

ESTRATÉGIAS E DESAFIOS NO MANEJO DE NEMATOIDES FORMADORES DE GALHAS (*Meloidogyne* spp.) EM CULTIVOS DE OLERÍCOLAS: UMA REVISÃO

STRATEGIES AND CHALLENGES IN THE MANAGEMENT OF ROOT-KNOT NEMATODE (*Meloidogyne* spp.) IN VEGETABLES CROPS: A REVIEW

ÉRIKA CRISTINA SOUZA DA SILVA CORREIA

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas,
Botucatu (SP)
erikacristina_correia@hotmail.com

MARIA INAJAL RODRIGUES DA SILVA NEVES

Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo
(AL)
inajal_18@hotmail.com

LETICE SOUZA DA SILVA

Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo
(AL)
leticesouza@bol.com.br

DJISON SILVESTRE DOS SANTOS

Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo
(AL)
djisonsilvestre@yahoo.com.br

FRANCISCO JOSÉ DOMINGUES NETO

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas,
Botucatu (SP)
fjdominguesneto@hotmail.com

Resumo: Os nematoides das galhas, *Meloidogyne* spp., representam um dos principais problemas enfrentados no cultivo de olerícolas, sendo responsáveis por perdas significativas, uma vez que reduzem a quantidade e a qualidade do produto a ser comercializado. O manejo de fitonematoides é difícil de ser conduzido e em áreas de cultivo de olerícolas torna-se ainda mais problemático, em decorrência da sucessão de culturas consideradas boas hospedeiras. O objetivo desta revisão foi apresentar uma abordagem sobre o panorama atual dos nematoides das galhas em áreas de cultivo de olerícolas, com enfoque nas principais estratégias de manejo e nos desafios enfrentados pelo olericultor em decorrências dos prejuízos ocasionados por estes organismos em áreas infestadas. Nesta revisão, pode-se constatar que os nematoides do gênero *Meloidogyne* representam uma ameaça para a olericultura e o manejo tem se mostrado uma tarefa difícil, principalmente devido ao uso intensivo da área. Por isto, salienta-se a importância do monitoramento de plantios em áreas infestadas e a redução do nível populacional pelo uso de práticas fundamentadas no manejo integrado de nematoides.

Palavras-chave: Olericultura. Fitonematoides. Danos. Métodos de manejo.

Abstract: Root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp., represent one of the main problems faced in vegetables crops, being responsible for significant losses, since they reduce the quantity and quality of the product to be marketed. Phytonematoides management is difficult to conduct and in areas of vegetables crops becomes even

more problematic due to the succession of cultures considered good hosts. This review had as objective to present an approach on the current panorama of root-knot nematodes in vegetable crop areas, with a focus on the main management strategies and our challenges faced by the horticulturist as a result of the damages caused by these organisms in production areas. In this review, it was possible to verify that the nematodes of the genus *Meloidogyne* represent a threat to the horticulture and management has proved to be difficult, mainly due to the intensive use of the area. Therefore, the importance of planting monitoring in infested areas and the reduction of the population level through the use of practices based on the integrated management of nematodes is emphasized.

Keywords: Horticulture. Phytonematodes. Damages. Management methods.

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção de olerícolas variam desde práticas agrícolas com tecnologias mais simples empregadas na agricultura familiar, até o uso de máquinas e equipamentos de elevado nível tecnológico, utilizadas por grandes olericultores. Podem ser feitos em campo aberto ou em cultivo protegido (BRANCO; BLAT, 2014). Apesar do nível avançado de tecnificação, o cultivo de olerícolas ainda é uma atividade agrícola de grande risco, pois além da maior sensibilidade às condições climáticas, as plantas apresentam maior incidência de problemas fitossanitários. Dentre estes, os ocasionados por nematoides assumiram grande importância nas últimas décadas, principalmente em decorrência do cultivo intensivo. As espécies pertencentes aos gêneros *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Ditylenchus* e *Scutellonema* são consideradas as de maior importância econômica em áreas de cultivo de olerícolas (OLIVEIRA, 2007; ROSA et al., 2013a; GONÇALVES, 2014).

Especial atenção é dada ao gênero *Meloidogyne*, devido à ampla distribuição geográfica e aos danos causados em olerícolas. As espécies *M. incognita* e *M. javanica* são as mais frequentes. No entanto, *M. enterolobii* vem assumindo importância pela intensidade dos danos causados em diferentes culturas, pela sua crescente disseminação e pelo fato de fontes de resistência a *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria* não serem efetivas em seu manejo (CANTU et al., 2002; PINHEIRO et al., 2015; MASHELA et al., 2016).

Estudos de levantamento nematológico mostram que representantes desse gênero se encontram amplamente disseminados nas regiões produtoras. Em áreas de produção de olerícolas da região de Botucatu, São Paulo, a presença de *Meloidogyne* spp. foi detectada em 45% das amostras coletadas (raiz + solo), numa frequência de 70% de *Meloidogyne incognita*, 27% de *M. javanica*, 9% de *Meloidogyne* sp., 9% de *M. hapla* e 7% de *M. enterolobii* (ROSA et al., 2013a). Em levantamento feito na região sul do estado de Goiás, em 2013 a 2015, 22%

das amostras apresentaram infestação com *Meloidogyne*, sendo as principais espécies encontradas *M. incognita* e *M. javanica* (OLIVEIRA, 2016).

O manejo de *Meloidogyne* spp. em áreas de cultivo é indispensável para o bom desempenho da cultura, uma vez que os nematoides das galhas podem causar até 100% de perdas na produção, dependendo da intensidade de infestação da área, da suscetibilidade da cultivar e das condições ambientais. O manejo não tem se mostrado uma tarefa fácil e a rotação de cultura, técnica comumente recomendada para o manejo de fitonematoides, é de difícil utilização devido aos cultivos sucessivos nas mesmas áreas (WILCKEN et al., 2005).

O objetivo desta revisão foi apresentar uma abordagem sobre os problemas nematológicos ocasionados por espécies do gênero *Meloidogyne* em áreas de cultivo de olerícolas, com enfoque nas principais estratégias de manejo e nos desafios enfrentados pelo olericultor em decorrências dos prejuízos ocasionados por estes fitopatógenos em áreas infestadas.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A revisão sobre os nematoides das galhas, pertencentes ao gênero *Meloidogyne*, foi elaborada mediante relatos de experiência a nível de campo e laboratório, associado a artigos científicos que abordam os principais aspectos relacionados a estas espécies de nematoide, como a importância econômica, fisiologia do parasitismo e métodos de manejo.

3. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DOS NEMATOIDES DAS GALHAS EM CULTIVOS DE OLERÍCOLAS

O primeiro relatório ilustrado de uma doença causada por nematoide foi feito na Inglaterra, em meados do século XIX, quando Miles Joseph Berkeley (1855) detectou que existia uma associação entre um pequeno verme de solo com a formação de nódulos em raízes de pepino. Em 1887, Emílio Goeldi descreveu e ilustrou um nematoide das galhas encontrado em plantas de café no Brasil e o nomeou como *Meloidogyne exigua*. Em 1949, Chitwood revisou o gênero *Meloidogyne*, postulando que todas as espécies formadoras de galhas pertenceriam ao referido gênero, aceitando *M. exigua* como espécie tipo do gênero (KARSSSEN; MOENS, 2006; MOENS et al., 2009).

Ao longo dos anos, novas espécies foram descritas e o gênero *Meloidogyne* tornou-se o de maior importância econômica e de maior interesse no Brasil e no mundo, por estarem entre as principais limitações ao aumento da produtividade agrícola. Sua multiplicação ocorre tanto em plantas de interesse econômico quanto em plantas daninhas (ORNAT; SORRIBAS, 2008). Até o final de 2009, 118 espécies do gênero *Meloidogyne* tinham sido descritas, compreendendo 96 espécies nominais, 18 espécies sinonimizadas e 4 espécies *inquirendae*, sendo *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. hapla* as mais cosmopolitas, polífagas e que ocasionam as maiores perdas para agricultura mundial. Além delas, há outras de descrições mais recentes, que também foram ganhando destaque de forma gradual ao longo dos anos e indiferente ao fato de serem polífagas ou parasitarem número restrito de hospedeiros, se tornaram alvos frequentes das pesquisas nematológicas na última década (KARSSSEN; MOENS, 2006;). No Brasil, mais de 70% de todas as pesquisas nematológicas publicadas estão de alguma forma relacionadas à *Meloidogyne*, o que dá uma indicação da grande importância deste gênero para a agricultura do país.

O gênero *Meloidogyne* se tornou o maior problema dos olericultores, por apresentar alta incidência no campo, podendo ser disseminado através do transplante de mudas ou materiais propagativos infectados, água de irrigação, máquinas e implementos agrícolas infestados ou substrato contaminado. O grau dos danos depende da densidade populacional dos nematoides presentes, da suscetibilidade da cultura e das condições ambientais, tais como fertilidade, umidade e presença de outros organismos patogênicos que podem interagir com os nematoides (MUKHTAR et al., 2013; RAVICHANDRA, 2014).

Os nematoides são prejudiciais à agricultura não apenas por implicarem na redução da produtividade, isto é, por atribuírem perdas quantitativas, mas também por outros tipos de perdas que nem sempre são devidamente compreendidas. No que se refere a perdas quantitativas tanto o número como o tamanho dos produtos cultivados podem ser reduzidos devido à presença do nematoide podendo resultar no completo fracasso da cultura. Já as perdas qualitativas afetam diretamente a qualidade do produto colhido dificultando a sua colocação no mercado (Figura 1) (ANAMIKA; SIMON, 2010; KYNDT, et al., 2013; WANG et al., 2014).

Na beterraba ‘Oscarpoly’ houve redução significativa da massa fresca da raiz e parte aérea quando inoculada com seis níveis de inóculo de *M. javanica*, cuja maior redução foi verificada em plantas inoculadas com 15.000 ovos + J2/ Kg solo⁻¹ do nematoide (KORAYEM, 2006). O diâmetro do caule de quatro genótipos de tomate cereja foram

reduzidos pela inoculação de densidades populacionais de 2.000, 4.000, 6.000 ou 8.000 ovos + J2 de *M. javanica*/ planta (BELAN et al. 2011).

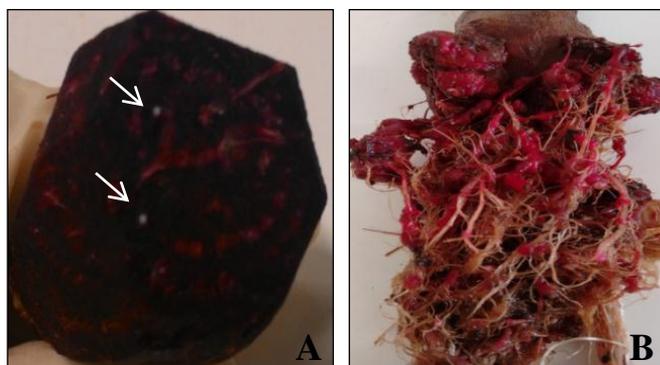


Figura 1. Sintomas típicos do parasitismo de *M. enterolobii* em beterraba 'Boro'. A) Fêmeas no interior da raiz tuberosa; B) Galhas em raízes. **Fonte:** Autores, 2017.

A redução do peso seco de plantas de melancia 'Royal Sweet' foi verificada com a inoculação de populações iniciais de 100, 1.000 e 10.000 ovos de *M. incognita*/ 100 cm³ de solo, em que o limite de tolerância foi estimado em 122 ovos do nematoide/ 100 cm³ de solo (XING; WESTPHAL. 2012). O comprimento da parte aérea e raiz e o peso fresco da parte aérea de espinafre 'Yodha' foram reduzidos pelas populações iniciais de 156, 312, 625, 1.250, 5.000 e 10.000 J2 de *M. incognita*/ planta, embora o efeito patogênico tenha sido mais pronunciado na maior densidade populacional, cujo limite de tolerância estimado foi de 156 J2 do nematoide/ planta (PREMACHANDRA; GOWEN, 2015). A redução do diâmetro e do comprimento da cenoura 'Nerac' foi verificada em todos os doze níveis iniciais de inóculo de *M. chitwood*, com maiores perdas na densidade de 256 J2/ g solo⁻¹ (HEVE et al. 2015).

4. FISILOGIA DO PARASITISMO DE *Meloidogyne* spp.

A sobrevivência e o desenvolvimento dos nematoides das galhas são condicionados pela planta hospedeira e pelas condições ambientais do solo. O ciclo de vida dos nematoides do gênero *Meloidogyne* completa-se geralmente sob temperatura de 27 °C entre três a quatro semanas. Entretanto, qualquer espécie reduz ou até mesmo paralisa por completo as suas atividades vitais em temperaturas superiores a 40 °C ou inferiores a 5 °C (ORNAT; SORRIBAS, 2008).

Os ovos dos nematoides das galhas ficam envoltos por uma massa gelatinosa que geralmente é depositada na superfície das raízes ou algumas vezes, dentro das mesmas

(Figura 2). Além da proteção relativa que oferece frente a inimigos naturais, atua como sinalizador de eventuais condições externas desfavoráveis, podendo o nematoide sobreviver no solo por longos períodos.



Figura 2. Massas de ovos de *Meloidogyne incognita* em raízes de tomateiro 'Rutgers'. **Fonte:** Autores, 2017.

O desenvolvimento embrionário resulta no juvenil de primeiro estágio (J1) que passa por uma ecdise ainda no ovo, dando origem ao juvenil de segundo estágio (J2) (Figura 3). A eclosão dos juvenis de *Meloidogyne* é primariamente dependente da temperatura e umidade, embora outros fatores, como exsudatos radiculares também estimulem a eclosão (MOENS et al., 2009). Quando os J2 eclodem dos ovos, eles podem penetrar a mesma raiz ou infectar novas raízes. Estes J2 e os machos são as fases do ciclo de *Meloidogyne* que podem ser encontrados livremente no solo. Em algumas espécies, os J2 podem sobreviver no solo em estado de quiescência por um longo período de tempo. No entanto, durante esse período há o consumo de reservas nutricionais armazenadas no intestino do J2. Como a infectividade está relacionada ao conteúdo dessas reservas, ela poderá ser reduzida após longos períodos fora das raízes (KARSSSEN; MOENS, 2006).

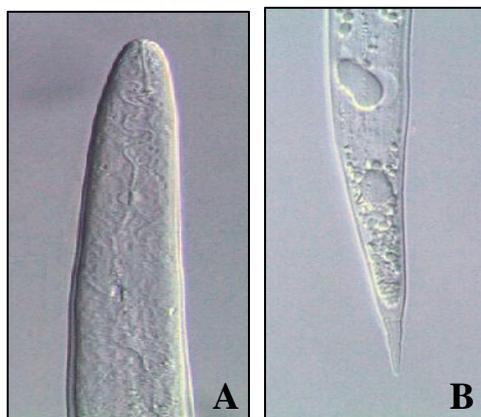


Figura 3. Juvenil de segundo estágio (J2) de *Meloidogyne inornata*. A) Região anterior do J2; B) Região caudal do J2. **Fonte:** Autores, 2017.

Os J2 são atraídos pelas raízes das plantas e sua localização depende da percepção dos gradientes de atrativos que emanam das raízes. Muitos compostos orgânicos e inorgânicos excretados pelas raízes formam gradientes na superfície da raiz no solo e podem influenciar os nematoides. O dióxido de carbono é frequentemente considerado como sendo o fator mais importante para atrair fitonematoides (HUSSEY; JANSSEN, 2002; KARSSSEN; MOENS, 2006). Estudos *in vitro* demonstraram que *M. hapla*, *M. incognita* e *M. javanica* foram atraídos pelo calor metabólico e pelo dióxido de carbono (c. 1,5 a 2%) produzido pelas raízes, apontando que tais fatores são importantes referências para a localização da planta hospedeira (ROBINSON; PERRY, 2006).

Quando os nematoides das galhas entram em contato com as raízes das plantas, em geral, eles penetram imediatamente. Os J2 penetram a rígida parede das células radiculares pela combinação de ação mecânica, através da perfuração com o estilete e da ação enzimática, por meio de certas secreções das glândulas esofagianas (MOENS et al., 2009). A injeção de secreções produzidas pelas glândulas esofagianas dos nematoides das galhas fica evidente a partir das alterações morfológicas e fisiológicas que poucas horas depois passam a ocorrer nas células parasitadas (ORNAT; SORRIBAS, 2008).

Após a penetração das raízes, os J2 migram intercelularmente no córtex na região de diferenciação celular. Esta migração através da lamela média causa a separação das células. Para contornar a barreira formada pela endoderme, os J2 migram em direção à ponta da raiz, contornando-a até encontrar a região meristemática apical. Em seguida, percorrem o cilindro vascular até a zona de diferenciação. Posteriormente, tornam-se sedentários no tecido cortical na zona de diferenciação. A região anterior do corpo dos J2 fica embebida na periferia do parênquima vascular e o restante do seu corpo no córtex paralelo ao eixo longitudinal da raiz (KARSSSEN; MOENS, 2006; MOENS et al., 2009).

Os J2 alimentam-se de células especiais denominadas células nutridoras ou ‘gigantes’, as quais passam a formar um tecido especial, diferenciado, o cenócito, que irá produzir o alimento necessário ao completo desenvolvimento e à reprodução do nematoide, sendo assim, absolutamente essencial. Se eventualmente o J2 infectante não conseguir incitar a formação do tecido nutridor, não conseguirá avançar no ciclo biológico e tão pouco reproduzirá. Como consequência do parasitismo, o J2 sofre alterações morfológicas, passando por três ecdises, transformando-se em terceiro e quarto estágio juvenil e finalmente torna-se adulto (MOENS et al., 2009).

As células adjacentes às células gigantes sofrem distúrbio hormonal, levando à hiperplasia e hipertrofia das mesmas, dando à protuberâncias denominadas de galhas que geralmente se desenvolvem de 1 a 2 dias após a penetração do J2. O tamanho das galhas é normalmente relacionado com o número de nematoides presentes no tecido, mas também pode depender da espécie de planta parasitada (ORNAT; SORRIBAS, 2008). As galhas restringem o volume do sistema radicular e dificulta a translocação de água e nutrientes no interior da planta, causando o aparecimento de sintomas secundários na parte aérea das plantas como murchamento, amarelecimento e redução no crescimento (ANWAR; JAVED, 2010; PREMACHANDRA; GOWEN, 2015). Além disso, a infecção causada pelos nematoides das galhas pode predispor as plantas ao ataque de outros patógenos de solo, como fungos e bactérias (SAMUTHIRAVALLI; SIVAKUMAR, 2008; RAVICHANDRA, 2014; AL-HAZMI; AL-NADARY, 2015).

Em contrapartida ao ataque do nematoide, a planta hospedeira responde através da produção rápida de substâncias reativas de oxigênio (12h após a penetração). Contudo, os nematoides de galhas secretam enzimas antioxidantes, as quais o protege dos efeitos prejudiciais das substâncias reativas de oxigênio produzidas pela planta hospedeira. A enzima glutationa transferase, produzida a partir das glândulas esofagianas e secretadas por juvenis de *M. incognita* poderia participar na desintoxicação de compostos tóxicos gerados pela resposta oxidativa da planta. Além da supressão das defesas das plantas, o sucesso do estabelecimento do nematoide na planta depende da diferenciação de células do parênquima em células gigantes especializadas, que irá fornecer ao nematoide os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento durante as 3-8 semanas necessárias antes do processo de reprodução, o qual depende da planta hospedeira e das condições ambientais (MOENS et al., 2009).

5. MÉTODOS DE MANEJO DE *Meloidogyne* spp. EM ÁREAS DE CULTIVO DE OLERÍCOLAS

O uso de cultivares resistentes, sempre que disponível, é o método mais econômico e ambientalmente seguro para o manejo dos nematoides das galhas, no entanto, deve ser utilizada após a adoção de técnicas de manejo para a redução da população do nematoide (ABD-EL-FATTAH et al., 2012; RAVICHANDRA, 2014). Em alface, a resistência de genótipos aos nematoides das galhas tem sido relatada. As alfaves ‘Calona’, ‘Challenge’, ‘Classic’, ‘Desert Queen’, ‘Grand Rapids’, ‘Ithaca’, ‘Raider Plus’, ‘Salad Bowl Roxa’,

‘Salinas 88’ e ‘Vanguard 75’ foram resistentes ao parasitismo de *M. incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii*, com FR variando entre 0,22 e 0,90 (Tabela 1) (CORREIA et al., 2015). Os genótipos ‘Salinas 88’, ‘Grand Rapids’, entre outros, têm sido utilizados como fonte de resistência em programas de melhoramento genético em alface (FERREIRA et al., 2011; SILVA et al., 2008).

Tabela 1. Valores médios do índice de galhas (IG), índice de massas de ovos (IMO) e do fator de reprodução (FR) de *Meloidogyne enterolobii* em cultivares de alface americana.

Cultivar	IG ¹	IMO ¹	FR ¹	Reação ²
Ithaca	3,2 a	2,2 a	0,22 a	R
Raider Plus	3,2 a	2,6 a	0,31 a	R
RS-1397	3,8 b	3,6 b	0,34 a	R
L-104	3,4 a	3,0 b	0,62 b	R
Challenge	2,6 a	2,2 a	0,71 b	R
IP-11	3,6 b	3,4 b	0,75 b	R
Classic	3,4 a	2,6 a	0,79 b	R
Salinas 88	3,0 a	2,0 a	0,79 b	R
Vanguard 75	3,2 a	2,0 a	0,88 c	R
Calona	4,0 b	3,0 b	0,90 c	R
Desert Queen	3,0 a	2,2 a	0,90 c	R
Lady	3,8 b	3,6 b	1,06 c	S
Sonoma	3,0 a	2,0 a	1,99 d	S
Raider	3,2 a	3,2 b	3,14 e	S
Lucy Brown	3,6 b	2,6 a	3,16 e	S
Tainá	3,4 a	2,8 b	4,75 f	S
CV (%)	7,62	10,95	10,19	

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. ²R= resistente (FR < 1,0) e S= suscetível (FR > 1,0), segundo Oostenbrink (1966).

Problemas causados por nematoides das galhas também têm sido constatado com frequência em cultivos de beterraba. As espécies *M. incognita* e *M. javanica* são consideradas as de maior importância, responsáveis por reduzir a produção e comprometer a classificação comercial da raiz tuberosa. Estudos demonstram a existência de apenas materiais suscetíveis entre as cultivares comercializadas dessa olerícola. As beterrabas ‘Chata do Egito’, ‘Maravilha’, ‘Katrina’, ‘Early Wonder’, ‘Jolie’, ‘Rubra’, ‘Betollo’, ‘Kestrel’ e ‘Boro’ se mostraram suscetíveis a *M. incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii* com fator de reprodução acima de 3,0 em estudo em casa de vegetação (ROSA et al., 2013b; 2015; CORREIA et al., 2017). O efeito prejudicial de níveis crescentes de inóculo de *M. incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii* sobre as características vegetativas das beterrabas ‘Boro’ e ‘Early Wonder’ foi comprovado em estudos em casa de vegetação, sendo o limite de tolerância estimado em 333

ovos dos nematoides/planta. Além dos nematoides prejudicarem o desenvolvimento da planta, também interferiram na qualidade comercial da beterraba, causando a formação de raízes com protuberâncias e, em níveis populacionais mais elevados, a formação de raízes totalmente deformadas (Figura 4) (CORREIA et al., 2017).



Figura 4. Beterraba ‘Early Wonder’ inoculada com seis níveis de inóculo inicial (Pi) de *Meloidogyne enterolobii*. **Fonte:** Autores, 2017.

Entre as cucurbitáceas, o pepino é a espécie mais cultivada em ambiente protegido devido sua exigência a temperaturas elevadas. Embora esse tipo de cultivo contribua para o aumento da produtividade, principalmente no inverno, quando feito de maneira intensiva, propicia o aumento de problemas nematológicos na cultura, os quais estão se tornando cada vez mais difíceis de solucionar através de métodos tradicionais de manejo, o que tem levado produtores a abandonarem suas áreas. A enxertia em pepinos é uma técnica que propicia, dependendo da combinação enxerto/porta-enxerto, melhoria da qualidade dos frutos com a retirada de cera, resultando em maior brilho, aumento do vigor da copa da planta e consequente aumento de produção. Também aumenta a tolerância a fatores adversos e doenças com patógenos de solo, fungos e nematoides. Menores taxas de multiplicação de *M. incognita* e *M. javanica* foi verificada nos porta-enxertos abóbora ‘Shelper’ ‘Menina Brasileira’ e ‘Excite Ikki’ em comparação aos híbridos de pepino tipo japonês ‘Yoshinari’, ‘Kouki’, ‘Taisho’ e ‘Tsuyataro’, embora os fatores de reprodução desses nematoides tenham sido acima de um (WILCKEN et al., 2010). Dados semelhantes foram encontrados para *M. enterolobii* (WILCKEN et al., 2013). A produção do pepino japonês ‘Tsuyataro’ enxertado

sobre abóbora ‘Shelper’ foi significativamente maior em comparação ao pepino pé-franco quando inoculados com 5.000 ovos e eventuais J2 de *M. incognita* e *M. javanica* (SALATA et al., 2012).

Devido à falta de cultivares de pepinos comerciais com resistência a *M. incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii*, a enxertia em abóboras tem sido indicada para cultivo em áreas infestadas com esses nematoides, visando o aumento da tolerância das plantas, no entanto, propiciam o aumento da população desses nematoides quando cultivadas de forma sucessiva, embora mais lentamente do que quando cultivadas com pepinos em pé-franco (CARDOSO; WILCKEN, 2008).

Os nematoides das galhas também têm se tornado fator limitante na cultura do pimentão, que também é cultivado em cultivo protegido para a obtenção de frutos com as características exigidas pelo mercado consumidor. As espécies *M. incognita* e *M. enterolobii* são as predominantes em área de cultivo dessa cultura. Atualmente, um dos métodos de manejo da cultura visando o controle de nematoide das galhas é a utilização de porta-enxerto resistentes, no entanto, tais porta-enxertos conferem resistência a *M. incognita*, mas não a *M. enterolobii* (PINHEIRO et al., 2015).

A utilização de coberturas plásticas nos canteiros, para o caso de cultivos protegidos e em pequenas áreas a campo, associadas ao plantio de plantas antagonistas como a crotalaria (*Crotalaria spectabilis*) ou o cravo de defunto (*Tagetes* spp) têm apresentado resultados promissores. Além disto, o uso de material orgânico como torta de mamona, bagaço de cana de açúcar, esterco de galinha e de gado curtido e esterilizado em pequenas áreas a campo ou em cultivo protegido também tem favorecido a redução dos níveis populacionais de nematoides. Além de fornecer nutrientes para planta, a matéria orgânica funciona como um condicionador do solo e estimula o aumento da população de organismos antagonistas dos nematoides, como fungos e bactérias (SILVA et al., 2006; MOREIRA; FERREIRA, 2015). A utilização de brássicas para biofumigação em áreas de cultivo de olerícolas tem sido recomendada no manejo de nematoides (ROS et al., 2016), no entanto, especial atenção deve se dar na escolha da brássica a ser utilizada, uma vez que muitas se comportam como hospedeiras aos nematoides das galhas (LIÉBANAS; CASTILLO, 2004).

Para o manejo eficaz dos nematoides das galhas é fundamental a realização do monitoramento da área através de amostragens de solo para verificar sua ocorrência, assim como a espécie que está afetando a área e se o nível populacional é alto o suficiente para

causar prejuízos econômicos. Dessa forma, o produtor poderá adotar o manejo integrado mais conveniente para seu caso, levando em consideração o custo, cultura, solo e clima da região.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo de fitonematoides tem se mostrado uma tarefa difícil, principalmente devido ao uso intensivo da área de cultivo de olerícolas. No entanto, graças à pesquisa, muitas cultivares resistentes têm sido lançadas no mercado, sendo necessário ressaltar que, tais cultivares devem ser utilizadas após a adoção de métodos de manejo visando a diminuição dos níveis populacionais dos nematoides, desenvolvendo, assim, um manejo adequado da área a ser cultivada.

7. REFERÊNCIAS

BRANCO, R. B. F.; BLAT, S. F. Sistema de cultivo na produção de hortaliças. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 11., p.1-6, 2014.

ABD-ELGAWAD, M. M. M.; KERLAN, M. C.; MOLINARI, S.; ABD-EL-KAREEM, F.; KABEL, S. S. A.; MOHAMAD, M. M.; EL-NAGDI, W. A. Histopathological changes and enzymatic activities induced by *Meloidogyne incognita* on resistant and susceptible potato. **International Journal of Phytopathology**, v. 1, p. 62-72, 2012.

AL-HAZMI, A. S.; AL-NADARY, S. N. Interaction between *Meloidogyne incognita* and *Rhizoctonia solani* on green beans. **Saudi journal of biological sciences**, v.22, p. 570-574, 2015.

ANAMIKA; SIMON, S. New report on occurrence of root-knot disease in *Beta vulgaris*. **Current Nematology**, v. 21. P. 71-73. 2010.

ANWAR, S. A.; JAVED, N. *Meloidogyne incognita* infecting Dahlia. **Pakistan Journal Zoology**, v. 42, p. 348-350, 2010.

BELAN, L. L., ALVES, F. R., COSTA, D. C., FONSECA, S. O., MORAES, W. B., SOUZA, A. F., JESUS JÚNIOR, W. C. Efeitos de densidades crescentes de inóculo de *Meloidogyne javanica* no desenvolvimento vegetativo de genótipos de tomateiro cereja. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 5, p. 22-30. 2011.

CANTU, R. R.; WILCKEN, S. R. S.; ROSA, J. M. O.; GOTO, R. Reação de porta-enxertos de tomateiros a *Meloidogyne mayaguensis*. **Summa Phytopathologica**, v. 35, p. 124-126, 2009.

CARDOSO, A. I. I.; WILCKEN, S. R. S. Nematoides assustam produtores de tomate e pepino. **Campo & Negócio**, v.34, p. 38-39, 2008.

CORREIA, E. C. S. S. Potencial reprodutivo e danos causados por *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii* em beterraba. 2017. 71 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

FERREIRA, S.; VIEIRA, V. L. F.; GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R.; CARVALHO FILHO, J. L. S. D. Identification of advanced lineages of lettuce resistant to *Meloidogyne javanica*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 270-277, 2011.

GONÇALVES, L. A. **Levantamento e manejo de nematoides fitoparasitas em áreas cultivadas com olerícolas na região centro-oeste do estado de São Paulo**. 2014. 66 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

HEVE, W. K.; BEEN, T. H.; SCHOMAKER, C. H.; TEKLU, M. G. Damage thresholds and population dynamics of *Meloidogyne chitwoodi* on carrot (*Daucus carota*) at different seed densities. **Nematology**, v. 17, p. 501-514. 2015.

HUSSEY, R. S.; JANSSEN, G. J. W. Root-knot nematodes: *Meloidogyne* species. In: STARR, J.L; COOK, R.; BRIDGE, J. **Plant resistance to parasitic nematodes**. Wallingford: CAB International, 2002. p 43-70.

KARSSSEN, G.; MOENS, M. Root-knot nematodes. In: PERRY, R. N.; MOENS, M. (Eds.). **Plant nematology**. Wallingford, UK: CAB International, 2006. p. 59-90.

31

KORAYEM, A. M. Relationship between *Meloidogyne incognita* density and damage to sugar beet in sandy clay soil. **Egypt Journal Phytopatology**, v. 34, p. 61-68. 2006.

KYNDT, T.; VIEIRA, P.; GHEYSEN, G.; ALMEIDA- ENGLER, J. Nematode feeding sites: unique organs in plant roots. **Planta**, v. 238, p. 807-818. 2013.

LIÉBANAS, G.; CASTILLO, P. Host suitability of some crucifers for root-knot nematodes in southern Spain. **Nematology**, v. 6, p. 125-128, 2004.

MASHELA, P. W. Interrelations between commercial beetroot (*Beta vulgaris*) cultivars and *Meloidogyne* species. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science**, v. 67, p. 164-168, 2016.

MOENS, M, PERRY, R. N, STARR, J. L. *Meloidogyne* species – a diverse group of novel and important plant parasites. In: PERRY, R. N.; MOENS, M.; STARR, J. L. **Root-knot nematodes**. Wallingford: CAB International, 2009. p. 1-17.

MOREIRA, F. J. C.; FERREIRA, A. C. S. Controle alternativo de nematoide das galhas (*Meloidogyne enterolobii*) com cravo de defunto (*Tagetes patula* L.), incorporado ao solo. **Holos**, v. 1, p. 99-110. 2015.

MUKHTAR, R., ARSHAD, I., KAYANI, M. Z., HUSSAIN, M. A., KAYANI, S. B., RAHOO, A. M., E ASHFAQ, M. Estimation of damage to okra (*Abelmoschus esculentus*) by Root-knot disease incited by *Meloidogyne incognita*. **Pakistan Journal of Botany**, v. 45, p.1023-1027. 2013.

OLIVEIRA, C. M. G. Panorama das doenças e pragas em horticultura: doenças causadas por nematoides. **Biológico**, v. 69, p. 85-86, 2007.

OLIVEIRA, J. O. **Levantamento de fitonematoides e caracterização bioquímica de populações de *Meloidogyne* spp. em áreas cultivadas com hortaliças na região sul do estado de Goiás.** 2016. 48 f. Dissertação (Mestre em Horticultura) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Morrinhos, 2016.

ORNAT, C.; SORRIBAS, F. J. Integrated management of root-knot nematodes in mediterranean horticultural crops. In: CIANCIO, A.; MUKERJI, K.G. **Integrated management and biocontrol of vegetable and grain crops nematodes.** Dordrecht: Springer, 2008. p. 259-312.

PINHEIRO, J. B.; BOITEUX, L. S.; ALMEIDA, M. R. A.; PEREIRA, R. B.; GALHARDO, L.; C. S.; CARNEIRO, R. M. D. G. First report of *Meloidogyne enterolobii* in *Capsicum* rootstocks carrying the *Mel* and *Me3/Me7* genes in central Brazil. **Nematropica**, v. 45, p. 184-188, 2015.

PREMACHANDRA, D. W. T. S.; GOWEN, S. R. Influence of pre-plant densities of *Meloidogyne incognita* on growth and root infestation of spinach (*Spinacia oleracea* L.) (Amaranthaceae) – an important dimension towards enhancing crop production. **Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society**, v.3, p. 18-26, 2015.

RAVICHANDRA, N. G. Phytonematodes: Threat to Horticulture. In: RAVICHANDRA, N. G., ed. **Horticultural Nematology.** India: Springer. Pp. 5-16. 2014.

ROBINSON, A. F.; PERRY, R. N. Behavior and sensory perception. In: PERRY, R. N.; MOENS, M. eds. **Plant Nematology.** Wallingford, UK: CABI; 2006. pp. 210–233.

ROS, C.; SÁNCHEZ, F.; MARTÍNEZ, V.; LACASA, C. M.; HERNÁNDEZ, A.; TORRES, J.; GUERRERO, M. M.; LACASA, A. El cultivo de brásicas para biosolarización reduce las poblaciones de *Meloidogyne incognita* en los invernaderos de pimiento del Sudeste de España. **Información Técnica Económica Agraria**, v. 122, p. 109-126, 2016.

ROSA, J. M. O.; WESTERICH, J. N.; WILCKEN, S. R. S. Nematoides das galhas em áreas de cultivo de olerícolas no estado de São Paulo. **Nematologia Brasileira**, v. 37, p. 15-19, 2013b.

ROSA, J. M. O.; WESTERICH, J. N.; WILCKEN, S. R. S. Reprodução de *Meloidogyne javanica* em olerícolas e em plantas utilizadas na adubação verde. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, p. 133-141, 2013b.

SALATA, A. C.; BERTOLINI, E. V.; MAGRO, F. O.; CARDOSO, A. I. I.; WILCKEN, S. R. S. Enxertia e sua influência na produção de pepino e reprodução de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 590-594. 2012.

SAMUTHIRAVALLI, M.; SIVAKUMAR, M. Interaction of *Meloidogyne incognita* with *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* on tomato. **Annals of Plant Protection Sciences**, v. 16, p. 182-184, 2008.

SILVA, M. G.; SHARMA, R. D.; JUNQUEIRA, A. M. R.; OLIVEIRA, C. M. Efeito da solarização, adubação química e orgânica no controle de nematoides em alface sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 489-494. 2006.

SILVA, R. R.; GOMES, L. A. A.; MONTEIRO, A. B.; MALUF, W. R.; CARVALHO FILHO, J. L. S.; MASSAROTO, J. A. Linhagens de alface crespa para o verão resistentes ao *Meloidogyne javanica* e ao vírus mosaico-da-alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1349-1356, 2008.

WANG, Y. F.; XIAO, S.; HUANG, Y. K.; ZHOU, X.; ZHANG, S. S.; E LIU; G. K. First report of *Meloidogyne enterolobii* on carrot in China. **Plant Disease**, v. 98, p. 1019. 2014.

WILCKEN, S. R. S.; GARCIA, M. J. D. M.; SILVA, N. Resistência de alface do tipo americana a *Meloidogyne incognita* raça 2. **Nematologia Brasileira**, v.29, n.2, p. 267-271, 2005.

WILCKEN, S. R. S.; ROSA, J. M. O.; HIGUTI, A. R. O.; GARCIA, M. J. M.; CARDOSO, A. I. I. Reprodução de *Meloidogyne* spp. em porta-enxertos e híbridos de pepino. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 120-123, 2010.

WILCKEN, S. R. S.; ROSA, J. M.; WESTERICH, J. N.; GARCIA, M. J. D. M.; CARDOSO, A. I. I. Reproduction of *Meloidogyne enterolobii* in rootstocks and cucumber hybrids. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 618-621, 2013.

XING, L.; WESTPHAL, A. Predicting damage of *Meloidogyne incognita* on watermelon. **Journal of Nematology**, v. 44, p. 127-133. 2012.