

Nematoídes em cultivos de cenoura: Fator limitante a produção

Por Jadir Borges Pinheiro, Ricardo Borges Pereira e Agnaldo Donizete F. de Carvalho

Até meados dos anos de 1980 o cultivo da cenoura era restrito a regiões de clima ameno. Contudo, graças aos trabalhos de melhoramento genético que buscaram adaptar essa cultura ao calor e resistência a doenças de parte aérea, hoje essa cultura é cultivada em larga escala nas regiões Sul, Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil, sendo as principais regiões produtoras: São Gotardo e Carandaí (Minas Gerais); Piedade (São Paulo); Marilândia do Sul (Paraná); Irecê (Bahia), Serra da Ipiapaba (Ceará) e Cristalina (Goiás).

Além da queima-das-folhas causada por *Alternaria dauci*, *Cercospora carotae* e *Xanthomonas hortorum* pv. *carotae*, outros patógenos são ameaça constante para a cultura como é o caso dos nematoídes.

Os fitonematoídes são organismos microscópicos que geralmente vivem no solo e se alimentam nas raízes das plantas.

Estes organismos constituem um sério problema para o cultivo da cenoura em praticamente todas as regiões do mundo. As perdas variam de 20% até 100% (Figura 1), dependendo da densidade populacional, suscetibilidade da cultivar, espécie de nematoíde, tipo de solo e condições ambientais (temperatura e umidade relativa).

Os nematoídes são responsáveis por grandes perdas no cultivo de cenoura constituindo-se em constante preocupação por parte dos produtores, uma vez que o cultivo intensivo nas mesmas áreas pode aumentar a população do patógeno a níveis populacionais críticos.

Os danos causados por nematoídes não estão associados somente à redução no peso das raízes, mas também na interferência direta na qualidade comercial. Sua importância também se reflete na necessidade de aplicar nematicidas de solo, por ocasião do plantio, o que resulta em custos adicionais de produção e, principalmente, na contaminação ambiental, além de por em riscos à saúde do aplicador e do consumidor.

Jadir Borges Pinheiro

Pesquisador Dr. em Fitopatologia
Embrapa Hortaliças

Ricardo Borges Pereira

Pesquisador Dr. em Fitopatologia
Embrapa Hortaliças

Agnaldo Donizete Ferreira de Carvalho

Pesquisador Dr. em Melhoramento
Genético de Plantas
Embrapa Hortaliças



Figura 1. Perdas totais provocadas pela alta infestação de *Meloidogyne spp.* em áreas de cultivo de cenoura (Foto: Jadir B. Pinheiro)

NEMATOIDE-DAS-GALHAS - *Meloidogyne spp*

Os nematoides-das-galhas (*Meloidogyne spp.*) estão entre os mais importantes patógenos da cenoura no Brasil (Huang & Porto, 1988), sendo sua distribuição generalizada, especialmente em áreas de cultivo contínuo. Os nematoides podem reduzir tanto a quantidade quanto a qualidade do produto colhido. De acordo com a natureza do produto, as alterações na qualidade, em certos casos, são mais importantes que a redução na quantidade produzida. As raízes infectadas são de menor tamanho e ficam com a aparência comprometida por defeitos, reduzindo drasticamente seu valor comercial, em virtude de alterações físicas e químicas nas raízes (Figura 2). Em geral, os danos causados por *Meloidogyne spp.* variam de acordo com a espécie presente, nível populacional, cultivar plantada e condições edafoclimáticas presentes no local.

Figura 2. Raízes infectadas apresentando tamanho reduzido e com perdas na qualidade comercial devido a infestação por *Meloidogyne spp.* (Foto: Jadir B. Pinheiro)



Etiologia

No Brasil, as espécies de *Meloidogyne* mais comuns em cenoura são *M. incognita* e *M. javanica* (Huang & Cares, 1995). Outras espécies como *M. hapla* e *M. arenaria* também ocorrem no país em áreas isoladas. Contudo, estas espécies são relatadas como patógenos importantes em outros países (Sherf & Macnab, 1986).

Hospedeiros

Meloidogyne spp. possui ampla gama de plantas hospedeiras, incluindo mais de 2.000 espécies vegetais suscetíveis, dentre as quais figuram várias olerícolas, como abóbora, alface, batata-inglesa, batata-doce, berinjela, cenoura, pepino, tomate, pimenta, pimentão e outras.

Sintomas

Os sintomas típicos da doença são a presença de galhas nas raízes principais e laterais, conhecidas popularmente como “pipocas” (Figura 3), além de deformação, bifurcação (Figura 4) e alteração na superfície das raízes, tornando-as ásperas (Huang & Cares, 1995) com reduzido desenvolvimento da parte aérea da planta. A infecção em cenoura, nas quatro primeiras semanas após a semeadura, provoca rachaduras, estrangulamento, ramificação e bifurcação das raízes, além de danos por galhas, enquanto uma infecção mais tardia (após oito semanas) resulta somente em galhas nas raízes secundárias (Huang & Charchar, 1972).

É importante salientar que outras doenças ou obstáculos ao alongamento da raiz, tais como ro-



Figura 3. Sintomas típicos de infestação por nematoide-das-galhas (*Meloidogyne spp.*): presença de galhas nas raízes principais e laterais. (Foto: Jadir B. Pinheiro)

Figura 4. Bifurcações e deformações em cenoura: outros sintomas que podem ocorrer nas raízes devido ao ataque do nematoide-das-galhas. (Foto: Jadir B. Pinheiro)



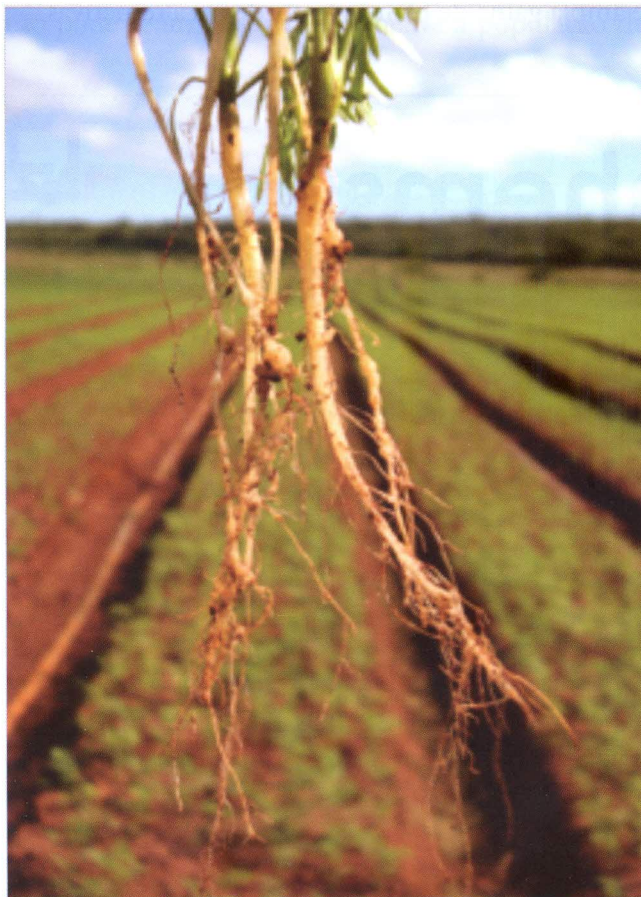
chas, solo compactado e insetos de solo, também podem causar má formação da raiz principal. Entretanto, a presença de galhas nas raízes indica a presença de *Meloidogyne sp.* na cultura. Assim, o correto diagnóstico da espécie de nematoides envolvida somente pode ser realizado através do envio de amostras de solo e raízes para um laboratório especializado. Com isso, pode-se prevenir os riscos de prejuízo, antes do plantio, bem como amenizar as perdas caso o nematoide já esteja instalado na lavoura.

Para a coleta e envio das amostras, pequenas porções de solo e algumas raízes (3 a 5) deverão compor cada amostra simples. Recomenda-se coletar em torno de 15-20 subamostras de solo por hectare, em caminhamento zig-zag pela área, coletando-se subamostras a profundidade de 0-30 cm. Em seguida, estas subamostras devem ser homogeneizadas, de onde são retiradas cerca de 1,0 litro de solo e 3 a 5 raízes de cenoura para compor a amostra composta, que deverá ser colocada em um saco plástico com a identificação da área. Para áreas extensas e irregulares, é recomendável a divisão da gleba em quadrantes, de onde é retirada uma amostra composta por quadrante.

Quando os sintomas mais evidentes forem em reboleiras (Figura 5), as amostras devem ser coletadas nas extremidades, podendo repetir o mesmo processo no interior da reboleira, para obter uma amostra composta da área e da reboleira. Este procedimento evita a sub ou superestimação dos níveis populacionais presentes na lavoura, propi-

quando informações confiáveis para o seu manejo. Caso não seja possível enviar as amostras rapidamente ao laboratório de identificação, estas devem ser guardadas em ambiente frio entre 10-15°C, ou deixadas à sombra, para que não ocorra o ressecamento, o que dificulta o correto diagnóstico em laboratório.

Figura 5. Reboleiras em lavoura de cenoura atacadas pelo nematoide-das-galhas, 35 dias após a semeadura. Irecê-BA. (Foto: Jadir B. Pinheiro)



Epidemiologia

Os nematoides do gênero *Meloidogyne* têm grande capacidade de sobrevivência no solo, principalmente na forma de ovos e de juvenis de segundo estágio (J2), sendo que como J2, podem sobreviver por mais de um mês em condição adequada de umidade, e por longos períodos quando em solo seco, permanecendo em estado de dormência ou anidrobiose. Os ovos podem sobreviver por mais de três meses sem eclodir. Assim que há condição de umidade suficiente no solo ou a presença de planta hospedeira, os ovos eclodem, e os juvenis de segundo estágio são atraídos por exsudados radiculares liberados pelas raízes, penetrando pelo ponto de crescimento destas. Após a penetração, os juvenis tornam-se sedentários, alimentando-se no cilindro central e causando a formação de células gigantes e galhas. Com o passar do tempo, o juvenil de segundo estágio evolui, dilatando seu corpo até transformar-se em uma fêmea, com corpo piriforme. A fêmea pode produzir geralmente em média 500 a 1000 ovos em uma massa de ovos, depositados geralmente na superfície das raízes, podendo ser vistas a olho nú. O ciclo de vida do nematoide é de cerca de 21 a 45 dias, dependendo de vários fatores, principalmente os relacionados ao clima. Os principais fatores que afetam a sobrevivência e a movimentação de *Meloidogyne* no solo são a temperatura do solo, a umidade e a aeração. A maior concentração de nematoides ocorre na faixa de solo entre 15 a 20 cm, embora frequentemente ocorram em profundidades maiores, localizadas nas raízes das plantas suscetíveis. A distribuição de nematoides em áreas cultivadas é bastante irregular, sendo que a disseminação ativa dos nematoides é praticamente desprezível em termos epidemiológicos. Os modos de disseminação mais importantes são passivos, por meio de movimentação de partículas do solo, implementos agrícolas contaminados, irrigação, água de drenagem ou inundações e animais (Ferraz & Santos, 1984; Huang & Cares, 1995; Agrios, 2005).

Cultivares suscetíveis de cenoura favorecem a alta capacidade de multiplicação do inóculo inicial dos nematoides na área de cultivo. Desta maneira podem ocorrer maior número de gerações de nematoides por ciclo de cultura, aumentando assim as perdas, bem como a produção de raízes com baixo valor comercial.

OUTROS NEMATOIDES EM CENOURA

Além do gênero *Meloidogyne*, outros nematoides também podem causar sérios prejuízos à cultura da cenoura (Ferraz & Santos, 1984; Huang & Cares, 1995), como *Rotylenchulus reniformis* (Seinhorst & Kozłowska, 1977), *Rotylenchus* (Johnson & Fassuliotis, 1984), *Radopholus* e *Hemicyclophora* (Thorne, 1961), porém os registros são raros e antigos. É importante salientar que apesar de *Helicotylenchus diysthera* ser uma espécie bastante comum no Brasil e ser considerado um nematoide de importância secundária para a cultura da cenoura, em níveis populacionais elevados, esta espécie provoca danos indiretos devido ao seu ectoparasitismo. Este nematoide provoca várias microlesões por toda a raiz o que resulta em porta de entrada para outros patógenos em áreas irrigadas, principalmente fungos de solo como *Phytium*, *Fusarium* e outros.

Manejo de nematoides na cultura da cenoura

Para um controle efetivo dos nematoides é necessário adotar uma série de medidas conjuntas, principalmente preventivas, porque as plantas na fase inicial são muito suscetíveis. Como é praticamente impossível eliminar os nematoides do solo, devem-

-se manter os níveis populacionais o mais baixo possível. Como a cenoura é uma cultura anual, os danos serão maiores quanto mais altos forem os níveis da população inicial no solo (Ferraz & Santos, 1984). Desta forma, qualquer método de controle que reduza a população inicial ou diminua a capacidade infectiva dos nematoides poderá ser aplicado. Além disso, como as áreas cultivadas com hortaliças são usadas de forma intensiva e praticamente todas as espécies são hospedeiras ou suscetíveis, pelo menos uma das medidas consideradas a seguir deverá ser adotada para manter baixa a população de nematoides. É importante ressaltar o conhecimento do histórico do local de plantio, as espécies anteriormente cultivadas e os possíveis problemas pré-existentes, de modo a se decidir pelo uso ou não da área e das práticas culturais a serem adotadas.

Eliminação de restos de culturas e plantas hospedeiras

Pode-se iniciar o controle pela remoção de raízes doentes da cultura anterior (Figura 6A) e plantas remanescentes (Figura 6B), a fim de reduzir a quantidade de inóculo inicial do solo, já que o nematoide apresenta grande capacidade de sobrevivência no solo e ampla gama de plantas hospedeiras alternativas.

Os restos de culturas na forma de raízes devem ser queimados, pois estes contêm grande quantidade de ovos os quais constituem a principal fonte de inóculo para o próximo plantio (Huang & Cares, 1995). A remoção de raízes e plantas hospedeiras após a colheita, com imediata aração do solo, diminui consideravelmente a densidade populacional do nematoide para a cultura subsequente.

A eliminação de plantas daninhas na safra e entressafra impede o aumento e a manutenção do nematoide nas áreas cultivadas. Por exemplo, falsa-serralha (*Emilia sonchifolia*), juá-bravo (*Solanum spp.*), arrebenta-cavalo (*Solanum sisymbriifolium*) e outras plantas daninhas são boas hospedeiras dos nematoides-das-galhas (Charchar, 1999) (Figura 6C).

Figura 6. Restos de culturas (A), plantas remanescentes (B) e algumas espécies de plantas daninhas (C), constituem fonte de inóculo para cultivos subsequentes aumentando os níveis populacionais do nematoide no solo (Foto: Jadir B. Pinheiro).

Alqueive

O alqueive, aração e gradagens periódicas, seguidas da manutenção da área limpa e sem vegetação pode reduzir substancialmente a população de

A



B



C



nematoides no solo (Ferraz & Santos, 1984; Huang & Porto, 1988), chegando, no caso do nematoide-das-galhas, a 90% após 3-4 meses de alqueive. Duas ou três gradagens, a intervalos de 20 dias em épocas mais quentes e 25 dias em épocas mais frias atingem resultados apreciáveis. O alqueive reduz a população do nematoide pela ação desseccante do sol e dos ventos. A eficiência do alqueive vai depender de sua duração, da temperatura e da umidade do solo e da espécie de nematoide envolvida. É recomendável deixar certo nível de umidade no solo para permitir a eclosão dos ovos e o movimento dos juvenis das espécies de nematoides presentes na área (alqueive úmido) (Dutra et al., 2006). Com esta movimentação, estes consumirão mais suas reservas energéticas e morrerão por inanição. O alqueive é um método bastante promissor para regiões de baixa precipitação e temperaturas do solo mais elevadas. Porém, apresenta como desvantagens o custo da manutenção do solo limpo e o favorecimento da erosão em regiões onde ocorrem altas precipitações.

Utilização de Plantas antagonistas

A utilização de plantas antagonistas tem mostrado resultados expressivos na redução dos níveis populacionais de nematoides em diferentes culturas. Crotalárias (*Crotalaria spectabilis*, *C. juncea*, *C. breviflora*), cravo-de-defunto (*Tagetes patula*, *T. minuta*, *T. erecta*) (Figura 7) e mucunas (*Estizolobium spp.*) são exemplos de plantas antagonistas utilizadas com sucesso no controle de nematoides.



Figura 7. O cravo-de-defunto: planta antagonista que pode ser utilizado em pequenas áreas de produção de cenoura para redução dos níveis populacionais dos nematoides na área. (Foto: Jadir B. Pinheiro)

A mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) destaca-se por comportar-se como hospedeira desfavorável para *M. incognita* e *M. javanica*, ou seja, permite pequena reprodução dessas espécies, porém podem aumentar as densidades populacionais quando as condições ambientais forem favoráveis ao nematoide.

As plantas antagonistas podem permitir a invasão de nematoides, porém não permitem seu desenvolvimento até a fase adulta. É o caso das crotalárias, que em um primeiro momento funcionam como hospedeiras atraindo os nematoides para as raízes; entretanto, numa segunda fase, oferecem repelência aos nematoides que penetram ou que estão próximos às raízes. Assim, não ocorre a formação das células gigantes ou células nutritoras (células responsáveis pela alimentação dos nematoides, formadas após a penetração e estabelecimento do sítio de infecção destes organismos no interior das raízes), com inibição do desenvolvimento de juvenis. As crotalárias produzem substâncias tóxicas, como a monocrotalina, que inibe o movimento dos juvenis. No caso do cravo-de-defunto, ocorre liberação de substâncias com ação tóxica sobre os nematoides, denominada alfatertienil. As plantas antagonistas, crotalárias e mucunas, podem ser utilizadas como cultura de cobertura ou incorporadas ao solo na forma de adubo verde, com melhoria também nas condições físicas e químicas do solo.

Rotação de culturas

A rotação de culturas é uma das práticas mais importantes e efetivas na redução de patógenos de solo em uma propriedade, inclusive os nematoides. A tarefa, entretanto, não é tão fácil, pois *M. incognita* e *M. javanica* apresentam mais de 2.000 espécies de plantas hospedeiras conhecidas. *Meloidogyne incognita*, por exemplo, possui quatro raças (1, 2, 3 e 4), que são caracterizadas por atacar diferentes espécies de plantas. Assim, a rotação de cultivos suscetíveis com culturas que não hospedem um determinado patógeno tem como finalidade a eliminação total ou parcial destes organismos pela subtração do seu alimento.

Entretanto, a utilização da rotação de culturas depende da faixa de hospedeiros da espécie ou espécies de nematoides envolvidos e da viabilidade

econômica de outros métodos de controle. É importante salientar que em uma área com cultivo de cenoura, mais de uma espécie de nematoide poderá estar presente, sendo que uma delas predomina sobre as demais. Caso uma cultura seja boa hospedeira para uma população que apresenta baixos níveis populacionais, é possível que os níveis populacionais para esta espécie cresçam rapidamente. Ao final do ciclo da cultura, esse nematoide terá alcançado um nível populacional tão alto que, se a cultura voltar a ser plantada na área, ele poderá causar danos significativos. Apesar de serem bem conhecidos os efeitos benéficos da rotação de culturas no controle dos nematoides-das-galhas, esta medida ainda enfrenta resistência por parte de produtores em áreas de cultivo intensivo de cenoura e outras hortaliças. Huang & Cares (1995) recomendam como sequência de longo prazo o plantio de uma espécie suscetível, como a cenoura, seguido do cultivo de uma planta antagônica, como o cravo-de-defunto e de uma cultura não hospedeira ou resistente, milho ou hortaliças resistentes. Em seguida, repete-se a rotação a partir da cenoura, com as outras culturas durante dois anos, com

adaptações e variações adequadas à situação particular de cada região. É importante lembrar que algumas cultivares de milho são excelentes hospedeiras de espécies de *Pratylenchus*.

Uso de matéria Orgânica

O uso da matéria orgânica tem como objetivo atuar como condicionador do solo, favorecendo suas propriedades físicas, além de contribuir com fornecimento de determinados nutrientes, como o nitrogênio. As plantas são favorecidas em relação ao ataque dos nematoides pelo seu crescimento mais vigoroso. Além disso, a matéria orgânica estimula o aumento da população de microrganismos de solo, em especial de inimigos naturais dos nematoides, além de liberar substâncias tóxicas quando de sua decomposição, as quais contribuem para a mortalidade dos nematoides. O esterco de gado ou de galinha, tortas oleaginosas, bagaço de cana, resíduos de brássicas, palha de café e de arroz e torta de mamona são exemplos de materiais orgânicos. Seu uso tem sido explorado na agricultura orgânica e é recomendado para a exploração de pequenas áreas.

Uso de cultivares resistentes

Outra boa opção de manejo é a utilização de cultivares resistentes ou tolerantes quando disponíveis. Esta é uma característica muito importante almejada em programas de melhoramento de cenoura. Deste modo, o melhoramento da cenoura visando resistência a nematoides tem importante papel no controle destes organismos, pois é tecnicamente viável, não oferece riscos à saúde humana, não polui o meio ambiente, além de ser relativamente de baixo custo. No Brasil, avanços significativos têm sido obtidos em relação ao nematoide-das-galhas por pesquisas realizadas pela equipe da Embrapa Hortaliças-DF, lideradas pelo pesquisador Jairo Vidal Vieira. As progênies e cultivares de cenouras desenvolvidas vêm sendo avaliadas para a resistência ao nematoide-das-galhas desde 1978. Neste contexto, em 1981 a Embrapa Hortaliças lançou a cultivar Brasília, que apresenta como uma das principais características a elevada tolerância a *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. Desde então, a Unidade vem trabalhando no intuito de buscar outras fontes de resistência derivadas da cultivar

Brasília. Em 2009, foi lançada a cultivar BRS Planalto, a qual também apresenta elevada tolerância ao nematoide-das-galhas.

Controle químico

A utilização de nematicidas depende de um aumento no valor da produção de pelo menos três ou quatro vezes o investimento, sendo que os altos preços e a inexistência de registro de muitos produtos no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) recomendados para hortaliças no país, fazem do controle químico uma prática quase proibitiva na olericultura nacional.

O controle químico não deve ser visto como única e nem a mais eficaz medida de redução dos níveis populacionais dos nematoides. Informações a respeito de produtos nematicidas e seus registros bem como características afins encontram-se disponíveis no sistema AGROFIT do site do MAPA, cujo endereço para consulta é: <http://www.agricultura.gov.br/>.

Entretanto, não deve ser negligenciado o fato de que os produtos utilizados para o controle de nematoides são altamente tóxicos ao homem e ao ambiente. Em terrenos com alta população de nematoides, após vários cultivos de plantas suscetíveis, pode ser necessária a aplicação de nematocidas, visando à redução da população em curto prazo. Recomenda-se, neste caso, para maior eficiência, que a aplicação de produtos seja integrada com outras medidas de manejo, e sob a supervisão próxima de um engenheiro agrônomo.

Vale ressaltar que a utilização de apenas uma medida de controle dificilmente trará resultados satisfatórios. A integração das diferentes práticas certamente levará o produtor a obter raízes de qualidade, com vantagens econômicas e com respeito ao consumidor e ao meio ambiente.

Literatura citada

- AGRIOS, G.N. *Plant Pathology*. San Diego: Academic Press, 2005. 5ª edição, 922p.
- CHARCHAR, J.M. Nematóides em Hortaliças. *Circular Técnica* 18. Embrapa Hortaliças: Brasília –DF, 12p., 1999.
- DUTRA, M.R.; CAMPOS, V.P.; ROCHA, F.S.; SILVA, J.R.C.; POZZA, E.A. Manejo do solo e da irrigação no controle de *Meloidogyne incognita* em cultivo protegido. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.31, p.405-407, 2006.
- FERRAZ, S. & SANTOS, J.M. Os problemas com nematóides na cultura da cenoura e da mandioquinha-salsa. *Informe Agropecuário*, v.10, n.120, p.52-57, 1984
- HUANG, C.S.; CHARCHAR, J.M. Preplanting inoculum densities of root-knot nematode related to carrot yield in greenhouse. *Plant Disease*, v.66, n.11, p.1064-1068, 1972.
- HUANG, S.P. & PORTO, M.V.F. Efeito do alqueive na população dos nematóides-das-galhas e na produção de cenoura. *Fitopatologia Brasileira*, v.13, n.4, p.377-381, 1988.
- HUANG, S.P. & CARES, J.E. Doenças causadas por nematóides em Umbelíferas. *Informe Agropecuário*, v.17, n.183, p.73-79, 1995.
- JOHNSON, A.W.; FASSULIOTIS, G. Nematode parasites of vegetable crops. In: NICKLE, W.R. (Ed.). *Plant and insect nematodes*. New York: Marcel Dekker, 1984. Cap. 9, p.323-372.
- Sherf, A.F.; MacNab, A.A. *Vegetable Diseases and Their Control*. Wiley, New York, 728 pp. 1986.
- SEINHORST, J.W.; KOZLOWSKA, J. Damage to carrots by *Rotylenchulus uniformis* with a discussion on the cause of increase of tolerance during the development of the plant. *Nematologica*, Leiden, Holanda, v.23, p.1-23, 1977.
- THORNE, G. *Principles of nematology*. New York: McGraw-Hill, 1961. p.553.