

EFEITO DAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS SOBRE A POPULAÇÃO DE NEMATOIDES

Camila Rocco da Silva¹, Bruna Broti Rissato¹, Jéssica Brasau da Silva¹, Amanda do Prado Mattos²

¹Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Ciências Agronômicas, *Campus* de Maringá. Avenida Colombo, 5790, CEP: 87020-900, Zona 07, Maringá, PR. E-mail: camila-rocco@hotmail.com; brunarissato@hotmail.com; jessicabrasau@hotmail.com

²Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Departamento de Ciências Rurais, *campus* de Curitibanos. Rodovia Ulysses Gaboardi, 3000, CEP: 89520-000, Curitibanos, SC. E-mail: amanda.mattos@grad.ufsc.br

RESUMO: *A monocultura, principalmente em solos exauridos com deficiência nutricional, e a suscetibilidade de cultivares contribuem para o agravamento de doenças incitadas por nematoides, os quais tem ocorrência generalizada no Brasil. Os fitonematoides não podem ser erradicados, pois possuem mecanismos de sobrevivência, que permitem que os ovos, ou outra forma do parasita, permaneçam viáveis por longos períodos no solo. Assim, várias medidas de controle devem ser utilizadas de modo integrado, visando manter as populações em nível mínimo. Surge, então, a necessidade de adotar tecnologias pouco aplicadas de controle, nas situações em que os métodos de controle convencionais não surtem o resultado esperado. Nesse contexto, esta revisão teve por objetivo apresentar trabalhos de pesquisa que relataram a biologia dos fitonematoides e sua resposta aos fatores ambientais.*

PALAVRAS-CHAVE: Controle alternativo, controle cultural, fitonematoides.

EDAFOCLIMATIC CONDITIONS EFFECT ON NEMATODES POPULATION

ABSTRACT: *Monoculture, especially in nutrient deficient soils, and the susceptibility of cultivars contribute to the aggravation of diseases caused by nematodes, which are widespread in Brazil.. Phytohematods can not be eradicated because they have survival mechanisms that allow the eggs, or other form of the parasite, to remain viable for long periods in the soil. Thus, several control measures should be used in an integrated way, aiming to keep populations at a minimum level. The need to adopt little applied control technologies arises in situations where conventional control methods do not achieve the expected result. In this context, the objective of this review was to present research papers that have reported the biology of phytonematoids and their response to environmental factors.*

KEY WORDS: Alternative control, cultural control, phytonematodes.

INTRODUÇÃO

Entre os problemas que afetam a produção agrícola no Brasil e no mundo estão as doenças, as quais resultam de uma interação dinâmica e irreversível entre o patógeno, o hospedeiro e o ambiente, produzindo alterações fisiológicas e, frequentemente, morfológicas na planta, podendo resultar em danos à planta e, conseqüentemente, perdas na produção (Zambolin e Chaves, 2012). Entre essas, estão os nematoides, os quais podem causar danos consideráveis (Trudgill e Blok, 2001), pois, uma vez que penetram nas raízes, se desenvolvem

e impedem o fluxo regular de água e nutrientes por toda a extensão da planta (Wendland, 2005).

Os nematoides são encontrados em regiões tropicais e temperadas e estão entre os patógenos mais prejudiciais no mundo (Trudgill e Blok, 2001). As consequências da infecção por nematoides incluem, principalmente, redução da produtividade e da qualidade dos produtos, que refletem em prejuízos para o produtor e na elevação dos preços para o consumidor. Em termos mundiais, considera-se que as perdas causadas pelos nematoides em todas as culturas por ano são de 100 bilhões de dólares (Freitas et al., 2009).

Os sintomas diretos causados por nematoides em plantas são variáveis e depende da espécie infectante. São comuns, por exemplo, sintomas como atrofiamento e lesões escurecidas ao longo das raízes (Dinardo-Miranda et al., 2003), formação de galhas, aumento do diâmetro da raiz infectada e redução do volume do sistema radicular, tornando as plantas pouco eficientes na absorção e transporte de água e nutrientes do solo (precisa colocar mais citações). Além destes, tem-se os sintomas reflexos, que compreendem a redução no desenvolvimento, como clorose das folhas, tamanho desigual de plantas, deficiência nutricional, murcha, desfolha, redução na produção ou, até mesmo, a morte da planta (Ferraz e Monteiro, 2011).

O controle de nematoides fitoparasitas é muito complexo. Mesmo o uso racional dos produtos químicos pode trazer, a longo prazo, efeito indesejável devido ao surgimento de nematoides resistentes e à poluição causada pelos resíduos (Neves et al., 2009). Baida et al. (2011) complementam que a suscetibilidade dos materiais tem contribuído para a disseminação dos nematoides, uma vez que a escassez de informações e o desconhecimento dos produtores, ao fazerem uso de plantas hospedeiras suscetíveis em cultivos sucessivos, aumentam os casos de ocorrência dos fitonematoídes. Cabe ressaltar que, devido à vasta distribuição geográfica e a ampla gama de hospedeiros que os mesmos parasitam, poucas são as culturas que podem ser utilizadas como medidas de controle no sistema de rotação de cultura (Ferraz et al., 2012; Mendes; Rodriguez, 2000. Ainda, Dias-Arieira et al. (2013) afirmam que seu controle é complexo e exige planejamento.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Nematoides e Ambiente

As flutuações em uma população de nematoides são reflexos do balanço entre as eclosões e as mortes, o qual depende de características da espécie e da densidade da

população, da densidade e capacidade de nutrição do hospedeiro e de fatores do ambiente incidindo sobre ambos (Laughlin e Lordello, 1977).

A umidade, temperatura e textura do solo, bem como os fatores ambientais, afetam diretamente a sobrevivência dos nematoides (Ritzinger et al., 2010). Sendo assim, informações sobre dinâmica populacional e mecanismos de sobrevivência são essenciais para o manejo integrado de fitonematoides (Asmus e Ishimi, 2009).

1.1. Temperatura do Solo

A área agrícola brasileira é muito diversificada, apresentando condições ambientais variáveis, as quais influem sobre as atividades dos nematoide (Campos et al., 2011). Alguns respondem mais prontamente ao aumento da temperatura, enquanto outros, ao estresse hídrico ou à aeração. Contudo, a temperatura constitui fator principal para determinar a embriogênese, formação do ovo e eclosão de juvenis (Ritzinger et al., 2010).

Estudo realizado por Chiamolera et al. (2012), revelou que a densidade populacional de *Pratylenchus brachyurus* é reduzida devido a temperaturas amenas (média de 19 °C) e se eleva com o aumento da temperatura. Ismail e El-Nadgi (2005) concluíram haver correlação positiva entre a temperatura do solo e a densidade populacional de *Rotylenchulus reniformis* em áreas cultivadas com espécies ornamentais. Consideração semelhante foi feita por Asmus e Ishimi (2009), ao caracterizarem a flutuação populacional de nematoide reniforme em solo cultivado com algodoeiro, em função de variáveis edafoclimáticas, sendo a correlação significativa entre a densidade populacional de *R. reniformis* e a temperatura do solo.

Ao estudarem a infectividade e a reprodução de *Meloidogyne javanica* e de *Heterodera glycines*, de acordo com a temperatura do solo, Campos et al. (2011) observaram que a 28 °C há um aumento significativo do número de fêmeas, cistos e da porcentagem de parasitismo de dos juvenis do segundo estágio (J2) de *H. glycines*, bem como do número de massas de ovos, de fêmeas e da porcentagem parasitismo dos J2 de *M. javanica* em soja.

Pesquisas com a cultura do algodão (Asmus e Ishimi, 2009) e soja (Rebois, 1973) já evidenciaram menor resistência de cultivares ou maior reprodução de *R. reniformis* em temperaturas do solo acima de 25 °C. Para espécies do gênero *Meloidogyne*, a incidência máxima ocorre em temperaturas do solo de 28 °C nas culturas do pimentão, tomate e alface (Alves e Campos, 2001).

De modo geral, a maior parte dos fitonematoides torna-se inativa ou exibe atividade reduzida abaixo de 15 °C e possui temperaturas ótimas entre 15 e 30°C (Laughlin e Lordello, 1977). Sob condições de baixa temperatura e congelamento lento, o nematoide pode formar

cristais de gelo e ter suas membranas ou organelas destruídas (Ritzinger et al., 2010). Em temperaturas altas do solo, geralmente os nematoides apresentam alta atividade (Campos et al., 2011), porém, ocorre redução da atividade ou mortalidade acima de 35 °C (Laughlin e Lordello, 1977).

Apesar de a maioria dos nematoides apresentarem boa eclosão em uma ampla faixa de temperatura, as diferentes espécies têm sua atividade máxima em condições restritas (DIAS-ARIEIRA et al., 2008). O ciclo de vida de alguns nematoides, oferece oportunidade de resistência ao estresse ambiental, como a formação de cisto que abriga a massa de ovos de algumas espécies (Ritzinger et al., 2010). Em outras, uma temperatura insuficiente para a eclosão pode prolongar o desenvolvimento embrionário, de modo que, em um espaço maior de tempo, pode ocorrer aumento considerável de ovos com J2 já formados (Dutra et al., 2003). Esse é um mecanismo de sobrevivência que ocorre em estações frias e, geralmente, na ausência de hospedeiro. A diapausa e o desenvolvimento da dormência em nematoides ocorrem com mais frequência nos estádios de ovo e juvenil (Ritzinger et al., 2010).

Dessa forma, por meio dessa seletividade natural, sob estresse, o nematoide possui habilidade de prolongar seu ciclo de vida, da mesma forma que sob condições ótimas pode encurtar as fases de desenvolvimento, tendo seu ciclo mais curto, originando mais gerações por ano (Ritzinger et al., 2010).

Algumas técnicas de manejo têm sido pesquisadas baseando-se no fato de que a temperatura tem efeito direto sobre o nematoide, com destaque para a solarização. A solarização do solo foi desenvolvida em Israel, por Katan et al. (1976), para controle de *Verticillium dahliae* e *Fusarium oxysporum* em áreas cultivadas com tomate. Devido ao sucesso, essa técnica de controle foi difundida mundialmente. A solarização baseia-se na cobertura do solo úmido em pré-plantio, com um filme transparente de polietileno durante a época de intensa radiação solar (Ghini, 2004), viabilizando o cultivo em áreas infestadas com fitopatógenos habitantes de solo (Bueno et al., 2004). Por não ser um método químico, possui a vantagem de apresentar menor impacto ao ambiente e não deixar resíduos, além de ser simples e de fácil aplicação (Katan et al., 1976).

O controle pode ocorrer pelo efeito direto, indireto ou por ambos, devido à elevação da temperatura (Bettiol et al., 1996) e atinge, especialmente, os patógenos localizados na superfície, onde as maiores temperaturas são atingidas (Ghini e Bettiol, 1995). Essa técnica tem sido utilizada como uma alternativa viável para o manejo de fitonematoides e já é conduta aprovada por vários pesquisadores.

Bettiol et al. (1992) constataram que a solarização por 139 dias reduziu em até 89% o número de galhas de *Meloidogyne javanica* por planta. Além disso, concluíram que a redução do número de galhas pela solarização foi semelhante à promovida pelo brometo de metila. Baptista et al. (2004), ao avaliarem a eficiência da solarização para o controle de *Meloidogyne incognita* em cultivo protegido de tomate, observaram redução da presença de nematoides nas raízes. A solarização também reduziu de maneira eficiente o número de galhas e número de massas de ovos de *Meloidogyne* spp. em raízes de alface (Silva et al, 2006). Portanto, o manejo da temperatura do solo através da técnica de solarização é, comprovadamente, uma alternativa viável para o manejo de fitonematoídeos, além de contribuir para a redução do uso de agrotóxicos.

1.2. Textura do Solo

A textura do solo é reconhecida como importante fator edafoclimático, com forte influência tanto sobre a produtividade das culturas quanto na dinâmica populacional de nematoides fitoparasitas. O tamanho das partículas minerais do solo possui relação direta sobre a porosidade, capacidade de retenção de água, estrutura e outros atributos do solo (Alexandre et al., 2001). Solos com partículas mais grosseiras possuem poros maiores com rápida drenagem de água no sistema, expondo a planta a condições de estresse hídrico e predispondo-a ao ataque de fitonematoídeos (Conceição et al., 2005).

Monfort et al. (2007), em três anos de avaliação, verificaram que o efeito ambiental e a textura do solo tiveram forte impacto sobre o potencial de dano econômico da cultura do algodoeiro e a dinâmica populacional de *M. incognita*, sendo no terceiro ano, o efeito sobre o rendimento superior aos demais anos, mesmo com densidade de nematoides extremamente baixa quando comparado aos demais anos. Independente do ano, o potencial de danos a cultura foi maior em áreas com maior teor de areia.

Solos de textura média à arenosa favorecem a distribuição da maioria das espécies, beneficiando-os pela maior aeração e capacidade de movimentação no perfil (Asmus, 2004). Acevedo et al. (2005) afirmam que o solo utilizado na área de estudo, classificado como Latossolo vermelho amarelo, em que o teor de areia é maior do que os teores de silte e argila, podem ter proporcionado melhores condições para o deslocamento e/ou incidência de nematoides entomopatogênicos (NEPs), quando comparado as demais áreas de estudo, em que os solos caracterizavam-se como Latossolo roxo, Latossolo vermelho escuro e Podzólico vermelho amarelo, todos com alta proporção de argila.

A movimentação dos fitonematoides ocorre entre os espaços porosos das partículas do solo. Quando este espaço é muito pequeno, como em solos argilosos, o deslocamento destes parasitas é dificultado. Solos argilosos, com maior capacidade de retenção de água, podem interferir também na disponibilidade de O₂ e no tempo de eclosão de ovos (Cardoso, 2010). Rocha et al. (2006) verificaram que solos com teores de argila entre 22 e 48%, caracterizados como franco-argilo-arenoso ou argiloso, foram favoráveis ao desenvolvimento de fêmeas e cistos de *H. glycines*, porém quando os teores de argila foram superiores a 60% o contrário foi observado.

Contudo, alguns nematoides, como *R. reniformes*, possuem alta capacidade de adaptação a diferentes texturas de solo, com maior tendência a ocorrência em solos argilosos, o que favorece a sua ocupação devido a baixa competição por outros fitonematoides (Galbieri et al., 2016). A maior capacidade de armazenamento de água destes solos, permite a manutenção de sua umidade. Asmus e Ishimi (2009) afirmam que a maior capacidade de retenção de água em solo argiloso com teor de argila de 75%, pode ter amenizado mudanças quanto a disponibilidade hídrica durante o período de avaliação, exercendo um menor impacto sobre *R. reniformes* durante o período de avaliações realizadas.

O conhecimento quanto a textura do solo é um dos principais fatores a serem considerados no manejo de fitonematoides, a partir deste e outros itens é possível a elaboração de medidas sustentáveis que possibilitaram a manutenção do potencial de produtivo da cultura.

1.3. Umidade do Solo

A região Sudeste do Brasil possui inverno frio e seco, contrastando com o verão, sendo esta característica considerada desfavorável para o crescimento populacional de fitonematoides e o desenvolvimento de plantas no campo, levando os fitonematoides de galhas (*Meloidogyne* spp.) a sobreviverem na forma de ovo no solo (Starr, 1993; Campos et al., 2001).

A umidade é um dos fatores que pode limitar o avanço da população de fitonematoides, não só no inverno, mas também em períodos em que ocorrem a interrupção de chuvas no verão, que são denominados veranico. A queda da umidade do solo a -300 KPa (solo seco) inibe a eclosão, levando à sobrevivência de juvenis dentro dos ovos (Goodell e Ferris, 1989), prontos a eclodir quando a umidade do solo for elevada.

Alguns pesquisadores têm lançado a hipótese de pousio úmido, isto é, irrigação do solo durante o pousio, para o controle de fitonematoides, porém, sem comprovação

experimental (Wallace, 1968). Starr (1993) observou que baixa umidade do solo inibe a eclosão, porém propiciando, ainda que lento, o desenvolvimento do embrião. Mesmo sob condições adversas, o desenvolvimento embrionário atinge o estágio de J2 dentro do ovo, mas a eclosão só ocorrerá em condições propícias de umidade, às quais o hospedeiro também estará sendo submetido (Campos et al., 2001).

Informações a respeito da dinâmica populacional e mecanismos de sobrevivência são essenciais para o manejo integrado desses patógenos. Um exemplo prático é o desenvolvimento de técnica de manejo de *M. incognita* conhecida como “alqueive úmido” (Dutra e Campos, 2003), que é baseada no conhecimento de que os J2 eclodem no período de entressafra, em condições de umidade adequada, mesmo na ausência de hospedeiros favoráveis. De forma semelhante, a prevalência de formas móveis, pré-parasitárias, de *R. reniformis* no solo, durante o período de entressafra, poderia constituir-se em fragilidade do fitonematoide a estratégias de controle.

Segundo Asmus e Ishimi (2009), diferentemente do esperado, a ausência do hospedeiro na cultura do algodoeiro e a menor umidade ocorrida durante a entressafra, aparentemente não resultaram em maior proporção de nematoides em anidrobiose no solo. Pesquisas mostraram que durante dois anos agrícolas, houve anidrobiose a partir da segunda metade do ciclo da cultura, que coincidiu com a menor umidade do solo, porém com clara diminuição a partir da colheita. A anidrobiose é uma importante estratégia utilizada por diferentes espécies de fitonematoídeos, para sobreviver a condições adversas, notadamente a baixos teores de umidade do solo (Womersley e Ching, 1989). No caso de *R. reniformis*, a baixa umidade do solo estimula formas jovens a se enovelarem, tática desenvolvida para que consigam sobreviver à desidratação.

Em regiões tropicais, a anidrobiose assume grande importância e deve ser considerada para o estabelecimento de estratégias de manejo (Castillo e Vovlas, 2007). Em condições de casa de vegetação, *Pratylenchus brachyurus* sobreviveu 21 meses em solo sem qualquer planta hospedeira e sem irrigação (Feldmesser et al., 1960 citado por Castillo e Vovlas, 2007). Níveis populacionais de *Pratylenchus*, normalmente, diminuem em épocas secas e aumentam quando a umidade do solo é mais alta (Olthof, 1971; Townshend, 1987).

Westphal e Smart (2003) não observaram efeito da umidade do solo e da profundidade das raízes sobre a população do fitonematoide no campo. Rebois (1973) avaliou a infectividade e o desenvolvimento de *R. reniformis* em soja, que foi cultivada em vasos com solo com umidade entre 3,4 e 19%, em condições controladas, e observou que umidades

próximas à capacidade de campo e entre 3,4 e 5,8% foram prejudiciais ao nematoide, no que se refere a essas duas variáveis.

Em campo, quando a umidade a 0,1 m de profundidade, de solo cultivado com algodoeiro, variou entre 18 e 35%, durante avaliações mensais realizadas ao longo de um ano, Gabieri et al. (2006) observaram correlação significativa e positiva ($r = 0,821$) entre a umidade e a densidade populacional de *R. reniformis*, na profundidade de 0,0–0,2 m. Diferentemente deste trabalho, em que a presença da cultura anual suscetível (algodoeiro) exerceu visível efeito sobre a flutuação populacional do fitonematoide, Gantait et al. (2006) trabalharam com uma cultura perene (bananeira), em que a presença do hospedeiro foi constante durante o período de avaliação.

Quando a presença de plantas hospedeiras não é um fator limitante, é possível que os limites de umidade observados possam exercer maior influência sobre a densidade populacional dos fitonematóides. É possível, ainda, que o tipo do solo possa interferir no efeito da umidade sobre o fitonematoide (Asmus e Ishimi, 2009).

Considerando que a sobrevivência de nematoides no solo é dependente de alguns fatores, tais como temperatura, umidade e planta hospedeira, entre os métodos alternativos de controle de fitonematóides, o revolvimento do solo nos períodos mais secos com exposição das fontes de inóculo, raízes e solo, a condições de elevada temperatura, reduzem a quantidade de água retida e expõe os fitoparasitas diretamente a radiação solar. O baixo teor de umidade proporcionado pelo revolvimento, também inibe a eclosão de ovos (Dutra al., 2004).

A prática de aração profunda do solo poderá trazer à superfície restos de raízes infectadas. Portanto, deixar o solo revolvido e exposto, efetuando essa operação periodicamente, poderá dessecar as raízes, dificultando o desenvolvimento dos fitonematóides. Essa prática, associada à eliminação de plantas invasoras hospedeiras por período de, no mínimo, seis meses e plantio de mudas saudáveis, pode reduzir sensivelmente a população de fitonematóides (Triverdi e Barker, 1986; McSorley e Dickson, 1995; McSorley, 2001).

O revolvimento do solo quando realizado em períodos secos e de temperaturas elevadas eliminam grande parte da população presente no solo devido a dessecação de ovos e juvenis (Silva, 2011). Contudo, reduz a estabilidade de agregados e a capacidade de campo, prejudicando a estrutura do solo podendo favorecer erosões, principalmente erosões eólicas (Stefanoski et al., 2013).

O revolvimento pode ser realizado utilizando uma grade aradora, não sendo necessário revolver uma camada muito profunda de solo. Quando associado a táticas de inundação, o revolvimento apresenta ainda maiores vantagens, tais como o custo, equivalente a aproximadamente 4% do custo de controle por nematicidas (Campos et al., 2003).

A associação do revolvimento do solo com outros métodos de manejo, como a inundação, tem apresentado resultados promissores. Dutra e Campos (2003) constataram incremento na produtividade do feijoeiro utilizando o revolvimento do solo 1,78 vezes mais produtividade do que quando realizado somente a inundação do solo, além da redução na população de *M. incognita*. Estes resultados podem ser obtidos desde que o solo passe por período de pousio de 14 dias, sob períodos secos e quentes. Resultados semelhantes no controle de *M. javanica* foram obtidos para outras culturas, tais como quiabo, alface e no controle de *M. incognita* em solo cultivado com tomate seguido de alface em ambiente protegido (Dutra e Campos, 2003a; Dutra et al., 2003; Dutra et al., 2006).

A inundação da área infestada também contribui para a diminuição da população de fitonematoides. Entretanto, muitas vezes, essa prática é difícil de ser adotada, pois depende da disponibilidade de água, da topografia da área e do tipo de solo. A eliminação de restos culturais e a utilização de rotação com culturas não-suscetíveis ou hospedeiras poderão contribuir também para a redução da população de fitonematoides.

Considerações finais

A temperatura, a umidade e a textura do solo interferem em todas as fases de desenvolvimento dos nematoides, desde a embriogênese até a reprodução, sendo que o grau de influência dos fatores ambientais é variável de acordo com a espécie e fase do ciclo de vida do nematoide. O conhecimento das relações de fitonematoides com a temperatura e umidade do solo, é fundamental para a escolha do manejo adequado, bem como para a potencialização do mesmo.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO, J. P. M.; MOINO Jr., M.; CAVALCANTI, R. S.; DOLINSKI, C.; CARVALHO, F. A. Amostragem e Avaliação de Técnicas para Isolamento de Nematoides Entomopatogênicos Nativos Obtidos em Lavras, Minas Gerais. **Nematologia Brasileira**, v. 29, p. 17-23, 2005.

ALEXANDRE, C., SILVA; J. R. M; FERREIRA; A. G. Comparação de dois métodos de determinação da textura do solo: sedimentometria por raios X vs. método da pipeta. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 24, p. 73-81, 2001.

ALVES, F.R.; CAMPOS, V.P. Efeito do aquecimento do solo na resistência de plantas a *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita* raça 3. **Nematologia Brasileira**, v. 25, n. 2, p.153- 162, 2001.

APT, W.J. Survival of reniforme nematodes in desiccated soils. **Journal of Nematology** 8:278. 1976.

ASMUS, G. L. Ocorrência de nematoides fitoparasitas em algodoeiro no estado de Mato Grosso do Sul. **Nematologia Brasileira**, v. 28, p. 77-86, 2004.

ASMUS, G. L.; ISHIMI, C. M. Flutuação populacional de *Rotylenchulus reniformis* em solo cultivado com algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.1, p.51-57, 2009.

BAIDA, F. C.; SANTIAGO, D. C.; TAKAHASHI, L. S. A.; ATHANÁZIO, J. C.; CADIOLI, M. C.; LEVY, R. M. Reação de linhagens de feijão-vagem ao *Meloidogyne javanica* e *M. paranaenses* em casa-de-vegetação. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 237-241, 2011.

BAPTISTA M. J.; SOUZA R. B.; CARRIJO O. A.; VIDAL M. C.; CARCHAR J. M. Solarização e biofumigação como alternativas para o controle de *Meloidogyne incognita* no cultivo protegido de tomate. **Horticultura Brasileira** 22: Supl. 02 (CD-ROM), 2004.

BETTIOL W.; GHINI R.; CUNHA M. I. B.; TRATCH R.; GALVÃO J. A. H. Solarização do solo para o controle de nematoide das galhas em quiabeiro. **Horticultura Brasileira**, v. 14, n. 2, p. 158-160, 1996.

BOFF, P. Saúde Vegetal e a Contribuição da Homeopatia na Transição Ecológica da Agricultura. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 3963-3966, 2009.

BRUINSMA, J. S. **Avaliação de métodos para o estudo da resistência de genótipos de soja a *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood**. 2013. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

CAMPOS, H. D.; SILVA, J. R. C.; CAMPOS, V. P.; SILVA, L. H. C. P.; COSTA, L. S. A. S.; SILVA, W. J. R. Efeito da temperatura do solo na infectividade e reprodução de *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines* em cultivares de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 5, p. 900-907, 2011.

CAMPOS, V.P., CAMPOS, J.R., SILVA, L.H.C.P. & DUTRA, M.R. Manejo de nematóides em hortaliças. In: Silva, L.H.C.P., Campos, J.R. & Nojosa, G.B.A. (Eds.) **Manejo integrado: doenças e pragas em hortaliças**. Lavras. Editora UFLA. 2001. p.125-158

CAMPOS, V. P.; DUTRA, M. R.; SILVA, J. R.; VALÉRIO, C. R. C. Revolvimento do solo e irrigação no controle de fitonematóides. Editora UFLA. Boletim técnico, p. 5-36, 2003.

ARDOSO, M. O. Relações entre a nematofauna e o grau de compactação do solo em área cultivada com cana-de-açúcar e em remanescente de Floresta Atlântica. Dissertação mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 70 f, 2010.

CASTILLO, P.; VOVLAS, N. *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): diagnosis, biology, pathogenicity and management. Leiden: Brill, 2007. 529p.

CHIAMOLERA, F. M.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; SOUTO, E. R.; BIELA, F.; CUNHA, T. P. L.; SANTANA, S. M. PUERARI, H. H. Suscetibilidade de culturas de inverno a *Pratylenchus brachyurus* e atividade sobre a população do nematoide na cultura do milho. **Nematropica**, v. 42, n. 2, p. 267-275, 2012

CONCEIÇÃO, P. C.; CARNEIRO A.; TELMO J.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, 2005.

DIAS-ARIEIRA, C. R., SANTANA-GOMES, S. de. M.; PUERARI, H. H.; FONTANA, L. F.; RIBEIRO, L. M.; MATTEI, D. Induced resistance in the nematodes control. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 20, p. 2312-2318, 2013.

DIAS-ARIEIRA, C. R.; FREITAS, L. G.; FERRAZ, S.; RIBEIRO, R. C. F. Fatores que afetam a eclosão de fitonematóides. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 16, p. 305-336, 2008.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GIL, M. A.; GARCIA, V.; MENEGATI, C. C. Efeito da torta de filtro e de nematicida sobre as infestações de nematoide e produtividade da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v. 27, p. 61-67, 2003.

DUTRA, M.R. & CAMPOS, V.P. Manejo do solo e da irrigação como nova tática de controle de *Meloidogyne incognita* em feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 608-614, 2003.

DUTRA, M. R. & CAMPOS, V. P. Efeito do manejo de solo e da água na população de *Meloidogyne javanica* em quiabeiro no campo. **Summa Phytopathologica**, v. 29, p. 249-254, 2003a.

DUTRA, M. R., CAMPOS, V. P. & TOYOTA, M. Manejo do solo e da irrigação para o controle de *Meloidogyne javanica* em alface. **Nematologia Brasileira**, v. 27, p. 29-34, 2003.

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**, v. 31, p. 405-407, 2006.

FERRAZ, L. C. C. B. **As meloidogynoses da soja: passado, presente e futuro**. In: FERRAZ, L. C. C. B.; ASMUS, G. L.; CARNEIRO, R. G.; MAZAFFERA, P.; SILVA, J. F. V. Relações parasito-hospedeiro nas meloidogynoses da soja. Embrapa Soja, Londrina, 2001.

FERRAZ, L.C.C.B.; MONTEIRO, A.R. Nematoides. In: AMORIM, L.; RESENDE, J.A. M.; BERGAMIM FILHO, A. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011. cap. 13, p. 277-305.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A.; DIAS-ARIREIRA, C. L. R. **Manejo Sustentável de Fitonematoides**. Editora: UFV, Viçosa, 1. ed, 2012, p. 106-114.

FREITAS, L.G.; OLIVEIRA, R.D.L.; FERRAZ, S. **Introdução à nematologia**. Viçosa: UFV, 2009, 92 p.

GABIERI, R.; SILVA, J. F. V.; CRESTANA, S.; MAGALHÃES, C.; VAZ, C. M. P.; ASMUS, G. L.; MATOS, E. Influência dos parâmetros do solo na ocorrência de fitonematoides. In: Nematoides fitoparasitas do algodoeiro nos cerrados brasileiros: Biologia e medidas de controle, Instituto Matogrossense do Algodão - IMA-mt, pp.37-89, 2016.

GANTAIT, V.V.; BHATTACHARYA, T.; CHATTERJEE, A. Fluctuation of nematode populations associated with banana plantation in Medinipur District, West Bengal, India. **Indian Journal of Nematology**, v.36, p.223-225, 2006.

GHINI, R.; BETTIOL, W. Controle Físico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (eds.). **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. v. 1, 3. ed, São Paulo: Agronômica Ceres, cap. 39, p. 786-801, 1995.

GOODELL, P.B. & FERRIS, H. Influence of environmental factors on the hatch and survival of *Meloidogyne incognita*. **Journal of Nematology** 21:328-334. 1989

ISMAIL, A.E.; EL-NADGI, W.M.A. Season population fluctuations of plant parasitic and other nematodes associated with *Jasminum grandiflorum* and *Araucaria excelsa* in relation to soil temperature in Giza, Egypt. **Pakistan Journal of Nematology**, v.23, p.141-148, 2005.

KATAN, J.; GREENBERGER, A.; ALON, H.; GRINSTEIN, A. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by Soil-Borne pathogens. **Phytopathology**, v. 66, p. 683-688, 1976.

MCSORLEY, R. Multiple cropping systems for nematode management: a review. **Soil and Crop Science Society of Florida**, Gainesville, v.60, p.132-142, 2001.

MCSORLEY, R; DICKSON, D.W. Effect of tropical rotation crops on *Meloidogyne incognita* and other plant-parasitic nematodes. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.27, p.535-544, 1995. supplement.

MENDES, M. L.; RODRIGUEZ, P. B. N. Reação de cultivares de soja [*Glycinemax* (L.) Merrill] aos nematoides de galhas *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita* raças 1, 2, 3, 4. **Nematologia Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 211-217, 2000.

MONFORT, W. S.; KIRKPATRICK, T. L.; ROTHROCK, C. S.; MAUROMOUSTAKOS, A. Potential for Site-specific Management of *Meloidogyne incognita* in Cotton Using Soil Textural Zones. **Journal of Nematology**, v. 39, p. 1-8, 2007.

NEVES, W.S.; FREITAS, L.G.; COUTINHO, M.M.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FABRY, C.F.S.; DHINGRA, O.D.; FERRAZ, S. Ação nematocida de extratos de alho, mostarda, pimenta malagueta, de óleo de mostarda e de dois produtos à base de capsainóides e alil isotiocianato sobre juvenis de *Meloidogyne javanica*, (treub) Chitwood, em casa de vegetação. **Summa Phytopathologica**, v. 35, n. 4, p. 255-261, 2009.

REBOIS, R.V. Effect of soil temperature on infectivity and development of *Rotylenchulus reniformis* on resistant and susceptible soybeans, *Glycine max*. **Journal of Nematology**, v.5, p.10-13, 1973.

REBOIS, R.V. Effect of soil water on infectivity and development of *Rotylenchulus reniformis* on soybean, *Glycine max*. **Journal of Nematology**, v.5, p.246-249, 1973.

RITZINGER, C. H. S. P.; FANCELLI, M.; RITZINGER, R. Nematoides: bioindicadores de sustentabilidade e mudanças edafoclimáticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 1289-1296, 2010.

ROCHA, M. R.; CARVALHO, Y.; CORRÊA, G. C.; CATTINI G. P.; RAGAGNIN, O. Efeito da textura do solo sobre a população de *Heterodera glycines*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 11-15, 2006.

SILVA, G. S. Métodos alternativos de controle de fitonematoides. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 19, p. 81-152, 2011.

STARR, J.L. Recovery and longevity of Egg Masses of *Meloidogyne incognita* during simulated winter survival. **Journal of Nematology** 25:244-248. 1993.

STEFANOSKI, D. C; SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; PACHECO, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 12, p.1301-1309, 2013.

TRIVEDI, P.C.; BARKER, K.R. Management of nematodes by cultural methods. **Nematopica**, Riverside, v.16, p.213-236, 1986

TRUDGILL, D.L.; BLOK, V.C. Apomictic, polyphagous root-knot nematodes: exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens. **Annual Review of Phytopathology**, v. 39, n. 1, p. 53-77, 2001.

WALLACE, H. R. Undulatory locomotion of the plant-parasitic nematodes, *M. incognita*. **Parasitology** 58: 377-391. 1968.

WENDLAND, A. **Expressão gênica da interação soja – *Meloidogyne javanica* via microarranjos de DNA**. 2005. 127 f. Tese (Doutorado em Agronomia) -Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

WESTPHAL, A.; SMART, J.R. Depth distribution of *Rotylenchulus reniformis* under different tillage and crop sequence systems. **Phytopathology**, v.93, p.1182-1189, 2003.

WOMERSLEY, C.; CHING, C. Natural dehydration regimes as a prerequisite for the successful induction of anhydrobiosis in the nematode *Rotylenchulus reniformis*. **Journal of Experimental Biology**, v.143, p.359-372, 1989.

ZAMBOLIN, L.; CHAVES, G. M. Conceito de doenças em plantas. In: ZAMBOLIN, L.; JESUS JÚNIOR, W. C.; PEREIRA, O. L. (Org.). **O essencial da fitopatologia: agentes causais**. Viçosa: UFV, 2012. p. 1-18.