

Efeito da aplicação foliar de nutrientes na severidade de sintomas, na produção e na qualidade de sementes de plantas de tomateiro infectadas com o begomovírus *Tomato severe rugose virus*

Mônica Alves Macedo¹, Juscimar da Silva², Marçal Henrique A. Jorge², Leonardo S. Boiteux²; Alice Kazuko Inoue-Nagata²

¹ Doutoranda em fitopatologia na Universidade de Brasília; ²Embrapa Hortaliças, Rod. BR060, km 9, Brasília/Anápolis, 70351-970, CP 218, Gama-DF, m1alves@yahoo.com.br, juscimar.silva@embrapa.br, marcal.jorge@embrapa.br, leonardo.boiteux@embrapa.br, alice.nagata@embrapa.br

RESUMO

Observações em áreas produtoras de tomate indicam um aparente efeito positivo da aplicação de nutrientes como tratamento curativo para plantas infectadas com vírus. Porém, esses efeitos precisam ser efetivamente demonstrados e os mecanismos de ação ainda necessitam ser compreendidos. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da aplicação foliar de nutrientes, diluídos em diferentes matrizes, na severidade dos sintomas de infecção viral, na produtividade total e comercial de tomateiro infectado por begomovírus, bem como no potencial germinativo de suas sementes. Utilizou-se a cultivar Santa Clara Miss Brasil infectada com um isolado de *Tomato severe rugose virus* (ToSRV), um begomovirus de grande importância para a tomaticultura brasileira. Os tratamentos consistiram de: T1, controle (planta infectada, sem aplicação de nutrientes); T2, ureia; T3, ureia+P; T4, ureia+K; T5, ureia+S; T6, ureia+Mg; T7, ureia+B; T8, COM1 = produto comercial a base de ácido orgânico e T9, COM2 = produto comercial a base de ácido fosfórico. Não se observou efeito evidente da aplicação do fertilizante foliar na expressão de sintomas em tomateiro infectado ou na germinação de sementes colhidas de plantas sintomáticas de tomateiro cv. Miss Brasil. Os tratamentos contendo Mg, P e K, foram os que mais afetaram o desempenho das plantas, com uma redução na produtividade comercial de 53,3, 36,9 e 27,3%, respectivamente, em relação ao tratamento controle (10,82 t/ha). O produto comercial COM1 apresentou desempenho médio semelhante ao controle. Adicionalmente, as aplicações foliares não mostraram efeitos negativos sobre a viabilidade das sementes colhidas de plantas infectadas que receberam os tratamentos. Assim, conclui-se que a recuperação e manutenção do potencial produtivo do tomateiro, após aplicação de solução nutritiva, observados em campo de produção, não se confirmou no presente ensaio. O especulado efeito na atenuação dos sintomas virais pela interação de ácidos orgânicos e nutrientes necessita ainda ser demonstrado, uma vez que o produto comercial com essa matriz apresentou produção semelhante ao tratamento controle.

Palavra-chave: *Solanum lycopersicum* L., nutrição de planta, sanidade de plantas, viabilidade semente.

ABSTRACT

Effects of the foliar nutrient application on disease severity, fruit yield and seed quality of tomato plants infected with the begomovirus *Tomato severe rugose virus*

A possible positive effect of nutrient applications as a curative treatment procedure in begomovirus-infected plants has been observed in tomato cultivation. However, the effectiveness of this nutrient supply as well as the mechanisms underlying these effects is not yet well understood. The objective of this work was to evaluate the effect of distinct foliar nutrient application, diluted in different matrices, in the disease severity, the total and commercial yield of tomato infected with a begomovirus, as well as the germination potential of the seeds. The tomato cultivar Santa Clara Miss Brasil was used in plants infected with *Tomato severe rugose virus*, a begomovirus important for the tomato production in Brazil. The following treatments were used: control plant without virus infection and without nutrient application; T1, control (infected plant without nutrient application); T2, urea; T3, urea + P; T4, urea + K; T5, urea + S; T6, urea + Mg; T7, urea + B; T8, COM1 = commercial product containing organic acids; and T9, COM2 = commercial product containing phosphoric acid.. The foliar nutrient application neither affected the disease symptom expression nor affected the germination potential of tomato seeds from treated infected plants.

. The treatments containing Mg, P and K affected negatively the plant performance by reducing the commercial yield in 53.3, 36.9, and 27.3%, respectively, when compared to the control (10.82 t/ha). The commercial product, COM1, displayed similar results to that of the control plants. Additionally, the foliar application did not show negative effects on the viability of seeds harvested from infected plants after the distinct treatments. As conclusion, the recovery and maintenance of the tomato yield potential after a nutritive solution application, verified in tomato production fields, was not confirmed in this trial; the speculated effect of the nutrient and organic acid interaction against the viruses needs to be better studied once the production using the commercial fertilizer with these matrices showed similar values when compared to the control.

Keywords: *Solanum lycopersicum* L., plant nutrition, plant disease, and seed viability.

Macedo, MA; SILVA J; JORGE MHA; BOITEUX LS; INOUE-NAGATA, AK. 2014. Efeito da aplicação foliar de nutrientes na produção e na qualidade de sementes de plantas de tomateiro infectadas com um begomovírus bipartido. . Horticultura Brasileira 31: S3056 –S3063.

Doenças de origem viral, principalmente as begomoviroses são consideradas como um dos problemas que mais afetam a produção de tomate em várias regiões brasileiras, acarretando prejuízos financeiros substanciais. Com a introdução do biótipo B da mosca branca (*Bemisia tabaci*), no início da década de 1990, a incidência de begomoviroses em tomateiro aumentou significativamente (GIORDANO et al., 2005; FERNANDES et al., 2008). As técnicas de seleção e melhoramento de plantas têm promovido avanços significativos no aumento da resistência das plantas a doenças e pragas (MARSCHNER, 1995). Embora essas variáveis sejam controladas geneticamente, essas plantas são fortemente influenciadas por fatores ambientais. Nesse contexto, é possível que a nutrição mineral de plantas seja um fator ambiental que pode ser manipulado de forma relativamente fácil e que repercuta em melhor desempenho agrônomico das plantas.

Há poucos relatos na literatura sobre os efeitos da nutrição mineral na infecção viral, sendo mais comum a sua relação com fungos e bactérias (MARSCHNER, 1995). Além disso, em geral, o manejo da adubação tem sido recomendado como método de manejo preventivo para doenças de origem viral sem que essas evidências tenham sido devidamente comprovadas. Observações em áreas produtoras de tomate apontam para um potencial efeito positivo da aplicação de um “coquetel” de nutrientes, como tratamento curativo, para plantas infectadas com vírus. Porém estudos comparativos estimando os níveis de eficiência desses tratamentos, bem como os mecanismos de ação com a participação ou não de um ou mais nutriente(s) ainda necessitam ser compreendidos.

Delouche (1981) comenta que uma adubação equilibrada com P, K e N afeta a produção e a qualidade de germinação das sementes, uma vez que estes nutrientes beneficiam a formação das mesmas. Vieira et al (1986) verificaram que a aplicação de doses de S não afetou a qualidade fisiológica de sementes de trigo. Souza Filho et al. (2001) também não encontraram efeito de doses de magnésio na germinação de sementes de *Mimosa pudica*. Porém, para Pessoa et al. (2000), o tratamento com doses crescentes de boro diminuíram a germinação de sementes de milho. De acordo com Tisdale et al. (1985), o estreito intervalo entre doses recomendadas e o excesso de boro deve ser considerado como alerta à tolerância das espécies a este micronutriente. Os autores informam que o tomate é uma cultura semitolerante, juntamente com a batata e a ervilha.

Macedo, MA; SILVA J; JORGE MHA; BOITEUX LS; INOUE-NAGATA, AK. 2014. Efeito da aplicação foliar de nutrientes na produção e na qualidade de sementes de plantas de tomateiro infectadas com um begomovírus bipartido. . Horticultura Brasileira 31: S3056 –S3063.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação foliar de nutrientes, diluídos em diferentes matrizes, na severidade de sintomas, na produtividade total e comercial de tomateiro infectado com o begomovírus *Tomato severe rugose virus*, bem como no potencial germinativo de suas sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio para avaliação do efeito da aplicação de nutrientes na recuperação do potencial produtivo de plantas de tomate cv. Santa Clara Miss Brasil infectadas com *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) (espécie de begomovirus predominante em tomateiro no Brasil) foi conduzido em casa de vegetação (50 x 8 m), na área experimental da Embrapa Hortaliças, DF, localizada entre a latitude 15° 56' S e longitude 48° 08' O e altitude de 997,6 m. A cultivar de tomate utilizada é uma variedade de polinização aberta com alta susceptibilidade à infecção por espécies de begomovirus. Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições e consistiram de: T1, controle (planta infectada, sem aplicação de nutrientes); T2, ureia; T3, ureia+P; T4, ureia+K; T5, ureia+S; T6, ureia+Mg; T7, ureia+B; T8, COM1 = produto comercial fertilizante a base de ácido orgânico; T9, COM2 = produto comercial fertilizante a base de ácido fosfórico. A concentração dos nutrientes foi semelhante em todos os tratamentos, exceto para o N, nos tratamentos T2 a T7, que foi aplicado na forma de ureia a (0,5% m/v). O objetivo de utilizar a ureia nessa condição foi igualar a força iônica da solução (mesma matriz) e também observar a influência da ureia na absorção de outros nutrientes.

As parcelas experimentais foram compostas por três vasos plásticos (12 dm³) com uma planta em cada, espaçados 1,7 m x 0,4 m e 2,0 m entre as parcelas dentro de cada bloco. A adubação foi realizada diariamente via fertirrigação e a concentração dos nutrientes foi igual para todos os tratamentos.

As sementes foram plantadas em bandeja de isopor. Após 30 dias de semeio as mudas foram confinadas em gaiolas (anti-afídeo) e permaneceram com moscas-brancas virulíferas (48h de período de aquisição de um isolado de ToSRV) por 48h. Os insetos foram eliminados com inseticida e as mudas foram transplantadas para vasos contendo substrato. A aplicação foliar dos fertilizantes, incluindo as dosagens, foi realizada seguindo o protocolo sugerido pelos fabricantes dos produtos comerciais COM1 e COM2, na proporção de 1,0 mL/L de calda, utilizando pulverizador manual. A partir do

Macedo, MA; SILVA J; JORGE MHA; BOITEUX LS; INOUE-NAGATA, AK. 2014. Efeito da aplicação foliar de nutrientes na produção e na qualidade de sementes de plantas de tomateiro infectadas com um begomovírus bipartido. . Horticultura Brasileira 31: S3056 –S3063.

10° DAT as aplicações foram realizadas periodicamente, a cada sete dias, até o encerramento do experimento. O crescimento apical foi mantido até o aparecimento do oitavo cacho, quando a gema apical foi cortada para encerrar o desenvolvimento vertical das plantas.

Durante o ciclo da cultura foram avaliadas a severidade de sintomas causados pela virose, a produtividade de frutos total (PFT), a produtividade de frutos comercial (PFC) e o potencial germinativo das sementes.

As sementes foram extraídas de frutos colhidos de plantas infectadas, que foram colocados sobre a bancada do laboratório para repouso, sendo assim divididos em três lotes, como forma de uniformizar ao máximo as sementes dentro de cada lote. De acordo com o estágio fisiológico dos frutos colhidos, foram considerados três períodos de repouso e fermentação combinados, para cada lote, conforme segue: Lote 1 – 5 h de repouso e 24 h de fermentação; Lote 2 – 24 h de repouso e 72 h de fermentação; e Lote 3 – 96h de repouso e 24h de fermentação. Para os testes de germinação, foram avaliadas 25 sementes em uma caixa plástica do tipo gerbox, com quatro repetições. Após a semeadura, as caixas foram incubadas a 20 – 30°C e fotoperíodo de 8 h de luz por 16 h de escuro. De acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), as contagens de porcentagem de germinação foram feitas aos 14 dias após semeadura. Os dados foram analisados utilizando-se o programa estatístico JMP 10, SAS Institute, e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados estão apresentados como média de quatro repetições, cada uma constituiu uma parcela contendo três plantas. A avaliação da significância dos dados foi realizada por meio da análise de variância e teste de comparação de médias Schott e Knott a 5% ou 10% de probabilidade, utilizando o software SISVAR, ver. 5.3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nenhum tratamento foi capaz reduzir os sintomas causados pelo begomovirus (Figura 1). Além disso, não foi verificada diferença de severidade nos sintomas apresentados pelas plantas submetidas aos tratamentos. Os resultados da produtividade total e comercial, bem como as porcentagens de germinação de sementes estão na Tabela 1. O experimento apresentou boa precisão (Pimentel Gomes, 2000), com coeficientes de variação inferior a 20%.

Macedo, MA; SILVA J; JORGE MHA; BOITEUX LS; INOUE-NAGATA, AK. 2014. Efeito da aplicação foliar de nutrientes na produção e na qualidade de sementes de plantas de tomateiro infectadas com um begomovírus bipartido. . Horticultura Brasileira 31: S3056 –S3063.

Em geral, o fornecimento de nutrientes às plantas infectadas contribuiu para queda de produtividade do tomateiro, indicando um efeito benéfico no processo de infecção pelo ToSRV. Os tratamentos contendo Mg, P e K, foram os que mais afetaram o desempenho das plantas, com uma redução na produtividade comercial de 53,3, 36,9 e 27,3%, respectivamente, em relação ao tratamento controle (10,82 t/ha – produtividade relativa a oito cachos). Considerando que o Mg^{2+} e o N são elementos associados diretamente com a síntese da clorofila era esperado um efeito positivo da combinação desses dois nutrientes na recuperação ou manutenção do potencial produtivo do tomateiro. Porém, Marschner (1995) e referências citadas em sua obra, mencionam que os nutrientes que regulam o crescimento da planta, podem também induzir a replicação viral intensificando o efeito do vírus, sendo esta relação comumente observada para N e P, e há relatos na literatura relacionando também o K e o Ca.

O tratamento COM1 foi o único que apresentou desempenho médio semelhante estatisticamente ao tratamento controle. Nesse produto, os nutrientes estão solúveis numa matriz de ácido orgânico e o efeito da combinação deles com essa matriz pode explicar o comportamento observado.

Os tratamentos com produtos a base de ácido orgânico, ureia e ácido fosfórico, avaliados para controlar as viroses não mostraram efeitos negativos sobre a viabilidade das sementes colhidas de plantas que receberam esses tratamentos (tabela 1). As médias de porcentagem de germinação dos tratamentos, em todos os lotes, foram aparentemente altas considerando que poucas sementes foram descartadas no processo de beneficiamento das sementes antes da realização dos testes de viabilidade. Apesar das médias não terem apresentado diferenças estatísticas, essa tendência mostrou que os períodos de repouso e fermentação estabelecidos não interferiram no padrão de germinação entre os lotes avaliados, corroborando as observações de Dias et al. (2006) e Silva et al. (2009). Diante dos resultados, a recuperação e manutenção do potencial produtivo do tomateiro, após aplicação de solução nutritiva, observados em campo de produção, não foi confirmada nesse ensaio. O especulado efeito na atenuação dos sintomas virais pela ação de ácidos orgânicos e nutrientes ainda necessita ser demonstrado, uma vez que o produto comercial com essa matriz apresentou produção semelhante ao tratamento controle.

REFERÊNCIAS

Macedo, MA; SILVA J; JORGE MHA; BOITEUX LS; INOUE-NAGATA, AK. 2014. Efeito da aplicação foliar de nutrientes na produção e na qualidade de sementes de plantas de tomateiro infectadas com um begomovírus bipartido. . *Horticultura Brasileira* 31: S3056 –S3063.

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.
- DELOUCHE, JC. Metodologia de pesquisa em sementes. III. Vigor, envigoramento e desempenho no campo. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 3:57–64, 1981.
- DIAS, DCFS; RIBEIRO, FP; DIAS, LAS; SILVA, DJH; VIDIGAL, D. Tomato seed quality in relation to fruit maturation and post-harvest storage. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 34, n. 3, p. 691–699, 2006.
- FERNANDES, FR; ALBUQUERQUE, LC; GIORDANO LB; BOITEUX, LS; AVILA, AC; INOUE-NAGATA, AK. Diversity and prevalence of Brazilian bipartite begomovirus species associated to tomatoes. *Virus Genes*, v. 36, p. 251–258, 2008.
- GIORDANO, LB; FONSECA, MEN; SILVA, JBC; INOUE-NAGATA, AK; BOITEUX, LS. Efeito da infecção precoce de Begomovírus com genoma bipartido em características de fruto de tomate industrial. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 23, p. 815–818, 2005.
- MARSCHNER, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. San Diego: Academic Press, 889 p.
- PESSOA, ACS; LUCHESE, EB; LUCHESE, AV. Germinação e desenvolvimento inicial de plantas de milho, em resposta ao tratamento de sementes com boro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, n.4, p.939-945, 2000.
- PIMENTEL GOMES, F. 2000. *Curso de estatística experimental*. 14. ed. Piracicaba: Nobel, 477 p.
- RIBEIRO, SG; ÁVILA, AC; BEZERRA, IC; FERNANDES, JJ; FARIA, JC; LIMA, MF; GILBERTSON, RL; ZAMBOLIM, EM; ZERBINI, FM. Widespread occurrence of tomato geminiviruses in Brazil, associated with the new biotype of the whitefly vector. *Plant Dis* 82:830, 1998.
- SILVA, RF; ARAÚJO, EF; VIGGIANO, J. Extração de sementes de frutos carnosos de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. M. *Tecnologia de sementes de hortaliças*. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. p. 77-102.
- SOUZA FILHO, APS; ALVES, SM; FIGUEIREDO, FJC; DUTRA, S. Germinação de sementes de plantas daninhas de pastagens cultivadas: *Mimosa pudica* e *Ipomoea asarifolia*. *Planta daninha*, vol.19 no.1 Viçosa Apr. 2001
- TISDALE, SL; NELSON, WL; BEATON, JD. *Soil fertility and fertilizers*. 4th ed. Macmillan, New York. 249-291, 1985.
- VIEIRA, RD; FORNASIERI FILHO, D; SCHIAVON JR., AA; MALHEIROS, EB. Efeitos de fontes e doses de enxofre sobre os teores de nitrogênio e enxofre e qualidade fisiológica de sementes de trigo. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 8, n. 2, p. 45-53, 1986.



Figura 1: Sintomas apresentados em planta após 60 dias de inoculação com ToSRV (ToSRV symptoms in plants after 60 days of inoculation). Embrapa Hortaliças, Gama-DF, 2014.

Tabela 1. Produtividade de frutos total (PFT), produtividade de frutos comercial (PFC) e porcentagem de germinação de sementes (PG) do tomateiro tratado com diferentes soluções nutritivas. Valores médios (N=4). Para estimar PFT e PFC foi considerada uma população de 15000 plantas por hectare [Yield of total fruits (PFT), yield of commercial fruits (PFC), and seed germination percentage (PG) of tomato plants treated with different nutritive solutions]. Embrapa Hortaliças, Gama-DF, 2014.

Tratamento	Produtividade		Porcentagem Germinação		
	PFT *	PFC**	Lote 1	Lote 2	Lote 3
	----- t ha ⁻¹ -----		----- % -----		
Controle	15,64 b	10,82 d	60,0 a	81,0 a	72,0 a
N-ureia	13,40 b	9,05 c	67,0 a	78,0 a	78,7 a
P+ureia	9,520 a	6,83 b	74,7 a	84,0 a	77,3 a
K+ureia	12,77 b	7,87 b	64,3 a	75,2 a	59,6 a
S+ureia	12,28 b	8,64 c	89,0 a	90,7 a	92,6 a
Mg+ureia	8,01 a	5,06 a	76,0 a	92,0 a	64,0 a
B+ureia	13,17 b	9,04 c	86,0 a	75,0 a	88,0 a
COM1	13,38 b	10,59 d	90,7 a	96,0 a	78,7 a
COM2	13,12 b	9,30 c	59,0 a	69,0 a	60,4 a
CV (%)	16,18	16,7	22,0	22,5	21,0

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott e Knott, a 5% (PTF) e 10% (PFC) de probabilidade e médias de germinação pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (means followed by the same letter in the column are not significantly different by Scott and Knott test at 5% (PTF) and 10% (PFC) of probability, and germination percentage means by Tukey test at 5% of probability).