

AVALIAÇÃO DA FUNCIONALIDADE DO XILEMA EM TOMATE RESISTENTE 'NAGAI' E SUSCETIVEL 'MONTESE' A PODRIDÃO ESTILAR

DARA CHAVES PAIXÃO¹, DIONE JOAQUIM PEREIRA², LORENA DOS SANTOS CAMPOS³ e SEBASTIANA PATRÍCIA ALVES COELHO⁴ e AQUIDAUANA MIQUELOTO ZANARDI⁵.

^{1 2 3 4} Alunos de Engenharia Agrônômica da UNITINS, Palmas- TO, dara.passion@gmail.com, dionejoaquim@gmail.com; lorennasantosc campos@gmail.com e paty2020spac@hotmail.com;

⁵ Dra. Professora, IFSC, São Miguel do Oeste, aquidauana.miqueloto@ifsc.edu.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
Palmas/TO – Brasil
17 a 19 de setembro de 2019

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi avaliar a funcionalidade do xilema, massa fresca, altura da planta, diâmetro do caule e tamanho das folhas nos frutos dos híbridos de tomate 'BRS Nagai' e 'BRS Montese' resistente e susceptível a PE respectivamente. Para tanto, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos com parcelas casualizadas com dois tratamentos e seis repetições, sendo cada repetição constituída de cinco plantas. Para isso, foi utilizado um híbrido resistente a PE, o BRS Nagai, e outro susceptível a PE, 'BRS Montese', onde foi quantificada a massa fresca e, em seguida, avaliado a funcionalidade do xilema pela técnica de infusão de corante em safranina (1%). Os frutos foram cortados transversalmente em discos de 5mm, denominados de proximal (região de inserção do pedúnculo) mediano (região do meio) e distal (região pistilar). Os frutos foram visualmente avaliados quanto ao número e distribuição dos feixes vasculares corados. Os resultados demonstraram que o híbrido 'BRS Nagai' apresentou melhor resultado tanto na massa fresca quanto nos vasos condutores quando comparado ao híbrido 'BRS Montese'.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum*; vaso condutor; produção orgânica; feixes vasculares.

EVALUATION OF THE FUNCTIONALITY OF XILEMA IN TOMATO RESISTANT 'NAGAI' AND SUSCETIVEL 'MONTESE' THE STYLUS COURSE

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the functionality of the xylem, fresh mass, plant height, stem diameter and leaf size in the BRS Nagai and BRS Montese tomato hybrids resistant and susceptible to PE respectively. For this, the experimental design was a randomized block design with two treatments and six replications, each replicate being composed of five plants. For this, a PE-resistant hybrid, BRS Nagai, and another susceptible to PE, 'BRS Montese' were used, where the fresh mass was quantified and then the xylem functionality was evaluated by the technique of dye infusion in safranin (1%). The fruits were cut transversally into 5mm discs, called the proximal (medial region) and distal (pistil region). The fruits were visually evaluated for the number and distribution of stained vascular bundles. The results showed that the 'BRS Nagai' hybrid presented the best result both in the fresh mass and in the conducting vessels when compared to the 'BRS Montese' hybrid.

KEYWORDS: *Solanum lycopersicum*; deferent; organic production; vascular bundles.

INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do tomate industrial atualmente apresenta relevância econômica para a indústria alimentícia e o setor do agronegócio em escala nacional e mundial (VILELA et al., 2012).

Apesar da elevada produção, as perdas pré e pós-colheita têm sido altas, devido a incidência de patógenos (BLUM et al., 2004), danos mecânicos e distúrbios fisiológicos (BRACKMAN et al., 2010). Entre os distúrbios fisiológicos, a podridão estilar (PE) tem sido uma das mais importantes e preocupantes para o setor da tomateicultura. A PE é caracterizada por uma mancha aquosa que se torna

escura quando as células coalescem na região distal dos frutos. O principal fator responsável pela ocorrência desse distúrbio fisiológico é a deficiência de cálcio (Ca) nos frutos (SAURE, 2005), que ocasiona desagregação da membrana plasmática e morte celular (POOVAIAH, 1986).

Os vegetais são constituídos por dois tecidos de condução, o floema e o xilema. O floema é o tecido vivo responsável pelo transporte de água, solutos orgânicos e inorgânicos (TAIZ & ZEIGER, 2006). Já o xilema é o tecido morto que transporta água e solutos inorgânicos (elementos minerais), dentre eles o Ca, um elemento que em deficiência nos frutos pode ocasionar diversos distúrbios fisiológicos, tais como a PE (SAURE, 2005).

O Ca é transportado ao fruto através de uma série de reações de troca ao longo de sítios carregados negativamente nas paredes dos vasos, na presença de cátions divalentes, além da quelatação do íon Ca^{+2} nas paredes do xilema (HANGER, 1979). Entretanto, segundo Lang e Ryan (1994) durante o desenvolvimento dos frutos, os elementos de vasos de xilema podem perder sua funcionalidade e reduzir o aporte de Ca e levar a ocorrência de PE em tomates. Essa perda pode ser atribuída ao crescimento dos frutos, ou seja, ao alongamento das células do parênquima que podem comprimir os elementos de vasos de xilema que reduzem o aporte de Ca para os frutos, aumentando a incidência de PE em tomates.

Trabalhos relatam que mesmo o solo estando adequadamente suprido de Ca, ainda assim, alguns híbridos de tomate, como 'BRS Montese', apresentam frutos com PE. Entretanto, existem híbridos em que esse distúrbio fisiológico não se manifesta, como o 'BRS Nagai'.

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a funcionalidade do xilema, massa fresca, altura da planta, diâmetro do caule e tamanho das folhas nos frutos dos híbridos de tomate 'BRS Nagai' e 'BRS Montese' resistente e susceptível a PE respectivamente.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Complexo de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS), localizado no Município de Palmas, Tocantins, com coordenadas geográficas 10°12'46'' de latitude Sul, 48°21'37'' de longitude Oeste e altitude média de 330 m

Os híbridos de tomate 'BRS Nagai' e 'BRS Montese' foram cultivados em um sistema de produção orgânica no Complexo de Ciências Agrárias, no estado de Tocantins. Para isso, sementes dos híbridos 'BRS Nagai' e 'BRS Montese' foram semeadas em bandejas com substrato comercial Carolina Soil e quando atingiram 7 cm de altura foram transplantadas em canteiros com espaçamento 0,70 × 0,70 m entre plantas e fileiras, respectivamente. Os híbridos de tomate foram cultivados sobre cama de frango, adubação fosfatada e potássica com uso de termofosfato yoorin e sulfato de potássio. Além disso, as plantas foram diariamente irrigadas por gotejamento, utilizando uma lâmina de 8 mm dia⁻¹.

Na plena floração, as flores abertas foram marcadas e polinizadas manualmente. Após 12 e 24 dias da polinização (DAP), frutos foram colhidos para determinação da funcionalidade do xilema e massa fresca. A colheita dos frutos foi realizada antes do amanhecer, quando a transpiração é mínima e o potencial hídrico da planta é similar ao do solo. Os frutos foram coletados, acondicionados em sacos de polietileno com água e transportados ao laboratório para as análises. A massa fresca dos frutos foi aferida em uma balança digital de precisão (0,0001g), modelo GE1302 (Sartorius, Alemanha). A funcionalidade do xilema foi avaliada utilizando a técnica de infusão de corante em safranina (1%), conforme procedimento descrito por Dražeta et al. (2004). Para evitar a embolia do xilema, a base do pedúnculo de cada fruto foi seccionada com um estilete, seguido de imediata imersão em água destilada, antes da imersão em solução de corante. O corante foi infiltrado nos frutos por meio do pedúnculo durante aproximadamente 8 horas, em condições normais de transpiração [temperatura de 20 a 25 °C e umidade relativa do ar (UR) de 60 a 70%], com a utilização de dois ventiladores para remover os efeitos da camada limítrofe do ar. Os frutos infiltrados foram cortados transversalmente formando discos de tecidos de 5 mm de espessura a partir do cálice sendo que cada um foi denominado de proximal (região de inserção do pedúnculo), mediano (região do meio) e distal (região pistilar) (Figura 1). Após, os frutos foram visualmente avaliados quanto ao número e distribuição dos feixes vasculares corados.

Figura 1. A distal; B mediana e C proximal.



O delineamento experimental utilizado foi o de blocos com parcelas casualizadas, com dois tratamentos e seis repetições, sendo cada repetição constituída de cinco plantas. Os dados obtidos nos diferentes tratamentos foram inicialmente submetidos ao teste de Bartlett (BARTLETT, 1937) para verificar a homogeneidade das variâncias e de Shapiro-Wilk (SHAPIRO & WILK, 1965) para verificar a normalidade dos resíduos. Quando os dados não apresentarem normalidade e/ou homocedasticidade realizar-se-á busca de uma transformação de acordo com a variável resposta. Satisfeitas as pressuposições do modelo normal, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste tukey ($p < 0,05$). Todas as análises estatísticas foram realizadas no software estatístico SAS, versão 9.1 (SAS INSTITUTE, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas dos híbridos ‘BRS Montese’ exibiram, estatisticamente, maior estatura e tamanho de folhas quando comparadas as plantas de ‘BRS Nagai’ (tabela 1), ou seja, apesar da suscetibilidade do ‘BRS Montese’ a PE, suas plantas apresentaram maior crescimento vegetativo e foliar do que as de ‘BRS Nagai’, híbrido resistente a PE. Já para o diâmetro do caule não houve diferença significativa entre as cultivares.

Tabela 1. Altura da planta, diâmetro do caule e tamanho das folhas em híbridos de tomate ‘BRS Montese’ e ‘BRS Nagai’ cultivados em casa de vegetação.

Híbrido	Diâmetro de caule (cm)	Altura de planta (cm)	Tamanho de folhas (cm)
BRS Montese	1.3 a	170 a	10.0 a
BRS Nagai	1.2 a	160 b	7.0 b
CV (%)	3.18	4.99	19.33

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Analisando a massa fresca dos frutos aos 12 e 24 DAP, observou-se que o híbrido ‘Nagai’ apresentou uma diferença significativa, com desempenho superior quando comparado aos frutos do híbrido ‘Montese’ (tabelas 2 e 3).

Os frutos dos híbridos ‘Nagai’ e ‘Montese’ não diferiram quanto ao número de vasos de xilema coloridos nas regiões proximal, mediana e distal, aos 12 DAP tanto na parte próxima a casca como na região central do fruto. Já a funcionalidade do xilema próximo à casca aos 24 dias na região proximal não teve diferença significativa entre os híbridos. Entretanto, aos 24 DAP frutos do híbrido

Montese exibiram menor funcionalidade do xilema próximo à casca na região mediana e distal quando comparado aos tomates 'Nagai' (tabela 3). Já a funcionalidade do xilema na região central somente foi verificada diferença significativa para a região proximal, onde tomates 'Montese' tiveram menor funcionalidade em relação tomates 'Nagai' (tabela 3).

Frutos de tomate 'Montese' exibiram maior crescimento vegetativo representado pela maior estatura e tamanho de folhas quando comparado aos tomateiros do híbrido 'Nagai'. Plantas que apresentam maior crescimento vegetativo tendem a transportar maior cálcio para as folhas do que aos frutos. Dessa forma, isso explica porque os frutos de tomates 'Montese' tende a apresentar PE, pois o cálcio provavelmente foi mais aportado para as folhas do que em detrimento aos frutos. Assim, menor quantidade de cálcio no fruto maior predisposição a ocorrência de PE em tomates.

Tabela 2. Massa fresca e funcionalidade do xilema em híbridos de tomates 'Nagai' e 'Montese' aos 12 dias.

Híbrido	Massa (g)	Xilema próximo à casca			Xilema parte interna do fruto		
		Proximal	Mediana	Distal	Proximal	Mediana	Distal
Nagai	33,80 a	18,37 a	13,50 a	13,00 a	8,87 a	3,87 a	3,25 a
Montese	21,37 b	17,75 a	12,00 a	11,37 a	4,87 a	2,12 a	1,5 a
CV	16,88	32,43	35,33	45,55	45,67	37,80	45,67

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Massa fresca e funcionalidade do xilema em híbridos de tomates 'Nagai' e 'Montese' aos 24 dias.

Híbrido	Massa (g)	Xilema próximo à casca			Xilema parte interna do fruto		
		Proximal	Mediana	Distal	Proximal	Mediana	Distal
Nagai	51,46 a	27,50 a	19,62 a	19,75 a	11,25 a	5,25 a	3,25 a
Montese	41,96 b	23,12 a	16,12 b	14,62 b	5,87 b	4,63 a	3,87 a
CV	29,18	23,64	32,48	28,30	35,67	37,80	85,67

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

O híbrido 'BRS Nagai' apresentou melhor resultado tanto na massa fresca quanto na funcionalidade do xilema, se mostrando mais resistente ao PE, quando comparado ao híbrido 'BRS Montese'. Apesar do híbrido 'BRS Montese' ter apresentado maior crescimento caulinar e foliar, o transporte de cálcio em plantas de maior porte é menor para os frutos o que resulta em menos vasos condutores, tornando mais suscetível ao PE.

REFERÊNCIAS

- BARTLETT, M.S. Properties of sufficiency and statistical tests. *Proceedings of the Royal Society*, v. 160, p. 268-282, 1937.
- BLUM, L.E.B.; AMARANTE, C.V.T.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M.; LETÍCIA S. GUIMARÃES, L.S.; DEZANET, A.; HACK NETO, P.H. *Cryptococcus laurentii* aplicado em pós-colheita reduz podridões em maçãs. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.29, n.4, p.433-436, 2004
- BRACKMANN, A.; SCHORR, M.R.W.; PINTO, J.A.V.; VENTURINI, T.L. Aplicações pré-colheita de cálcio na qualidade pós-colheita de maçãs 'Fuji'. *Ciência Rural*, v.40, p.1435-1438, 2010.
- DRAZETA, L.; LANG, A.; HALL, A.J.; VOLZ, R.K. Causes and effects of changes in xylem functionality in apple fruit. *Annals of Botany*, Oxford, v.93, n.3, p.275-282, 2004.

- POOVAIAH, B.W. Role of calcium in prolonging storage life of fruit and vegetables. *Food Technology*, Chicago, v.40, n.1, p.86-89, 1986.
- HANGER, B.C. The movement of calcium in plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, Philadelphia, v.10, n.1, p.171-193, 1979.
- LANG, A.; RYAN, K.G. Vascular development and sap flow in apple pedicels. *Annals of Botany*, Oxford, v.74, n.4, p.381-388, 1994.
- SAS INSTITUTE. Getting started with the SAS learning edition. Cary: SAS, 2002. 200p.
- SAURE, M.C. Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.105, n.1, p.65-89, 2005.
- SHAPIRO S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, v. 52, p.591-611, 1965.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Plant physiology*. 4th ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2006. 793p.
- VILELA, N. J.; MELO, P. C. T.; BOITEUX, L. S.; CLEMENTE, F. M. V. T. Perfil Socioeconômico da cadeia agroindustrial no Brasil. IN: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. *Produção de Tomate para processamento industrial*. Brasília: Embrapa, 2012.