

Nematoides

Culturas de cobertura e de rotação devem ser plantas não hospedeiras de nematóides

Mário Massayuki Inomoto e Guilherme Lafourcade Asmus*

Durante muito tempo acreditou-se que um dos benefícios do Sistema de Plantio Direto (SPD) seria a menor incidência de fitonematoides, devido à menor movimentação do solo. Isso porque eles são organismos disseminados por quaisquer meios que movimentem ou transportem

solo, no qual estão presentes. Assim, o raciocínio óbvio é que deveria haver menos oportunidades de dispersão dos fitonematoides com a adoção do SPD. Ainda de acordo com essa lógica, além de sua dispersão, menores deveriam ser também as perdas de produtividade, no SPD. De fato,

é indiscutível o papel benéfico do SPD na redução da dispersão dos nematoides do solo. No entanto, outros efeitos do sistema precisam ser considerados.

Nota-se que, no plantio convencional, ocorrem dois eventos desfavoráveis aos nematoides e que podem ser atenuados sob o SPD: (1) menor disponibilidade de alimento, ou seja, plantas hospedeiras, durante o longo período de entressafra, que dura entre cinco e sete meses; (2) danos mecânicos e exposição ao sol e a altas temperaturas, consequências do preparo do solo. Como a acentuada redução ou mesmo eliminação do evento (2) é inerente ao SPD, fica claro que, sob esse aspecto, o sistema favorece os fitonematoides do solo, por propiciar maiores oportunidades para sua sobrevivência. Porém, o evento (1) merece discussão mais aprofundada. O SPD pressupõe a existência de palhada sobre o solo, obtida com a cultura de cobertura implantada em algum momento, entre a colheita e a semeadura da próxima cultura principal. Dependendo da espécie do nematoide e da cultura de cobertura, as consequências podem ser diametralmente inversas: aumento da densidade populacional do nematoide, caso a cultura escolhida para formação de palhada seja boa hospedeira, ou acentuada redução, caso contrário.



Efeito de dois anos de *Brachiaria ruziziensis* no crescimento de algodoeiro (plantas à direita) em solo infestado por *Rotylenchulus reniformis*

CULTURAS COBERTAS

Milheto (*Pennisetum glaucum*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* var. *oleiferus*) e aveia preta (*Avena strigosa*), utilizadas para formar palhada em cerca de 8 milhões de hectares anualmente cultivados sob SPD, podem hospedar certas espécies de fitonematóides, evitando a drástica redução populacional que ocorre em locais de plantio convencional (Tabela 1). Quais nematóides são esses? A Tabela 1 destaca *Meloidogyne incognita* como a espécie que será mais favorecida com a substituição do plantio convencional pelo SPD, sob palhada de milheto, nabo forrageiro e aveia preta. Ocupando posição inversa, o nematoide de cisto da soja (*Heterodera glycines*) e o nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) não terão qualquer benefício com o SPD. Pelo contrário, as culturas de coberturas mais utilizadas não são hospedeiras e concorrerão para a redução populacional de ambas as espécies. É importante destacar, ainda, que a simples adoção do SPD não é suficiente para o efetivo controle de *H. glycines* e *R. reniformis*, mas, sem dúvida, o sistema criará condições para que outras técnicas de manejo sejam ainda mais efetivas. O comportamento de duas

outras espécies, o nematoide das galhas *M. javanica* e o nematoide das lesões *Pratylenchus brachyurus*, é menos claro e merece comentários adicionais.

MEIO AMBIENTE

Dois fatores do ambiente – temperatura e textura do solo – afetam acentuadamente o desenvolvimento dos fitonematóides. Por exemplo, sob condições favoráveis a *M. javanica* – tais como temperaturas do solo na faixa de 29 a 31°C e solos com menos de 10% de argila – ocorrerão aumentos populacionais (10 a 20x) do nematoide durante um ciclo de capim pé-de-galinha (*Eleusine coracana*) e aveia preta, que são boas plantas hospedeiras. Sob condições moderadamente favoráveis, por exemplo, temperaturas na faixa de 18 a 20°C e solos com mais de 30% de argila, o crescimento populacional de *M. javanica* será pequeno, cerca de 2 a 3x, e sob condições desfavoráveis, como temperatura do solo abaixo de 12°C, poderá ocorrer redução da densidade. Assim, é possível entender a razão pela qual a aveia preta não tem causado aumentos populacionais de *M. javanica* em estados do Sul do país, onde predominam solos argilosos e baixas temperaturas durante sua época normal de plantio.

Porém, o mais interessante é verificar o efeito do ambiente sobre nematóides em plantas más hospedeiras. Por exemplo, o milheto é mau hospedeiro de *M. javanica* e de *P. brachyurus*, o que significa que hospeda ambos os nematóides e propicia sua reprodução, porém em níveis baixos. A densidade de ambos não deverá crescer mais que 3x, durante o ciclo do milheto (90 a 100 dias), mesmo em condições altamente favoráveis aos nematóides. Se essas condições não existirem, a densidade do nematoide permanecerá constante ou mesmo cairá. Portanto, o milheto terá efeitos variados sobre a população de *M. javanica* e de *P. brachyurus* no solo, desde pequeno aumento populacional até redução, dependendo em grande medida da temperatura e da textura do solo nos 4 milhões de hectares do Brasil central (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Tocantins, parte de Minas Gerais e Bahia), em que é anualmente utilizado como cultura de cobertura. Nesse ponto da discussão, outro elemento precisa ser mencionado, a característica genética do milheto.

A maior parte da área cultivada com milheto é formada a partir de sementes salvas, ou seja, produzidas localmente

TABELA 1 | CULTURAS PARA FORMAÇÃO DE PALHADA NO SPD E EFEITOS SOBRE OS FITONEMATÓIDES*

Culturas	Nematóides				
	<i>Heterodera glycines</i>	<i>Meloidogyne javanica</i>	<i>Meloidogyne incognita</i>	<i>Rotylenchulus reniformis</i>	<i>Pratylenchus brachyurus</i>
Milheto					
Braquiárias					
Sorgo forrageiro					
Pé-de-galinha					
Nabo forrageiro					
Aveia preta					
Aveia branca					
Girassol					
Milho					
Sorgo granífero					

* Verde escuro mostra que a cultura não é hospedeira, reduzindo, portanto, a população do nematoide; branco indica que a cultura é boa hospedeira e aumenta a população do nematoide; verde claro é utilizada para coberturas que são más hospedeiras ou que apresentam respostas variáveis (varia de cultivar para cultivar)

Adaptado de Inomoto; Asmus, 2009

pelo agricultor, sem cuidados com a manutenção da pureza genética. Isso se constitui em problema de primeira grandeza para o manejo dos fitonematoides, principalmente se estes forem *M. javanica* ou *P. brachyurus* (Tabela I). Por exemplo, sabe-se que há cultivares de milho resistentes a *M. javanica* e a *P. brachyurus*, ou seja, restringem a reprodução desses parasitas. Na impossibilidade de utilizar plantas não hospedeiras, como o adubo verde *Crotalaria spectabilis* (não hospedeira de ambas as espécies) ou a forrageira *Brachiaria decumbens* (não hospedeira de *M. javanica*), tais cultivares se constituem em opções valiosas para formação de palhada em locais infestados com um ou ambos os nematoides. Porém, sem o conhecimento da sua identidade genética, há o risco de se utilizarem milhetos suscetíveis a *M. javanica* e *P. brachyurus*. Caso isso ocorra, e ainda a cultura principal não for tolerante a esses nematoides, os benefícios advindos do plantio direto

serão reduzidos ou mesmo anulados pelas perdas causadas pelos parasitas. Situação semelhante ocorre com a aveia preta e o nabo forrageiro, pois a maior parte das sementes utilizadas no Brasil não apresenta pureza genética.

ROTAÇÃO DE CULTURAS

Pelo conceito original de SPD, três princípios devem ser respeitados: semeadura direta na palha (ausência de preparo de solo), contínua cobertura do solo e rotação de cultura. Observamos, portanto, que, na maioria das vezes, o SPD é utilizado no Brasil em sua forma incompleta, pois o princípio da rotação é raramente respeitado. As informações contidas na Tabela 2 mostram que a opção pela rotação, além de resgatar a ideia original do SPD, abriria espaço para maiores possibilidades de manejo de nematoides. Para os nematoides *H. glycines* e *R. reniformis*, seria possível planejar manejos baseados no uso de plantas não hospedeiras, tanto em su-

cessão quanto em rotação, elevando as chances de sucesso no seu controle. Por outro lado, tornaria tecnicamente mais fácil a inclusão de alguns adubos verdes valiosos no controle de *M. incognita* e de *P. brachyurus*, nematoides cujo manejo no SPD é particularmente difícil.

MILHO E SORGO

Embora rejeitada por muitos especialistas em SPD, a ideia de que as sucessões soja-milho ou soja-sorgo sejam classificadas como variações do plantio direto merece comentário em relação aos nematoides. O milho e o sorgo granífero não são plantas hospedeiras de *H. glycines* e de *R. reniformis* e, portanto, seu uso como cultura safrinha pode ser considerado um dos componentes do manejo integrado de ambos os nematoides. Porém, tanto o milho como o sorgo devem ser evitados em locais em que *M. incognita* e *P. brachyurus* são nematoides-praga (Tabela I). Um exemplo do que ocorre na inobservância dessa regra é visível na Figura I.

TABELA 2 | CULTURAS DE VERÃO PARA ROTAÇÃO DE CULTURA E SEU EFEITO SOBRE OS FITONEMATOIDES*

Culturas	Nematoides				
	<i>Heterodera glycines</i>	<i>Meloidogyne javanica</i>	<i>Meloidogyne incognita</i>	<i>Rotylenchulus reniformis</i>	<i>Pratylenchus brachyurus</i>
Soja					
Milho					
Algodão					
Cana-de-açúcar					
Amendoim					
Feijão comum					
Feijão caupi					
Mandioca					
Arroz					
Guandu					
Mucunas					
<i>Crotalaria juncea</i>					
<i>C. spectabilis</i>					
<i>C. breviflora</i>					

*Verde escuro mostra que a cultura não é hospedeira, reduzindo, portanto, a população do nematoide; branco indica que a cultura é boa hospedeira e aumenta a população do nematoide; verde claro é utilizada para coberturas que são más hospedeiras ou que apresentam respostas variáveis (varia de cultivar para cultivar)

Adaptado de Inomoto; Asmus, 2009

FIGURA 1 | EFEITO DO MILHO SOBRE O ALGODOEIRO EM SOLO INFESTADO POR *MELOIDOGYNE INCOGNITA**



*Algodão plantado em sucessão a milho (esquerda) e galhas nas raízes de algodoeiro (direita).

Aquele que apresenta respostas mais variáveis para as culturas das safrinhas é o nematoide das galhas mais comum no Brasil, *M. javanica*. A densidade de *M. javanica* é reduzida durante o ciclo de alguns híbridos de sorgo, mas pode ser aumentada em até 3x em outros. Coisa semelhante ocorre em milho, com a diferença de que o aumento da população do nematoide, nos milhos suscetíveis, pode chegar a 8x. Portanto, existem milhos e sorgos resistentes a *M. javanica* e outros suscetíveis. Nesse aspecto, há outra vantagem dos sorgos graníferos, pois a maioria deles é resistente, enquanto somente 20 a 30% dos milhos apresentam essa característica. Além disso, coincidentemente, a maioria dos milhos resistentes é indicada para o sul do país, onde o milho é cultivado como cultura de verão, e somente cerca de 5 a 10% dos milhos recomendados como cultura safrinha são resistentes a *M. javanica*. Porém, vale a pena conhecê-los, obtendo a informação com as empresas produtoras de sementes, pois podem fazer a diferença entre uma produção satisfatória e uma frustrante (Figura 2).

LAVOURA-PECUÁRIA

Uma evolução atual bem sucedida do SPD consiste no Sistema Integrado de Lavoura e Pecuária (Silp). Inicialmente, o sistema visou basicamente à recuperação de

pastagens degradadas, por meio da semeadura direta de soja sobre a pastagem dessecada. Após dois anos de cultivo de soja devidamente adubada e infectada com *Bradyrhizobium*, a pastagem é restabelecida em solo com condições muito favoráveis de fertilidade, apresentando crescimento mais vigoroso e suportando maior densidade de animais. Atualmente, no entanto, outros arranjos espaciais ou temporais entre plantas forrageiras perenes e culturas anuais têm sido utilizados com sucesso. O importante é que a cultura anual sempre é estabelecida em semeadura direta sobre a palha da pastagem dessecada.

No que diz respeito ao manejo de nematoides no Silp, um aspecto torna-se muito relevante, que é o longo período (normalmente três anos) em que os nematoides presentes no solo são submetidos continuamente à pastagem perene. Se for considerado o sistema mais simples e usual do Silp, que utiliza a rotação de soja e de braquiária (principalmente *Bracharia brizantha* ou *B. ruziziensis*), apenas haveria o risco de aumento da população do nematoide das lesões radiculares (*P. brachyurus*), durante o ciclo de pecuária (Tabela I). Tendo-se em conta que as principais culturas anuais de verão utilizadas no Silp (soja e algodão) são suscetíveis a essa espécie, os resultados de longo prazo do Silp, em áreas infestadas por

esse nematoide, poderão ser desastrosos. Situação diferente ocorre com as demais espécies de nematoides (*M. javanica*, *M. incognita*, *H. glycines* e *R. reniformis*), que, na ausência de plantas hospedeiras, durante longo período, reduziram expressivamente a população no solo. A única possibilidade de alteração nessa tendência ocorrerá se, em meio à pastagem, ocorrerem plantas invasoras que sejam boas hospedeiras dos nematoides citados.

Versão ainda mais complexa do Silp consiste em estabelecer a pastagem concomitantemente ao cultivo de milho safrinha, após a soja. Para tal, utiliza-se soja de ciclo precoce e semeia-se milho e braquiária imediatamente após a colheita da soja. Quando o milho é colhido, a pastagem já estará estabelecida. No que diz respeito ao manejo de nematoides, essa versão requer cuidados semelhantes aos comentados no item sobre o uso de milho e sorgo, como culturas de safrinha. Poderá haver aumento na população de *M. incognita*, *P. brachyurus* e, dependendo do híbrido ou cultivar de milho utilizado, de *M. javanica*. No entanto, com exceção de *P. brachyurus*, que tem as braquiárias como plantas hospedeiras, todas as demais espécies citadas tenderão a diminuir a densidade populacional no solo durante o ciclo de pecuária. Em qualquer das versões do Silp atualmente em uso, os nematoides reniforme (*R. reniformis*) e de cisto da soja (*H. glycines*) serão desfavorecidos.

Quando for utilizada alguma espécie de *Panicum*, como cultura forrageira no Silp, as respostas para os nematoides *R. reniformis*, *H. glycines* e *M. javanica* deverão ser muito próximas às que ocorrem com o uso de braquiárias. O uso de outras plantas forrageiras no Silp, tais como espécies de *Stylosanthes* puras ou consorciadas com gramíneas perenes, não está devidamente avaliado quanto a seus efeitos sobre a maioria dos nematoides fitoparasitos. Dessa forma, deverão ser evitadas em locais infestados.

FIGURA 2 | EFEITO DO MILHO SOBRE O CRESCIMENTO DE SOJA EM SOLO INFESTADO POR *MELOIDOGYNE JAVANICA**



MÁRIO H. INOMOTO

*A soja foi semeada depois de milho resistente, nos dois vasos da esquerda e depois de milho suscetível, nos dois vasos da direita

O manejo de nematoides no SPD se inicia com o conhecimento da espécie que ocorre no local e de seu efeito sobre a cultura principal. A ocorrência de espécies-praga para a cultura principal exigirá o uso de uma série de medidas de manejo, como rotação com culturas não hospedeiras e uso de nematicidas ou cultivares, resistentes e tolerantes. Destacamos aqui outro aspecto, relacionado diretamente ao planejamento do SPD: a escolha das culturas de cobertura e de rotação.

De preferência, a palhada deve ser formada a partir de plantas não hospedeiras dos nematoides-praga identificados no local, e a rotação deve levar em conta a ocorrência de fitonematoides. Na impossibilidade de utilizar culturas de cobertura não hospedeiras, deve ser avaliada a possibilidade de recorrer a culturas más hospedeiras, principalmente se o local apresentar ambiente desfavorável ao nematoide-praga. Nesse caso particular, é importante conhecer a

identidade genética dessa cobertura, pois as plantas más hospedeiras podem ser suscetíveis, moderadamente resistentes ou resistentes. 

* **Mário Massayuki Inomoto** é professor do Departamento de Nematologia e Fitopatologia da USP/ESALQ (mminomot@esalq.usp.br) e **Guilherme Lafourcade Asmus** é pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste (asmus@cpao.embrapa.br).