

Impacto da temperatura na infectividade de *Meloidogyne incognita* em *Solanum lycopersicum* L.

Impact of temperature on the infectivity of Meloidogyne incognita in Solanum lycopersicum L.

Francisco Jorge Carlos De Souza Junior^{1*}, Carmem Dolores Gonzaga Santos²

¹Programa de Pós-graduação em Fitopatologia, Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP: 52171-900, Recife, PE, Brasil

²Departamento de Fitotecnia, Setor de Fitossanidade, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, Blocos 806, CEP: 60356-000, Fortaleza, CE, Brasil

*autor correspondente:

✉ jorgesouza@alu.ufc.br

RESUMO: O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das hortaliças mais cultivadas mundialmente. É uma cultura afetada por numerosos patógenos que causam diversas doenças. Entre os fitopatógenos de importância econômica para a cultura, destacam-se fitonematóides do gênero *Meloidogyne*. O objetivo do estudo foi avaliar o efeito da temperatura na infectividade de juvenis de segundo estágio (J2) de *M. incognita*. Observou-se que a infectividade da população de *M. incognita* submetida a 10 °C e a 25 °C não foi afetada durante os quatro primeiros dias, ocorrendo redução apenas no oitavo dia de 10% para a população de *M. incognita* submetida a baixa temperatura e de 42% quando permanece a 25 °C.

PALAVRAS-CHAVE: Nematóide das galhas, ciclo de vida, tomate.

ABSTRACT: The tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is one of the most cultivated vegetables worldwide. It is a culture affected by numerous pathogens that cause several diseases. Among phytopathogens of economic importance for culture, phytonematodes of the genus *Meloidogyne* stand out. The objective of the present study was to evaluate the effect of the infectivity of juveniles of second stage (J2) of *M. incognita*. It was observed that the infectivity of the *M. incognita* population submitted to 10 °C and 25 °C was not affected during the first four days, with a reduction of only 10% on the eighth day for the population of *M. incognita* submitted to low temperature and 42% when it remains at 25 °C.

KEYWORDS: Root-knot nematode; life cycle; tomato.

Introdução

O tomateiro é uma das principais hortaliças plantadas no mundo cujo cultivo abrange as regiões tropicais e subtropicais (CLEMENTE; BOITEUX, 2012; WORLD PROCESSING TOMATO COUNCIL, 2017). O Brasil está entre os dez maiores produtores de tomate mundial em volume de produção (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2019). Essa cultura é cultivada praticamente em todos os estados da federação, com destaque para a região Sudeste como a maior produtora de tomate, seguida pela região Centro-Oeste (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2019).

Entre os problemas fitossanitários na cultura do tomateiro, destacam-se as doenças causadas por nematoides, devido à suscetibilidade da cultura com um ambiente favorável ao patógeno. Os nematoides das galhas do gênero *Meloidogyne* são um dos principais problemas nas áreas de cultivo de tomate do mundo e no Brasil, devido aos elevados danos que podem chegar a 80% (BERNARD et al., 2017; KASKAVALCI, 2007). Infestações severas podem levar até a morte do tomateiro (KAMRAN et al.,

2010; MWANGI et al., 2019). Entre as espécies de *Meloidogyne* associadas à cultura do tomate, as principais são *M. incognita* Kofoid White, *M. javanica* Treub e *M. arenaria* Chitwood (ANWAR; MCKENRY, 2010; MWANGI et al., 2019; VAN BRUGGEN et al., 2016).

O ciclo de vida dos nematoides das galhas dura, em média, de três a quatro semanas, de acordo com as condições climáticas. Esse ciclo é fortemente influenciado pela temperatura, sendo observado que temperaturas superiores a 40°C ou inferiores a 5°C promovem redução ou até paralisação das atividades vitais dos nematoides (FERRAZ; BROWN, 2016). Observa-se que *Meloidogyne* spp. se desenvolvem melhor em climas tropicais, mas também podem sobreviver em condições temperadas (STRAJNAR et al., 2011; WOLFGANG et al., 2019). *Meloidogyne* spp. são dependentes de fatores externos para seu desenvolvimento, sendo a temperatura um dos principais agentes na reprodução e/ou na capacidade infectiva do nematoide. A temperatura pode acelerar o desenvolvimento da população, com redução do tempo para completar o ciclo de vida do nematoide (KHAN et al., 2014). A temperatura exerce grande influência no desenvolvimento pós-penetração em nematoides do gênero *Meloidogyne* (FERNANDEZ et al., 2013).

Diante do papel da temperatura no ciclo de vida de *Meloidogyne* spp., é importante avaliar o impacto da temperatura no processo de parasitismo separadamente. Desse modo, o objetivo deste estudo foi avaliar a infectividade de populações de *M. incognita* submetidas a temperaturas de 10 °C e 25 °C durante um período de quatro, oito e 12 dias em mudas de tomateiro.

Material e Métodos

As populações de *M. incognita* utilizadas no experimento são provenientes da coleção de fitonematoides do Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal do Ceará. O experimento foi realizado no período de outubro de 2018 a janeiro de 2019. A identificação da população foi feita por meio da técnica da eletroforese com isoenzima esterase, conforme indica Alfenas (2006).

Populações puras foram isoladas de massas de ovos identificadas e multiplicadas em raízes de tomateiro “Santa Clara” em vasos com substratos previamente autoclavados, mantidos em casa-de-vegetação. A extração de ovos foi realizada conforme a metodologia de Coolen e D’Herde (1972). A suspensão contendo ovos de *M. incognita* foi recolhida em

Becker (100 mL), procedendo-se à contagem em câmara de Peters, com o auxílio de microscópio ótico, para determinar a concentração do inóculo.

Após a contagem, foram obtidas duas suspensões de 120.000 ovos de *M. incognita* cada uma. Em seguida, cada suspensão foi colocada em câmara de eclosão e submetida a diferentes temperaturas, 10 °C e 25 °C. As inoculações foram realizadas 21 dias após os transplantes do tomateiro “Santa Clara” com 5 mil juvenis J2. O intervalo utilizado entre as inoculações foi de quatro dias.

Aos 45 dias após a inoculação, os tomateiros foram cuidadosamente retirados dos vasos e as raízes, lavadas em água corrente para remoção de solo. Depois de lavadas, foram realizadas a contagem do número de galhas (NG), a do número de massas de ovos (NMO) e foi calculada a taxa de redução para NG e NMO para os tratamentos em relação ao primeiro dia de avaliação. Para determinar NG e NMO, registrou-se a média de todos os tratamentos para a análise das variáveis.

O delineamento empregado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial com oito tratamentos (duas temperaturas: 10 °C (S1) e 25 °C (S2) x quatro intervalos de tempo: T0, T4, T8 e T12). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias ao teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o software Statistica (STATSOFT, 2004). Além disso, foi realizada uma análise de regressão linear nos resultados de NG e NMO e temperatura, para verificar a correlação dos tratamentos nos parâmetros avaliados. Empregaram-se seis repetições em que cada unidade experimental foi representada por um planta/vaso, totalizando 48 plantas inoculadas.

Resultados e Discussão

Os resultados da avaliação do efeito da temperatura em *M. incognita* em mudas de tomateiro podem ser observados na Tabela 1.

Os valores médios de NG em plantas inoculadas com ovos de *M. incognita* em S1 foram de 286,50 (255-315), em T0, e 255,50 (204-315), em T4, os quais não diferiram estatisticamente, mesmo apresentando redução de 11%. Em T8, foram registrados 167,16 (102-210) NG e redução de 44% diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Para T2, os valores médios de NG foram de 146,33 (102-201) com redução de 49%, mostrando que o tratamento T2 difere dos demais tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Comparação de médias do número de galhas (NG), número de massas de ovos (NMO) e taxa de redução em mudas de tomate “Santa Clara” para inóculo de *Meloidogyne incognita* armazenado em 25 °C e 10 °C por um período de 12 dias.

Dias	NG				NMO			
	10 °C	Redução (%)	25 °C	Redução (%)	10 °C	Redução (%)	25 °C	Redução (%)
0	286,50 bC	-	289,83 bC	-	88,83 bB	-	87,83 bB	-
4	255,50 bC	11	272,50 bC	6	86,66 bB	2	82,50 abB	6
8	167,16 aB	42	260,00 bB	10	54,66 aA	38	71,66 aA	18
12	146,33 aA	49	193,33 aA	33	52,66 aA	41	69,00 aA	23

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Em S2, valores médios de NG registrados foram de 289,83, em T0, e 272,50 (245-310), em T4, que apresentou redução de 6%, mas mesmo assim T0 e T4 não diferiram estatisticamente. Em T8, o NG observado foi de 260,00 (241-301), apresentando queda de 10% e diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Já em T12, apresentou o menor valor de NG em S2 com média de 193,33 (102-245), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos e representando redução de 33% (Tabela 1). Na Figura 1, é possível perceber redução no NG ao longo tempo em ambas as temperaturas.

A análise do número de massa de ovos (NMO) médio observado em raízes de tomateiro “Santa Clara” inoculado com suspensão de *M. incognita* de S1 foi de 88,83 (80-97), em T0, e de 86,67 (81-84), em T4, os quais não diferiram estatisticamente. Em T8, NMO foi de 54,66 (49-61) e de 52,66 (48-61) em T12. Ambos os tratamentos não diferiram estatisticamente.

Já em S2, o NMO médio registrado foi de 87,83 (80-96), em T0, e 82,50 (75-88), em T4, os quais não diferiram estatisticamente. Para T8, o NMO médio observado foi de 71,66 (54-88) e de 69,00 (42-82) em T12, mostrando que ambos os tratamentos se diferenciam dos demais, mas T8 e T12 não apresentam diferenças entre si estatisticamente (Tabela 1).

O NMO nas raízes apresentou redução gradativa no decorrer do tempo e nas diferentes temperaturas de armazenamento empregadas. Na temperatura mais baixa (S1), houve queda drástica entre o quarto e o oitavo dia, passando de 2% para 38% (Tabela 1 e Figura 2). Na fase de ovos de *M. javanica*, é observado que a temperatura de 28 °C acelera drasticamente a produção de juvenis de segundo estágio (J2) que infectarão as plantas (CAMPOS et al., 2008). A perda na capacidade infectiva de S2 em 10%, em T8, difere dos resultados de Reversat. (1981) que, ao trabalharem com *M. javanica* a temperatura próxima à estudada em S2, verificaram diminuição de 46% na infectividade. Em *M. incognita* submetidos a 28 °C, Freire et al. (2007) observaram redução de 42% na infectividade em tomateiro. Van Gundy et al. (1967) verificaram que o armazenamento de *M. incognita* a 25°C, por um período de 16 dias, causou perda de 62,07% de infectividade, redução muito maior do que a observada nesse ensaio em T2 de queda de 33% da infectividade. Portanto, os tempos de T8 e T12 não devem ser utilizados para acondicionar inóculo de *M. incognita* em ensaios que envolvam a avaliação de suscetibilidade em plantas ou de outra natureza.

Os resultados mostraram que estudos futuros devem ser realizados para avaliar a ação da temperatura nos demais eventos dos ciclos de vida de *M. incognita*, principalmente na migração dentro da planta e na formação de sítio de alimentação.

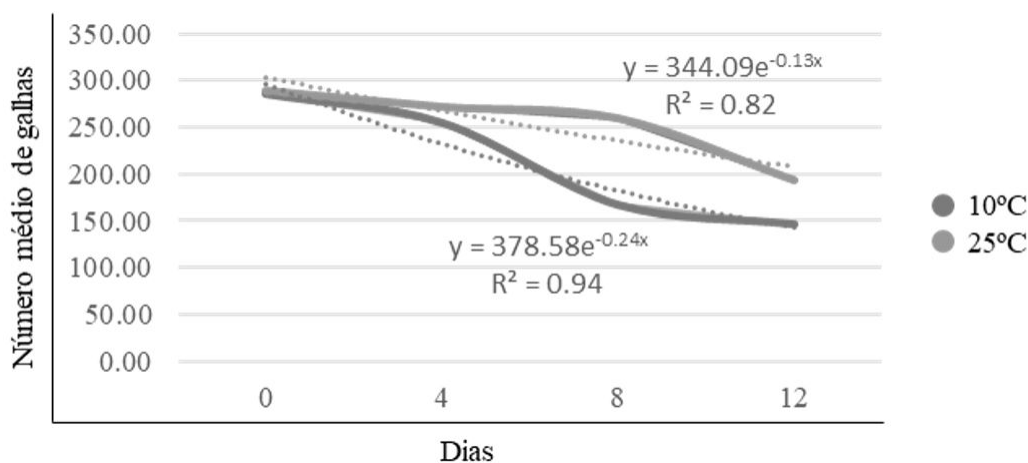


Figura 1. Efeito da temperatura no Número médio de galhas (NG) de *M. incognita* inoculados em mudas de tomateiro com intervalo de 4 dias.

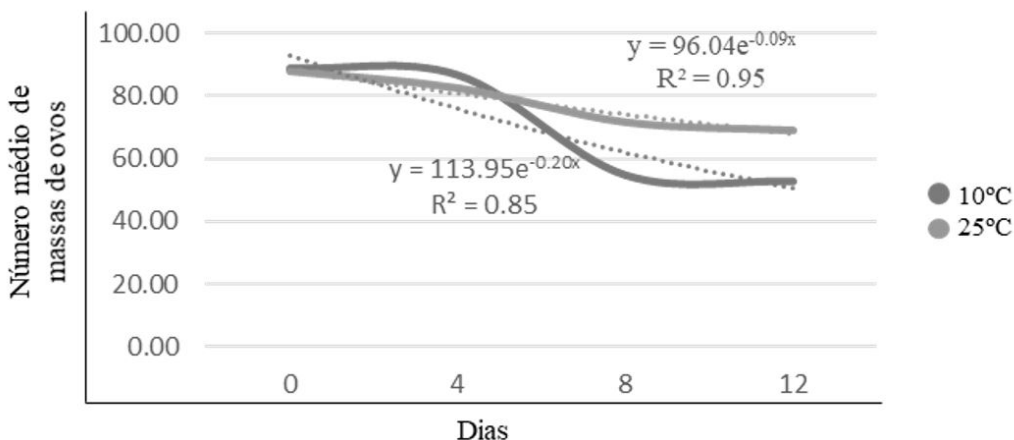


Figura 2. Efeito da temperatura no número médio de massas de ovos (NMO) de *M. incognita* inoculados em mudas de tomateiro com intervalo de 4 dias.

Conclusões

As temperaturas de 10 °C e 25 °C no armazenamento de inóculo de ovos de *M. incognita* por quatro dias não interferem em sua capacidade infectiva. Porém, o armazenamento do inóculo por 12 dias, independentemente da temperatura, resulta na perda da infectividade de *M. incognita* em mudas de tomateiro.

Referências

- ALFENAS, A. C., editor. **Eletroforese e marcadores bioquímicos em plantas e microrganismos**. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- ANWAR, S. A.; MCKENRY, M. V. Incidence and reproduction of *Meloidogyne incognita* on vegetable crop genotypes. **Pakistan Journal of Zoology**, Lahore, v. 42, p. 135-141, 2010.
- BERNARD, G. C.; EGNIN, M.; BONSI, C. The impact of plant-parasitic nematodes on agriculture and methods of control. In: SHAH, M. M.; MAHAMOOD, M. (Eds.). **Nematology: Concepts, Diagnosis and Control**. Rijeka, Croatia: Intech, 2017. p. 121-151.
- Campos, H. D.; Campos, V. P.; Pozza, E. A. Efeito da temperatura na multiplicação celular, no desenvolvimento embrionário e na eclosão de juvenis do segundo estágio de *Meloidogyne javanica*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 1, p. 29-33, 2008.
- CLEMENTE, F. M. V.; BOITEUX, L. S. **Produção de Tomate para Processamento Industrial**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2012. 970 p.
- COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Belgium: State Agriculture Research Center – GHENT, 1972. p.77
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAOSTAT. **Colheitas (Crops)**, 2019. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 28 fev. 2019.
- FERNANDEZ, L.; CABASAN, M. T. N.; DE WAELE, D. Life cycle of the rice root-knot nematode *Meloidogyne graminicola* at different temperatures under non-flooded and flooded conditions. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, Quebec, v. 47, n. 9, p. 1042-1049, 2013.
- FERRAZ, L. C. C. B.; BROWN, D. J. F. **Nematologia de plantas: fundamentos e importância**. Manaus: Norma Editora, 2016.
- FREIRE, E. S. et al. Infectividade de juvenis do segundo estágio de *Meloidogyne incognita* em tomateiro após privação alimentar em solo e água em diferentes condições. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 3, p. 270-274, 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA – SIDRA. **Tabela 1618: Área plantada, área colhida e produção, por ano da safra e produto das lavouras**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>>. Acesso em: 28 fev. 2019.
- KAMRAN, M. et al. Incidence of root knot nematodes on tomato in Sargodha, Punjab. **Pakistan Journal of Zoology**, Lahore, v. 28, p. 253-262, 2010.
- KASKAVALCI, G. Effect of soil solarization and organic amendment treatments for controlling *Meloidogyne incognita* in tomato cultivars in Western Anatolia. **Turkish Journal of Agriculture**, Ankara, v. 31, p. 159-167, 2007.
- KHAN, A.; WESEMAEL, W.; MOENS, M. Influence of temperature on the development of the temperate root-knot nematodes *Meloidogyne chitwoodi* and *M. fallax*. **Russian journal of nematology**, Moscow, v. 22, n. 1, p. 1-9, 2014.
- MWANGI, M. W. et al. Management of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* and root-knot nematode disease complex in tomato by use of antagonistic fungi, plant resistance and neem. **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 29, p. 229-238, 2019.
- REVERSAT, G. Consumption of food reserves by starved second-stage juveniles of *Meloidogyne javanica* under conditions inducing osmobiogenesis. **Nematologica**, Leiden, v. 27, n. 2, p. 207-214, 1981.
- STATSOFT. **Statistica (Data Analysis Software System), versão 7.0**, 2004. Tulsa. Disponível em: <www.statsoft.com>. Acesso em: 28 fev. 2019.
- STRAJNAR, P. et al. Effect of Slovenian climatic conditions on the development and survival of the root-knot nematode *Meloidogyne ethiopica*. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 129, p. 81-88, 2011.
- VAN BRUGGEN, A. H. C. et al. Corky root severity, root knot nematode galling and microbial communities in soil, rhizosphere and rhizoplane in organic and conventional greenhouse compartments. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 100, p. 112-123, 2016.
- VAN GUNDY, S. D.; BIRD, A. F.; WALLACE, H. R. Ageing and starvation in larvae of *Meloidogyne javanica* and *Tylenchulus semipenetrans*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 57, p. 559-571. 1967.
- WOLFGANG, A. et al. Novel strategies for soil-borne diseases: exploiting the microbiome and volatile-based mechanisms toward controlling *Meloidogyne*-based disease complexes. **Frontiers in Microbiology**, Lausanne, v. 10, p. 1296, 2019.
- WORLD PROCESSING TOMATO COUNCIL. **World production estimate of tomatoes for processing**, 2017. Disponível em: <<https://www.wptc.to/pdf/releases/WPTC%20World%20Production%20estimate%20as%20of%20the%20February%202017.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2020.

Recebido: 28 fev. 2020
Aprovado: 25 jun. 2020