	47
6	Conclusões	49
7	Agradecimentos	50
8	Referências bibliográficas	51
9	Considerações Finais	55
	ANEXO A	56
	ANEXO B	61

RESUMO

PÁDUA, Tullio Raphael Pereira de. **Capacidade combinatória, resistência a tospovírus e begomovírus e produtividade de híbridos de tomateiro de crescimento determinado**. 2010. 62 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Este trabalho foi realizado com os objetivos de: avaliar a capacidade combinatória de linhagens de tomateiro de crescimento determinado, resistentes a begomovírus e a tospovírus e a identificação de combinações híbridas superiores; avaliar híbridos experimentais de tomateiro quanto à resistência a begomovírus e caracterizar, por meio de seleção assistida por marcadores moleculares, híbridos de tomateiro de crescimento determinado resistentes a tospovírus portadores do alelo de resistência *Sw-5* e avaliar o potencial para produção total, produção precoce, massa média dos frutos, formato de frutos, firmeza inicial e meia vida da firmeza dos frutos, por meio de um ensaio agrônomo. Os materiais testados consistiram de 14 híbridos experimentais provenientes do cruzamento de 7 genitores femininos (grupo I) e 2 genitores masculinos (grupo II). As linhagens genitoras TOM-680, TOM-682 e TOM-585 são superiores para produção total, produção precoce e massa média de frutos caracterizando-se em bons materiais para o desenvolvimento de híbridos superiores. O híbrido (TOM-682 X TOM-698) é superior aos demais, apresentando estimativas positivas para produção total, produção precoce e massa média dos frutos. Os efeitos aditivos são mais importantes para as características de produção total, massa média de frutos, firmeza inicial e meia vida de firmeza. Os 14 híbridos experimentais mais 4 híbridos comerciais e 1 linhagem materna foram avaliados quanto à resistência a begomovírus, por meio de inoculação via enxertia e caracterizados, quanto à presença do alelo *Sw-5*, por marcador molecular SCAR-Sw-421. Os resultados obtidos demonstraram que os híbridos experimentais com constituição genotípica *Ty-1/Ty-1⁺* apresentaram sintomas intermediários para geminivírus, quando comparados ao material homocigoto resistente (*Ty-1/Ty-1*) e aos genótipos suscetíveis (*Ty-1⁺/Ty-1⁺*), sendo considerados parcialmente resistentes ao begomovírus. Os resultados obtidos por meio da seleção assistida por marcadores moleculares indicam a presença do alelo *Sw-5* conferindo resistência a todos os híbridos experimentais, exceto para TEX-282.

* Comitê orientador: Dr. Luiz Antonio Augusto Gomes – UFLA (Orientador), Dr. Wilson Roberto Maluf - UFLA

ABSTRACT

PÁDUA, Tullio Raphael Pereira de. **Combining ability, tospovirus and begomovirus resistance in tomato hybrids of determinate growth habit.** 2010. 62 p. Thesis (Doctorate in Crop Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.*

This paper has a interest to infer about the abilities combining of determinate growth habit tomato lines resistant to both begomovirus and tospovirus, and the identification of hybrid combinations among them, to assess resistance to begomovirus of the tomato hybrids experimental, and to characterize, via molecular marker, tomato hybrids with resistance to Tospovirus and the respective resistance allele *Sw-5*. Fourteen experimental hybrids were obtaining by crossing seven parental lines (group I) that were used as seed parents, with two parental lines (group II) used as pollen sources, in a partial diallel cross. Lines parental TOM-680, TOM-682 and TOM-585 stood out in group I for their higher general combining ability values (g_i) for total yield, mean fruit mass and early yield being considered quality materials for the development of superior hybrid. The experimental hybrid (TOM-682 X TOM-698) was superior to the others, presenting positive estimates for total yield, early yield and mean fruit mass. The genetics additive effects are more important for the characteristics of total yield, mean fruit mass, fruit firmness at the breaker stage and for firmness half-life. The 14 experimental hybrids were tested for begomovirus symptoms after graft inoculation with infected plants, more 4 commercial hybrid and 1 maternal lineage were appraised with relationship to the resistance the begomovirus, besides 1 parental line and 4 commercial hybrid checks. Symptoms were assessed in a scale of notes and characterized with relationship to the presence of the allele *Sw-5* via molecular marker SCAR-*Sw-421*. The results demonstrated that all the experimental hybrids ($Ty-I/Ty-I^+$) showed begomovirus symptoms rated between 2 and 3, intermediate between those of the homozygous resistant lines ($Ty-I/Ty-I$) and those of the susceptible hybrid checks ($Ty-I^+/Ty-I^+$). The results obtained through the selection assisted by molecular markers indicate the presence of the allele *Sw-5* checking resistance to all experimental hybrid except for TEX-282.

* Committee advisor: Dr. Luiz Antonio Augusto Gomes – UFLA (Major Professor), Dr. Wilson Roberto Maluf - UFLA

INTRODUÇÃO GERAL

O tomate ocupa lugar de destaque no cenário agrícola nacional, sendo a hortaliça fruto mais produzida e consumida no Brasil e um dos grandes responsáveis pela fixação do homem no campo.

Nos últimos anos, doenças de natureza virótica têm causado elevadas perdas na produção do tomate. Dentre estas, destacam-se a tospovirose, ou vira-cabeça do tomateiro, que pode ser responsável por grandes quedas de produção em épocas quentes e secas (Maluf et al., 1991) e a geminivirose, que é a principal responsável pela queda na produção do tomate ocorrida nos últimos anos (Lourenção et al., 2004).

O vira-cabeça do tomateiro pode ocasionar perdas de até 30% para a produção de frutos (Ferraz et al., 2003), enquanto dados levantados por Faria et al. (2000) apontam perdas de produção, ocasionada por geminivírus, no Distrito Federal e no estado de Minas Gerais, da ordem de 40% a 100% para tomate de consumo *in natura*.

O tospovírus é transmitido pelo inseto conhecido como tripes (*Frankliniella schultzei* e *F. occidentalis*). O gênero Tospovírus apresenta quatro espécies que infectam a cultura do tomateiro, que são o *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), o *Tomato chlorotic spot virus* (TCSV), o *Groundnut ringspot virus* (GRSV) (Nagata et al., 1995) e o *Impatiens necrotic spot virus* (INSV), ainda não detectado no Brasil, conforme Kimati et al. (2005). Segundo Nagata et al. (1995), a espécie TSWV foi dominante em amostras no estado do Paraná e no Distrito Federal, enquanto TCSV apresentou predominância no estado de São Paulo; já GRSV foi encontrado no estado de Pernambuco.

Os primeiros relatos sobre a tospovirose, ou doença do vira-cabeça do tomateiro, no Brasil, aconteceram no final da década de 1930 e início da década

de 1940, como observado no trabalho de Costa (1944), em que o autor descreve a sintomatologia e a sua importância econômica para a cultura do tomateiro.

De maneira geral, os sintomas de infecção por tospovírus relatados na literatura são folhas do ápice da planta arqueadas para baixo, redução do crescimento, folíolos do ápice apresentando enrolamento e tornando-se arroxeados ou bronzeados, com pontos necróticos escuros, arredondados ou alongados que podem formar anéis e frutos de menor tamanho com áreas cloróticas (Pozzer et al., 1996).

Já a geminivirose é causada por espécies de vírus pertencentes ao gênero Begomovirus capazes de infectar o tomateiro. Essas espécies de geminivírus possuem genoma com uma ou duas moléculas de DNA circular de fita simples, como a espécie *Tomato yellow vein streak virus* (TYVSV) (Matos et al., 2003).

Os sintomas iniciam-se nas folhas mais novas do tomateiro, sob a forma de amarelecimento das nervuras e mosaico-amarelo (coloração verde e amarela), que termina por se distribuir por toda a folha, a partir da região do pecíolo. Os folíolos de toda a planta mostram enrolamento, além de a planta apresentar pouca floração e frutos menores com áreas descoloridas (Ribeiro et al., 1994; Rezende et al., 1996).

A grande dificuldade em se conter o avanço desta doença sobre os campos de produção de tomate está no controle da mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B), um inseto de hábito alimentar polífago, o que favorece a sua disseminação e dificulta o seu controle (Faria et al., 2000; Jones, 2003).

Tanto o trips (*Frankliniella schultzei* e *F. occidentalis*) quanto a mosca-branca (*Bemisia argentifolii*) podem ser controlados por meio de pulverizações com defensivos agrícolas. Contudo, os resultados nem sempre são os esperados, havendo a possibilidade de o inseto migrar para outras plantas hospedeiras ou ocasionar a seleção de indivíduos resistentes aos produtos químicos pela

utilização contínua dos mesmos sobre a lavoura, além de aumentar os custos de produção e os riscos de contaminação ao meio ambiente.

Como os métodos de controle químico para os vetores dessas doenças não apresentam resultados satisfatórios, o caminho mais viável para diminuir os efeitos da queda de produtividade ocasionada por viroses seria a utilização de genótipos com alto potencial produtivo, resistentes a tospovírus e geminivírus.

Programas de melhoramento visando introduzir genes de resistência a essas doenças em cultivares de tomateiro de elevado potencial produtivo são encontrados em diversas partes do mundo. Fontes de resistência a tospovírus e geminivírus podem ser encontradas em espécies silvestres de *Solanum lycopersicon* L. (Paterson et al., 1989; Stevens et al., 1992; Stevens et al., 1994; Roselló et al., 1998; Roselló et al., 1999; Santana et al., 2001; Castro et al., 2007). Assim, diversos trabalhos envolvendo pesquisa por plantas resistentes a estes vírus têm sido publicados no Brasil (Ferraz et al., 2003; Matos et al., 2003; Lourenção et al., 1997, 2004; Giordano et al., 2005; Nizio et al., 2008).

Um método que pode facilitar o processo de caracterização de genótipos resistentes a doenças é a seleção assistida por marcadores moleculares, como para o begomovírus (Nizio et al., 2008) e tospovírus (Nogueira, 2005).

A utilização de marcadores moleculares permite acelerar o processo de reconhecimento de materiais genéticos resistentes, não dependendo de condições ambientais para se realizar a seleção (Ferreira & Grattapaglia, 1998). Mas, durante o processo de obtenção de novas cultivares, é preciso avaliar as características de interesse agrônomo, tanto das linhagens como dos híbridos gerados a partir do cruzamento das mesmas. Como existe ampla gama de materiais com divergência genética e com potencial de serem utilizados, é importante o emprego de técnicas capazes de auxiliar na escolha de progenitores mais adequados, como é o caso do cruzamento dialélico (Ramalho et al., 1993).

Esta técnica consiste em um sistema de cruzamento correspondente ao intercruzamento de n materiais, dois a dois, produzindo n^2 combinações possíveis, facilitando o entendimento dos efeitos genéticos envolvidos na determinação dos caracteres, por meio da capacidade geral de combinação (CGC) e da capacidade específica de combinação (CEC) (Cruz et al., 2004). Segundo Bueno et al. (2006), a CGC mede o comportamento médio de uma linhagem em uma série de combinações híbridas, enquanto a CEC mede o comportamento de uma linhagem quando cruzada com outra, ou seja, a capacidade de produção de híbridos específicos superiores, correspondendo ao desvio do comportamento médio em relação à capacidade geral de combinação.

Este trabalho foi realizado com os objetivos de avaliar a capacidade combinatória de linhagens de tomateiro de hábito de crescimento determinado resistentes a tospovírus e begomovírus; avaliar genótipos de tomateiro quanto à resistência a begomovírus e caracterizar, por meio de marcador molecular, híbridos de tomateiro portadores do alelo de resistência *Sw-5*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento de plantas**: princípios e procedimentos. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006. 319 p.
- CASTRO, A. P.; DÍEZ, M. J.; NUEZ, F. Inheritance of *Tomato yellow leaf curl virus* resistance derived from *Solanum pimpinellifolium* UPV16991. **Plant Disease**, Quebec, v. 91, n. 7, p. 879-885, July 2007.
- COSTA, A. S. Observações sobre vira-cabeça em tomateiros. **Bragantia**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 489-507, 1944.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. de S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. v. 1, 480 p.
- FARIA, J. C.; BEZERRA, I. C.; ZERBINI, F. M.; RIBEIRO, S. G.; LIMA, M. F. Situação atual das geminiviroses no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 125-137, jun. 2000.
- FERRAZ, E.; RESENDE, L. V.; LIMA, G. S. A.; SILVA, M. C. L.; FRANÇA, J. G. E.; SILVA, D. J. Redenção: nova cultivar de tomate para a indústria resistente a geminivírus e tospovírus. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 578-580, jul./set. 2003.
- FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análises genéticas**. 3. ed. Brasília: EMBRAPA-CENARGEM, 1998. 220 p.
- GIORDANO, L. B.; SILVA-LOBO, V. L.; SANTANA, F. M.; FONSECA, M. E. N.; BOITEUX, L. S. Inheritance of resistance to the bipartite *Tomato chlorotic mottle begomovirus* derived from *Lycopersicon esculentum* cv. 'Tyking'. **Euphytica**, Netherlands, v. 143, n. 1/2, p. 27-43, Jan. 2005.
- JONES, D. R. Plant viruses transmitted by whiteflies. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 109, n. 3, p. 195-219, Mar. 2003.
- KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, 663 p.

LOURENÇÃO, A. L.; MELO, A. M. T.; SIQUEIRA, W. J.; COLARICCIO, A.; MELO, P. C. T. Avaliação da resistência de acessos de tomateiro a tospovírus e a geminivírus. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 193-196, abr./jun. 2004.

LOURENÇÃO, A. L.; NAGAI, H.; SIQUEIRA, W. J.; USBERTI FILHO, J. A.; MELO, A. M. T. Seleção de tomateiros resistentes a tospovírus. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 1, p. 21-31, 1997.

MALUF, W. R.; TOMA-BRAGHINI, M.; CORTE, R. D. Progress in breeding tomatoes for resistance to *Tomato Spotted Wilt*. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 2, p. 509-525, 1991.

MATOS, E. S.; SIQUEIRA, W. J.; LOURENÇÃO, A. L.; MELO, A. M. T.; SAWAZAKI, H. E.; SOUZA-DIAS, J. A. C.; COLARICCIO, A. Resistência de genótipos de tomateiro a um isolado de geminivírus do cinturão verde de Campinas, São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 159-165, mar./abr. 2003.

NAGATA, T.; ÁVILA, C. de A.; TAVARES, P. C. T. de M.; BARBOSA, C. de J.; JULIATTI, F. C.; KITAJIMA, E. W. Ocorrência de tospovírus diferentes em seis estados do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 90-95, 1995.

NIZIO, D. A. C.; MALUF, W. R.; FIGUEIRA, A. R.; NOGUEIRA, D. W.; SILVA, V. F.; GONÇALVES NETO, A. C. Caracterização de genótipos de tomateiro resistentes a begomovírus por marcador molecular co-dominante ligado ao gene *Ty-1*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 12, p. 1699-1705, dez. 2008.

NOGUEIRA, D. W. **Seleção assistida pelo marcador molecular tipo SCAR 'Sw-421' para seleção de genótipos de tomateiro resistentes ao vira-cabeça**. 2005. 20 p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PATERSON, R. G.; SCOTT, S. J.; GERGERICH, R. C. Resistance in two *Lycopersicon* species to an Arkansas isolate of tomato spotted wilt virus. **Euphytica**, Netherlands, v. 43, n. 1/2, p. 173-178, Sept. 1989.

POZZER, L.; RESENDE, R. O.; LIMA, M. I.; KITAJIMA, E. W.;
GIORDANO, L. B.; ÁVILA, A. C. Tospovírus: uma visão atualizada. **Revisão
Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 4, p. 95-148, 1996.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; ZIMMERMANN, M. J. de O.
Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do
feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 271 p.

REZENDE, E. A.; FILGUEIRA, F. A. R.; ZERBINI, F. M.;
MACIELZAMBOLIM, E.; FERNANDES, J. J.; GILBERTSON, R. L. Tomato
infected with geminivirus in greenhouse conditions at Uberlândia, MG, Brazil.
Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 21, p. 424, 1996. Suplemento. Resumo.

RIBEIRO, S. G.; MELO, L. V.; BOITEUX, L. S.; KITAJIMA, E. W.; FARIA,
J. C. Tomato infection by a geminivirus in the Federal District, Brazil.
Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 19, p. 330, 1994. Suplemento. Resumo.

ROSELLÓ, S.; DÍEZ, M. J.; NUEZ, F. Genetics of tomato spotted wilt virus
resistance coming from *Lycopersicon peruvianum*. **European Journal of Plant
Pathology**, Netherlands, v. 104, n. 5, p. 499-509, July 1998.

ROSELLÓ, S.; SOLER, S.; DÍEZ, M. J.; RAMBLA, J. L.; RICHARTE, C.;
NUEZ, F. New sources for high resistance of tomato to the tomato spotted wilt
virus from *Lycopersicon peruvianum*. **Plant Breeding**, Berlin, v. 118, n. 5, p.
425-429, Oct. 1999.

SANTANA, F. M.; RIBEIRO, S. G.; MOITA, A. W.; MOREIRA JUNIOR, D.
J.; GIORDANO, L. B. Sources of resistance in *Lycopersicon* spp. to a bipartite
whitefly-transmitted geminivirus from Brazil. **Euphytica**, Wageningen, v. 122,
n. 3, p. 45-51, Dec. 2001.

STEVENS, M. R.; SCOTT, S. J.; GERGERICH, R. C. Inheritance of a gene for
resistance to tomato spotted wilt virus (TSWV) from *Lycopersicon peruvianum*
Mill. **Euphytica**, Netherlands, v. 59, n. 1, p. 9-17, Nov. 1992.

STEVENS, M. R.; SCOTT, S. J.; GERGERICH, R. C. Evaluation of seven
Lycopersicon species for resistance to tomato spotted wilt virus (TSWV).
Euphytica, Netherlands, v. 80, n. 1/2, p. 79-84, Jan. 1994.

ARTIGO 1

Capacidade combinatória de híbridos de tomateiro de crescimento determinado, resistentes a begomovírus e a tospovírus

(O artigo será transcrito no formato do Periódico Científico **Pesquisa Agropecuária Brasileira** e encaminhado para submissão)

Tullio Raphael Pereira de Pádua¹, Luiz Antonio Augusto Gomes¹, Wilson Roberto Maluf¹

⁽¹⁾Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras. Caixa Postal 3.037, CEP 37200-000. Lavras, MG. E-mail: trpp2000@yahoo.com.br, lagomes@dag.ufla.br, wrmaluf@dag.ufla.br

1 RESUMO

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a capacidade combinatória de linhagens de tomateiro com hábito de crescimento determinado resistentes a tospovírus e a begomovírus. O experimento foi realizado em casa de vegetação, sendo constituído por 14 híbridos obtidos do cruzamento de 7 linhagens femininas (grupo I) com 2 linhagens masculinas (grupo II), constituindo um dialelo parcial no qual foram avaliadas as seguintes características agrônômicas: produção total, produção precoce, massa média de frutos, formato, firmeza inicial e meia vida da firmeza. As linhagens genitoras 4 (TOM-680) e 5 (TOM-682), do grupo I, se destacaram por exibir as maiores estimativas de CGC para as características produção total, produção precoce e massa média de frutos, enquanto a linhagem 6 (TOM-585) se destacou para os maiores valores de produção total e massa média de frutos. Para o grupo II, a linhagem 2' (TOM-698) apresentou estimativas superiores para as características de produção total, produção precoce, massa média dos frutos e firmeza inicial dos frutos e o híbrido 5 x 2' (TOM-682 X TOM-698) apresentou a maior estimativa de $g_i + g_j + s_{ij}$ para produção total, produção precoce e meia vida da firmeza, sendo o mais promissor entre os materiais testados.

Termos para indexação: *Solanum lycopersicon* L., geminivírus, resistência, análise dialélica.

**Combining ability of tomato hybrids with determinate growth habit,
resistant to begomoviruses and Tospovirus**

2 ABSTRACT

This study aimed to evaluate the combining ability of tomato inbred lines with determinate growth habit and resistant to Tospovirus and Begomoviruses, and also to identify possible superior hybrid combinations. The experiment was conducted in greenhouse, and was consisted of 14 hybrids obtained from crosses of 7 lines of the group I (female parents) with 2 lines of the group II (male parent), constituting then a partial diallel from which we assessed the following agronomical traits: total production, early production, mean fruit mass, shape, initial consistence and consistence half life. The parent lines 4 (TOM-680), 5 (TOM-682) from Group I, distinguished themselves by displaying the largest GCC for the characteristics, total production, early production and average fruit mass while line 6 (TOM-585) stood out for higher values for total production and average fruit mass. For Group II lines 2' (TOM-698) had higher estimates for the characteristics of total production, early production, average fruit mass and initial consistence of the fruits, hybrid 5 x 2' (TOM-682 x TOM-698) had the highest estimate of $g_i + g_j + s_{ij}$ to total production, early production and average fruit mass being quite promising to be released commercially.

Indexing terms: *Solanum Lycopersicon* L., geminiviruses, resistance and diallell analyses.

3 INTRODUÇÃO

O tomate está entre os principais produtos agrícolas brasileiros, com produção de 3,77 milhões de toneladas em uma área de 60.292 ha, no ano de 2008, sendo a olerícola com maior volume comercializado, na média dos últimos 5 anos, na CEAGESP (Agrianual, 2009).

O tomateiro tem sofrido grandes perdas de produção devido ao ataque de doenças de natureza virótica, como a tospovirose, ou vira-cabeça do tomateiro e a geminivirose (Faria et al., 2000). Segundo Ferraz et al., (2003), o vira-cabeça do tomateiro pode ser responsável por perdas de até 30% da produção de frutos, enquanto, para o geminivírus, o problema é ainda maior, sendo considerado o principal fator de perda de produção de tomate no país, com prejuízos de até 100% de produção em algumas lavouras (Faria et al., 2000). O grande problema em conter o avanço da geminivirose sobre os campos de produção de tomate é o controle do seu transmissor, a mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipos A e B), um inseto de hábito alimentar polífago, o que favorece a sua disseminação e dificulta seu controle (Faria et al., 2000).

Devido à baixa eficiência dos métodos de controle dos insetos vetores, tanto para begomovírus (mosca-branca) quanto para tospovírus (tripes), a melhor maneira para o controle dessas fitoviroses seria por meio da utilização de cultivares mais resistentes, associada a um manejo adequado da cultura (Ferraz et al., 2003; Matos et al., 2003; Filgueira, 2003; Giordano et al., 2005; Lima et al., 2005). Com relação ao melhoramento visando à obtenção de materiais resistentes a tospovírus e begomovírus, diversos trabalhos vêm sendo publicados (Ferraz et al., 2003; Matos et al., 2003; Lourenção et al., 2004; Nizio et al., 2008).

A empresa HortiAgro Sementes Ltda., por meio de programa de melhoramento genético, vem desenvolvendo linhagens avançadas de tomateiro que são resistentes, entre outras doenças a begomovírus e tospovírus. Entretanto, é preciso avaliar as características de interesse agrônomo, tanto das linhagens quanto dos híbridos gerados a partir do cruzamento das mesmas. Como existe ampla gama de materiais divergentes com potencial de utilização, é importante a utilização de técnicas capazes de auxiliar na escolha de genitores mais adequados, como é o caso do cruzamento dialélico (Ramalho et al., 1993).

Com isso, este trabalho foi realizado com os objetivos de avaliar a capacidade combinatória de linhagens de tomateiro com hábito de crescimento determinado, resistentes a begomovírus e a tospovírus, bem como identificar combinações híbridas superiores para características de importância agrônoma.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado, no período de outubro de 2007 a fevereiro de 2008, na estação experimental da HortiAgro Sementes Ltda., Fazenda Palmital, Ijaci, MG (21°14'16" de latitude Sul e 45°08'00" de longitude Oeste, com altitude média de 918 m).

Foram avaliados 14 híbridos experimentais, correspondendo a um dialelo parcial. O dialelo foi constituído de 7 genitores femininos (grupo I) e 2 genitores masculinos (grupo II). A descrição das linhagens encontra-se no Quadro 1 e no Quadro 2 é apresentada a descrição dos híbridos obtidos a partir dos cruzamentos das linhagens do grupo I com o grupo II.

QUADRO 1 Descrição dos genitores constituintes do dialelo parcial.

Linhagens do grupo I	Descrição
1-TOM-676; 2-TOM-677; 4-TOM-680	Linhagens com <i>background</i> do tipo Rio Grande, hábito de crescimento determinado. Resistentes: V, F(1), F(2), Mi, Sw-5.
3-TOM-679	Linhagem com <i>background</i> do tipo Bônus, hábito de crescimento determinado. Resistentes: V, F(1), F(2), Mi, Sw-5.
5-TOM-682	Linhagem com <i>background</i> do tipo Bônus, hábito de crescimento determinado. Resistentes: V, F(1), F(2), Sw-5, Mi.
6-TOM-585	Linhagem com <i>background</i> do tipo Santa Clara, hábito de crescimento determinado. Resistentes: V, F(1), F(2), Sw-5.
7-TOM-654	Linhagem com <i>background</i> do tipo Rio Grande, hábito de crescimento determinado, portador do alelo Alcobaça. Resistentes: V, F(1), F(2)
Linhagens do grupo II	
1 ^o = TOM-691	Linhagem com <i>background</i> do tipo Rio Grande, hábito de crescimento determinado. Resistentes: V, F(1), F(2), Sw-5 e Ty-1.
2 ^o = TOM-698	Linhagem com <i>background</i> do tipo Rio Grande, hábito de crescimento determinado. Resistentes: V, F(1), F(2), Sw-RT e Ty-1.
Resistências: V = <i>Verticillium</i> sp.; F(1,2) = <i>Fusarium oxysporum</i> fsp. <i>Lycopersici</i> raças 1 e 2; Sw-5 = resistência a tospovirus, fonte de resistência 'cv. Stevens'; Sw-RT = resistência a tospovirus, fonte de resistência 'Rey de Los Tempranos'; Ty-1 = begomovirus; Mi = <i>Meloidogyne</i> spp.; alcobaça = alelo mutante para amadurecimento.	

QUADRO 2 Descrição dos híbridos do dialelo parcial.

Híbridos	Descrição
1x1' = F ₁ (TOM-676 X TOM-691)	Híbridos de crescimento determinado com resistências: V, F(1), F(2), Sw-5, Ty-1, Mi.
2x1' = F ₁ (TOM-677 X TOM-691)	
3x1' = F ₁ (TOM-679 X TOM-691)	
4x1' = F ₁ (TOM-680 X TOM-691)	
5x1' = F ₁ (TOM-682 X TOM-691)	
6x1' = F ₁ (TOM-585 X TOM-691)	Híbrido de crescimento determinado com resistências: V, F(1), F(2), Sw-5, Ty-1.
7x1' = F ₁ (TOM-654 X TOM-691)	Híbrido de crescimento determinado com resistências: V, F(1), F(2), Sw-5, Ty-1, heterozigoto alcobaça.
1x2' = F ₁ (TOM-676 X TOM-698)	Híbridos de crescimento determinado com resistências: V, F(1), F(2), Sw-5, Sw-RT, Ty-1, Mi.
2x2' = F ₁ (TOM-677 X TOM-698)	
3x2' = F ₁ (TOM-679 X TOM-698)	
4x2' = F ₁ (TOM-680 X TOM-698)	
5x2' = F ₁ (TOM-682 X TOM-698)	
6x2' = F ₁ (TOM-585 X TOM-698)	Híbrido de crescimento determinado com resistências: V, F(1), F(2), Sw-5, Sw-RT, Ty-1.
7x2' = F ₁ (TOM-654 X TOM-698)	Híbrido de crescimento determinado com resistências: V, F(1), F(2), Sw-RT, Ty-1, heterozigoto alcobaça.

Resistências: V = *Verticillium* sp.; F(1) = *Fusarium oxysporum* fsp. *Lycopersici* raça 1; F(2) = *Fusarium oxysporum* fsp. *Lycopersici* raça 2; Sw-5 = resistência a tospovírus, fonte de resistência 'cv. Stevens' Sw-RT = resistência a tospovírus, fonte de resistência 'Rey de Los Tempranos' ; Ty-1 = begomovírus; Mi = *Meloidogyne* spp.; alcobaça = alelo mutante para amadurecimento.

Os 14 tratamentos, correspondentes aos 14 híbridos experimentais, foram semeados em bandejas de isopor de 128 células com substrato comercial Plantimax®. Aos 25 dias, as mudas foram transplantadas para casa de vegetação, em um delineamento estatístico de blocos casualizados de 18 tratamentos, com três repetições. Cada bloco correspondeu a uma casa de vegetação de 6 m de largura por 30 m de comprimento. Dentro de cada bloco, as parcelas foram constituídas de uma fileira com 20 plantas. Utilizou-se o espaçamento de 1,00 m entre linhas e 0,5 m entre plantas, o que equivale a 20.000 plantas ha⁻¹. A condução foi feita mediante tutoramento das plantas.

Tanto as adubações de plantio quanto as de cobertura via fertirrigação seguiram as recomendações específicas para a cultura, conforme descrito em Alvarenga (2004). Os tratos culturais, bem como os fitossanitários, seguiram as recomendações específicas para a cultura, conforme Filgueira (2003).

Durante o período de 20 de dezembro de 2007 a 7 de fevereiro de 2008, foram realizadas doze colheitas. Utilizou-se o valor médio de cada parcela para a realização das análises.

Foram avaliadas as seguintes características agronômicas:

. **produção total de frutos** - corresponde ao total de frutos (t ha⁻¹) colhidos de cada parcela, durante as 12 colheitas;

. **produção precoce** - referente à produção total (t ha⁻¹) de frutos colhidos em cada parcela, nas 4 primeiras colheitas;

. **massa média dos frutos** - obtida pela divisão da massa fresca total de frutos colhidos em cada parcela pelo respectivo número de frutos, em g fruto⁻¹, durante as 12 colheitas;

. **formato dos frutos** - obtido pela divisão do comprimento médio pela largura média dos frutos, por parcela. Relações C/L>1 são típicas do grupo Santa Cruz, apresentando formato oblongo;

. **firmeza de frutos** - medida segundo a técnica de aplanção não-destrutiva, desenvolvida por Calbo & Calbo (1989) e Calbo & Nery (1995). As medidas foram tomadas a cada 2 dias, a partir do estágio *breaker*, até o 24º dia após o estágio *breaker*;

. **meia vida da firmeza** - consiste no tempo (em dias) em que a firmeza inicial do fruto no estágio *breaker* se reduz à metade. A meia vida da firmeza (T) foi obtida pela regressão dos dados da firmeza de cada parcela, no número de dias decorridos (X), mediante o modelo de decaimento exponencial: $Fz = F_0 \cdot (1/2)^{X/T}$, em que F_0 = firmeza inicial ($N \cdot m^{-2}$) dos frutos no estágio *breaker*, X = número de dias decorridos após a colheita no estágio *breaker*, T = meia vida da firmeza (dias) e Fz = firmeza ($N \cdot m^{-2}$) depois de decorridos X dias.

Após a obtenção dos dados médios, estes foram avaliados estatisticamente pela análise de variância para cada um dos caracteres avaliados, utilizando-se do seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + b_j + t_i + e_{ij}$$

em que

Y_{ij} = observação do i-ésimo genótipo no j-ésimo bloco;

μ = é o efeito fixo da média geral;

b_j = é o efeito aleatório do j-ésimo bloco;

t_i = é o efeito fixo do i-ésimo genótipo (tratamentos);

e_{ij} = erro experimental médio.

Na análise dialélica, os quadrados médios da capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação foram obtidos segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + e_{ij}$$

em que

Y_{ij} = observação da combinação híbrida envolvendo os genitores i e j;

μ = média geral;

g_i = capacidade geral de combinação do genitor feminino i;

g_j = capacidade geral de combinação do genitor masculino j ;
 s_{ij} = capacidade específica de combinação dos genitores i e j ;
 e_{ij} = erro experimental.

Para a obtenção das estimativas, adotaram-se as seguintes restrições:

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

Para se conhecer os efeitos genéticos envolvidos na determinação dos caracteres, foi calculado o coeficiente de determinação (R^2), para as estimativas dos efeitos aditivos (capacidade geral de combinação - CGC) e não aditivos (capacidade específica de combinação - CEC), 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.

Os dados foram analisados utilizando-se o programa estatístico GENES.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises dialélicas, com a decomposição dos efeitos de tratamentos em capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC), são apresentados na Tabela 1.

5.1 Produção total de frutos

Foram observadas diferenças significativas para as estimativas de capacidade geral combinatória (CGC) dentro das linhagens do grupo I, o que indica a ação de efeitos aditivos capazes de influenciar a produção total de frutos para as linhagens do grupo I. A não significância da capacidade específica de combinação (CEC) e da CGC entre as linhagens do grupo II indica que não há divergência entre as linhagens para esta característica, o que é reflexo da proximidade genética entre as linhagens, que possuem *background* genotípico comum.

Observando-se as estimativas para a CGC (Tabela 2), nota-se que houve grande variação entre as linhagens do grupo I, de -18,9369 a 16,6132 t ha⁻¹, com amplitude total de 35,5501 t ha⁻¹, que é um valor considerável quando comparado com a média geral para produção total ($\mu = 86,1585$) (Tabela 1). Também, denota as diferenças, em termos de ganho que se pode conseguir para esta característica, na escolha de um ou outro genitor. Já para as linhagens do grupo II observa-se uma amplitude total bem menor (8,4462 t ha⁻¹), que é de pouca relevância quando comparada a média geral.

As melhores estimativas para g_i foram observadas nas linhagens TOM-680, TOM-585 e TOM-682, com valores de 16,6132; 13,6922 e 11,1190 t ha⁻¹, respectivamente, e tenderam a incrementar favoravelmente a produção total nos híbridos de que participam (Tabela 2).

As estimativas de CEC variaram de $-7,0465$ a $7,0465$ $t\ ha^{-1}$ (amplitude de $14,093$ $t\ ha^{-1}$), uma amplitude total relativamente pequena. Observando-se o coeficiente de determinação/contribuição verificou-se que os efeitos aditivos foram muito mais importantes na expressão da produção total, com valor de $93,42\%$. Esses resultados diferem dos encontrados por Nizio (2008) que, testando linhagens de tomateiro com hábito de crescimento indeterminado, obteve estimativas de CEC com amplitude de $35,478$ $t\ ha^{-1}$ e verificou, por meio do coeficiente de determinação, que os efeitos aditivos e não-aditivos foram semelhantemente importantes na expressão da produção total. Já Melo (1988) e Amaral Junior (1999) relataram predominância dos efeitos não-aditivos na expressão da mesma característica em genótipos de tomateiro.

De acordo com os resultados apresentados (Tabela 3), as combinações híbridas $2 \times 2'$ F_1 (TOM-677 X TOM-698) e $4 \times 1'$ F_1 (TOM-680 X TOM-691) apresentaram as estimativas de s_{ij} mais favoráveis para a produção total, porém, conforme Griffing (1956), a melhor combinação híbrida é aquela com maior s_{ij} , cujos parentais apresentem alta CGC. Assim, o híbrido $4 \times 1'$ apresentou os melhores resultados para estimativa s_{ij} ($5,4331$ $t\ ha^{-1}$) e valor positivo para g_i ($16,6132$ $t\ ha^{-1}$), demonstrando maior potencial para utilização comercial.

5.2 Produção precoce de frutos

Observou-se diferença significativa para CGC do grupo II, conforme análise dialélica (Tabela 1). Esses resultados indicam que as linhagens presentes no grupo II apresentam variabilidade genética para a produção precoce de frutos e que os efeitos aditivos foram mais importantes na expressão da produção precoce. A CGC do grupo II variou de $-2,9542$ a $2,9542$ $t\ ha^{-1}$ (Tabela 2). A amplitude total observada foi de $5,9048$ $t\ ha^{-1}$ que, apesar de significativa, apresenta baixa relevância, comparativamente à média geral ($\mu = 32,5895$ $t\ ha^{-1}$).

Apesar de não apresentar diferenças significativas, houve uma variação para os valores da CEC de -2,5048 a 2,5048 t ha⁻¹ (amplitude de 5,0096 t ha⁻¹) sendo os efeitos não-aditivos responsáveis por 15,37% desta característica. As maiores estimativas para s_{ij} foram observadas nas combinações híbridas 5 x 2' F₁ (TOM-682 X TOM-698), 7 x 1' F₁ (TOM-654 X TOM-691) e 2 x 2' F₁ (TOM-677 X TOM-698), com valores 2,5048, 2,1509 e 2,1147 respectivamente (Tabela 3). As combinações híbridas 5 x 2' e 2 x 2' apresentaram estimativas elevadas, tanto para efeitos aditivos (g_i e g_j) quanto efeitos não-aditivos (s_{ij}), sendo considerados os melhores híbridos para a produção precoce de frutos.

5.3 Massa fresca média dos frutos

Houve diferença significativa para CGC (Tabela 1), tanto para o grupo I quanto para o grupo II, demonstrando que há variabilidade genética entre as linhagens dos dois grupos para massa fresca média dos frutos. Com relação a CEC, não foram observadas diferenças significativas entre os híbridos, o que demonstra que, para a característica massa média dos frutos, os efeitos aditivos foram mais importantes que os não-aditivos.

Entre as linhagens pertencentes ao grupo I, os valores para CGC variaram de -6,4404 g fruto⁻¹, na linhagem 2 (TOM-677) a 11,6613 g fruto⁻¹, na linhagem 5 (TOM-682), conforme dados da Tabela 2. A amplitude de 18,1017 g fruto⁻¹ apresenta relativa importância, quando comparada à média geral de 81,9598 g fruto⁻¹ e representa o ganho que pode ser conseguido com a escolha do genitor. Para o grupo II, a amplitude para CGC variou de -4,9945 a 4,9945 g fruto⁻¹ que, apesar de significativo, apresenta menor relevância, comparativamente à média geral ($\mu = 81,9598$ g fruto⁻¹). Dentro do grupo I, as linhagens 4, 5 e 6 se destacaram como as mais promissoras para se obter frutos com massas médias superiores, apresentando estimativas de g_i , respectivamente, de 3,0413, 11,6613 e 3,1560. Para o grupo II, a linhagem 2' foi a mais

promissora, com estimativa de g_i de 4,9945 g fruto⁻¹ (Tabela 2). A contribuição dos efeitos aditivos na expressão desta característica representou 92,32%. Alguns trabalhos relatam também a maior participação dos efeitos aditivos para expressão de massa média dos frutos, como os de Amaral Júnior et al. (1999), Garg (2008) e Nizio (2008).

5.4 Formato de fruto

Os resultados indicam que houve diferenças significativas, tanto para CGC nos grupos I e II quanto para a CEC (Tabela 1), observando-se, pela média geral, que são frutos caracterizados como de formato oblongo ($\mu = 1,1606$), devido ($C/L > 1$). Os efeitos significativos, tanto para CGC quanto para CEC, indicam influência tanto de efeitos aditivos como dos não-aditivos para a expressão desse caráter (Tabela 1).

Os efeitos da CGC foram mais pronunciados no grupo I, refletindo maior divergência genética entre as linhagens presentes neste grupo, em que as estimativas de g_i variaram de -0,0405 a 0,0573, o que representa 8,43% da variação média total, com as linhagens 1 (TOM-676), 4 (TOM-680) e 5 (TOM-682) apresentando as maiores estimativas de CGC para C/L, com valores de 0,0089, 0,0321 e 0,0573, respectivamente. Apesar de apresentar significância, a variação de valores entre as linhagens, tanto do grupo I quanto do grupo II, não permite reduzir a C/L a valores inferiores a 1,00, o que permite a utilização de qualquer uma dessas linhagens em programas de melhoramento, com o objetivo de se obter híbridos do tipo Santa Cruz.

Observando-se os valores para capacidade específica de combinação, nota-se que a maior variação encontrada foi de -0,0342 a 0,0342, que representa 5,89% da variação média total. As maiores estimativas de CEC foram observadas para as combinações híbridas 5 x 1' (TOM-682 X TOM-691), 6 x 2' (TOM-585 X TOM-698) e 7 x 2' (TOM-654 X TOM-698), com valores de

0,0316; 0,024; 0,0343, respectivamente. A combinação híbrida 5 x 1' (TOM-682 X TOM-691) apresentou estimativas elevadas, tanto para efeitos aditivos quanto para efeitos não-aditivos. Este híbrido apresentou a maior média para C/L dos frutos, que foi de 1,283 (dado não apresentado).

5.5 Firmeza inicial

Os dados apresentados para firmeza inicial indicam que houve diferenças significativas para a capacidade geral de combinação para as linhagens do grupo I e grupo II, havendo assim, variabilidade genética entre as linhagens dos dois grupos para esta característica. Já para a CEC, não houve diferença significativa, evidenciando que os efeitos aditivos (R^2 CGC = 87,02%) são os principais responsáveis para a expressão desta característica em frutos de tomate (Tabela 1).

Os valores de CGC para firmeza inicial dos frutos variaram de -0,4282 a $0,4087 \times 10^4 \text{ N m}^2$ (com amplitude total de $0,8369 \times 10^4 \text{ N m}^2$) que, apesar de significativo, apresenta pequena relevância quando comparados à média geral ($\mu = 4,5232 \times 10^4 \text{ N m}^2$). Dentro do grupo I, as linhagens 2 (TOM-677) e 6 (TOM-585) foram superiores às demais, com valores de 0,1616 e $0,4087 \times 10^4 \text{ N m}^2$, respectivamente. Para o grupo II, a amplitude total de variação também foi pequena ($0,3516 \times 10^4 \text{ N m}^2$), quando comparada à média geral, sendo a linhagem 2' ($0,1758 \times 10^4 \text{ N m}^2$) com maior estimativa de CGC para o grupo II.

É interessante notar que a linhagem 7 (Tom-654) apresentou o alelo mutante alcobaça e apresentou valores intermediários para firmeza inicial dos frutos, não sendo observado o efeito deste gene para aumento de firmeza inicial no estágio *breaker* de desenvolvimento dos frutos de tomate (Tabela 2).

5.6 Meia-vida de firmeza

Diferentemente dos resultados encontrados por Nizio (2008), nos quais não foram observadas diferenças significativas para as estimativas de CGC, tanto para firmeza inicial quanto para meia vida de firmeza, no presente estudo, houve diferença significativa para CGC, tanto para o grupo I quanto para o grupo II. Tais resultados refletem uma variação genética entre as linhagens dentro de cada grupo e indicam que os efeitos aditivos (R^2 CGC = 85,60%) são mais importantes que os efeitos não-aditivos na expressão dessa característica (Tabela 1). Com relação a CGC, a amplitude para meia vida da firmeza dentro do grupo I vai de -0,4092 a 1,5514 dias (variação total de 1,9606 dias), demonstrando a diversidade genética existente entre as linhagens para esta característica. A linhagem 7 do grupo I apresenta a maior estimativa para meia vida de firmeza, o que se deve à presença do alelo alcobaça no seu genótipo, conferindo maior conservação pós-colheita para os frutos desta linhagem. Para o grupo II, a amplitude de variação entre as linhagens é pequena (0,5456 dias) quando comparada à média geral (10,8042 dias), sendo a linhagem 1' (0,2728 dias) superior à outra linhagem do grupo (Tabela 2).

6 CONCLUSÕES

1. Os efeitos aditivos apresentam maior magnitude para as características produção total, produção precoce, massa média de frutos, firmeza inicial e meia vida de firmeza.
2. As linhagens genitoras TOM-680 e TOM-682 são superiores para as características produção total, produção precoce e massa média de frutos, caracterizando-se em bons genótipos para o desenvolvimento de híbridos superiores.
3. O híbrido (TOM-682 X TOM-698) é superior aos demais, sendo bastante promissor no desenvolvimento de novas cultivares.

7 AGRADECIMENTOS

À Fapemig, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à empresa HortiAgro Sementes Ltda. e à Universidade Federal de Lavras.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2009. 504 p.
- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA, 2004. 400 p.
- AMARAL JÚNIOR, 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**, Brasília, v. 34, n. 8, p. 1407-1426, ago. 1999.
- CALBO, A. G.; CALBO, M. E. Medição e importância do potencial de parede. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Ribeirão Preto, v. 1, n. 1, p. 41-45, jun. 1989.
- CALBO, A. G.; NERY, A. A. Medida de firmeza em hortaliças pela técnica de aplanção. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 14-18, maio 1995.
- FARIA, J. C.; BEZERRA, I. C.; ZERBINI, F. M.; RIBEIRO, S. G.; LIMA, M. F. Situação atual das geminiviroses no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 125-137, jun. 2000.
- FERRAZ, E.; RESENDE, L. V.; LIMA, G. S. A.; SILVA, M. C. L.; FRANÇA, J. G. E.; SILVA, D. J. Redenção: nova cultivar de tomate para a indústria resistente a geminivírus e tospovírus. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 578-580, jul./set. 2003.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Solanáceas**: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló. Lavras: UFLA, 2003. 333 p.
- GARG, N.; CHEEMA, D. S.; DHATT, A. S. Genetics of yield, quality and shelf life characteristics in tomato under normal and late planting conditions. **Euphytica**, Wageningen, v. 159, n. 1/2, p. 275-288, Jan. 2008.

GIORDANO, L. B.; FONSECA, M. E. N.; SILVA, J. B. C.; INOUE-NAGATA, A. K.; BOITEUX, L. S. Efeito da infecção precoce por *Begomovirus* com genoma bipartido em características de frutos de tomate industrial. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 815-818, jul./set. 2005.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallell crossing systems. **Australian Journal of Biological Science**, East Melbourn, v. 9, n. 3, p. 463-493, 1956.

LIMA, A. N.; BATISTA, J. L.; COSTA, N. P. Efeito de variedades de tomateiro no controle da mosca-branca (*Bemisia tabaci* L.). **Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 2, p. 92-97, abr./jun. 2005.

LOURENÇÃO, A. L.; MELO, A. M. T.; SIQUEIRA, W. J.; COLARICCIO, A.; MELO, P. C. T. Avaliação da resistência de acessos de tomateiro a tospovírus e a geminivírus. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 193-196, abr./jun. 2004.

MATOS, E. S.; SIQUEIRA, W. J.; LOURENÇÃO, A. L.; MELO, A. M. T.; SAWAZAKI, H. E.; SOUZA-DIAS, J. A. C.; COLARICCIO, A. Resistência de genótipos de tomateiro a um isolado de geminivírus do cinturão verde de Campinas, São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 159-165, mar./abr. 2003.

MELO, P. C. T.; MIRANDA, J. E. C.; COSTA, C. P. Possibilidade do uso de híbridos F₁ de tomate. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 2, p. 4-6, nov. 1988.

NIZIO, D. A. C.; MALUF, W. R.; FIGUEIRA, A. R.; NOGUEIRA, D. W.; SILVA, V. F.; GONÇALVES NETO, A. C. Caracterização de genótipos de tomateiro resistentes a begomovírus por marcador molecular co-dominante ligado ao gene *Ty-1*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 12, p. 1699-1705, dez. 2008.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; ZIMMERMANN, M. J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 271 p.

ANEXOS

ANEXO A

TABELA 1A Resumo da análise dialélica para produção total, produção precoce, massa média dos frutos, formato dos frutos, firmeza inicial e meia vida da firmeza dos frutos em tomateiro, e coeficiente de determinação (R^2) para os efeitos aditivos (CGC) e não aditivos (CEC).

QM							
FV	GL	Produção total (t ha ⁻¹)	Produção precoce (t há ⁻¹)	Massa média dos frutos (g fruto ⁻¹)	Formato (x 10 ⁻³)	Firmeza inicial (10 ⁴ N m ⁻²)	Meia vida da Firmeza (dias)
Bloco	2	1104,7241	23,3404	21,9908	0,0016	0,0039	0,5046
Tratamentos	(13)	642,6593**	59,3587*	210,3421**	0,0083**	0,3339**	1,9015**
<i>CGC linhagens grupo I</i>	6	1175,9398**	47,1948 ^{ns}	246,1396**	0,0072**	0,4132**	3,0057**
<i>CGC linhagens grupo II</i>	1	749,0444 ^{ns}	366,5695**	1047,7302**	0,0457**	1,2980**	3,1262**
CEC	6	91,6497 ^{ns}	20,3209 ^{ns}	34,9799 ^{ns}	0,0031**	0,0939 ^{ns}	0,5932 ^{ns}
Erro	26	194,7581	27,5622	64,3411	0,0002	0,0498	0,2856
R ² (%) CGC		93,42	84,20	92,32	82,76	87,02	85,60
R ² (%) CEC		6,58	15,80	7,68	17,24	12,98	14,40
Média (μ)		86,1585	32,5895	81,9598	1,1606	4,5232	10,8042
CV %		16,11	16,20	9,79	1,38	4,94	4,95

Ns, **, *: não significativo e significativo, a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste de F, respectivamente.
CGC: capacidade geral de combinação, CEC: capacidade específica de combinação.

TABELA 2A Estimativa da capacidade geral de combinação (g_i e g_j), para produção total, produção precoce, massa média dos frutos, formato, firmeza inicial e meia vida da firmeza dos frutos em linhagens de tomateiro.

	Linhagens	Produção Total (t ha⁻¹)	Produção Precoce (t ha⁻¹)	Massa média dos frutos (g fruto⁻¹)	Formato	Firmeza inicial (10⁴ N m²)	Meia vida da firmeza (dias)
	1	-11,1477	-2,2312	-4,0805	0,0089	0,0562	-0,4092
	2	-1,1057	2,7178	-6,4404	-0,0232	0,1616	-0,2790
Grupo I (g_i)	3	-10,2340	1,5628	-1,9528	-0,0150	-0,1421	0,0859
	4	16,6132	3,1921	3,0413	0,0321	0,0487	-0,1973
	5	11,1190	1,1563	11,6613	0,0573	-0,4282	-0,2646
	6	13,6922	-2,7550	3,1560	-0,0405	0,4087	-0,4871
	7	-18,9369	-3,6428	-5,3851	-0,0197	-0,1049	1,5514
Grupo II (g_j)	1'	-4,2231	-2,9542	-4,9945	0,0330	-0,1758	0,2728
	2'	4,2231	2,9542	4,9945	-0,0330	0,1758	-0,2728

Linhagens: 1 = TOM-676; 2 = TOM-677; 3 = TOM-679; 4 = TOM-680; 5 = TOM-682; 6 = TOM-585; 7 = TOM-654; 1' = TOM-691; 2' = TOM-698.

TABELA 3A Estimativa da capacidade específica de combinação (s_{ij}) para produção total, produção precoce, massa média dos frutos, formato, firmeza inicial e meia vida da firmeza dos frutos em híbridos de tomateiro.

S _{ij}	Produção total (t há ⁻¹)	Produção precoce (t há ⁻¹)	Massa média dos frutos (g fruto ⁻¹)	Formato	Firmeza inicial (10 ⁴ N m ²)	Meia vida da firmeza (dias)
1 x 1'	1,2406	0,8793	1,7645	-0,0057	-0,1003	0,4152
1 x 2'	-1,2406	-0,8793	-1,7645	0,0057	0,1003	-0,4152
2 x 1'	-7,0465	-2,1147	0,0608	0,0107	0,0679	-0,0002
2 x 2'	7,0465	2,1147	-0,0608	-0,0107	-0,0679	0,0002
3 x 1'	1,5086	-0,8830	1,6927	0,0138	-0,0531	0,1262
3 x 2'	-1,5086	0,8830	-1,6927	-0,0138	0,0531	-0,1262
4 x 1'	5,4331	1,6477	-5,0388	0,0079	0,0085	-0,0983
4 x 2'	-5,4331	-1,6477	5,0388	-0,0079	-0,0085	0,0983
5 x 1'	-2,6144	-2,5048	-0,7791	0,0316	0,2445	-0,6086
5 x 2'	2,6144	2,5048	0,7791	-0,0316	-0,2445	0,6086
6 x 1'	0,1340	0,8248	1,5720	-0,0240	-0,1194	0,0081
6 x 2'	-0,1340	-0,8248	-1,5720	0,0240	0,1194	-0,0081
7 x 1'	1,3448	2,1509	0,7279	-0,0342	-0,0480	0,1577
7 x 2'	-1,3448	-2,1509	-0,7279	0,0342	0,0480	-0,1577

Linhas: 1 = TOM-676, 2 = TOM-677, 3 = TOM-679, 4 = TOM-680, 5 = TOM-682, 6 = TOM-585, 7 = TOM-654, 1' = TOM-691 e 2' = TOM-698.

ARTIGO 2

Avaliação de genótipos de tomateiro para produtividade e resistência a begomovírus e caracterização assistida por marcador molecular a tospovírus

(O artigo será transcrito no formato do Periódico Científico **Pesquisa Agropecuária Brasileira** e encaminhado para submissão)

Tullio Raphael Pereira de Pádua¹, Luiz Antonio Augusto Gomes¹, Wilson Roberto Maluf¹

⁽¹⁾Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras. Caixa Postal 3.037, CEP 37200-000. Lavras, MG. E-mail: trpp2000@yahoo.com.br, lagomes@dag.ufla.br, wrmaluf@dag.ufla.br

1 RESUMO

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar genótipos de tomateiro de crescimento determinado, quanto à resistência a begomovírus em casa de vegetação e caracterização, por meio de marcador molecular, de híbridos de tomateiro portadores do alelo *Sw-5*. Além disso, foi avaliada a produtividade destes genótipos em campo para a determinação de produção total, produção precoce, massa média de frutos, formato de fruto, firmeza inicial de frutos e meia vida da firmeza de frutos. Os 14 híbridos experimentais com constituição genotípica *Ty-1/Ty-1⁺*, após serem inoculados via enxertia, apresentaram sintomas intermediários quando comparado aos materiais resistentes e suscetíveis, sendo considerados como genótipos de resistência parcial. Os híbridos experimentais TEX-279 e TEX-282 apresentaram, de maneira geral, as melhores características agronômicas, sendo considerados aptos para o mercado. Os genótipos portadores do alelo *Sw-5* foram caracterizados pelo marcador molecular *Sw-421*. Os híbridos experimentais TEX-275 e TEX-282 apresentaram a maior meia vida de firmeza devido à presença do alelo alcobaça. Termos para indexação: *Solanum lycopersicon* L., geminivírus, tospovírus, firmeza de fruto.

Productivity and evaluation of tomato genotypes for resistance to begomoviruses and marker assisted selection to Tospovirus

2 ABSTRACT

The study aimed to evaluate tomato genotypes with determinate growth habit, for resistance to begomoviruses through greenhouse evaluation in addition to characterization by molecular marker, hybrid tomato plants carrying the *Sw-5* allele and productivity of these genotypes in the greenhouse to determine its commercial potential. The 14 experimental hybrids with genotypic constitution Ty-1/Ty-1⁺, after being inoculated by grafting, showed intermediate symptoms when compared to resistant and susceptible materials, being considered as genotypes of partial resistance. The experimental hybrids TEX-279 and TEX-282 showed, in general, the best agronomic characteristics, being then considered suitable for the market. The molecular marker Sw-421 was effective to characterize genotypes carrying the *Sw-5* allele. The experimental hybrids TEX-275 and TEX-282 had a longer consistence half-life due to the presence of the “alcobaça” allele.

Indexing terms: *Solanum lycopersicon* L., geminiviruses, tospoviruses, molecular marker, fruit consistence.

3 INTRODUÇÃO

O tomate ocupa a segunda posição entre as hortaliças mais plantadas no Brasil, ficando atrás apenas da batata-inglesa (Agrianual, 2009). Porém, em condições tropicais e subtropicais, fatores climáticos, como temperaturas elevadas podem aumentar a incidência de pragas e, como consequência de doenças viróticas, como o tospovírus e o geminivírus (Maluf et al., 1991; Inoue-Nagata et al., 2007).

A alternativa mais viável para reduzir as perdas ocasionadas por estas viroses se dá por meio do desenvolvimento de cultivares de tomateiro que apresentem resistência a tospovírus e a begomovírus, atualmente consideradas as principais doenças viróticas do tomateiro no Brasil (Lourenção et al., 2004; Nizio et al., 2008;). Diversos trabalhos têm sido conduzidos no país, com o objetivo de desenvolver materiais resistentes, tanto a tospovírus quanto ao begomovírus (Lourenção et al., 1997; Giordano et al. 1999; Santana et al., 2001; Ferraz et al., 2003; Matos et al., 2003; Lourenção et al., 2004; Nizio et al., 2008).

A doença do tospovírus, popularmente conhecida como vira-cabeça do tomateiro, é disseminada por um inseto conhecido como tripes (espécies *Frankliniella schultzei* e *F. occidentalis*) e a transmissão para planta ocorre somente por insetos adultos que se tornaram virulíferos ao se alimentarem de plantas infectadas durante o estágio larval (Maluf et al., 1991). O gênero tospovírus apresenta três espécies que infectam a cultura do tomateiro nas diversas regiões brasileiras, *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), *Tomato chlorotic spot virus* (TCSV) e *Groundnut ringspot virus* (GRSV) (Nagata et al., 1995).

O primeiro trabalho relatando a presença de geminivírus infectando plantas de tomate no Brasil foi realizado no ano de 1975 (Matyis et al., 1975). Com o aparecimento do biótipo B da mosca-branca (*Bemisia argentifolii*), houve um crescimento no número de plantas infectadas por geminivírus no país, sendo este o fator responsável pela grande queda de produção de tomate observada entre os anos de 1997-2001 e tornando esta virose a principal responsável por perdas de produção do tomateiro (Lourenção et al., 2004). Dentro da família Geminiviridae, o gênero responsável pela infecção do tomateiro (*Solanum lycopersicon* L.) é o begomovírus que apresenta partículas geminadas, contendo dois tipos de DNA, denominados A e B, de fitas simples e circular. Além disso, há outro geminivírus (*Tomato yellow leaf Curl virus*, TYLCV) com um único DNA (monopartido) que pode infectar o tomateiro (Kimati et al., 2005). Os sintomas começam nas folhas mais novas, sob a forma de amarelecimento das nervuras e mosaico amarelo (coloração verde e amarela), que termina por se distribuir por toda a folha a partir da região do pecíolo. Os folíolos de toda a planta mostram enrolamento, além de pouca floração e frutos menores com áreas descoloridas.

Um fator que pode facilitar o processo de caracterização de genótipos resistentes a doenças como begomovírus (Nizio et al., 2008) e *tospovirus* (Nogueira, 2005) é a seleção assistida por marcadores moleculares. A utilização de marcadores moleculares permite acelerar o processo de reconhecimento de materiais genéticos resistentes, não dependendo de condições ambientais para se realizar a seleção.

Assim, o trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar, via enxertia, híbridos de tomateiro quanto à resistência a begomovírus e caracterizar, por meio de marcador molecular, híbridos de tomate de crescimento determinado resistentes a tospovírus que sejam portadores do alelo de resistência *Sw-5*.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Avaliação dos híbridos experimentais de tomateiro quanto à resistência a begomovírus, utilizando inoculação por enxertia

O experimento foi realizado em casa de vegetação junto ao Setor de Olericultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, entre os meses de agosto e dezembro do ano de 2008.

Para tanto, utilizaram-se 14 híbridos experimentais obtidos de cruzamentos entre linhagens avançadas de tomateiro provenientes da HortiAgro Sementes Ltda., cujas descrições são apresentadas no Quadro 1. Como testemunhas, foram utilizados uma linhagem experimental (TOM-585) tirada ao acaso e quatro híbridos comerciais, sendo três deles suscetíveis a begomovírus (Saladinha, Saladinha PTO + TSWV e Mariana) e um resistente (Dominador).

QUADRO 1. Descrição dos híbridos experimentais de tomateiro.

Híbridos	Descrição
TEX-269 = (TOM-676 X TOM-691)	Híbridos de crescimento determinado com resistências: V, F(1), F(2), Sw-5, Ty-1, Mi.
TEX-270 = (TOM-677 X TOM-691)	
TEX-271 = (TOM-679 X TOM-691)	
TEX-272 = (TOM-680 X TOM-691)	
TEX-273 = (TOM-682 X TOM-691)	
TEX-274 = (TOM-585 X TOM-691)	Híbrido de crescimento determinado; resistências: V, F(1), F(2), Sw-5, Ty-1.
TEX-275 = (TOM-654 X TOM-691)	Híbrido de crescimento determinado com resistências: V, F(1), F(2), Ty-1, heterozigoto alcobaça.
TEX-276 = (TOM-676 X TOM-698)	Híbridos de crescimento determinado com resistências: V, F(1), F(2), Sw-5, Ty-1, Mi.
TEX-277 = (TOM-677 X TOM-698)	
TEX-278 = (TOM-679 X TOM-698)	
TEX-279 = (TOM-680 X TOM-698)	
TEX-280 = (TOM-682 X TOM-698)	
TEX-281 = (TOM-585 X TOM-698)	Híbrido de crescimento determinado; resistências: V, F(1), F(2), Sw-5, Ty-1.
TEX-282 = (TOM-654 X TOM-698)	Híbrido de crescimento determinado com resistências: V, F(1), F(2), Ty-1, heterozigoto alcobaça.

Resistências: V = *Verticillium* sp.; F(1) = *Fusarium oxysporum* fsp. *lycopersici* raça 1 e 2; Sw-5 = resistência a tospovírus, fonte de resistência 'cv. Stevens' Sw-RT = resistência a tospovírus, fonte de resistência 'Rey de Los Tempranos' ; Ty-1 = begomovírus; Mi = *Meloidogyne* spp.; alcobaça = alelo mutante para amadurecimento.

4.2 Obtenção do inóculo, processo de enxertia e avaliação dos tratamentos quanto à resistência a begomovírus

Sementes dos 14 híbridos experimentais, mais as 4 testemunhas e a linhagem foram semeadas em bandejas de isopor de 128 células contendo substrato comercial Plantimax®. Após 21 dias, as mudas foram transplantadas para vasos contendo 2 kg de substrato Plantimax®, sendo mantidas em casa de vegetação no Setor de Olericultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras.

Utilizaram-se plantas da cultivar Santa Clara (suscetível a begomovírus) previamente infectadas por begomovírus para a obtenção do inóculo. As regiões apicais das plantas que apresentavam sintomas do begomovírus foram coletadas utilizando-se, para isso, uma lâmina de aço.

Realizou-se a enxertia por garfagem 21 dias após o transplante das plantas com a utilização das partes apicais de plantas infectadas por begomovírus, cortando-as em bisel sendo, em seguida, inseridas nos híbridos e na linhagem. O local da enxertia foi protegido com um plástico transparente.

As avaliações para resistência ao begomovírus foram realizadas aos 26, 37, 48 e 60 dias após a enxertia, utilizando-se, para isso, uma escala de nota adaptada de Lourenção et al. (2004) por Nizio et al. (2008), em que as notas variaram de 1 a 5, sendo:

.1 = ausência de sintomas;

. 2 = maioria das folhas com sintomas brandos, como leve mosaico e leve rugosidade;

. 3 = algumas folhas com rugose nítida; sintomas variando de clorose em até 50% da área foliar a leves deformações nas folhas;

4 = maioria das folhas com rugosidade severa, clorose acima de 50% da área foliar, folhas deformadas;

5 = folhas com rugosidade severa, enrolamento das folhas encarquilhamento, clorose e deformações severas.

Para posterior classificação dos genótipos quanto à resistência, adotou-se o seguinte critério de notas:

- . nota 1: Altamente resistente;
- . nota acima de 1 até 2: resistente;
- . nota acima de 2 até 3: parcialmente resistente;
- . nota acima de 3 até 4: suscetível;
- . nota acima de 4: altamente suscetível.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 19 tratamentos com 6 repetições para os híbridos experimentais e 10 repetições para os híbridos comerciais e linhagem que foram utilizados como testemunha. Cada repetição foi representada por uma única planta. Utilizou-se o teste de Duncan para avaliar possíveis diferenças existentes entre os tratamentos através do pacote computacional SAS (1995).

4.3 Presença do alelo Sw-5 que confere resistência a tospovírus

O trabalho foi realizado no Laboratório de Virologia Molecular (LVM), no Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras. Utilizaram-se 20 genótipos, sendo 14 híbridos experimentais obtidos a partir do cruzamento entre linhagens avançadas previamente selecionadas pelo Programa de Melhoramento Genético de Hortaliças da UFLA/HortiAgro Sementes Ltda. (denominados de TEX-269 a TEX 281), conforme Quadro 1, 4 materiais

comerciais (Dominador, Mariana, Saladinha, Saladinha PTO + TSWV), a linhagem resistente TOM-585 e uma testemunha suscetível denominada A9. Os genótipos foram semeados em bandejas de isopor de 128 células contendo substrato comercial para hortaliças Plantmax®. Decorridos 20 dias após a semeadura, foi realizada a extração de DNA em microtubos de 1,5 ml, a partir de 120 mg de tecido foliar, conforme sugerido por Ferreira & Grattapaglia (1998), com adaptações. Foram coletadas amostras de tecido foliar de oito plantas por genótipo.

O marcador molecular SCAR Sw-421, ligado a 0,1 cM do gene Sw-5 que confere resistência a tospovírus (Stevens et al., 1996; Menezes et al., 2004; Nogueira, 2005), foi utilizado neste estudo. Para a reação de PCR, foi obtido um mix de 25 µL para cada amostra contendo tampão PCR 10 X; MgCl₂ 50 mM; dNTP 10 mM; 10 µM de cada *primer* e Taq polimerase 1 unidade. Em seguida, foram adicionados de 20-50 ng de DNA. A amplificação foi de: 30s/94°C, seguido por 35 ciclos de 20 s/94°C; 20s/55°C e 2 min/72°C. A reação final de alongação foi de 6 min/72°C. Para a realização da eletroforese, foram utilizados 2,5 µL do produto da PCR de cada amostra (tratamento) e 4,0 µL de corante azul de bromofenol 10X. A fixação dos fragmentos foi realizada em gel de agarose 0,7% (preparado com corante Biotium) e tampão TBE 0,5X a 100V. As bandas no gel foram visualizadas e fotografadas em luz ultravioleta, a 260nm.

4.4 Avaliação agronômica

Para a realização das avaliações agronômicas, foi realizado um experimento contendo 14 híbridos experimentais (Quadro 1), 3 híbridos comerciais (Saladinha, Saladinha PTO + TSWV e Mariana) e 1 linhagem tirada ao acaso (TOM-585). Os genótipos foram semeados em bandejas de isopor de 128 células contendo substrato comercial para hortaliças Plantimax®, em

viveiro de produção de mudas sob telado e, após 25 dias, foi realizado o transplante das mudas para casa de vegetação.

Para o delineamento estatístico, utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, constituído de 18 tratamentos com 3 repetições. As parcelas eram constituídas de 20 plantas no espaçamento de 0,50 m entre plantas e 1,00 m entre linhas, o que corresponderia a um total de 20.000 plantas por hectare. As adubações de plantio, como de cobertura via fertirrigação, seguiram as recomendações para a cultura. Cada planta foi tutorada verticalmente. No período de 20 de dezembro de 2007 a 14 de fevereiro de 2008, foram obtidas 12 colheitas, tendo sido realizadas as seguintes avaliações: produção total de frutos ($t\ ha^{-1}$), produção precoce de frutos (4 primeira colheitas em $t\ ha^{-1}$), massa média dos frutos ($g\ fruto^{-1}$), firmeza inicial do fruto no estágio breaker de maturação (expressa em $10^4\ N\ m^{-2}$) e meia-vida da firmeza (expressa em dias).

O método utilizado para a medição da firmeza dos frutos foi o desenvolvida por Calbo & Calbo (1989) e Calbo & Nery (1995), que consiste na técnica de aplanção por método não destrutivo. Para o cálculo das meias-vidas da firmeza utilizou-se o método desenvolvido por Cá (2005) e Faria (2006). Os resultados foram analisados pelo programa estatístico SISVAR, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação de genótipos de tomateiro quanto à resistência a begomovírus via inoculação por enxertia

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, nas quatro avaliações realizadas para resistência a begomovírus (Tabela 1).

A primeira avaliação foi realizada 26 dias após a enxertia (DAE). Nessa primeira avaliação, apesar de todos os genótipos apresentarem média de notas inferior a três, pode-se notar que os híbridos comerciais Saladinha e Mariana apresentaram notas para sintoma da doença mais elevadas que os demais tratamentos (Tabela 2). Por outro lado, não houve diferença significativa entre os 14 híbridos experimentais e a linhagem TOM-585, o híbrido comercial SAL-PTO + TSWV e, até mesmo, o híbrido Dominador sabidamente resistente à doença.

A partir da segunda avaliação, os híbridos comerciais (Saladinha, Saladinha PTO + TSWV e Mariana) e a linhagem TOM-585 apresentaram notas maiores que 3,0, o que demonstra a grande suscetibilidade destes genótipos ao geminivírus. Em contrapartida, os híbridos experimentais apresentaram resultados sempre inferiores ou, quando acima, muito próximos a 3,0, o que demonstra o efeito positivo do gene *Ty-1*, mesmo em heterozigose, diminuindo os efeitos da begomovirose sobre essas plantas.

Os híbridos TEX-273 e TEX-281 foram os únicos que, 48 dias após inoculação, atingiram notas acima da faixa de resistência parcial ao geminivírus, entre todos os híbridos experimentais testados. Mesmo assim, de maneira geral, esses genótipos apresentaram sintomas mais leves da doença, quando comparados com os híbridos comerciais (Tabela 2). Como testemunha resistente foi utilizado o híbrido comercial Dominador, que não apresentou sintomas da

infecção por begomovírus em momento algum nas avaliações realizadas, demonstrando seu alto grau de resistência ao ataque por geminivírus.

Para alguns híbridos também foi observada a capacidade da planta de diminuir os efeitos da infecção por begomovírus, como nos híbridos TEX-270, TEX-272, TEX-275 e TEX-278. Tais efeitos devem estar relacionados com a capacidade que o gene *Ty-1* tem de paralisar ou diminuir os efeitos da infecção pela doença em plantas de tomateiro. De maneira geral, os resultados obtidos para os híbridos heterozigóticos neste experimento foram similares aos observados em outros trabalhos (Lapidot et al. 1997; Boiteux, et al., 2007; Nizio, 2008).

De modo a obter melhores inferências sobre os efeitos do gene *Ty-1* em diminuir os danos causados pela begomovirose, foram estimados contrastes de interesse (Tabela 3). Observa-se, pelos dados a Tabela 3, que todos os contrastes realizados apresentaram diferenças significativas. As estimativas dos efeitos gênicos aditivos foram significativas para todas as avaliações, enquanto para os efeitos de dominância não houve significância em nenhuma das avaliações (Tabela 3).

Para o contraste entre genótipos homozigotos suscetíveis X genótipos homozigotos resistentes, os suscetíveis apresentaram, na escala de sintomas, em média, 1,47; 2,27; 2,87 e 3,10 pontos a mais do que os genótipos resistentes, aos 26, 37, 48 e 60 dias após a realização da enxertia, respectivamente, evidenciando assim os efeitos do gene *Ty-1* em conferir resistência a essa virose.

Já para o contraste entre genótipos suscetíveis vs genótipos heterozigotos, as pontuações para os genótipos suscetíveis, em média, foram 0,33; 0,70; 1,04 e 1,24 pontos superior aos genótipos heterozigotos, aos 26, 37, 48 e 60 dias após a enxertia, respectivamente (Tabela 3). O resultado obtido demonstra que os genótipos heterozigotos resistentes apresentaram sintomas mais brandos quando comparados aos suscetíveis. Porém, ao se observar o

contraste genótipos heterozigotos vs genótipos homozigotos resistentes, observa-se que os heterozigotos apresentam sintomas mais acentuados do que os homozigotos resistentes, indicando uma dominância incompleta do alelo que confere resistência e confirmando o fato de que genótipos homozigotos para o loco Ty-1 são mais resistentes a begomovírus que os heterozigotos que, por sua vez, são mais resistentes que os homozigotos suscetíveis, como relatado por Nizio et al., (2008).

Trabalhos têm demonstrado que o loco Ty-1 confere resistência parcial a begomovírus (Matos et al., 2003; Boiteux et al., 2007; Nizio et al., 2008), o que indica que mesmo plantas homozigotas para o loco Ty-1 podem exibir sintomas brandos para infecção de begomovírus, fato observado no trabalho de Nizio (2008). Dessa forma, a ausência de sintomas para infecção por geminivírus em plantas do híbrido comercial Dominador (Tabela 2), neste trabalho, pode estar relacionada à presença de outros genes que conferem resistência a geminivírus neste híbrido.

5.2 Caracterização molecular de genótipos de tomateiro quanto à presença do alelo Sw-5 que confere resistência a tospovírus

Os fragmentos de DNA amplificados com a utilização do marcador tipo SCAR Sw-421 apresentaram bandas correspondentes a 940 pb (resistente) e 900 pb (suscetível), que correspondem ao esperado para esse marcador (Stevens et al., 1996; Menezes et al., 2004; Nogueira, 2005). A linhagem TOM-585 e cinco híbridos experimentais (TEX-269, TEX-270, TEX-271, TEX-272 e TEX-274) apresentaram padrões de bandas característicos de genótipos homozigotos resistentes (R) a tospovírus. Os híbridos TEX-273, TEX-275, TEX-276, TEX-277, TEX-278, TEX-279, TEX-280, TEX- 281 e Saladinha (PTO+TSWV) apresentaram duas bandas, o que os caracteriza como heterozigotos (H) para o

loco Sw-5, confirmando o mecanismo de herança do marcador do tipo codominante (Stevens et al, 1996).

Cultivares portadoras do alelo Sw-5, normalmente, apresentam altos níveis de resistência aos isolados de tospovírus brasileiros (Juliatti & Maluf, 1995; Lourenção et al., 1999; Ferraz et al., 2003). Os genótipos Mariana, Dominador, o híbrido experimental TEX-282 e o híbrido comercial Saladinha apresentaram padrões de bandas semelhantes ao da testemunha A9 (suscetível a tospovírus). O marcador Sw-421 permite selecionar, com boa margem de segurança, plantas com o alelo Sw-5, uma vez que a distância entre o marcador e o loco Sw-5 é de apenas 0,1 cM (Stevens et al., 1996; Menezes et al., 2004; Nogueira, 2005). O padrão de bandas apresentado pelas testemunhas e também pelos materiais avaliados é mostrado na Figura 1. Os resultados confirmam, por meio do marcador molecular, as reações de resistência a tospovírus previamente conhecidas de genótipos como TOM-585 e Saladinha PTO+TSWV, bem como as reações de suscetibilidade conhecidas dos genótipos Mariana, Dominador e Saladinha.

5.3 Avaliação agronômica

5.3.1 Produção precoce

Os híbridos experimentais TEX-272, TEX-277, TEX-278, TEX-279 e TEX-280 e as testemunhas comerciais foram mais precoces, com valores de 34,48; 40,38; 37,99; 37,09 e 39,21 t ha⁻¹, para os híbridos experimentais, respectivamente e 40,25; 41,99 e 39,12 t ha⁻¹, para os híbridos Mariana, Saladinha e Saladinha PTO + TSWV, respectivamente (Tabela 4). Estes genótipos podem ser considerados promissores com resultados semelhantes para precocidade de colheita aos híbridos comerciais, o que é de grande importância para a produção de tomate por concentrar as maiores produções nas primeiras colheitas, garantindo um retorno rápido do capital investido com menor risco de

ataque de pragas e doenças, o que diminui a quantidade de defensivos e aumenta o lucro do produtor.

5.3.2 Produção total

Os híbridos experimentais TEX-269, TEX-270, TEX 271, TEX-275, TEX-276, TEX-278 e TEX-282 apresentaram valores para produção total de 72,02; 73,78; 73,21; 64,34; 77,99, 78,64 e 70,10 t ha⁻¹, respectivamente, sendo as menores estimativas para média de produção total do experimento (Tabela 4).

Os híbridos experimentais TEX-272, TEX-279, TEX-280 e TEX 281 foram os materiais testados mais promissores, com produções de 103,98; 101,56; 104,12 e 103,94 t ha⁻¹ respectivamente.

5.3.3 Massa média de frutos

Os híbridos TEX-273, TEX-279, TEX-280 e TEX-281 se destacaram entre os materiais experimentais para a característica massa média de frutos (Tabela 4). Porém, os valores para massa média de frutos foram significativamente maiores para os híbridos comerciais com 117,88, 139,64 e 139,86 g fruto⁻¹, Mariana, Saladinha e Saladinha PTO + TSWV, respectivamente, enquanto, entre os híbridos experimentais, TEX-279 e TEX-280 apresentaram as maiores médias para massa média de frutos, com 95,03 e 99,39 g fruto⁻¹, respectivamente. Embora apresentem valores intermediários, tanto TEX-279 quanto TEX-280 apresentam frutos com tamanho aceitáveis, tanto para produção de tomate de mesa quanto tomate para processamento industrial, o que torna viável a utilização desses híbridos experimentais como materiais comerciais.

5.3.4 Firmeza inicial e meia vida de firmeza

Para firmeza inicial dos frutos, observa-se que os maiores valores médios foram obtidos para o híbrido experimental TEX-281 e para linhagem TOM-585 (Tabela 4), que apresentam o mesmo *background* genotípico que tem como característica uma maior firmeza inicial de frutos e, para os demais híbridos experimentais, os valores médios para firmeza inicial foram semelhantes aos encontrados para os híbridos comerciais, caracterizando um bom padrão para ser disponibilizado para o mercado. Os híbridos experimentais TEX-275 e TEX-282 apresentam alelos mutantes para amadurecimento, porém, seus efeitos não são observados para firmeza inicial.

Analisando-se os dados para meia-vida de firmeza fica bastante clara a influência dos genes mutantes presentes nos híbridos TEX-275 e TEX-282 no aumento do número médio de dias de conservação dos frutos. Embora os demais híbridos experimentais tenham apresentado menor tempo, em dias, para conservação, seus valores não foram inferiores aos observados para os híbridos comerciais e todos apresentaram valores maiores para período de conservação, mesmo que não tenham sido significativamente diferentes dos híbridos Saladinha e saladinha PTO + TSWV. Nota-se também, pelos resultados, que o híbrido Mariana apresentou valor semelhante para meia-vida de firmeza aos dos híbridos experimentais TEX-275 e TEX-282, o que poderia indicar a presença de gene mutante neste híbrido ou um *background* genotípico bastante favorável para esta característica. Ressalta-se também que o híbrido TEX-271 apresentou valores próximos aos encontrados para os híbridos que contêm genes mutantes para o amadurecimento, o que também pode estar relacionado com a presença de genes menores que conferem maior tempo de conservação para este híbrido.

O ganho médio no número de dias conferido pela utilização do alelo alcobaça foi de até 3,48 dias, comparado com os híbridos comerciais, o que demonstra a viabilidade da utilização deste alelo para aumentar o período de

conservação de frutos de tomate. Diversos trabalhos demonstram a capacidade do alelo *alc* em retardar o tempo de maturação dos frutos de tomate, o que, conseqüentemente, pode diminuir as perdas pós-colheita durante o transporte, o armazenamento e a comercialização dos frutos (Freitas et al., 1998; Vilas Boas et al., 1999;). Além disso, a utilização deste alelo mutante não interfere decisivamente para depreciar as características químicas, bioquímicas e físicas dos frutos de tomate que possuam um *background* genético favorável para estas características (Vilas Boas et al., 2000; Souza et al., 2001; Santos Júnior et al., 2003; Andrade Júnior et al., 2005).

6 CONCLUSÕES

1. Os híbridos experimentais heterozigóticos para o loco *Ty-1* apresentam níveis intermediários de resistência a begomovírus.
2. O híbrido comercial Dominador não apresenta sintomas para infecção por begomovírus.
3. Os híbridos TEX-273, TEX-275, TEX-276, TEX-277, TEX-278, TEX-279, TEX-280, TEX- 281 e Saladinha (PTO+TSWV), heterozigotos para o loco *Sw-5*, são resistentes a tospovírus.
4. Os híbridos experimentais TEX-279 e TEX 280 apresentam os maiores valores médios para as características produção total, produção precoce e massa média de frutos.
5. Os híbridos experimentais TEX-275 e TEX-282, portadores do alelo alcobaça, apresentam as maiores médias para meia vida da firmeza.

7 AGRADECIMENTOS

À Fapemig; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); à empresa HortiAgro Sementes Ltda. e à Universidade Federal de Lavras.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2009. 504 p.
- ANDRADE JÚNIOR, V. C.; MALUF, W. R.; FARIA, M. V.; BENITES, F. R. G.; SANTOS JUNIOR, A. M. Produção e qualidade de frutos de tomateiros portadores de alelos mutantes de amadurecimento e coloração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 6, p. 555-561, jun. 2005.
- BOITEUX, L. S.; OLIVEIRA, V. R.; SILVA, C. H.; MAKISHIMA, N.; INOUE-NAGATA, A. K.; FONSECA, M. E. N.; GIORDANO, L. B. Reaction of tomato hybrids carrying the *Ty-1* locus to Brazilian bipartite Begomovirus species. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 20-23, jan./mar. 2007.
- CÁ, J. A. **Obtenção de híbridos de tomate tipo longa vida com maior intensidade de coloração**. 2005. 77 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CALBO, A. G.; CALBO, M. E. Medição e importância do potencial de parede. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 1, n. 1, p. 41-45, 1989.
- CALBO, A. G.; NERY, A. A. Medida de firmeza em hortaliças pela técnica de aplanção. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 14-18, maio 1995.
- FARIA, M. V.; MALUF, W. R.; RESENDE, J. T. V. de; ANDRADE-JÚNIOR, V. C.; NASCIMENTO, I. R. do; BENITES, F. R. G.; MENEZES, C. B. de; AZEVEDO, S. M. Mutantes *rin*, *norA*, *ogc* e *HP* em diferentes *backgrounds* genotípicos de tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 5, p. 793-800, maio 2006.
- FERRAZ, E.; RESENDE, L. V.; LIMA, G. S. A.; SILVA, M. C. L.; FRANÇA, J. G. E.; SILVA, D. J. Redenção: nova cultivar de tomate para a indústria resistente a geminivírus e tospovírus. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 578-580, jul./set. 2003.
- FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análises genéticas**. 3. ed. Brasília: EMBRAPA-CENARGEN, 1998. 220 p.

- FREITAS, J. A.; MALUF, W. R.; GOMES, L. A. A.; OLIVEIRA, A. C. B.; MARTINS, V. S.; BRAGA, R. S. Padrão de amadurecimento e conservação pós-colheita de frutos de tomateiro, em função das diferentes constituições genotípicas no loco alcobaça. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 10, n. 3, p. 191-196, 1998.
- GIORDANO, L. B.; BEZERRA, I. C.; FERREIRA, P. T. O.; BORGES NETO, C. R. Breeding tomatoes for resistance to whitefly-transmitted Geminivirus with bipartite genome in Brazil. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 487, p. 357-360, 1999.
- INOUE-NAGATA, A. K.; NAGATA, T.; ÁVILA, A. C.; GIORDANO, L. B. A reliable begomovirus inoculation method for screening *Lycopersicon esculentum* lines. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 447-450, jul./set. 2007.
- JULIATTI, F. C.; MALUF, W. R. Controle genético da resistência do tomateiro a um isolado de tospovírus (TSWV): análise em plantas individuais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 39-47, 1995.
- KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, 663 p.
- LAPIDOT, M.; FRIEDMAN, M.; LACHMAN, O.; YEHEZKEL, A.; NAHON, S.; COHEN, S.; PILOWSKY, M. Comparison of resistance level to tomato yellow leaf curl virus among commercial cultivars and breeding lines. **Plant Disease**, Jerusalém, v. 81, n. 12, p. 1425-1428, Dec. 1997.
- LOURENÇÃO, A. L.; MELO, A. M. T.; SIQUEIRA, W. J.; COLARICCIO, A.; MELO, P. C. T. Avaliação da resistência de acessos de tomateiro a tospovírus e a geminivírus. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 193-196, abr./jun. 2004.
- LOURENÇÃO, A. L.; NAGAI, H.; SIQUEIRA, W. J.; USBERTI FILHO, J. A.; MELO, A. M. T. Seleção de tomateiros resistentes a tospovírus. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 1, p. 21-31, 1997.
- LOURENÇÃO, A. L.; YUKI, V. A.; ALVES, S. B. Epizootia de *Aschersonia* cf. *goldiana* em *Bemisia tabaci* (Homóptera: Aleyrodidae) biótipo B no Estado de São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 343-345, jun. 1999.

MALUF, W. R.; TOMA-BRAGHINI, M.; CORTE, R. D. Progress in breeding tomatoes for resistance to *Tomato Spotted Wilt*. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 2, p. 509-525, 1991.

MATOS, E. S.; SIQUEIRA, W. J.; LOURENÇÃO, A. L.; MELO, A. M. T.; SAWAZAKI, H. E.; SOUZA-DIAS, J. A. C.; COLARICCIO, A. Resistência de genótipos de tomateiro a um isolado de geminivírus do cinturão verde de Campinas, São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 159-165, mar./abr. 2003.

MATYIS, J. C.; SILVA, D. M.; OLIVEIRA, A. R.; COSTA, A. S. Purificação e morfologia do vírus do mosaico dourado do tomateiro. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 1, n. 4, p. 267-275, dez. 1975.

MENEZES, C. B.; FIGUEIRA, A. R.; MALUF, W. R.; ZERBINI JÚNIOR, F. M.; NASCIMENTO, I. R.; NOGUEIRA, D. W.; STEVENS, M. R. Seleção assistida por marcadores em tomate para resistência a tospovírus (TSWV). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 324, ago. 2004. Suplemento.

NAGATA, T.; ÁVILA, A. C. de; TAVARES, P. C. de M.; BARBOSA, C. de J.; JULIATTI, F. C.; KITAJIMA, E. W. Occurrence of different tospoviruses in six States of Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 90-95, jan./mar. 1995.

NIZIO, D. A. C. **Capacidade combinatória de linhagens avançadas de tomateiro de mesa e seleção assistida por marcadores moleculares para resistência a begomovírus e tospovírus**. 2008. 71 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

NIZIO, D. A. C.; MALUF, W. R.; FIGUEIRA, A. R.; NOGUEIRA, D. W.; SILVA, V. F.; GONÇALVES NETO, A. C. Caracterização de genótipos de tomateiro resistentes a begomovírus por marcador molecular co-dominante ligado ao gene *Ty-1*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 12, p. 1699-1705, dez. 2008.

NOGUEIRA, D. W. **Seleção assistida pelo marcador molecular tipo SCAR 'Sw-421' para seleção de genótipos de tomateiro resistentes ao vira-cabeça**. 2005. 20 p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SANTANA, F. M.; RIBEIRO, S. G.; MOITA, A. W.; MOREIRA JUNIOR, D. J.; GIORDANO, L. B. Sources of resistance in *Lycopersicon* spp. to a bipartite whitefly-transmitted geminivirus from Brazil. **Euphytica**, Wageningen, v. 122, n. 3, p. 45-51, Dec. 2001.

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

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

STATISTICAL ANALYSIS SOFTWARE INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics**. 5. ed. Cary, 1995. 1290 p.

STEVENS, M. R.; HEINY, D. K.; RHOADS, D. D.; GRIFFITHS, P. D.; SCOTT, J. W. A linkage map of the tomato spotted wilt virus resistance gene Sw-5 using near isogenic lines and an interspecific cross. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 431, p. 385-392, Sept. 1996.

VILAS-BOAS, E. V. B.; CHITARRA, A. B.; MALUF, W. R.; CHITARRA, M. I. F. Influência do alelo *alcobaça* em heterozigose sobre a vida-de-prateleira e qualidade pós-colheita de tomates. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 650-657, jul./set. 1999.

VILAS-BOAS, E. V. B.; CHITARRA, A. B.; MALUF, W. R.; CHITARRA, M. I. F. Modificações texturais de tomates heterozigotos no loco *alcobaça*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1447-1453, jul. 2000.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados para produção total apresentados no artigo 2 demonstram que os híbridos TEX-279 e TEX 280, que correspondem às combinações híbridas 4 X 2' e 5 X 2' (Artigo 1), respectivamente, apresentam as maiores estimativas para esta característica.

Os valores obtidos para meia vida da firmeza de frutos, apresentados no artigo 2, para os híbridos experimentais TEX-275 e TEX-282, que apresentam o alelo mutante para amadurecimento 'alcobaça', demonstram a capacidade desses genótipos de aumentar o período de conservação dos frutos, fato que foi corroborado pelos resultados apresentados pelas estimativas da linhagem 7 da CGC do grupo I (Artigo 1).

Os híbridos experimentais caracterizados como resistentes a tospovírus e a begomovírus (TEX-272, TEX-273, TEX-274, TEX-277 e TEX-281) mostraram-se promissores, pois apresentaram, ao mesmo tempo, elevada produção total e frutos de formato oblongo, típico do grupo Santa Cruz, o mais cultivado no Brasil.

ANEXO A

TABELAS

TABELA 1A Resumo das análises de variâncias para resistência a begomovírus, aos 26, 37, 48 e 60 dias após a enxertia, em genótipos de tomateiro.

FV	GL	QM			
		26 dias	37 dias	48 dias	60 dias
Genótipos	18	1,3042*	2,7919*	4,3644*	5,2588*
Erro	115	0,4194	0,3272	0,3516	0,4023
Média		2,16	2,66	3,01	3,09
CV(%)		30,02	21,47	19,71	20,53

** : significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 2A Médias das notas para resistência a geminivírus aos 26, 37, 48 e 60 dias após a enxertia, em genótipos de tomateiro.

Tratamentos	Médias			
	26 dias	37 dias	48 dias	60 dias
TEX-269	2,00 AB	2,67 BCDE	2,83 BC	2,83 BC
TEX-270	2,00 AB	2,50 BCD	2,83 BC	2,67 BC
TEX-271	2,00 AB	2,67 BCDE	2,50 BC	2,67 BC
TEX-272	2,50 AB	2,83 BCDE	3,00 BCD	2,83 BC
TEX-273	2,50 AB	2,83 BCDE	3,17 CD	3,17 C
TEX-274	2,33 AB	2,83 BCDE	2,83 BC	3,00 C
TEX-275	1,83 AB	2,17 B	2,33 B	2,17 B
TEX-276	2,33 AB	2,83 BCDE	2,83 BC	3,00 C
TEX-277	2,00 AB	2,17 B	2,83 BC	3,00 C
TEX-278	2,17 AB	3,00 CDE	3,00 BCD	2,83 BC
TEX-279	2,33 AB	2,33 BC	2,67 BC	2,83 BC
TEX-280	2,17 AB	2,50 BCD	3,00 BCD	3,00 C
TEX-281	2,00 AB	2,50 BCD	3,17 CD	3,00 C
TEX-282	1,83 AB	2,17 B	2,67 BC	3,00 C
MARIANA	2,70 C	3,40 E	4,00 E	4,30 D
TOM-585	2,30 AB	3,10 DE	3,70 DE	4,00 D
SALADINHA	2,70 C	3,40 E	4,10 E	4,20 D
SAL-PTO	2,2 AB	3,20 DE	3,70 DE	3,90 D
DOMINADOR	1,00 A	1,00 A	1,00 A	1,00 A
CV(%)	30,02	21,47	19,71	20,53

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

TABELA 3A Estimativas de contrastes dos genótipos homozigotos resistentes, heterozigotos e suscetíveis a begomovírus e dos componentes aditivos e de dominância aos 26, 37, 48, e 60 dias após a enxertia.

Contrastes	Estimativas			
	26 dias	37 dias	48 dias	60 dias
Genótipos homozigotos suscetíveis X genótipos homozigotos resistentes	1,4750**	2,2750**	2,8750**	3,1000**
Genótipos suscetíveis X genótipos heterozigotos	0,3324**	0,7036**	1,0419**	1,2429**
Genótipos heterozigotos X genótipos resistentes	1,1426**	1,5714**	1,8331**	1,8571**
A	0,7375	1,1375	1,4375	1,5500
D	0,4051	0,4339	0,3956	0,3071
D/A	0,5493	0,3815	0,2752	0,1981

** : Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste t.

Em que: A = efeito aditivo no loco *Ty-1*; D = efeito de dominância no loco *Ty-1* e D/A = grau de dominância estimado no loco *Ty-1*.

TABELA 4A Valores médios da produção total, produção precoce, massa média de frutos, firmeza inicial e meia vida da firmeza de híbridos de tomateiro.

Híbridos	Produção precoce (t ha ⁻¹)	Produção total (t há ⁻¹)	Massa média de frutos (g fruto ⁻¹)	Firmeza inicial (10 ⁴ N m ⁻²)	Meia vida de firmeza (dias)
TEX-269	28,28 b	72,02 b	74,65 d	4,30 c	11,08 c
TEX-270	30,24 b	73,78 b	70,59 d	4,58 b	10,80 c
TEX-271	30,32 b	73,21 b	76,71 d	4,15 c	11,29 b
TEX-272	34,48 a	103,98 a	74,97 d	4,41 c	10,78 c
TEX-273	28,29 b	90,44 a	87,85 c	4,16 c	10,20 c
TEX-274	27,71 b	95,76 a	81,69 d	4,64 b	10,60 c
TEX-275	28,14 b	64,34 b	72,31 d	4,19 c	12,79 a
TEX-276	32,43 b	77,99 b	81,11 d	4,86 b	9,71 d
TEX-277	40,38 a	96,32 a	80,45 d	4,79 b	10,25 c
TEX-278	37,99 a	78,64 b	83,31 d	4,61 b	10,49 c
TEX-279	37,09 a	101,56 a	95,03 c	4,74 b	10,43 c
TEX-280	39,21 a	104,12 a	99,39 c	4,03 c	10,88 c
TEX-281	31,96 b	103,94 a	88,54 c	5,23 a	10,04 d
TEX-282	29,75 b	70,10 b	80,84 d	4,64 b	11,93 b
TOM-585	15,97 c	87,67 a	106,28 b	5,03 a	10,40 c
MARIANA	40,25 a	92,28 a	117,88 b	4,22 c	11,89 b
SALADINHA	41,99 a	99,34 a	139,64 a	4,64 b	9,61 d
SAL. PTO	39,12 a	86,44 a	139,86 a	4,67 b	9,31 d
C.V. (%)	17,93	16,60	9,66	5,49	5,21

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

ANEXO B

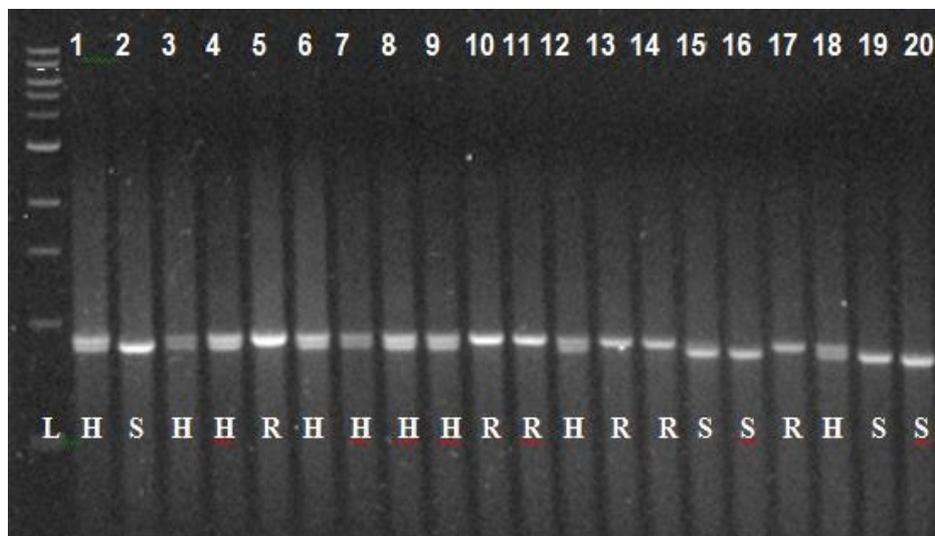


FIGURA 1B Padrão eletroforético de fragmentos de DNA amplificados para o marcador Sw-421, em genótipos de tomateiro; L – Marcador Ladder 100 Kb; 1-TEX- 279; 2-Mariana; 3-TEX280; 4-TEX-273; 5-TEX272; 6-TEX276; 7- TEX-275; 8-Saladinha (PTO+TSWV); 9-TEX-281; 10- TEX270; 11-TEX-269; 12-TEX-278; 13-Linhagem (TOM 585); 14-TEX-274; 15-TEX-282; 16-Saladinha; 17-TEX-271; 18-TEX-277; 19-Dominador; 20-Testemunha A9. R: resistente; H: heterozigoto; S: suscetível.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)