

Alternativas culturais para o manejo do nematoide das lesões radiculares durante a entressafra da soja no Mato Grosso

Mendes, F. L.¹; Araújo, K.1; Debiasi, H.²; Franchini, J. C.²; Dias, W. P. ²; Ramos Junior, E. U.²; Silva, J. F. V.³

¹ UNOPAR – Universidade Norte do Paraná; ² Embrapa Soja; ³ Embrapa Agrossilvipastoril.

Introdução

Os nematoides das lesões radiculares (*Pratylenchus spp.*) são considerados o segundo grupo de fitonematoides de maior importância econômica em todo o mundo. Dentro do gênero *Pratylenchus*, a espécie *P. brachyurus* é a única que apresenta relevância para a soja (DIAS et al., 2010), causando prejuízos de até 50% na produtividade desta cultura (ANTONIO et al., 2012). Esse nematoide tem causado danos elevados e crescentes à cultura da soja, especialmente na região Centro-Oeste, onde sua ocorrência é mais intensa, devido à predominância de solos arenosos e também pela utilização de milho ou algodão em sucessão à soja, culturas que são suscetíveis ao nematoide. Outro problema que dificulta o controle populacional do nematoide é a capacidade do mesmo em parasitar várias espécies vegetais e, também, a inexistência de cultivares de soja resistentes e/ou tolerantes a ele.

A utilização da rotação e sucessão na entressafra, com espécies vegetais não hospedeiras, é o método com maior potencial para o manejo de *P. brachyurus*. Os efeitos de diferentes espécies vegetais sobre a população de *P. brachyurus* tem sido extensivamente estudados em condições casa de vegetação (INOMOTO; MACHADO; ANTEDOMÊNICO, 2007; MACHADO et al., 2007; RIBEIRO et al., 2007; INOMOTO, 2011). Entretanto, a reação destas espécies vegetais ao nematoide das lesões radiculares em condições de campo tem sido pouco estudada. Outro método para controlar o nematoide, mas que vem sendo pouco estudado, é o alqueive, que consiste em preparar o solo por meio de aração e/ou gradagem, mantendo a área sem qualquer tipo de vegetação por certo período de tempo, para que o nematoide não se desenvolva (INOMOTO, 2008). Dessa forma, os nematoides morrem por inanição (falta de planta hospedeira), por dessecação e pela ação da luz (a faixa ultra-violeta tem propriedades nematicidas).

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes práticas culturais adotadas na entressafra sobre a população do nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) e os danos causados por ele na soja na safra 2012/2013.

Material e Métodos

O experimento foi instalado em fevereiro de 2010, em área naturalmente infestada com *P. brachyurus*, pertencente à Fazenda Dacar, localizada em Vera, região médio-norte do Mato Grosso (12° 08' S e 55° 10' O). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, textura arenosa (130, 20 e 850 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente). A área foi desmatada em 2004, sendo cultivada com arroz nos dois primeiros anos e com a sucessão

soja/milheto nas demais safras. Nesse período, a soja foi implantada em semeadura direta e o milho em preparo mínimo (gradagem leve). A última calagem foi realizada em outubro de 2008, mediante aplicação superficial de calcário dolomítico em taxa variável, com dose média de 1 Mg ha⁻¹.

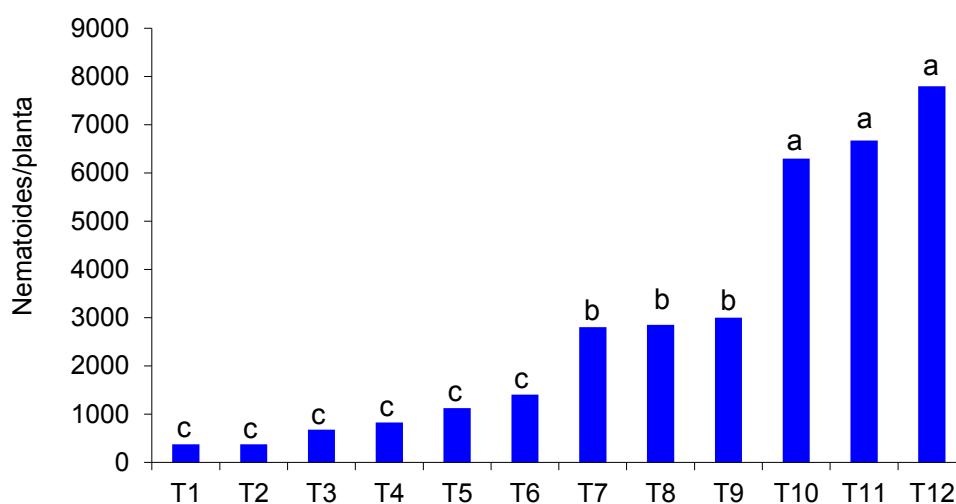
Os dados apresentados neste trabalho se referem à terceira safra de condução do experimento (2012/2013). Os tratamentos (parcelas de 6 x 10 m) foram os seguintes: T1) *Crotalaria spectabilis*; T2) alqueive mecânico, com controle de plantas daninhas por meio de uma gradagem leve (0,1 m de profundidade) seguida de duas aplicações de herbicida (glifosato); T3) *C. ochroleuca*; T4) *C. juncea*; T5) Pousio; T6) *C. spectabilis* + milho "ADR 300"; T7) alqueive químico, com controle de plantas daninhas mediante três aplicações de herbicida (glifosato); T8) milho "GNZ 2005"; T9) Milheto "ADR 300"; T10) *C. spectabilis* + *Brachiaria ruziziensis*; T11) *B. ruziziensis*; T12) *B. brizantha* "Marandu". À exceção do alqueive mecânico, todos os tratamentos foram conduzidos sob sistema de plantio direto (SPD). As espécies vegetais foram semeadas em fevereiro de 2012, em linhas espaçadas de 0,9 m (milho) ou 0,225 m (demais culturas), empregando-se uma semeadora-adubadora tratorizada. Apenas o milho foi adubado, aplicando-se 200 kg ha⁻¹ de NPK 05-20-20 na linha de semeadura. No T6, as quantidades de sementes puras e viáveis utilizadas foram de 5 kg ha⁻¹ para o milho e de 25 kg ha⁻¹ para a *C. spectabilis*. Já no T10, foram utilizados 4 kg ha⁻¹ e 25 kg ha⁻¹ de *B. ruziziensis* e 25 kg ha⁻¹ para a *C. spectabilis*. Tanto no T6 quanto no T10, as sementes das duas espécies foram misturadas e distribuídas em todas as linhas de semeadura.

Os tratamentos foram dessecados aos 35 e aos 20 dias antes da semeadura da soja, por meio da aplicação do herbicida glifosato, na dose de 0,864 kg e.a. ha⁻¹. A semeadura da soja cv. "M-Soy 9144RR" foi realizada em 12/11/2012, empregando-se uma semeadora tratorizada, regulada de modo a obter uma população de 270.000 plantas por hectare, com espaçamento entre linhas de 0,5 m. Foram aplicados 550 kg ha⁻¹ de NPK 00-18-18 a lanço antes da semeadura da soja. Os demais tratos culturais foram realizados de acordo com as indicações técnicas para a soja na região.

Antes da semeadura da soja (novembro/2012), foi coletada uma amostra de solo na camada de 0,0-0,2 m por tratamento, composta por seis subamostras, para determinação da densidade populacional de *P. brachyurus* por meio de bioensaio. O bioensaio consistiu no cultivo de soja (linhagem "PI 595099") em casa de vegetação (Embrapa Soja, Londrina/PR), em vasos contendo 1 kg de solo coletado em cada tratamento. Após 60 dias de cultivo, procedeu-se a contagem do número de nematoides nas raízes das plantas de soja. A população de *P. brachyurus* também foi determinada nas raízes da soja cultivada no experimento a campo aos 60 dias após a semeadura (DAS). Para isso, foram coletados os sistemas radiculares de 10 plantas de soja por parcela. A extração dos nematoides presentes nas raízes da soja foi realizada pelo método de Coolen e D'Herde (1972). A produtividade de grãos da soja na parcela foi avaliada em uma área útil de 4,5 m x 4,5 m, corrigindo-se os pesos obtidos para a umidade de 13%. Os dados obtidos a campo e no bioensaio foram submetidos à análise da variância (ANOVA, $p < 0,05$), utilizando o delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições. A comparação entre as médias dos tratamentos foi realizada por meio do critério de Scott-Knott ($p < 0,05$). Tanto a ANOVA quanto o teste de médias foram realizados com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

Resultados e Discussão

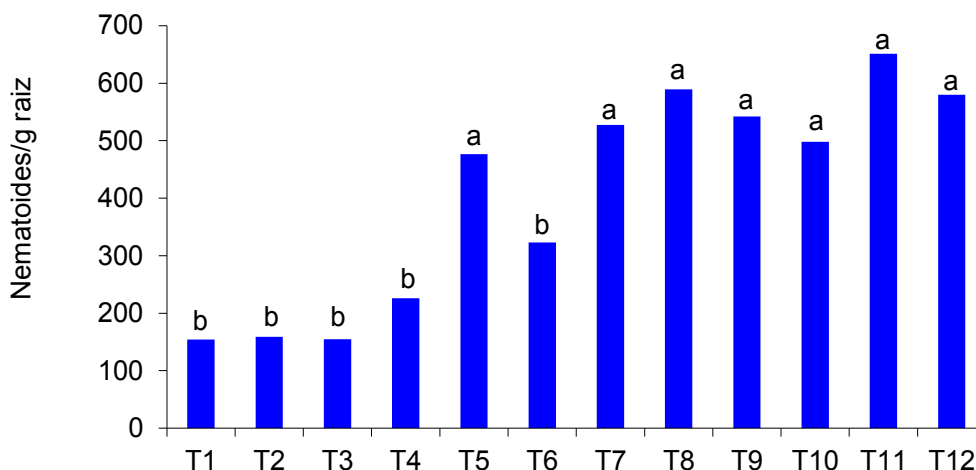
Foram utilizadas diferentes opções de manejo durante a entressafra, as quais influenciaram a população de *P. brachyurus* tanto no bioensaio quanto nas raízes de soja coletadas aos 60 DAS (Figuras 1 e 2). É possível observar que, no bioensaio, os tratamentos *C. spectabilis*, alqueive mecânico, *C. ochroleuca*, *C. juncea*, pousio e *C. spectabilis* + milho “ADR 300” (Figura 1) resultaram nas menores populações de nematoides nas raízes das plantas da soja. Já os tratamentos que resultaram nas maiores populações do nematoide foram o consórcio *C. spectabilis* + *B. ruziziensis*, a *B. ruziziensis* solteira e a *B. brizantha* “Marandu”. Os tratamentos alqueive químico, milho “GNZ 2005” e milho “ADR 300” ocuparam uma posição intermediária na densidade de nematoides na soja em relação às outras opções de manejo.



T1 = *Crotalaria spectabilis*; T2 = alqueive mecânico; T3 = *C. ochroleuca*; T4 = *C. juncea*; T5 = pousio; T6 = *C. spectabilis* + milho “ADR 300”; T7 = Alqueive químico; T8 = milho “GNZ 2005”; T9 = milho “ADR 300”; T10 = *C. spectabilis* + *Brachiaria ruziziensis*; T11 = *B. ruziziensis*; T12 = *B. brizantha* “Marandu”.

Figura 1. Número médio de nematoides (*Pratylenchus brachyurus*) por planta de soja (linhagem “PI 595099”), obtido por meio de bioensaio, em função dos diferentes manejos aplicados na entressafra. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Com relação à população de *P. brachyurus* nas raízes de soja aos 60 DAS (Figura 2), os resultados foram similares aos observados para o bioensaio. Neste sentido, a menor densidade populacional de *P. brachyurus* nas raízes de soja aos 60 DAS também foi observada nos tratamentos *C. spectabilis*, alqueive mecânico, *C. ochroleuca*, *C. juncea*, e *C. spectabilis* + milho “ADR 300”. Por outro lado, os tratamentos pousio, alqueive químico, milho “GNZ 2005”, milho “ADR 300”, *C. spectabilis* + *B. ruziziensis*, *B. ruziziensis* e *B. brizantha* “Marandu” resultaram em um maior número de nematoides por grama de raiz de soja. Porém, as diferenças entre os manejos no que se refere à população do nematoide aos 60 DAS foram menores do que as indicadas pelo bioensaio, pois houve a formação de apenas dois grupos de tratamentos estatisticamente diferentes entre si. Neste sentido, os tratamentos pousio, alqueive químico, milho “GNZ 2005” e milho “ADR 300” que, na avaliação pelo bioensaio, apresentaram menores densidades populacionais de nematoides do que *C. spectabilis* + *B. ruziziensis*, *B. ruziziensis* e *B. brizantha* “Marandu”, obtiveram população similar a estes manejos na avaliação realizada aos 60 DAS. Este resultado pode ser atribuído a um maior aumento na população de *P. brachyurus* nos tratamentos com menor densidade populacional inicial, indicada pelo bioensaio, devido ao maior desenvolvimento das raízes e, conseqüentemente, maior disponibilidade de alimento para os nematoides. Comportamento similar foi observado neste mesmo experimento na safra 2011/2012 (MENDES et al., 2012).



T1 = *Crotalaria spectabilis*; T2 = alqueive mecânico; T3 = *C. ochroleuca*; T4 = *C. juncea*; T5 = pousio; T6 = *C. spectabilis* + milho "ADR 300"; T7 = Alqueive químico; T8 = milho "GNZ 2005"; T9 = milho "ADR 300"; T10 = *C. spectabilis* + *Brachiaria ruziziensis*; T11 = *B. ruziziensis*; T12 = *B. brizantha* "Marandu".

Figura 2. Número médio de nematoides (*Pratylenchus brachyurus*) por grama de raiz de soja (cultivar M-Soy 9144RR) aos 60 dias após a semeadura da cultura (safra 2012/2013), em função dos diferentes manejos aplicados na entressafra. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

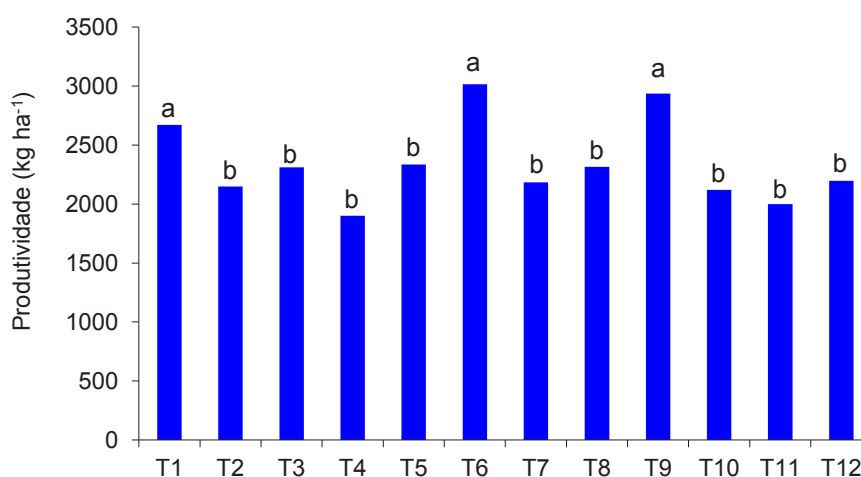
Experimentos realizados em casa de vegetação (RIBEIRO et al., 2007; MACHADO et al., 2007) têm demonstrado que *C. spectabilis* e *C. ochroleuca* são as espécies vegetais mais resistentes a *P. brachyurus*, em geral com fator de reprodução (FR) igual a zero, enquanto que a *C. juncea* o multiplica um pouco (FR ligeiramente superiores a 1,0). Apesar disso, os dados obtidos na presente pesquisa mostraram que a *C. juncea* resultou em populações de *P. brachyurus* similares a *C. spectabilis* e *C. ochroleuca*. Possivelmente, a *C. juncea*, por apresentar um crescimento mais rápido do que as outras duas crotalárias, resulta em uma maior produção de fitomassa em condições de segunda safra, o que pode ter compensado o maior FR inerente a esta espécie.

Analisando-se os dados obtidos no bioensaio (Figura 1), é possível inferir que o milho "ADR 300" apresentou um comportamento intermediário entre o grupo formado pelas espécies de crotalária e pelo alqueive mecânico (menor população), e o grupo que envolve as braquiárias e o milho (maior população). Este resultado corrobora com Borges (2009) que, em experimentos de casa de vegetação, concluiu que os milhetos são suscetíveis a *P. brachyurus* mas, dependendo da variedade, apresentam baixos valores de FR, em geral maiores que as crotalárias (RIBEIRO et al., 2007), mas inferiores às braquiárias (INOMOTO; MACHADO; ANTEDOMÊNICO, 2007) e ao milho (INOMOTO, 2011). Cabe também destacar o desempenho do consórcio *C. spectabilis* + milho "ADR 300", que resultou em populações de *P. brachyurus* similares às crotalárias solteiras e ao alqueive mecânico (Figuras 1 e 2), corroborando com os dados obtidos por Mendes et al. (2012) neste mesmo experimento na safra 2011/2012. Por outro lado, a consórcio entre *C. spectabilis* e *B. ruziziensis* não foi eficiente em reduzir a população de *P. brachyurus* (Figuras 1 e 2).

O principal mecanismo envolvido na supressão dos nematoides pelas crotalárias é a capacidade das mesmas em atuar como planta armadilha, permitindo a penetração dos juvenis em suas raízes, mas impedindo o seu desenvolvimento até a fase adulta (SILVA et al., 2009). Além desse mecanismo, as crotalárias produzem alguns metabólitos secundários com potencial nematicida, como o alcalóide pirrolizidínico chamado monocrotalina (WANG et al. 2002). Neste sentido, a aplicação de 13 Mg ha⁻¹ de massa seca proveniente da parte aérea de *C. spectabilis* reduziu a densidade populacional de *Pratylenchus* spp. no feijoeiro comum de 544 para 1,23 indivíduos por grama de raiz (SILVEIRA; RAVA, 2004).

O alqueive mecânico foi outra estratégia que se mostrou eficiente em diminuir a população do nematoide das lesões radiculares comparativamente a outras opções de manejo, equiparando-se às crotalárias solteiras e ao consórcio *C. spectabilis* + milho “ADR 300” (Figuras 1 e 2). De modo similar ao observado neste trabalho, Borges (2009), em experimento conduzido sob casa de vegetação, concluiu que o alqueive seco, por um período de 96 dias, diminuiu a população de *P. brachyurus* em taxa similar à *C. spectabilis*. A redução da densidade populacional de *P. brachyurus* em função do preparo do solo pode ser atribuída ao aumento da velocidade de degradação das raízes nas quais o nematoide encontra abrigo, além da mortalidade por dessecação ou exposição direta ao sol (INOMOTO, 2008). No entanto, a gradagem aumenta a suscetibilidade do solo à erosão e a taxa de mineralização da matéria orgânica, o que contribui para a degradação da qualidade do solo ao longo do tempo. Já o alqueive químico não foi eficiente em reduzir a população de *P. brachyurus* (Figura 1 e 2), mostrando que, mesmo na ausência de hospedeiro vivo, esse nematoide é capaz de sobreviver nas raízes da soja em decomposição durante todo o período da entressafra.

A produtividade da soja foi maior nos tratamentos *C. spectabilis* + milho “ADR 300”, milho “ADR 300” e *C. spectabilis* em relação aos demais manejos, os quais não diferiram entre si (Figura 3). Apesar da menor população de *P. brachyurus* no bioensaio (Figura 1) e em raízes coletadas aos 60 DAS (Figura 2), a produtividade da soja obtida na *C. ochroleuca*, *C. juncea* e no alqueive mecânico foi menor comparativamente ao milho “ADR 300” e similar aos tratamentos pousio, alqueive químico, milho “GNZ 2005”, *C. spectabilis* + *B. ruziziensis*, *B. ruziziensis* e *B. brizantha* “Marandu”.



T1 = *Crotalaria spectabilis*; T2 = alqueive mecânico; T3 = *C. ochroleuca*; T4 = *C. juncea*; T5 = pousio; T6 = *C. spectabilis* + milho “ADR 300”; T7 = Alqueive químico; T8 = milho “GNZ 2005”; T9 = milho “ADR 300”; T10 = *C. spectabilis* + *Brachiaria ruziziensis*; T11 = *B. ruziziensis*; T12 = *B. brizantha* “Marandu”.

Figura 3. Produtividade da soja (cultivar M-Soy 9144RR) na safra 2012/2013, em função de diferentes manejos aplicados na entressafra. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Esses resultados revelam que a produtividade da soja neste experimento não foi determinada apenas pela densidade populacional de *P. brachyurus*, mas também por outros fatores influenciados pelos manejos adotados na entressafra. Embora não determinado neste trabalho, foi possível constatar visualmente que a cobertura do solo no momento da semeadura da soja foi menor no alqueive mecânico e no alqueive químico, em função do revolvimento solo e/ou ausência de plantas vivas durante a entressafra, e nas crotalárias, devido à rápida decomposição da fitomassa destas leguminosas. A menor cobertura do solo provavelmente resultou em maiores perdas de água por evaporação e, assim, em menor disponibilidade hídrica para a cultura, o que se constitui em um fator limitante à produtividade particularmente em solos arenosos caracterizados por uma baixa capacidade de retenção de água e onde os danos por *P. brachyurus* são maiores (DIAS et al, 2010). Esse efeito pode ter compensado as

maiores populações observadas nas braquiárias e no milho, diminuindo assim as diferenças de produtividade entre esses tratamentos. Por outro lado, o milheto “ADR 300”, embora não tenha sido a melhor opção para redução da população do nematoide, proporcionou maior cobertura do solo comparativamente às crotalárias, o que beneficiou o desenvolvimento da soja. Além disso, o milheto apresenta grande capacidade de ciclagem de potássio (SORATTO et al., 2012), o que é muito importante em solos de textura arenosa, com baixa capacidade de troca de cátions. Neste contexto, o consórcio *C. spectabilis* + milheto “ADR 300” constitui-se em uma prática promissora para reduzir a população de *P. brachyurus* e, ao mesmo tempo, produzir adequada cobertura do solo, garantindo assim maiores produtividades de soja em solos arenosos.

Conclusões

Os tratamentos *Crotalaria spectabilis*, alqueive mecânico, *C. ochroleuca*, *C. juncea* e *C. spectabilis* + milheto “ADR 300” resultaram em menor densidade populacional de *P. brachyurus* nas raízes da soja.

A magnitude dos danos à produtividade da soja não é determinada apenas pela densidade de *P. brachyurus*, mas também pelos efeitos do manejo adotado na entressafra sobre outros fatores.

O consórcio entre *C. spectabilis* e milheto “ADR 300” constitui-se em uma prática promissora para reduzir a população e os danos de *P. brachyurus* na soja.

Referências

- ANTONIO, S. F.; MENDES, F. L.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; DIAS, W. P.; RAMOS JUNIOR, E. U.; GOULART, A. M. C.; SILVA, J. F. V. Perdas de produtividade da soja em área infestada por nematoide das lesões radiculares em Vera, MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., 2012, Cuiabá. Soja: integração nacional e desenvolvimento sustentável: **anais**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 4 p. 1 CD-ROM.
- BORGES, D. C. **Reação de culturas de cobertura utilizadas no sistema de plantio direto ao nematoide das lesões *Pratylenchus brachyurus* e ao nematoide das galhas, *Meloidogyne incognita***. 44 f. 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.
- COOLEN, W. A.; D’HERDE, C. J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Gent: State Agricultural Research Center, 1972. 77 p.
- DIAS, W. P.; ASMUS, G. L.; SILVA, J. F. V.; GARCIA, A.; CARNEIRO, G. E. S. Nematoides. In: ALMEIDA, A.M.R.; SEIXAS, C.D.S. (Ed.) *Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura*. Embrapa Soja: Londrina, 2010. p. 173-206.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v.6, p. 36-41, 2008.
- INOMOTO, M. M. Importância e manejo de *Pratylenchus brachyurus*. **Revista Plantio Direto**, v.108, p. 4-9, 2008.
- INOMOTO, M. M.; MACHADO, A. C. Z.; ANTEDOMÊNICO, S. R. Reação de *Brachiaria* spp. e *Panicum maximum* a *Pratylenchus brachyurus*. **Fitopatologia Brasileira**, v.32, p. 341-344, 2007.

INOMOTO, M. M. Avaliação da resistência de 12 híbridos de milho a *Pratylenchus brachyurus*. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, n. 5, 308-312, 2011.

MACHADO, A. C. Z.; MOTTA, L. C. C.; SIQUEIRA, K. M. S.; FERRAZ, L. C. C. B.; INOMOTO, M. M. Host status of green manures for two isolates of *Pratylenchus brachyurus* in Brazil. **Nematology**, v. 9, p. 799-805, 2007.

MENDES, F. L.; ANTONIO, S. F.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; DIAS, W. P.; RAMOS JUNIOR, E. U.; SILVA, J. F. V. Manejo cultural do nematoide das lesões radiculares durante a entressafra da soja no Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., 2012, Cuiabá. Soja: integração nacional e desenvolvimento sustentável: **anais**. Brasília, DF: Embrapa, 2012a. 4 p. 1 CD-ROM.

RIBEIRO, N. R.; DIAS, W. P.; HOMECHIN, M.; SILVA, J. F. V.; FRANCISCO, A. Avaliação da reação de espécies vegetais ao nematoide das lesões radiculares. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 29., 2007, Campo Grande. **Resumos...** Campo Grande: Uniderp: Embrapa Soja, 2007. p. 64-65.

SILVA, G.S.; FERRAZ, S.; SANTOS, J.M. Atração, penetração e desenvolvimento de larvas de *Meloidogyne javanica* em raízes de *Crotalaria* spp. **Nematologia Brasileira**, v.13, p. 151-163, 1989.

SILVEIRA, P. M. da; RAVA, C. A. **Utilização de crotalária no controle de nematoides da raiz do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 2 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 74).

SORATTO, R., P.; CRUSCIOL, C. A. C.; COSTA, C. H. M.; FERRARI NETO, J.; CASTRO, G. S. A. Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de crotalária e milheto, cultivados solteiros e consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.1462-1470, 2012.

WANG, K.H.; SIPES, B.S.; SCHMITT, D.P. *Crotalaria* as a cover crop for nematode management: a review. **Nematropica**, v.32, p. 35-57, 2002.