



ARTIGO TÉCNICO 1

Manejo de Fitonematoides: Além da Redução dos Níveis Populacionais



Guilherme Lafourcade Asmus¹

1. INTRODUÇÃO

Que os fitonematoides são importantes agentes causadores de danos a culturas de interesse econômico parece não haver mais sombra de dúvida. Sintomas pouco específicos de nematoses (doenças causadas por fitonematoides), bem como preocupações mais urgentes do setor produtivo, tais como limitações relacionadas à nutrição mineral, baixo potencial de produção de cultivares e impactos visualmente mais drásticos de outras doenças e pragas, durante muito tempo, relegaram os fitonematoides a um papel secundário nas preocupações de produtores rurais e agentes de assistência técnica. Entretanto, na busca por altas produtividades em modelos de produção com elevados investimentos em insumos, equipamentos e tecnologias digitais, os fitonematoides passaram a fazer parte das preocupações atuais do setor, que trabalha com estreitas margens de rentabilidade. Alguns indicadores diluem qualquer dúvida nesse sentido, dentre os quais destacamos três muito significativos: (a) o espetacular aumento no número de produtos nematicidas (principalmente os de origem biológica) registrados no Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) em relação aos demais produtos fitossanitários nos

dez últimos anos; (b) o crescente interesse dos profissionais pelo Congresso Brasileiro de Nematologia e outros eventos relacionados ao tema, com expressivo aporte financeiro de várias empresas de produtos e serviços para o manejo de fitonematoides, e (c) o crescente número de laboratórios de prestação de serviços em análises nematológicas no País.

Segundo levantamento realizado pela Sociedade Brasileira de Nematologia, em parceria com a Agroconsult e a Syngenta, estima-se que as perdas causadas por fitonematoides na cultura da soja, no Brasil, ultrapassem a cifra de 27,7 bilhões de reais, e que acima de 94% das áreas amostradas estejam infestadas por pelo menos uma espécie de fitonematoide (DIAS-ARIEIRA et al., 2023).

Se considerados os cultivos anuais de maior expressão econômica para o País, destacam-se como os principais causadores de danos os nematoides-das-galhas (*Meloidogyne* spp.), o nematoide-de-cisto da soja (*Heterodera glycines*), o nematoide-das-lesões radiculares (*Pratylenchus* spp.) e o nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*).

Quando disponíveis, cultivares resistentes constituem-se na principal estratégia de manejo de fitonematoides. No entanto, poucas são as cultivares que agregam a resistência

Abreviações: Ca = cálcio; FR = fator de reprodução; ILP = integração lavoura-pecuária; MAPA = Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento; MC = monocultivo; Mg = magnésio; NCS = nematoide-de-cisto da soja; Pf = população final; Pi = população inicial; SPD = sistema plantio direto; V% = saturação por bases.

¹ Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Fitopatologia, Pesquisador em Nematologia da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS; e-mail: guilherme.asmus@embrapa.br

a nematoides com outras características agronômicas indispensáveis para a obtenção de altas produtividades. Sendo assim, o uso de nematicidas (químicos, fitoquímicos ou biológicos) e a rotação de culturas fazem parte das principais estratégias de manejo de áreas infestadas.

2. DANOS CAUSADOS POR FITONEMATOIDES

Quantificar os danos causados por fitonematoides não é tarefa simples e, na maioria das vezes, é uma atividade que carece de objetividade e métricas adequadas. Os sintomas apresentados por plantas parasitadas e os consequentes danos são muito inespecíficos e variáveis de acordo com a cultura e a espécie de nematoide. Por muito tempo, os sintomas primários de galhas radiculares, causadas principalmente por *Meloidogyne* spp., foram considerados os únicos que caracterizavam o ataque de fitonematoides, muito provavelmente pela dificuldade de atribuir outros tipos de sintomas – na maior parte inespecíficos – ao parasitismo por outras espécies de fitonematoides. Não raro, a ausência de galhas nas raízes já descartava a possibilidade da associação de nematoides com o baixo desempenho das culturas. No entanto, há várias espécies de fitonematoides que não causam sintomas tão característicos quanto as galhas radiculares. Por esse motivo, a amostragem e o exame detalhado de raízes e de solo para a detecção e quantificação de nematoides é, sem dúvida, uma atividade indispensável como base para o planejamento de estratégias de manejo de áreas infestadas.

Mas, seria a simples presença de fitonematoides, em amostras de solo ou em associação com as raízes, suficiente para causar danos? Não necessariamente. Via de regra, confunde-se a presença e o eventual crescimento populacional de fitonematoides com os reais danos e perdas decorrentes do parasitismo. Acontece que os fitonematoides são habitantes naturais dos solos, onde vivem pelo menos uma fase da vida, e são impactados por mudanças no ambiente edáfico que podem modular as relações entre eles e as raízes das plantas hospedeiras. É óbvio que a presença de fitonematoides é fundamental para que ocorram danos às culturas parasitadas, porém, aspectos relacionados à cultura – como resistência, tolerância e nutrição – e ao ambiente edáfico – como umidade, teor de matéria orgânica, textura e estrutura do solo – exercem um papel fundamental na expressão dos danos.

Usualmente, o foco no trato com as nematoses baseia-se quase que

exclusivamente no nematoide. Avalia-se a sua presença e a densidade populacional e, dependendo da espécie e da quantidade por volume de solo e raízes, definem-se diferentes estratégias de manejo que, em última análise, visam, fundamentalmente, a redução da densidade populacional do nematoide. Há necessidade, no entanto, de se considerar algumas questões muito importantes. Em primeiro lugar, é preciso entender que, sob determinadas condições, há um limite populacional mínimo necessário para a ocorrência de danos, também chamado de “limite de tolerância”. Ou seja, para determinada relação nematoide-planta é esperado que baixas populações do nematoide sejam “toleradas” pelas plantas, que passam a sofrer os danos do parasitismo apenas quando a densidade populacional do nematoides excede esse limite. Uma representação esquemática sobre o limite de tolerância das plantas anuais a fitonematoides foi proposta por Seinhorst, em 1965, e é apresentada na Figura 1.

É importante entender que, para uma mesma espécie vegetal, os limites de tolerância são diferentes em função das diferentes espécies de fitonematoides. Tomando-se por exemplo a cultura da soja, em condições edafoclimáticas favoráveis ao parasitismo e uma cultivar suscetível, a quantidade de nematoide de cisto capaz de causar danos à cultura é muito menor do que a necessária para que o nematoide reniforme cause danos à mesma cultura. Em outras palavras, a soja é menos tolerante ao nematoide de cisto do que ao nematoide reniforme.

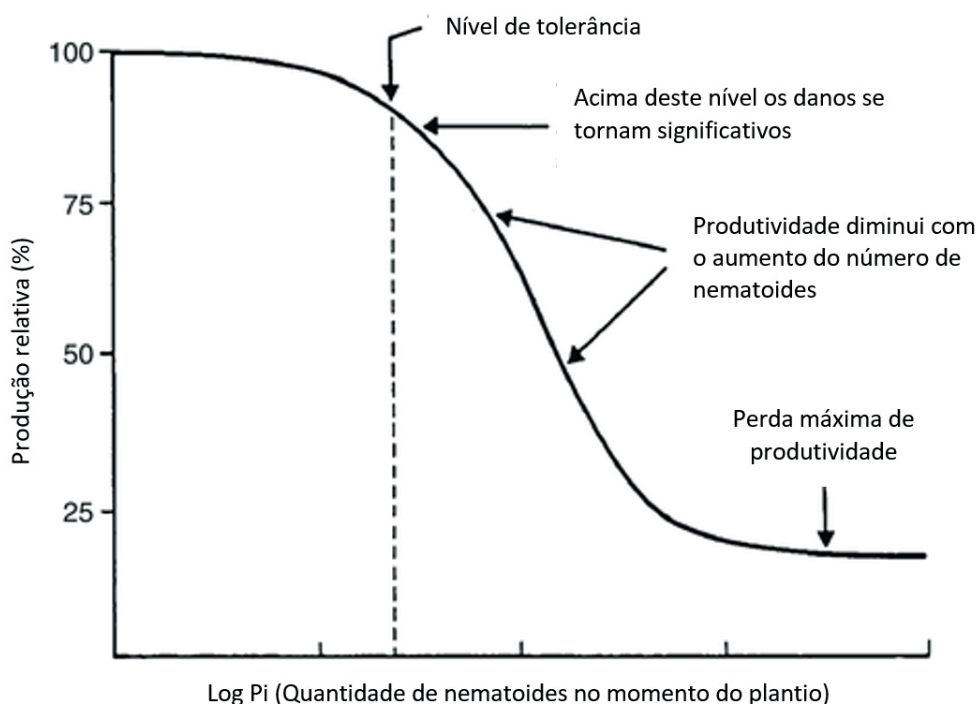


Figura 1. Representação esquemática da relação entre a densidade populacional de fitonematoides e os danos às plantas, evidenciando o limite de tolerância de culturas anuais.

Fonte: Adaptada de Seinhorst (1965).

Uma das métricas mais utilizadas para se estimar o risco do cultivo de uma determinada espécie vegetal em uma área infestada por fitonematoides, e a consequente possibilidade de danos a culturas suscetíveis, é o “Fator de Reprodução”, comumente conhecido como “FR”. O FR é uma derivação genérica de um conceito estabelecido por Oostenbrink, em 1966, que dá uma ideia da variação, no tempo, da população de um fitonematoide quando em associação, ou não, com determinada espécie vegetal. Ou seja, é a razão entre o número de uma espécie de nematoide ao final de um período determinado (população final = Pf) e o número desse nematoide no início desse mesmo período (população inicial = Pi). É um conceito muito utilizado na pesquisa nematológica, em que há necessidade de se conhecer o impacto de determinada prática ou medida de controle sobre a população do nematoide, e na avaliação da resistência de cultivares em programas de melhoramento vegetal. Valores de FR maiores que 1,0 indicam que a população do nematoide aumentou. Um valor de FR = 4,5, por exemplo, indica que a população do nematoide aumentou em 4,5 vezes em comparação com a população inicial, durante o período considerado. Valores de FR inferiores a 1,0 indicam que a população decresceu e valores iguais a 1,0 indicam que a população se manteve inalterada. Assim, importância muito grande vem sendo dada a esse índice.

Muitas empresas de melhoramento genético vegetal costumam divulgar e utilizar, como um diferencial de qualidade, o baixo FR de determinados fitonematoides em suas cultivares. Sem dúvida, essa informação é fundamental para o estabelecimento de programas de manejo de áreas infestadas por fitonematoides e deveria ser uma prática comum em todas as empresas detentoras de cultivares de culturas anuais.

O fato de os fitonematoides serem parasitos obrigatórios pressupõe que não consigam sobreviver na ausência de plantas hospedeiras, que lhes sirvam de alimento. Por outro lado, o cultivo contínuo de culturas e/ou variedades suscetíveis permite que, ano após ano, a densidade populacional de fitonematoides aumente até o ponto de causarem danos, ou seja, ultrapassem o limite de tolerância das plantas. Sistemas de produção com base em poucas espécies vegetais e/ou na sequência de culturas suscetíveis conduzem, invariavelmente, ao aumento populacional dos fitonematoides e a danos às culturas. Mesmo para espécies de fitonematoides que apresentam algum mecanismo de resistência, a quebra da sequência de plantio de culturas suscetíveis traz consequências importantes para a estabilidade da produção. Assim, justifica-se a necessidade de se conhecer a reação das espécies vegetais que fazem parte ou poderão fazer parte dos sistemas de produção das culturas anuais. Há espécies vegetais que permitem a multiplicação de determinados fitonematoides, com o consequente aumento de sua densidade populacional, e, por esse motivo, deve-se evitar seu plantio em áreas infestadas (Quadro 1).

Os sistemas atuais de produção adotados na região Centro-Oeste, baseados fundamentalmente na sucessão soja-milho ou soja-algodoeiro, pouco ou nada contribuem para limitar o aumento da densidade populacional da maioria dos nematoides de importância agrícola. Um bom exemplo do benefício da quebra na escalada de desenvolvimento populacional de fitonematoides pode ser extraído de um trabalho de campo realizado em Chapadão do Sul, MS, em que um ano de substituição da soja por algodão, cana-de-açúcar, milho ou capim-braquiária resultou na diminuição, em média, de 70% no número de cistos viáveis de *H. glycines* no solo (Figura 2).

Quadro 1. Suscetibilidade de algumas plantas componentes dos sistemas de produção de culturas anuais às principais espécies de fitonematoides.

Culturas	Fitonematoides ¹				
	Cisto – <i>Heterodera glycines</i>	Galha – <i>Meloidogyne javanica</i>	Galha – <i>Meloidogyne incognita</i>	Reniforme – <i>Rotylenchulus reniformis</i>	Lesões – <i>Pratylenchus brachyurus</i>
Soja	V	V	V	V	S
Milho	R	V	V	R	S
Algodão	R	R	V	S	S
<i>Brachiaria</i> spp.	R	R	R	R	S
<i>Panicum</i> spp.	R	R	R	R	S
<i>Stylosanthes</i> spp.	R	R	R	R	R
<i>Crotalaria</i> spp.	R	R	R	R	V
Aveia branca	R	R	R	R	S
Aveia preta	R	S	S	R	R
Trigo	R	V	R	R	V

¹ R = Resistente; V = Variável, em função da espécie/cultivar; S = Suscetível.

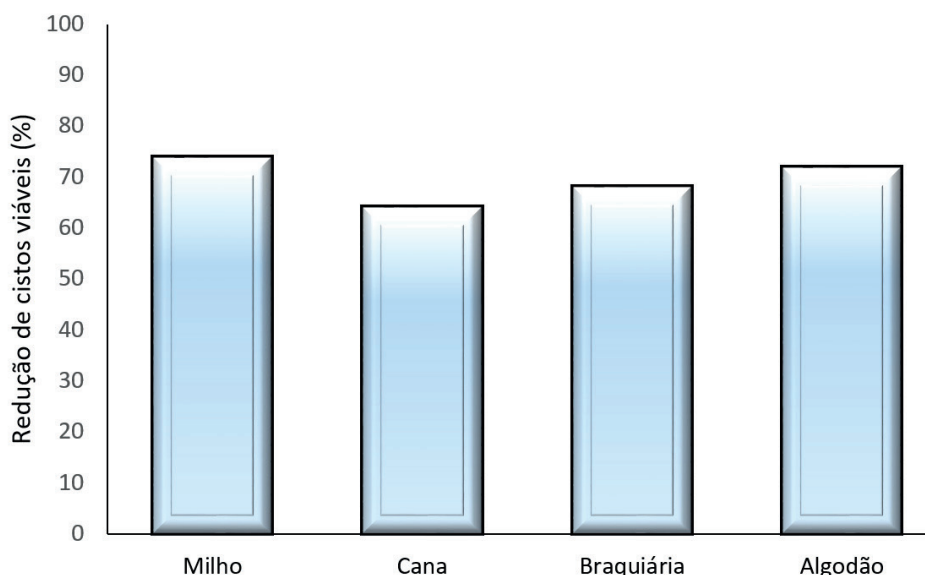


Figura 2. Percentagem da redução do número de cistos viáveis de *Heterodera glycines* após um ano de substituição da cultura da soja por milho, cana-de-açúcar, capim-braquiária ou algodão.

Fonte: Andrade e Asmus (1997), dados não publicados.

Outro exemplo, porém com o nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*), foi extraído de um trabalho em que avaliou-se a população do nematoide após 26 anos de cultivo de soja em três sistemas de produção: (MC) monocultivo de soja no verão e de aveia no inverno, com preparo do solo; (SPD) sistema plantio direto com rotação de culturas de verão (soja e milho) e inverno (trigo, aveia e nabo forrageiro), e (ILP) integração lavoura-pecuária, contemplando dois anos de plantio de soja intercalados com dois anos de pastagem de capim-braquiária. Os resultados (Figura 3) deixam claro a forte influência do sistema de produção sobre a densidade populacional do nematoide no solo.

Um outro aspecto pouco considerado, porém extremamente importante para a expressão de danos nas culturas parasitadas por fitonematoides, refere-se ao ambiente edáfico, onde a grande maioria das relações parasitárias ocorrem. Atributos químicos, físicos e biológicos do solo podem exercer um papel tão ou até mais importante do que a densidade populacional de nematoides para a ocorrência de danos às plantas cultivadas.

3. O PAPEL DO AMBIENTE EDÁFICO PARA A OCORRÊNCIA, DISSEMINAÇÃO E DANOS DE FITONEMATOIDES

Fitonematoides são, tipicamente, organismos habitantes do solo. Mesmo as espécies que parasitam órgãos vegetais aéreos, a exemplo de *Aphelenchoides besseyi* e *Anguina tritici*, passam pelo menos parte de sua vida no solo. É difícil imaginar que um ambiente tão complexo e sujeito a constantes variações, como o ambiente edáfico, não tenha influência sobre as relações entre os nematoides e as raízes das plantas hospedeiras, com consequências sobre a expressão dos danos causados às culturas. Os atributos físicos, químicos e biológicos do solo exercem papel fundamental na expressão de danos causados pelas nematoses, seja pela interferência direta sobre a biologia dos fitonematoides, seja permitindo que

as plantas parasitadas expressem maior ou menor tolerância aos fitonematoides, ou condicionando a ação de outros organismos do solo, dentre os quais aqueles competidores, antagonistas ou parasitas dos fitonematoides. Assim, não seria ilógico afirmar que o estudo detalhado de solos cultivados com plantas apresentando sintomas de nematoses deveria

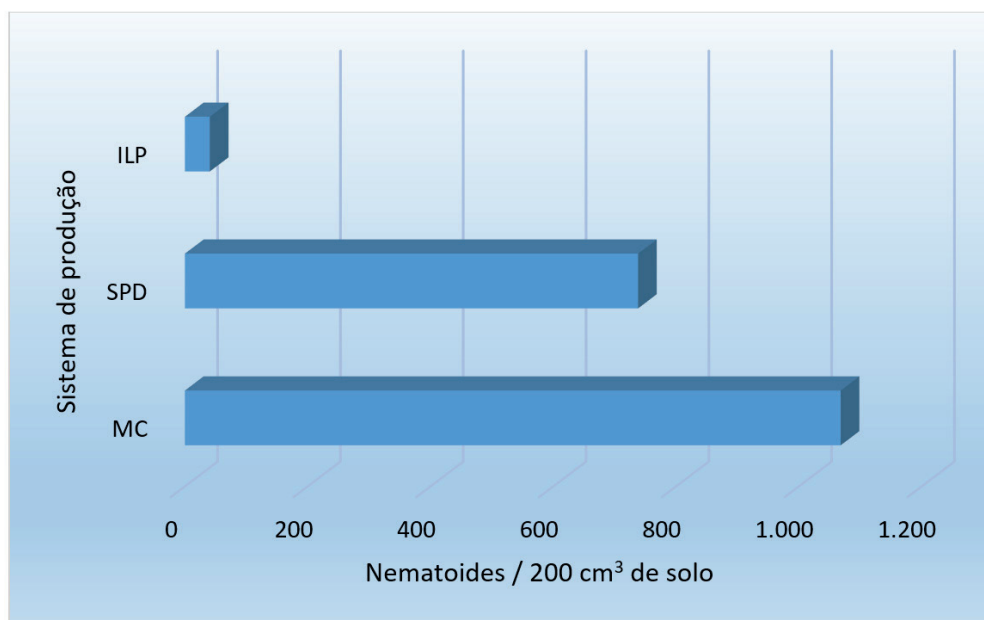


Figura 3. Densidades populacionais de *Rotylenchulus reniformis* no solo após 26 anos de condução de três sistemas de produção de soja: MC = monocultivo com preparo do solo, SPD = sistema plantio direto com rotação anual de culturas no verão e inverno e ILP = integração lavoura-pecuária, com dois anos de plantio de soja seguidos de dois anos de pastagem de capim-braquiária.

Fonte: Adaptada de Asmus et al. (2024).

receber a mesma atenção dada ao estudo da identificação e quantificação dos fitonematoides associados aos danos.

De todos os atributos do solo, talvez o mais estudado e reconhecido como modulador do crescimento populacional dos fitonematoides e dos danos causados às culturas seja a textura. Muitas espécies de nematoides são favorecidas por solos mais soltos, com altos teores de areia, a exemplo de *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus* spp. Outras, no entanto, estão associadas a solos de textura mais fina, com maiores teores de argila, a exemplo de *Rotylenchulus reniformis*. Mais recentemente, maior importância tem sido atribuída às características físicas do solo. De maneira geral, a compactação do solo não permite o pleno desenvolvimento das raízes em profundidade, de forma que as mesmas se concentram nas camadas superficiais do perfil, justamente onde há maior concentração de fitonematoides. Raízes parasitadas não conseguem absorver e translocar água e solutos para a parte aérea adequadamente, o que é agravado pela dificuldade de romper camadas compactadas para acessar água de camadas mais profundas do solo. Os efeitos do ataque de nematoides em períodos de estresse hídrico (veranicos) são, assim, agravados. Além disso, solos compactados são mais suscetíveis ao escoamento superficial de água da chuva ou de irrigação, o que favorece o transporte e a disseminação de nematoides nos talhões de cultivo, fato que pode ser agravado em condições de relevo ondulado. No mesmo sentido, solos pulverizados, com limitada cobertura vegetal, permitem a disseminação eólica de algumas formas de fitonematoides. Um exemplo interessante de disseminação eólica é o de um trabalho que detectou, em recipientes de plástico contendo água, a distâncias regulares, que o vento

transversal à direção do preparo do solo (gradagem) de uma área infestada pelo nematoide-de-cisto da soja foi capaz de disseminar os cistos presentes no solo a uma distância de pelo menos 55 metros, a cada passada de grade, criando uma frente de disseminação (Figura 4) (ANDRADE; ASMUS, 1997).

Menos estudados, mas não menos importantes, são os efeitos dos atributos químicos do solo sobre a multiplicação e os danos causados por fitonematoides. Os nematoides são seres aquáticos e, até que encontrem uma raiz suscetível ao parasitismo, vivem e locomovem-se na solução do solo. No caso específico de fitonematoides ectoparasitos, todo o seu ciclo biológico ocorre na solução do solo. A diversidade natural dos solutos ou as mudanças em sua constituição devido à correção e/ou fertilização do solo podem exercer expressiva influência sobre a biologia dos fitonematoides e os danos por eles causados. Por outro lado, o conteúdo de macro e microelementos, quando adequados, pode atribuir às plantas maior tolerância ao parasitismo por fitonematoides.

Um dos exemplos mais expressivos da influência de atributos químicos do solo sobre as nematoses é observado no nanismo amarelo da soja, causado pelo nematoide-de-cisto da soja (NCS), *Heterodera glycines*. Logo nas primeiras notificações de ocorrência do nematoide-de-cisto da soja no Brasil, observou-se que os danos eram mais severos em locais das lavouras onde havia sido descarregado calcário para ser distribuído nos talhões para correção da acidez do solo. Investigações posteriores comprovaram que as calagens excessivas em solos infestados, com aumento do pH e da saturação por bases (V%), aumentam significativamente a multiplicação de *H. glycines* (Figura 5) e os danos causados

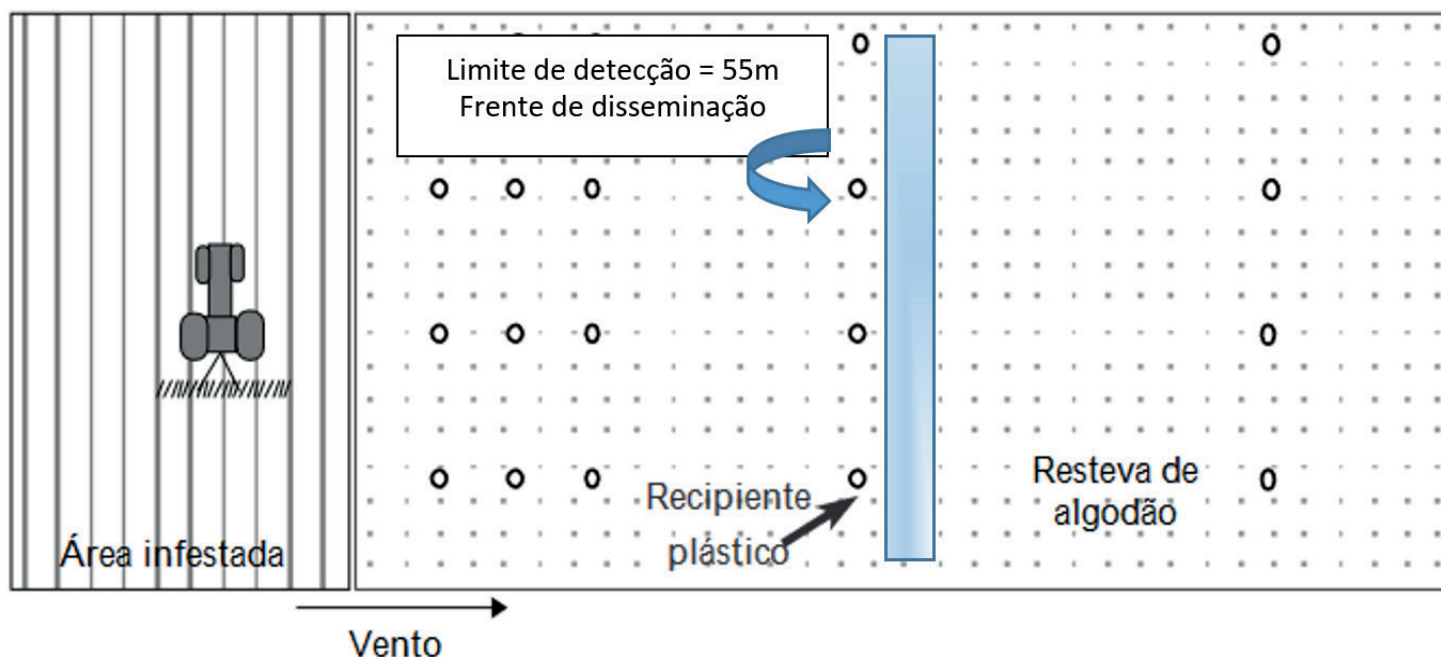


Figura 4. Representação esquemática da disseminação de cistos de *Heterodera glycines* pelo vento durante o preparo do solo.

Fonte: Adaptada de Andrade e Asmus (1997).

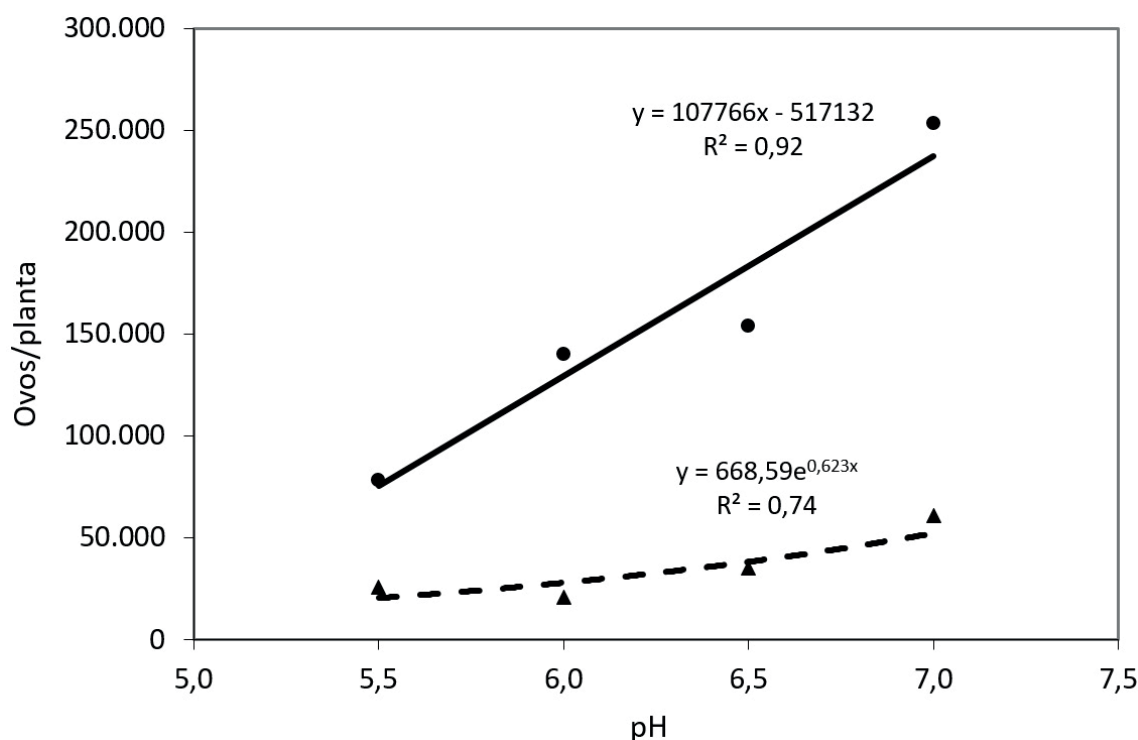


Figura 5. Número de ovos do nematoide-de-cisto da soja (NCS) em raízes de soja em função de valores crescentes do pH de solos das regiões Nordeste (linha contínua) e Centro-Sul (linha tracejada) do estado de Mato Grosso do Sul.

Fonte: Adaptada de Asmus et al. (2008), dados não publicados.

às plantas de soja. Este efeito é potencializado em solos de textura arenosa ou franco-arenosa. Com base nesse conhecimento, recomenda-se que, em solos de cerrado, infestados por *H. glycines*, a saturação por bases (V%) não exceda 50% (Figura 6). Para esses mesmos solos deve-se ter muito cuidado na correção do perfil em profundidade, quando usualmente são utilizadas elevadas quantidades de calcário e nem sempre é executada sua adequada incorporação, podendo ficar concentrado nas camadas mais superficiais do solo e favorecer a multiplicação e os danos pelo nematoide.

Outro exemplo da importância dos atributos químicos do solo sobre as nematoses vegetais refere-se ao efeito do pH na expressão dos danos do nematoide-das-lesões-radiculares, *Pratylenchus brachyurus*, na cultura da soja. Embora presente em grande frequência e altas densidades populacionais nos solos cultivados, particularmente na região Centro-Oeste, o nematoide *P. brachyurus* passa a causar danos expressivos à soja em solos de maior acidez, com baixos valores de pH (FRANCHINI et al., 2018). Assim, a adequada correção da acidez do solo até níveis adequados para o cultivo de soja constitui-se em importante estratégia para minimizar os danos causados pelo nematoide.

Além das características físicas e químicas do ambiente edáfico, a biologia do solo tem um papel marcante sobre fitonematoides e plantas cultivadas, conhecimento que nos últimos anos se fortaleceu sobremaneira. De fato, a microbiota do solo, em seu estado original, está em constante interação, com relações complexas entre os diversos

organismos que a compõem. Em um solo biologicamente ativo, a competição por substrato ou alimento, a antibiose, o parasitismo e a predação constituem-se mais em regra do que exceção, e o controle natural de fitonematoides ocorre de forma espontânea. Solos com teores adequados de matéria orgânica estimulam a atividade e a diversidade biológica e, por consequência o controle biológico natural. No sentido inverso, é muito mais provável a prevalência de fitonematoides e danos às plantas cultivadas em solos biologicamente pobres, com baixos teores de matéria orgânica. Iniciativas recentes de busca por sistemas de produção que resgatem características biológicas dos solos em estado natural, tais como a “agricultura regenerativa”, visam, através da inundação do solo com microrganismos benéficos, trazer maior estabilidade à produção, limitando a atividade de fitonematoides. No entanto, para maior expressão e longevidade dos efeitos esperados, são fundamentais a diversificação de cultivos e a elevação de teores de matéria orgânica. Microrganismos benéficos apresentam dificuldades de se manter em solos pobres.

4. O CASO EMBLEMÁTICO DE *Pratylenchus brachyurus* NAS CULTURAS DE SOJA E ALGODOEIRO

Atualmente, o nematoide-das-lesões-radiculares, *P. brachyurus*, é uma das maiores preocupações de produtores de soja e algodão no Centro-Oeste brasileiro. Não poderia ser diferente, pois é o nematoide mais frequente, ocorrendo muitas vezes em altas populações e provocando



Figura 6. Raízes de soja cultivada em solo infestado por *Heterodera glycines*, com valores crescentes de saturação por bases, em função da correção do solo com quantidades crescentes de calcário.

Crédito das fotos: Fábio Martins Mercante.

danos expressivos nessas culturas. Muitas são as explicações para o intenso avanço das populações de *P. brachyurus* em território brasileiro nas últimas décadas, dentre as quais parecem mais aceitáveis: o aumento das áreas de plantio de milho – cultura boa hospedeira – em segunda safra e o cultivo de gramíneas forrageiras como plantas de cobertura para a formação de palhada no sistema plantio direto (SPD). A falta de revolvimento do solo no SPD também pode ser elencada como um dos fatores que permite a perpetuação do nematoide no solo, haja vista que, não tendo mecanismos de resistência, *P. brachyurus* sobrevive por poucos meses em solos gradeados e livres de vegetação – condições indesejáveis no SPD.

Em que pese a grande preocupação com esse fitonematoide por parte de produtores rurais, a experiência acumulada mostra não se tratar de um patógeno forte, podendo certamente ser considerado um oportunista. É um típico caso em que os atributos do solo exercem um papel fundamental para a ocorrência de danos. E para justificar essa afirmação, são apresentados dois exemplos, a seguir.

4.1. Pratilencose do algodoeiro: a necessidade de um olhar para os atributos e a condição do solo

Em abrangente trabalho envolvendo a análise de variáveis físicas, químicas e biológicas de 1.779 talhões de cultivo de algodoeiro, em todas as regiões produtoras do estado de Mato Grosso, observou-se que a densidade populacional de *P. brachyurus* não se relacionou com os danos à cultura

do algodoeiro e tampouco com a produtividade de fibra. Talhões com altas densidades populacionais do nematoide raramente resultaram em baixas produtividades e, em outros casos, as produtividades de fibra foram baixas mesmo com reduzidas densidades populacionais do nematoide. Os dados mostraram claramente que a simples presença de *P. brachyurus*, mesmo que em altas populações, não é suficiente para causar danos ao algodoeiro (Figura 7). Mas, então, qual ou quais seriam os fatores associados aos danos? A análise conjunta dos dados indicou que a resistência à penetração (compactação), o teor de areia e a baixa umidade gravimétrica do solo foram os principais fatores que justificaram a ocorrência de baixas produtividades (GALBIERI et al., 2016).

4.2. Pratilencose da soja: a ambiguidade dos efeitos do capim-braquiária

Num experimento de campo em área de solo arenoso naturalmente infestado por *P. brachyurus*, o cultivo de capim-braquiária como cultura de cobertura (*Urochloa brizantha* cv. Xaraés), logo após a colheita de soja, ocasionou o aumento do nível populacional do nematoide em cerca de 25 vezes. No mesmo período, o cultivo de milho de segunda safra permitiu o aumento em cinco vezes da população do mesmo nematoide. Ou seja, com o cultivo de capim-braquiária o aumento da população foi cinco vezes maior do que com o cultivo de milho. No entanto, ao colher a soja na safra seguinte, o rendimento de grãos na área onde foi cultivado o capim-braquiária foi 29,9% superior ao da área

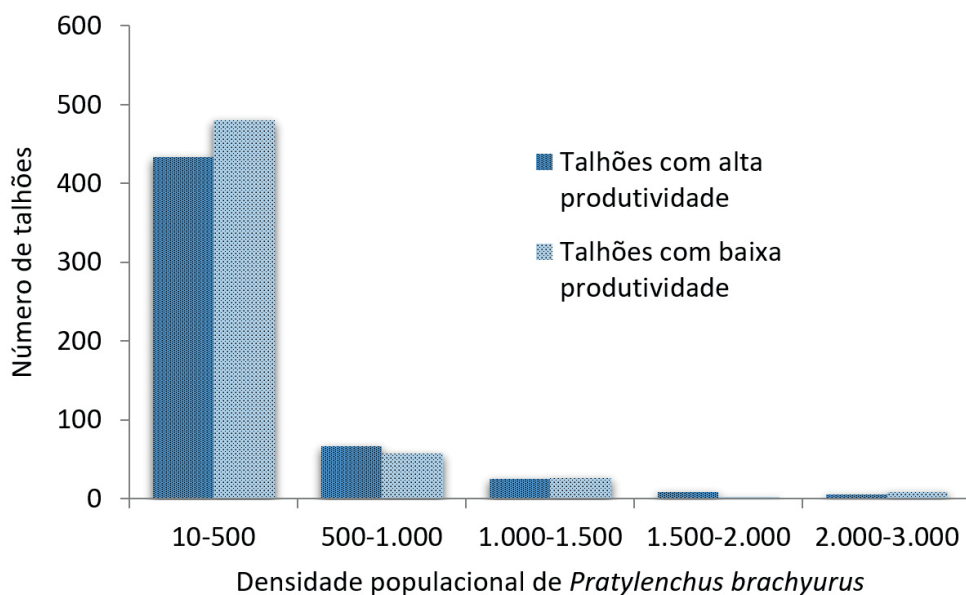


Figura 7. Relação entre a densidade populacional de *Pratylenchus brachyurus* e o número de talhões com alta e baixa produtividade de fibra de algodão (n = 1.779).

Fonte: Adaptada de Galbieri et al. (2016).

onde foi cultivado o milho (Figura 8). Pode parecer paradoxal que, onde houve aumento da densidade populacional do nematoide, a soja tenha produzido quantidade de grãos expressivamente maior. Acontece que o capim-braquiária possui um sistema radicular vigoroso e volumoso (SALTON; TOMAZI, 2014), que consegue romper camadas compactadas, acrescentar grande quantidade de matéria orgânica ao solo (SALTON et al., 2011) e aumentar sua macroporosidade (SALTON; TOMAZI, 2014). Nessas condições, mesmo em presença do nematoide, as plantas de soja conseguem estabelecer um adequado sistema radicular, capaz de explorar camadas mais profundas do perfil, de onde podem extrair água, mesmo em condições de baixa disponibilidade desse recurso em camadas mais superficiais. Ou seja, as plantas de soja expressam maior tolerância ao nematoide.

Não menos instigante é o resultado de um trabalho em que foram feitas amostragens georreferenciadas em 13 lavouras de soja infestadas por *P. brachyurus* e analisados os atributos químicos do solo, a densidade populacional do nematoide e os sintomas nas plantas parasitadas. Os resultados mostraram que a população do nematoide não era maior nas áreas com sintomas mais proeminentes. Porém, os sintomas foram mais severos em solos ácidos e com teores de Ca e Mg abaixo do nível crítico (MENDES et al., 2012), o que evidencia que a simples presença do nematoide, mesmo em altas densidades populacionais, não se constitui em certeza de ocorrência de danos às plantas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fitonematoides são importantes parasitas em culturas anuais de importância econômica. Como ocorre com qualquer agente causador de doença, para que haja sucesso no parasitismo e consequente dano às plantas cultivadas há necessidade da conjunção de fatores inerentes ao nematoide, às plantas e ao ambiente atuando sobre os dois primeiros. Ou seja, nem sempre a presença do nematoide, mesmo em altas densidades populacionais, é fator suficiente para a ocorrência de danos às plantas, tendo o ambiente edáfico – onde ocorrem as relações parasitárias – um papel fundamental para a expressão dos danos. Todo nematoide é influenciado pelo ambiente edáfico, alguns mais, outros menos, de forma que, para o seu manejo, o conhecimento das condições do solo é tão importante quanto a identificação e quantificação dos nematoides e o conhecimento da suscetibilidade e/ou tolerância das plantas.

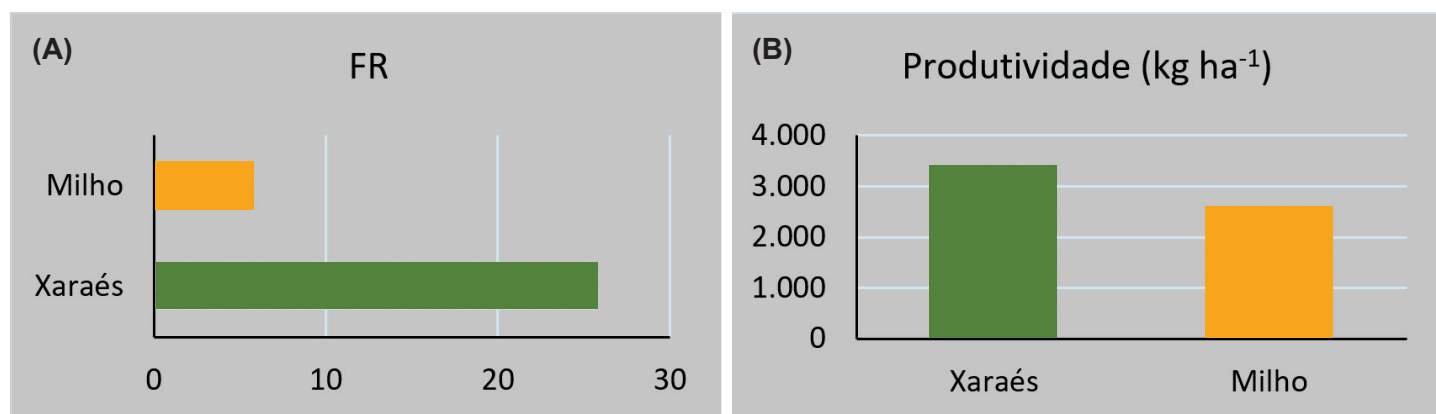


Figura 8. Fator de reprodução (FR) de *Pratylenchus brachyurus* após o cultivo de milho ou capim-braquiária cv. Xaraés na entressafra da soja (A) e produtividade da soja cultivada na sequência (B).

Fonte: Adaptada de Cruz et al. (2020).

Usualmente, as estratégias de manejo dos fitonematoides baseiam-se no controle da densidade populacional do parasita ou na proteção das raízes das plantas, obtidos prioritariamente pela rotação de culturas com espécies não hospedeiras ou pelo uso de nematicidas – químicos, fitoquímicos ou biológicos. Há, no entanto, necessidade de uma visão mais abrangente, em que se considere todos os fatores que contribuem para a ocorrência de danos. As nematoses podem ocorrer como consequência de condições inadequadas do solo. Assim, as estratégias de controle devem ser direcionadas para os fatores que efetivamente sejam a causa e não a consequência e, sendo assim, práticas agronômicas tecnicamente adequadas tornam-se ferramentas fundamentais para a convivência pacífica com os fitonematoides.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, P. J. M.; ASMUS, G. L. Disseminação do nematoide de cisto da soja (*Heterodera glycines*) pelo vento durante o preparo do solo. **Nematologia Brasileira**, v. 21, n. 1, p. 98–100, 1997.
- ASMUS, G. L.; SALTON, J. C.; FERREIRA, R. S.; RAMOS, F. S.; TOMAZI, M. *Rotylenchulus reniformis* population conditioned by soybean production systems and soil attributes. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 11, n. 3, e8882, 2024.
- CRUZ, T. T.; ASMUS, G. L.; GARCIA, R. A. Crotalaria species in succession to soybean for the management of *Pratylenchus brachyurus*. **Ciência Rural**, v. 50, p. 1–8, 2020.
- DIAS-ARIEIRA, C. R.; ARAÚJO, F. G. de; MACHADO, A. C. Z. (Ed.). **Manejo de nematoides em grandes culturas**. Piracicaba: NPCT, 2023. 252 p.
- FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; DIAS, W. P.; RIBAS, L. N.; SILVA, J. F. V.; BALBINOT JUNIOR, A. A. Relationship among soil

properties, root-lesion nematode population, and soybean growth. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, n. 1, p. 30–35, 2018.

GALBIERI, R.; VAZ, C. M. P.; SILVA, J. F. V.; ASMUS, G. L.; CRESTANA, S.; MATOS, E. S.; MAGALHÃES, C. A. S. Influência dos parâmetros do solo na ocorrência de fitonematoides. In: GALBIERI, R.; BELOT, J. L. (Org.). **Nematoides fitoparasitas do agodoeiro nos cerrados brasileiros: Biologia e medidas de controle**. 1.ed. Cuiabá: Instituto Mato-Grossense do Algodão – IMAmt, 2016. p. 37–89.

MENDES, F. L.; ANTONIO, S. F.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; DIAS, W. P.; MORAES, M. T.; GOULART, A. M. C.; SILVA, J. F. V. Monitoramento de atributos químicos do solo e da ocorrência de *Pratylenchus brachyurus* em soja no Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., Cuiabá, MT. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2012.

OOSTENBRINK, M. **Major characteristics of the relations between nematodes and plants**. Wageningen, 1966. 4 p. (Mededelingen/Laboratorium voor Phytopathologie, Serie Nematodologie; No. 66-4).

SALTON, J. C.; TOMAZI, M. **Sistema radicular de plantas e qualidade do solo**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2014. 5 p. (Comunicado Técnico, 198).

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1349–1356, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000031>

SEINHORST, J. W. The relationship between nematode density and damage to plants. **Nematologica**, v. 11, p. 137–154, 1965.



APLICATIVO MANEJO DE RESISTÊNCIA BRASIL

Criado para proporcionar ao usuário a pesquisa dos ingredientes ativos e suas respectivas classificações quanto aos grupos químicos e mecanismos de ação, bem como ter acesso às principais informações para o manejo de resistência.

