

## Seleção de linhagens com tolerância ao calor em germoplasma de tomateiro coletado na região Norte do Brasil

Leonardo de B. Giordano<sup>1</sup>; Leonardo S. Boiteux; João Bosco C. da Silva; Osmar A. Carrijo

Embrapa Hortaliças, C. Postal 218, 70359-970 Brasília-DF; <sup>1</sup>Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; E-mail: giordano@cnph.embrapa.br

### RESUMO

As altas temperaturas nas regiões tropicais e equatoriais induzem uma série de distúrbios morfológicos e/ou fisiológicos em estruturas florais do tomateiro, resultando em menor produtividade devido a maiores taxas de abortamento e má formação de frutos. Neste trabalho foram avaliadas linhagens de tomateiro oriundas de duas populações que vêm sendo cultivadas em Roraima, região Norte do Brasil. Doze linhagens foram obtidas após um ciclo prévio de seleção (em Brasília-DF) em condições de temperatura elevada. A avaliação destas doze linhagens e duas cultivares testemunhas ('Viradoro' e 'Santa Clara') foi conduzida em casa de vegetação com temperaturas média das mínimas de 15°C e média das máximas de 46,2°C. Foram observadas diferenças significativas para número de frutos abortados, número de frutos maduros, peso de frutos maduros, teores de sólidos solúveis, firmeza e coloração de frutos. As linhagens (como um grupo) apresentaram melhor desempenho do que as testemunhas 'Viradoro' e 'Santa Clara' para os parâmetros número de frutos abortados, peso, número e coloração de frutos maduros. A metodologia adotada no presente trabalho, permite a identificação de genótipos superiores adaptados ao cultivo em regiões tropicais e equatoriais com elevadas temperaturas.

**Palavras-chave:** *Lycopersicon esculentum*, coloração, firmeza, pagamento de fruto, sólidos solúveis.

### ABSTRACT

#### Selection of heat tolerant tomato inbred lines from landraces adapted for cultivation in the North Region of Brazil

Heat tolerance is a major trait for tomato breeding programs targeted for lowland wet climates in equatorial and tropical areas of the world. High temperatures might cause several disturbances to morphological and physiological characteristics of the tomato flowers leading to yield constraints due to reduction in fruit setting. In the present work, an experiment was conducted to evaluate tomato breeding lines, derived from two tomato landrace populations cultivated by farmers in Roraima State (North Region of Brazil). Twelve inbred lines were obtained from these populations after one cycle of selection in a plastic house with high temperatures. These 12 inbred lines plus two standard cultivars ('Viradoro' and 'Santa Clara') were evaluated under temperature regimes ranging from 15°C to 46.2°C in Brasília. Significant differences were observed for the number of aborted fruits, number of ripened fruits per plant, mature fruit weight, soluble solids content, fruit firmness and color. The performance of the inbred lines (as a group) was, in general, superior to that of the standard cultivars for the number of aborted fruits, number of ripened fruits per plant, mature fruit weight and fruit color. This genetic material could represent an important germplasm for breeding programs aiming to develop tomato cultivars with good adaptation to tropical and equatorial warm areas.

**Keywords:** *color, firmness, fruit setting, heat tolerance Lycopersicon esculentum, soluble solids.*

(Recebido para publicação em 2 de abril de 2004 e aceito em 2 de dezembro de 2004)

Um dos fatores que influenciam o pagamento de frutos do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é a temperatura. Temperaturas extremas, elevadas ou baixas, podem resultar em redução do número de frutos em algumas cultivares. De maneira geral, temperaturas inferiores a 10°C ou superiores a 30°C prejudicam o pagamento de frutos em tomateiro (Picken, 1984). Uma expressiva queda de flores tem sido observada quando as temperaturas atingem entre 27°C e 30°C durante o dia e 20°C durante a noite (Rudick *et al.*, 1977; Rylski, 1979). A incidência mais elevada de abortamento em altas temperaturas tem sido relacionada com vários distúrbios ou alterações na morfologia e/ou fisiologia do tomatei-

ro, incluindo um decréscimo na viabilidade e/ou produção dos grãos de pólen (Rudick *et al.*, 1977; El Ahmadi e Stevens, 1979), maior exerceção do estilete (Abdalla e Verkerkm, 1968; Levy *et al.*, 1978) e abertura anormal da teca polínica (Rudick *et al.*, 1977).

Genótipos de tomateiro, quando submetidos a temperaturas elevadas, respondem de maneira diferenciada quanto à intensidade do abortamento dos frutos (Rudick *et al.*, 1977; Shelby *et al.*, 1978; Pereira, 1986; Dane *et al.*, 1991; Abdul-Baki e Stommel, 1995). Diferenças na produtividade de acessos de tomateiro, sob condições de temperatura elevada, têm sido relacionadas com diferenças na fertilidade e viabilidade dos grãos de pólen, bem como com aspec-

tos relacionados à morfologia floral (Dane *et al.*, 1991; Abdul-Baki e Stommel, 1995).

A variabilidade nas respostas ao calor de acessos de espécies vegetais apresenta um fator indispensável para a seleção e/ou desenvolvimento de cultivares mais tolerantes (Iba, 2002). No tomateiro, diversos aspectos fenotípicos associados com a tolerância ao calor parecem ser controlados por distintos mecanismos genéticos. Abdul-Baki e Stommel (1995) observaram, por exemplo, a ausência de correlação significativa entre o pagamento de frutos em altas temperaturas e a germinação ou o crescimento do tubo polínico. Neste contexto, a seleção de genótipos levando em conta o maior número possível

**Tabela 1.** Médias de número de frutos de tomateiro abortados até o quinto cacho (NFA), número de frutos maduros (NFM), peso de frutos maduros (PFM) em kg/planta, teor de sólidos solúveis (expresso em °Brix), firmeza (FIR) e coloração (COR) dos frutos de 12 linhagens avaliadas para tolerância ao calor e duas cultivares testemunhas ('Santa Clara' e 'Viradoro'). Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2003.

Genótipos	NFA	NFM	PFM	(°Brix)	FIR*	COR**
'TX 529-1'	27,90a***	8,85abcde	1,19abc	4,50a	2,25 cd	3,10abc
'Viradoro'	26,25a	6,75 def	0,50 g	3,42 c	3,00a	1,30 d
'Santa Clara'	25,80a	8,27abcde	0,74 defg	4,02abc	2,87ab	2,15 cd
'TX 529-4'	25,60a	8,30 bcde	0,92 bcde	4,05ab	2,90ab	3,75a
'TX 529-7'	25,40ab	7,80 cdef	0,87 cdef	4,25ab	2,85ab	3,55ab
'TX 529-8'	24,30abc	10,90abc	0,96 bcdef	4,17ab	2,70abc	3,65ab
'TX 529-6'	23,45abc	10,05abcd	1,01 bcde	4,05ab	2,85ab	3,30ab
'TX 529-2'	21,95abc	11,95a	1,37a	4,17ab	2,55abcd	3,60ab
'TX 529-3'	21,90abc	11,40ab	1,25ab	4,37a	2,55abcd	3,90a
'TX 529-5'	21,45abc	10,40abc	1,15abc	4,22ab	2,75abc	3,60ab
'TX 529-9'	20,35abc	9,80abcd	1,00 bcde	4,40a	2,52abcd	3,50ab
'TX 529-12'	16,10 bc	5,75 ef	1,04abcd	4,05ab	2,45 bcd	3,20ab
'TX 529-10'	15,80 c	4,85 f	0,64 fg	4,07ab	2,15 d	2,62 bc
'TX 529-11'	15,75 c	4,75 f	0,69 efg	3,72 bc	2,05 d	3,10abc
C.V. (%)	16,75	15,41	14,21	6,01	8,39	12,90

\* Para firmeza de frutos, utilizou-se uma escala de notas variando de 1 a 3 (1 = fruto mole e 3 = fruto firme), determinadas por pressão manual.

\*\*Para coloração dos frutos, utilizou-se uma escala de notas variando de 1 a 5 (1 = pouco intensa e 5 = coloração vermelha intensa), determinadas visualmente.

\*\*\*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

de parâmetros fenotípicos, sabidamente associados com tolerância ao calor, apresenta-se como uma estratégia eficiente. Para tal, o emprego de ensaios em condições de campo e/ou telado ainda permanece como a metodologia de avaliação de tolerância ao calor mais adequada. Além disso, o emprego de ensaios em telado ou campo permite avaliar outras características físico-químicas de frutos que podem ser também afetadas por temperaturas elevadas, tais como firmeza, coloração e teor de sólidos solúveis.

Acessos de tomateiro coletados em locais que apresentam condições naturais de temperatura elevada podem constituir-se em importantes fontes de fatores de tolerância ao calor. Neste trabalho, linhagens de tomateiro obtidas de populações cultivadas em regiões quentes do estado de Roraima, região Norte do Brasil, foram avaliadas para tolerância ao calor.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental da Embrapa Hortaliças, em Brasília (DF) utilizando-se casa de vegetação com teto em arco, com 24 m de

comprimento por 5,4 m de largura, sendo a altura máxima do arco 2,8 m e pé direito baixo de 1,5 m. Esta casa de vegetação foi revestida com plástico de polietileno, de baixa densidade, aditivado contra radiações ultra-violeta e com 150 mm de espessura. Este sistema de casa de vegetação permitiu o estabelecimento de um microclima caracterizado por temperaturas elevadas, com média das mínimas de 15°C e média das máximas de 46,2°C.

Doze linhagens de tomateiro foram selecionadas em ensaios prévios conduzidos em 2002 a partir de duas populações cultivadas no estado de Roraima. Uma das populações (denominada de "tomate regional") apresenta frutos de formato alongado e coloração vermelha intensa, sendo cultivada, principalmente, nas regiões de Alta Vista e Boa Vista. A outra população, possivelmente introduzida em Roraima a partir das Guianas, caracteriza-se por possuir frutos do tipo caqui (multiloculares) e vem sendo cultivada na região de Boa Vista. O semeio das doze linhagens e das cultivares testemunhas ('Viradoro' e 'Santa Clara') foi realizado em 11 de julho de 2003 e o transplantio em 8 de agosto de 2003.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo utilizadas dez plantas por parcela de cada genótipo. As plantas foram cultivadas em vasos com 5L de substrato da seguinte mistura: 150 L de terra, 50 L de esterco de curral bem curtido, 50 L de casca de arroz carbonizada, 150 g de calcário dolomítico e 100 g da fórmula 4-30-16. Os vasos com o substrato foram dispostos na casa de vegetação mantendo-se a distância de 0,85 m entre linhas e 0,25 m entre plantas nas linhas. A irrigação foi via gotejamento, utilizando-se um emissor por planta com vazão de 2 L h<sup>-1</sup>. As mudas foram transplantadas para os vasos e as adubações suplementares feitas via fertirrigação, usando a solução nutritiva descrita por Hochmuth *et al.* (1995). As colheitas foram realizadas no período de 29 de outubro de 2003 e 5 de novembro de 2003.

As seguintes características foram avaliadas: número de frutos abortados (até o quinto cacho), número de frutos maduros, peso de frutos maduros, teor de sólidos solúveis (°Brix), firmeza e coloração dos frutos. A avaliação do teor de sólidos solúveis foi feita com refratômetro digital da marca Atago.

Para firmeza de frutos, utilizou-se uma escala de notas variando de 1 a 3 (1 = fruto mole e 3 = fruto firme), determinadas por pressão manual. Para coloração dos frutos, utilizou-se uma escala de notas variando de 1 a 5 (1 = pouco intensa e 5 = coloração vermelha intensa), determinadas visualmente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para número de frutos abortados, número de frutos maduros, peso de frutos maduros, teor de sólidos solúveis, firmeza e coloração de fruto (Tabela 1). As linhagens multiloculares 'TX 529-10', 'TX 529-11' e 'TX 529-12' apresentaram médias de número de frutos abortados significativamente inferiores as das cultivares testemunhas 'Viradoro' e 'Santa Clara' (Tabela 1). Para o critério número de frutos maduros (até o quinto cacho), observou-se que as cultivares multiloculares apresentaram tendência de produzir menor número de frutos, ao passo que as linhagens de frutos alongados apresentaram, de modo geral, número de frutos maduros superior ao das testemunhas. Para o critério peso de frutos maduros (até o quinto cacho) observou-se uma performance superior da maioria das linhagens em relação às duas testemunhas. Da mesma forma, as linhagens apresentaram, em sua maioria, teores de sólidos solúveis similares ao da cultivar 'Santa Clara' e superiores ao da cultivar 'Viradoro'. De modo geral, as linhagens provenientes da população com frutos alongados apresentaram frutos com firmeza similar ao das duas testemunhas, ao passo que as linhagens com frutos do tipo caqui apresentaram frutos um pouco mais moles (Tabela 1).

Apesar das altas temperaturas, as linhagens apresentaram coloração significativamente superior à das testemunhas 'Viradoro' e 'Santa Clara'. A média das notas de coloração das linhagens foi de 3,40 e das testemunhas de 1,75. A redução na síntese do carotenóide licopeno ocorre em muitos genótipos de tomateiro quando submetidos a temperaturas iguais ou superiores a 32°C, resultando na deterioração da típica cor vermelha dos frutos (Johjima, 1995). A cultivar 'Viradoro', que normalmente apresenta excelente coloração quando

cultivada nas principais regiões produtoras de tomate para processamento industrial (Giordano *et al.*, 2000), recebeu, em média, nota 1,30. Este resultado deve-se, possivelmente, à inibição da síntese do licopeno nos frutos devido às altas temperaturas. A manutenção da coloração vermelha intensa dos frutos de tomateiro, mesmo quando submetidos a temperaturas próximas a 32°C, parece ser controlada por um único gene dominante em alguns genótipos de tomateiro (Johjima, 1995).

Tem-se observado na literatura respostas diferenciadas quanto ao pegamento de frutos em genótipos de tomateiro (Sharma *et al.*, 1993). O controle genético do pegamento de frutos, na presença de altas temperaturas, parece ser exercido por poucos genes (3-4 genes) sendo a herdabilidade no senso estrito relativamente alta (83,9%), sugerindo que a seleção individual de plantas pode ser eficiente (Grilli *et al.*, 2003). Entretanto, o controle genético deste caráter parece ser dependente do genótipo. Hanson *et al.* (2002) encontraram baixas herdabilidades para a percentagem de pegamento de frutos em cruzamentos envolvendo o genótipo 'CL5915', tendo concluído que a seleção para este caráter deveria ser feita utilizando-se seleções de famílias superiores em ensaios com repetição. Estes dados contraditórios indicam que estudos sobre o controle genético da tolerância ao calor devem ser conduzidos para cada nova fonte identificada. Desta forma, estudos sobre a herança genética e sobre os mecanismos associados com a tolerância ao calor nestas linhagens se apresentam como interessantes tópicos de pesquisa. Uma vez que o controle genético da tolerância nos genótipos coletados em Roraima não era conhecida, optou-se no presente trabalho em conduzir as seleções entre e dentro de famílias estruturadas em ensaios conduzidos com repetições. Esta estratégia permitiu a identificação de linhagens combinando maiores produções de frutos maduros, boas características de fruto e tolerância ao calor, indicando a possibilidade de seleção de genótipos superiores para cultivo em regiões tropicais e equatoriais com elevadas temperaturas.

## LITERATURA CITADA

- ABDUL-BAKI, A.A.; STOMMEL, J.R. Pollen viability and fruit set of tomato genotypes under optimum- and high-temperature regimes. *HortScience*, v.30, n.1, p.115-117, 1995.
- ABDALLA, A.A.; VERKERK, K. Growth, flowering and fruit set of the tomato at high temperature. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, v.16, p.71-76, 1968.
- DANE, F.; HUNTER, A.G.; CHAMBLISS, O.L. Fruit set, pollen fertility, and combining ability of selected tomato genotypes under high-temperature field conditions. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v.116, v.5, p.906-910, 1991.
- EL AHMADI, A.B.; STEVENS, M.A. Reproductive responses of heat-tolerant tomatoes to high temperatures. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v.104, n.5, p.686-691, 1979.
- GIORDANO, L.B.; ÁVILA, A.C.; CHARCHAR, J.M.; BOITEUX, L.S.; FERRAZ, E. Viradoro: A tospovirus-resistant processing tomato cultivar adapted to tropical environments. *HortScience*, v.35, n.7, p.1368-1370, 2000.
- GRILLI, G.V.G.; BRAZ, L.T.; PERECIN, D.; OLIVEIRA, J.A. Genetic control of fruit-setting percentage of tomatoes tolerant to high temperatures. *Acta Horticulture*, v.607, p.179-184, 2003.
- HANSON, P.M.; CHEN, J.; KUO, G. Gene action and heritability of high-temperature fruit set in tomato line CL5915. *HortScience*, v.37, n.1, p.172-175, 2002.
- HOCHMUTH, G. *Florida Greenhouse Vegetable Production Handbook*. Florida: University of Florida, 1995. 98 p. (University of Florida. Circular, SP-48).
- IBA, K. Acclimative response to temperature stress in higher plants: Approaches of gene engineering for temperature tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, v.53, p.225-245, 2002.
- JOHJIMA, T. Inheritance of heat tolerance of fruit coloring in tomato. *Acta Horticulturae*, n.412, p.64-67, 1995.
- LEVY, A.; RABINOWITZ, H.D.; KEDAR, N. Morphological and physiological characters affecting flower drop and fruit set of tomatoes at high temperatures. *Euphytica*, v.27, n.1, p.211-218, 1978.
- PEREIRA, A.S. Tolerância ao calor em tomateiro. *Horticultura Brasileira*, v.4, n.1, p.66, 1986.
- PICKEN, A.J.F. A review of pollination and fruit set in the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *The Journal of Horticultural Science*, v.59, n.1, p.1-13, 1984.
- RUDICK, J.; ZAMSKI, E.; REGEV, Y. Genotypic variation for sensitivity to high temperature in the tomato: pollination and fruit set. *Botanical Gazette*, v.138, n.4, p.448-452, 1977.
- RYLSKI, I. Fruit set and development of seeded and seedless tomato fruits under diverse regimes of temperature and pollination. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v.36, p.195-205, 1979.
- SHARMA, N.K.; BHUTANI, R.D.; SINGH, A.; DHANKHAR, B.S.; KHAIRWAL, B.S. Breeding tomato for heat tolerance - A review. *Crop Research*, v.6, n.1, p.51-58, 1993.
- SHELBY, R.A.; GREENLEAF, W.H.; PETERSON, C.M. Comparative floral fertility in heat tolerant and heat sensitive tomatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v.103, n.6, p.778-780, 1978.