

Reação do cultivar de cenoura BRS Brasília à mistura populacional de *Meloidogyne incognita* raça 2 e *Meloidogyne javanica*

Reaction of carrot cultivar BRS Brasília to a population mix of *Meloidogyne incognita* race 2 and *Meloidogyne javanica*

Rafael Henrique Fernandes¹; Darlan Ferreira Borges²; Everaldo Antônio Lopes³

¹ Doutorando em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG.
E-mail: rafael.fernandes@ufv.br

² Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Viçosa (UFV) – Campus de Rio Paranaíba, Rio Paranaíba, MG. E-mail: darlan.f.borges@gmail.com

³ D.Sc., Professor da Universidade Federal de Viçosa (UFV) – Campus de Rio Paranaíba, Rio Paranaíba, MG. E-mail: everaldolopes@ufv.br

Resumo: O cultivar de cenoura BRS Brasília pode comportar-se como resistente ou tolerante a *Meloidogyne* spp. No entanto, a resposta do cultivar a misturas populacionais de nematoides ainda é pouco conhecida. Assim, avaliou-se, neste trabalho, a reação do genótipo a populações mistas de *M. incognita* raça 2 (Mi) e *M. javanica* (Mj) em casa de vegetação. A massa das raízes frescas e a severidade dos sintomas (índices de galhas e de McKinney) nas raízes foram avaliadas após cultivo por 110 dias em vasos de 3,8 L contendo mistura solo: areia (1:1, v:v) infestada com 0, 2500 e/ou 5000 de ovos de Mi e, ou Mj. A massa média das raízes foi 26,83 ± 10,34 g e não foi alterada por nenhuma combinação de inóculo de Mj e Mi. O maior índice de infecção foi observado quando o inóculo consistiu na aplicação de 5000 ovos de *M. javanica* ao solo. Na maioria das parcelas, a frequência de raízes classificadas com notas 0 a 2 (ausência de galhas ou presença de poucas galhas, principalmente nas raízes secundárias) pelo índice de galhas foi maior do que 60%. O cultivar BRS Brasília é tolerante à mistura populacional de *M. incognita* raça 2 e *M. javanica*.

Palavras-chave: *Daucus carota*. Nematóide das galhas. Resistência. Tolerância.

Abstract: The carrot cultivar BRS Brasília can be resistant or tolerant to *Meloidogyne* spp. However, the response of the cultivar to population mix of nematodes is still a little bit known. Thus, it was assessed, in this research, the reaction of this genotype to population mix of *M. incognita* race 2 (Mi) and *M. javanica* (Mj) in greenhouse. The fresh weight of the roots and the severity of symptoms (galls and McKinney's indexes) in the roots were evaluated after cultivation for 110 days in pots containing a mixture of 3.8 L soil: sand (1: 1, v: v) infested with 0, 2500, or 5000 eggs of Mi or Mj. The average weight of the roots was 26.83 ± 10.34 g and was not altered by any combination of inoculum Mj and Mi. The highest rate of infection was observed when the inoculum consisted in the application of 5000 of *M. javanica* in the soil. In

most of the plots, the frequency of roots classified with notes 0 to 2 by the gall index (no galls or the presence of few galls, mainly in the secondary roots) was higher than 60%. The carrot cultivar BRS Brasília is tolerant to the population mix of *M. incognita* race 2 and *M. javanica*.

Keywords: *Daucus carota*. Root-knot nematode. Resistance. Tolerance.

Introdução

A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma das principais hortaliças produzidas no Brasil, especialmente na região do Alto Paranaíba em Minas Gerais (VILELA; BORGES, 2008). Nessa região, a cenoura é cultivada durante todo o ano e um dos principais fatores que limitam a produção é o ataque de fitonematoides, principalmente as espécies *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita* (BONTEMPO *et al.*, 2014).

Plantas de cenoura parasitadas pelo nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.) geralmente produzem raízes pequenas, bifurcadas e com galhas. Esses defeitos interferem na classificação comercial do produto, resultando em descarte das raízes (WALKER, 2004; GUGINO *et al.*, 2006). A severidade dos sintomas depende da combinação de fatores, dentre eles o tipo de solo, a época de semente e o cultivar usado, da população inicial do patógeno, além da(s) espécie(s) encontrada(s) no solo (WESEMAEL; MOENS, 2008). A ocorrência de populações mistas, comum em áreas agrícolas no Brasil, dificulta a adoção de estratégias de manejo do patógeno, como a rotação de culturas e o uso de variedades resistentes (FERRAZ *et al.*, 2010).

O cultivar BRS Brasília pode comportar-se como resistente ou tolerante ao nematoide das galhas, por limitar sua multiplicação ou por não sofrer redução na produtividade, mesmo que o patógeno ainda infecte e reproduza em suas raízes, respectivamente (VIEIRA *et al.*, 2003; VIEIRA *et al.*, 2005; CHARCHAR *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2011). Em razão dessas características, é recomendado para áreas infestadas em plantios na safra de primavera/verão e também serve como fonte de resistência em programas de melhoramento genético da cultura (VIEIRA *et al.*, 2003; VIEIRA *et al.*, 2005). No entanto, a resistência ou tolerância do genótipo pode sofrer influência de condições ambientais, como temperatura e umidade do solo acima de 30°C e 80%, respectivamente (CHARCHAR *et al.*, 2007). Além disso, o comportamento do cultivar em condições de misturas populacionais de nematoides ainda é pouco conhecido (CHARCHAR *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2011). Assim, avaliou-se, neste trabalho, a reação do cultivar BRS Brasília a populações mistas de *M. incognita* raça 2 e *M. javanica* em casa de vegetação.

Material e Métodos

Vasos de plástico de 3,8 L foram preenchidos com uma mistura de solo e areia (1:1; v:v), previamente submetida à solarização por quatro semanas. A ausência de fitonematoides vivos no substrato solarizado foi confirmada após a coleta de amostra composta de 500 g, extração de nematoides pelo método de flutuação centrífuga em solução de sacarose (JENKINS, 1964) e observação em microscópio óptico. Superfosfato simples, na dose de 5 g kg⁻¹, foi misturado à mistura logo após a solarização.

Após o enchimento dos vasos, o substrato para cultivo de cenoura foi infestado com 2 mL de suspensão, contendo 2500 e/ou 5000 de ovos de *M. incognita* raça 2 e/ou *M. javanica*, aplicados em três furos de 2 cm de profundidade. Água destilada foi aplicada nas parcelas controle. Em seguida, o inóculo foi manualmente homogeneizado no perfil do solo com auxílio de espátula. Os ovos dos nematoides foram obtidos a partir de populações puras de raízes de tomateiros (*Solanum lycopersicum* L.) infectados e mantidos em casa de vegetação. O inóculo foi extraído das raízes pelo método de Hussey e Barker (1973), modificado por Boneti e Ferraz (1981).

Seis sementes de cenoura cultivar BRS Brasília foram semeadas em cada vaso, aproximadamente a 2 cm de profundidade. O desbaste ocorreu aos 15 dias após o semeio (DAS), deixando as duas plantas mais vigorosas por vaso. Para isso, apenas a parte aérea foi descartada e as raízes foram incorporadas ao solo a 1 cm de profundidade.

As plantas foram irrigadas uma a duas vezes por dia, visando manter o solo próximo da capacidade de campo. As plantas foram adubadas semanalmente com a aplicação de 30 mL da formulação N-P-K 15-15-20 + micronutrientes (3 g L⁻¹, Ouro Verde®). A massa das raízes frescas e a severidade dos sintomas causados pelos nematoides nas raízes foram avaliadas aos 110 DAS. A massa das raízes foi mensurada logo após a colheita com auxílio de balança digital. A severidade foi avaliada por meio do índice de galhas (HUANG; CHARCHAR, 1982) com notas variando de 0 a 5, em que: 0 = raízes sem galhas; 1 = sem galhas na raiz principal e ≤ 10 galhas pequenas nas raízes secundárias; 2 = ≤ 10 galhas pequenas em ambos os tipos de raízes; 3 = ≤ 10 galhas pequenas na raiz principal e > 10 galhas agregadas nas raízes secundárias; 4 = > 10 galhas agregadas em ambos os tipos de raízes; 5 = > 10 galhas agregadas em ambos os tipos de raízes e com algum tipo de deformação na raiz principal. Por se tratar de uma escala com variáveis discretas (notas) e visando a análise variância entre os tratamentos, os dados também foram transformados para o índice de McKinney (1923), de acordo com a equação: $IM (\%) = [(N_{\text{de plantas com nota 0}} \times 1) + (N_{\text{de plantas com nota 1}} \times 2) + (N_{\text{de plantas com nota 2}} \times 3) + \dots + (N_{\text{de plantas com nota 5}} \times 6)] / [(Total \text{ de plantas avaliadas} \times \text{ grau máximo da escala, ou seja, } 5)]$.

O delineamento experimental adotado nos experimentos foi do tipo inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 3 (níveis de inóculo de *M. incognita* – 0, 2500 ou 5000 ovos x níveis de inóculo de *M. javanica* – 0, 2500 ou 5000 ovos), com cinco repetições. A parcela experimental foi representada por um vaso com duas plantas. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e seis repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, com o uso do software R versão 3.1.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014).

Resultados e Discussão

A massa das raízes de cenoura BRS Brasília não foi alterada por nenhuma combinação de inóculo de *M. javanica* e *M. incognita* (Figura 1). A massa média das raízes foi de 26,83 ± 10,34 g e na ausência de nematoides foi de 21,0 ± 6,27 g. Assim, o acúmulo de biomassa de raízes sofreu pouca ação da presença de ambas as espécies de

nematoides, independentemente da densidade populacional, confirmando a tolerância do cultivar BRS Brasília ao nematoide das galhas (SILVA *et al.*, 2011).

Na maioria das parcelas infestadas com *M. javanica* e *M. incognita*, a frequência de raízes classificadas com notas 0 a 2, pelo índice de galhas de Huang e Charchar (1982), foi maior do que 60% (Figura 2). Nesses casos, as raízes principais não tinham sintomas de galhas ou apenas galhas pequenas foram observadas, principalmente nas raízes secundárias. Dessa forma, não tinham deformações que são consideradas defeitos graves e que resultariam em descarte (CEAGESP, 1999).

Por sua vez, a frequência de raízes classificadas com as notas 3 a 5 nas parcelas infestadas apenas com 5000 ovos de *M. incognita* ou de *M. javanica* e com 5000 de *M. javanica* + 2500 de *M. incognita* foi de 40%, 40% e 50%, respectivamente (Figura 2). A maior frequência de raízes classificadas com nota 5, com alguma deformação na raiz principal, foi de 20% em parcelas infestadas com apenas 5000 ovos de *M. javanica*. Raízes bifurcadas são consideradas descarte e, em campos de produção de cenoura no Brasil, são deixadas no campo logo após a colheita e classificação prévia no local (BONTEMPO *et al.*, 2014). Além disso, raízes com galhas volumosas formadas próximo às lenticelas da raiz principal também são consideradas defeitos graves (CEAGESP, 1999). No entanto, não houve diferença na massa das raízes consideradas comerciais (notas 0 a 2) e não comerciais (notas 3 a 5), independentemente da combinação de inóculo, razão pela qual apenas a média de produção de raízes totais foi apresentada (Figura 1).

Figura 1: Massa de raízes de cenoura (*Daucus carota* L.) BRS Brasília cultivada em solo infestado com 0, 2500 ou 5000 ovos de *Meloidogyne javanica* (Mj) e, ou *M. incognita* (Mi) aos 110 dias após o semeio. UFV, Rio Paranaíba, MG. 2014. Ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Coeficiente de variação = 37,16 %.

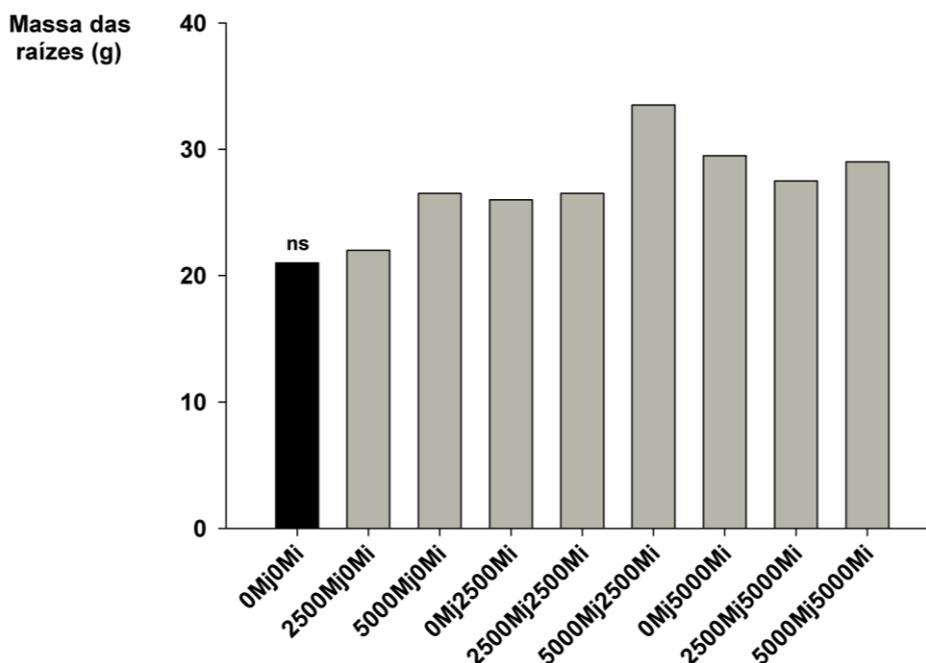
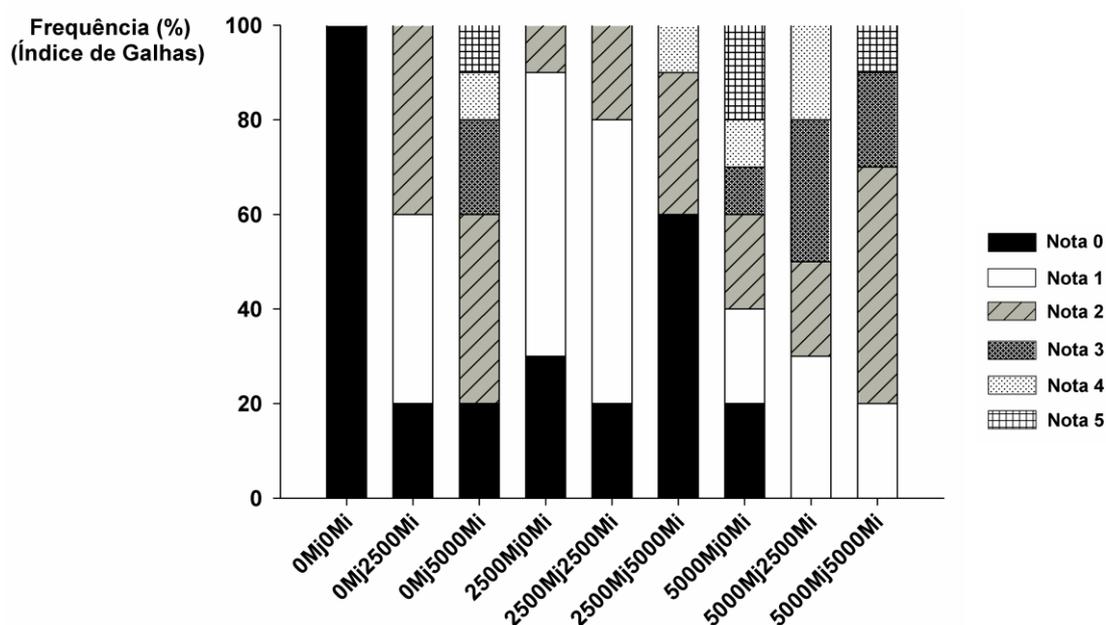


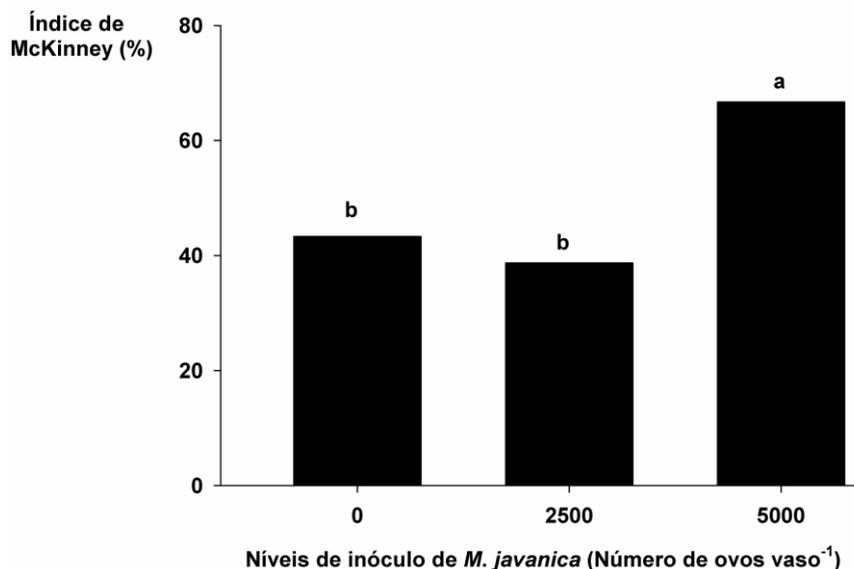
Figura 2: Frequência de raízes de cenoura (*Daucus carota* L.) BRS Brasília classificadas com as notas 0 a 5 pelo índice de galhas, proposto por Huang e Charchar (1982), cultivada em solo infestado com 0, 2500 ou 5000 ovos de *Meloidogyne javanica* (Mj) e/ou *M. incognita* (Mi) aos 110 dias após o semeio. Nota 0 = raízes sem galhas; Nota 1 = sem galhas na raiz principal e ≤ 10 galhas pequenas nas raízes secundárias; Nota 2 = ≤ 10 galhas pequenas em ambos os tipos de raízes; Nota 3 = ≤ 10 galhas pequenas na raiz principal e > 10 galhas agregadas nas raízes secundárias; Nota 4 = > 10 galhas agregadas em ambos os tipos de raízes; Nota 5 = > 10 galhas agregadas em ambos os tipos de raízes e com algum tipo de deformação na raiz principal. UFV, Rio Paranaíba, MG. 2014.



As avaliações da população final de nematoides no solo, dos números de galhas e ovos poderiam fornecer informações sobre a taxa de multiplicação dos nematoides nas plantas do cultivar Brasília (SILVA *et al.*, 2011). No entanto, tais variáveis não foram consideradas neste trabalho, pois, embora relevantes, o objetivo da pesquisa era verificar alterações qualitativas nas raízes e o quanto a combinação de inóculo dos nematoides poderia induzir a deformação das raízes. Assim, uma planta poderia ter fator de reprodução do nematoide maior do que 1 e, por isso, ser considerada suscetível (SILVA *et al.*, 2011). No entanto, se as galhas e as massas de ovos estiverem localizadas nas raízes secundárias e não na raiz principal, o produto poderia ser considerado comercializável, desde que nenhuma alteração morfológica depreciativa na raiz principal fosse observada, visto que as raízes secundárias podem ser facilmente eliminadas durante o beneficiamento (CEAGESP, 1999; GUGINO *et al.*, 2006; BONTEMPO *et al.*, 2014).

Com a transformação do índice de galhas (HUANG; CHARCHAR, 1982) para o índice de McKinney (1923), foi observada efeito apenas em relação aos níveis de inóculo de *M. javanica*, independentemente do número de ovos de *M. incognita* adicionados ao solo (Figura 3).

Figura 3. Índice de McKinney (%) (*Daucus carota* L.) em raízes de cenoura BRS Brasília cultivada em solo infestado com 0, 2500 ou 5000 ovos de *Meloidogyne javanica* aos 110 dias após o semeio. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. UFV, Rio Paranaíba, MG. 2014.



O maior índice de infecção foi observado quando o inóculo consistiu na aplicação de 5000 ovos de *M. javanica* ao solo (Figura 3). Por sua vez, não houve diferença entre as parcelas sem o nematoide e aquelas que foram inoculadas com 2500 ovos de *M. javanica*. Tal resultado corrobora o exposto na Figura 2, onde apenas 20% das raízes que foram inoculadas com 5000 ovos de *M. javanica* (5000Mj0Mi, 5000Mj2500Mi e 5000Mj5000Mi) foram classificadas com a nota 0.

Ainda assim, poucas deformações morfológicas foram observadas nas raízes do experimento de modo a classificá-las como descarte. Por isso, pode-se concluir que, apesar dos nematoides terem infectado e se multiplicado nas raízes, o cultivar BRS Brasília comportou-se como tolerante aos patógenos.

Conclusão

O cultivar de cenoura BRS Brasília é tolerante à mistura populacional de *M. incognita* raça 2 e *M. javanica*.

Referências

BONETI, J.I.S; FERRAZ, S. Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira*. v. 6, p. 553, 1981.

- BONTEMPO, A.F.; FERNANDES, R.H.; LOPES, J.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.A. *Pochonia chlamydosporia* controls *Meloidogyne incognita* on carrot. *Australasian Plant Pathology*. v. 43, p. 421-424, 2014.
- CEAGESP – Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. *Classificação de cenoura: programa de adesão voluntária*. São Paulo: Programa Horti & Fruti, 1999. 8 p. (Folder).
- CHARCHAR, J.M.; GONZAGA, V.; VIEIRA, J.V.; OLIVEIRA, V.R.; MOITA, A.W.; ARAGÃO, F.A.S. Efeito da rotação de culturas no controle de *Meloidogyne* spp. em cenoura na região Norte do estado de Minas Gerais. *Nematologia Brasileira*. v. 31, p. 173-179, 2007.
- FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.A. & DIAS-ARIEIRA, C.R. *Manejo sustentável de fitonematóides*. Viçosa: Editora UFV, 2010.
- GUGINO, B.K.; ABAWI, G.S.; LUDWIG, J.W. Damage and management of *Meloidogyne hapla* using oxamyl on carrot in New York. *Journal of Nematology*. v. 38, p. 483–490, 2006.
- HUANG, C.S.; CHARCHAR, J.M. Preplanting inoculum densities of root-knot nematode related to carrot yield in greenhouse. *Plant Disease*. v. 66, p. 1064-1068, 1982.
- HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. *Plant Disease Reporter*. v. 57, p. 1025-1028, 1973.
- JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter*, v. 48, p. 692, 1964.
- MCKINNEY, H.H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. *Journal Agricultural Research*. v. 26, p. 195-218, 1923.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing version 3.1.1 (software), 2014.
- SILVA, G.O.; PINHEIRO, J.B.; VIEIRA, J.V.; CARVALHO, A.D.F. Seleção para resistência de genótipos de cenoura aos nematóides-das-galhas. *Horticultura Brasileira*. v. 29, p. 335-341, 2011.
- VIEIRA, J.V.; CHARCHAR, J.M.; ARAGÃO, F.A.S.; BOITEUX, L.S. Heritability and gain from selection for field resistance against multiple root-knot nematode species (*Meloidogyne incognita* race 1 and *M. javanica*) in carrot. *Euphytica*. v. 130, p. 11-16, 2003.

VIEIRA, J.V.; SILVA, J.B.C.; CHARCHAR, J.M.; RESENDE, F.V.; FONSECA, M.E.N.; CARVALHO, A.M.; MACHADO, C.M.M. Esplanada: cultivar de cenoura de verão para fins de processamento. *Horticultura Brasileira*. v. 23, p. 851-852, 2005.

VILELA, N.J.; BORGES, I.O. *Retrospectiva e situação atual da cenoura no Brasil*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 9 p. (Circular Técnica, 59).

WALKER, G.E. Associations between carrot defects and nematodes in South Australia. *Australasian Plant Pathology*. v. 33, p. 579-584, 2004.

WESEMAEL, W.; MOENS, M. Quality damage on carrots (*Daucus carota* L.) caused by the root-knot nematode *Meloidogyne chitwoodi*. *Nematology*. v. 10, p. 261-270, 2008.