



# XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas  
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

## MANEJO DO SOLO PARA CONTROLE CULTURAL DO NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES NA ENTRESSAFRA DA SOJA

**Henrique Debiasi<sup>(1)</sup>; Moacir Tuzzin de Moraes<sup>(2)</sup>; Julio Cezar Franchini<sup>(1)</sup>; Waldir Pereira Dias<sup>(1)</sup>; João Flávio Veloso Silva<sup>(3)</sup>; Luiz Nery Ribas<sup>(4)</sup>**

<sup>(1)</sup> Pesquisador, Embrapa Soja, Rodovia Carlos J. Strass, Distrito de Warta, Caixa Postal 231, CEP 86001-970, Londrina/PR. E-mail: debiasi@cnpso.embrapa.br. <sup>(2)</sup> Estudante de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Frederico Westphalen, Linha Sete de Setembro, BR-386, Km-40, Frederico Westphalen, 98400-000. <sup>(3)</sup> Pesquisador, Embrapa Agrossilvipastoril, Avenida dos Jacarandás, 2639, CEP 78550-000, Sinop/MT. <sup>(4)</sup> Gerente técnico, Aprosoja/MT, Rua B s/n, Edifício da FAMATO, CEP 78.049-908, Cuiabá/MT.

**Resumo** – O nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) se constitui em um dos principais problemas fitossanitários da soja na Região Central do Brasil. Com o objetivo de avaliar a influência do manejo do solo na entressafra sobre a população e danos de *P. brachyurus* em soja, foi implantado um experimento de campo em uma área infestada com o nematoide, localizada no município de Vera/MT, sob o delineamento de blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos principais foram: milheto “ADR 7010”; milho “BRS 1010”; milho “BRS 1010” + *Brachiaria ruziziensis*; *B. ruziziensis*; *B. brizantha* “Marandu”; *Crotalaria ochroleuca*; *C. spectabilis*; *C. juncea*, alqueive mecânico (duas gradagens leves); alqueive químico (herbicidas); e pousio. Nas subparcelas, foram semeadas duas cultivares de soja (“TMG 131 RR” e “BRS Valiosa RR”). A população de *P. brachyurus* em raízes de soja, determinada por meio de bioensaio, foi menor para os tratamentos alqueive mecânico, *C. ochroleuca* e *C. spectabilis*, diferindo de forma significativa do milho + *B. ruziziensis* e da *B. brizantha* cv. Marandu. Os demais tratamentos apresentaram um comportamento intermediário. A maior produtividade da soja foi obtida no alqueive mecânico, o qual diferiu significativamente da *B. brizantha* Marandu, do milho e do alqueive químico. Os demais tratamentos resultaram em produtividades intermediárias. Tendo em vista os efeitos negativos do alqueive mecânico sobre a qualidade do solo, a utilização de *C. spectabilis* ou *C. ochroleuca* são as melhores opções para reduzir a população de *P. brachyurus* na entressafra da soja.

**Palavras-Chave:** *Pratylenchus brachyurus*; plantas de cobertura; pousio; alqueive.

### INTRODUÇÃO

Os nematoides das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) são organismos amplamente distribuídos na região Centro-Oeste do Brasil (Ribeiro et al., 2010). Perdas de até 30% na produtividade da soja têm sido atribuídas a altas infestações de *P. brachyurus* (Dias et al., 2010). Conforme os mesmos autores, a produção de soja em solos arenosos, combinada à utilização de cultivares muito suscetíveis ao nematoide e à semeadura de milho ou algodão na segunda safra, são

os principais fatores que explicam o aumento recente da importância de *P. brachyurus* para a cultura.

Rotação e sucessão com culturas não hospedeiras são os métodos mais promissores de manejo de *P. brachyurus*, levando-se em consideração a falta de cultivares de soja resistentes ou tolerantes ao nematoide e a baixa eficiência técnica e econômica dos nematicidas. Os efeitos de diferentes espécies vegetais sobre a população de *P. brachyurus* tem sido extensivamente estudados em casa de vegetação (Inomoto et al., 2007; Machado et al., 2007; Ribeiro et al., 2007). No entanto, trabalhos desta natureza em condições de campo são raros. Neste caso, a resposta dos nematoides das lesões radiculares às espécies vegetais pode ser diferente, pois, além de diferenças em fatores ambientais como a temperatura e a disponibilidade hídrica, experimentos em casa de vegetação não refletem os efeitos das culturas sobre atributos físicos, químicos e biológicos do solo, que também podem interferir na população e nos danos de *P. brachyurus*.

Outra prática com potencial para o controle de *P. brachyurus*, mas que vem sendo pouco estudada, é o alqueive, que consiste em manter o solo por certo período sem qualquer vegetação, de preferência também com revolvimento por meio de aração e/ou gradagem. Dessa forma, os nematoides morrem por inanição, por dessecação e pela ação da luz (Inomoto, 2008). Porém, o alqueive pode ter implicações negativas em termos de conservação da qualidade do solo no sistema plantio direto (SPD).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de diferentes práticas culturais adotadas na entressafra da soja para a redução da população e dos danos de *P. brachyurus*.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em fevereiro de 2010, em área pertencente à Fazenda Dacar, localizada no município de 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<sup>-1</sup> 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. Antes da implantação do experimento, a soja era implantada em semeadura direta e o milheto por meio de preparo mínimo (gradagem leve). Conforme o proprietário, o nematoide das lesões radiculares foi detectado na área já na primeira safra de soja (2006/2007) e, desde então, vem

ocasionado danos significativos à cultura. A última calagem foi realizada em outubro de 2008, mediante a aplicação superficial de calcário dolomítico em taxa variável, com uma dose média de 1 Mg ha<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental foi em blocos completamente casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos principais (parcelas de 6 x 10 m) foram os seguintes: 1) Milheto “ADR 7010”; 2) Milho híbrido “BRS 1010”; 3) Milho “BRS 1010” + *Brachiaria ruziziensis*; 4) *B. ruziziensis*; 5) *B. brizantha* “Marandu”; 6) *Crotalaria ochroleuca*; 7) *C. spectabilis*; 8) *C. juncea*; 9) Alqueive mecânico, com controle de plantas daninhas por meio de duas gradagens superficiais (0,1 m de profundidade); 10) Alqueive químico, com controle de plantas daninhas mediante três aplicações de herbicida (glifosato); 11) Pousio. À exceção do alqueive mecânico, todos os tratamentos foram conduzidos sob SPD. As espécies vegetais de outono-inverno foram semeadas em linha, em 22/02/2010, empregando-se uma semeadora-adubadora tratorizada. Apenas o milho (solteiro e consorciado à *B. ruziziensis*) foi adubado, aplicando-se 220 kg ha<sup>-1</sup> de NPK 05-20-20 na linha de semeadura e 150 kg ha<sup>-1</sup> de ureia, 24 dias após a emergência. No consórcio, a semeadura das culturas foi simultânea, utilizando-se uma linha de *B. ruziziensis* em cada entrelinha do milho (espaçamento de 0,9 m).

Todos os tratamentos foram dessecados 14 dias antes da semeadura da soja, por meio da aplicação do herbicida glifosato, na dose de 1,08 kg ha<sup>-1</sup>. A semeadura da soja foi realizada em 29/10/2010, empregando-se uma semeadora-adubadora de parcela. Cada parcela foi subdividida em duas (6 x 5 m), sendo uma ocupada pela cultivar “TMG 131 RR”, e a outra com a “BRS Valiosa RR”. A semeadora foi regulada de modo a se obter uma população de 300.000 plantas por hectare. Foram aplicados 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na linha de semeadura, e 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 21 dias após a emergência da soja. Os demais tratamentos culturais foram realizados de acordo com as indicações técnicas para a cultura na região.

Para determinação da população de *P. brachyurus*, amostras deformadas de solo foram coletadas na camada de 0,0-0,2 m, antes da implantação do experimento (fevereiro/2010) e antes da semeadura da soja (outubro/2010). Em cada época, foi coletada uma amostra de solo por parcela principal, cada uma composta por 10 subamostras. A população de *P. brachyurus* no solo foi quantificada conforme metodologia de Jenkins (1964). A densidade populacional de *P. brachyurus* também foi determinada por meio de bioensaio, que consiste no cultivo de soja em casa de vegetação, em vasos contendo 1 kg de solo. Após 60 dias de cultivo, procedeu-se a contagem do número de nematoides nas raízes das plantas de soja. No caso desse trabalho, para o solo coletado em fevereiro/2010, foram montados dois vasos por tratamento e repetição, sendo ambos cultivados com a cultivar “BRSGO Chapadões”. No bioensaio realizado em outubro/2010, também foram avaliados dois vasos por tratamento e repetição. Em um dos vasos, foi empregada a cultivar “TMG 131

RR” e, no outro, a cultivar “BRS Valiosa RR”. A extração e contagem dos nematoides presentes nas raízes da soja foi realizada pelo método de Coolen & D’Herde (1972).

A produtividade de grãos da soja foi avaliada mediante a colheita da área útil (3 x 4,5 m) de cada subparcela. Os valores obtidos foram corrigidos para a umidade de 13%.

Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA). No caso do bioensaio realizado em outubro/2010, a ANOVA foi executada para a média da população entre as cultivares “TMG 131 RR” e “BRS Valiosa RR”. A comparação entre as médias foi realizada por meio de teste de Tukey (p<0,05). Todas as análises estatísticas foram feitas por meio do programa SISVAR 4.3 (Ferreira, 2008).

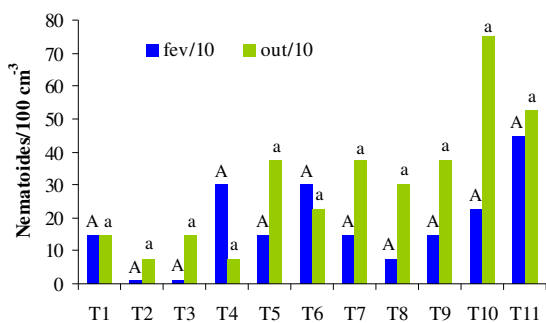
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os diferentes manejos aplicados durante a entressafra da soja não influenciaram significativamente a população de *P. brachyurus* no solo em ambas as épocas de avaliação (Figura 1), o que pode ser atribuído principalmente à grande variabilidade dos dados determinada pela distribuição irregular dos nematoides na área experimental. Mesmo nos tratamentos onde a densidade populacional de *P. brachyurus* no solo foi próxima a zero, como ocorreu na amostragem realizada em fevereiro para os tratamentos alqueive mecânico e *C. ochroleuca* (Figura 1), o número de nematoides nas raízes de cada planta (bioensaio) foi superior a 1000 (Figura 2). Isso mostra que a determinação do número de nematoides no solo não se constitui em um indicador confiável da população de *P. brachyurus* que efetivamente parasitará as raízes da soja.

O número de nematoides por planta, determinado antes da aplicação dos tratamentos (fevereiro/2010), por meio de bioensaio, não variou sistematicamente em função da posição das parcelas experimentais na área (Figura 2). Assim, as diferenças significativas na população de *P. brachyurus*, que foram observadas na avaliação realizada em outubro/2010 (Figura 2), não podem ser atribuídas a variações existentes antes do início do experimento. No bioensaio realizado em outubro/2010, os tratamentos *C. spectabilis*, *C. ochroleuca* e alqueive mecânico resultaram no menor número de nematoides por planta de soja, diferindo de forma significativa dos tratamentos *B. brizantha* “Marandu” e milho + *B. ruziziensis*, os quais resultaram nas maiores densidades populacionais de *P. brachyurus*. Os tratamentos *C. juncea*, alqueive químico, milheto, *B. ruziziensis*, pousio e milho apresentaram um comportamento intermediário, não diferindo significativamente dos demais tratamentos.

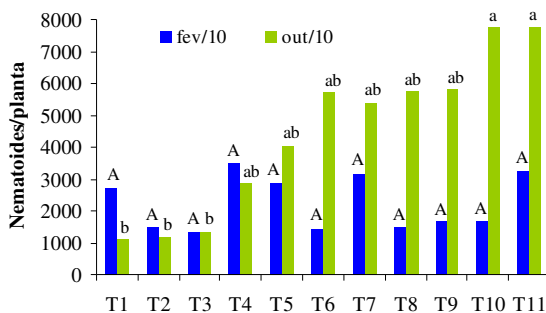
Os dados da Figura 2 corroboram com os obtidos em outros trabalhos de pesquisa, realizados em condições de casa de vegetação. Ribeiro et al. (2007) e Machado et al. (2007) concluíram que *C. spectabilis*, *C. ochroleuca* e *C. breviflora* foram, dentre todas as espécies vegetais testadas, as que resultaram na maior redução da densidade populacional de *P. brachyurus*, apresentando fatores de reprodução próximos a zero. Os mesmos autores encontraram que a *C. juncea* não foi eficiente em reduzir a população de *P. brachyurus*. A menor eficiência da *C. juncea* em relação às demais espécies de crotalária não pode ser comprovada no presente estudo, uma vez que a mesma não diferiu significativamente dos tratamentos que

resultaram na maior (milho + *B. ruziziensis* e *B. brizantha* “Marandu”) ou menor (*C. spectabilis*, *C. ochroleuca* e alqueive mecânico) densidade populacional do nematoide das lesões radiculares (Figura 2).



T1 = *Crotalaria spectabilis*; T2 = alqueive mecânico; T3 = *C. ochroleuca*; T4 = *C. juncea*; T5 = alqueive químico; T6 = milheto “ADR 7010”; T7 = *Brachiaria ruziziensis*; T8 = pousio; T9 = milho “BRS 1010”; T10 = milho “BRS 1010” + *B. ruziziensis*; T11 = *B. brizantha* “Marandu”.

**Figura 1.** Número nematoides (*Pratylenchus brachyurus*) no solo, em função de diferentes manejos aplicados na entressafra. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (fevereiro/2010) ou minúscula (outubro/2010), não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).



T1 = *Crotalaria spectabilis*; T2 = alqueive mecânico; T3 = *C. ochroleuca*; T4 = *C. juncea*; T5 = alqueive químico; T6 = milheto “ADR 7010”; T7 = *B. ruziziensis*; T8 = pousio; T9 = milho “BRS 1010”; T10 = milho “BRS 1010” + *B. ruziziensis*; T11 = *B. brizantha* “Marandu”.

**Figura 2.** Número médio de nematoides (*Pratylenchus brachyurus*) por planta de soja (cultivares “BRS Valiosa RR” e “TMG 131 RR”), obtido por meio de bioensaio, em função dos diferentes manejos aplicados na entressafra. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (fevereiro/2010) ou minúscula (outubro/2010), não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

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., 1989). Além desse mecanismo, as crotalárias produzem algumas substâncias com potencial nematicida, como a monocrotalina (Wang et al. 2002). Evidências a

respeito da produção de compostos químicos com ação nematicida pelas crotalárias foram obtidas por Silveira & Rava (2004). Estes autores concluíram que a aplicação de 13 Mg ha<sup>-1</sup> de massa seca proveniente exclusivamente da parte aérea de *C. spectabilis* reduziu a população de *Pratylenchus* spp. no feijoeiro de 544 para 1,23 indivíduos por grama de raiz.

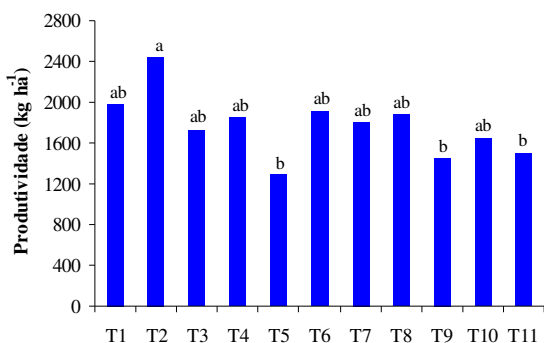
O alqueive mecânico também se mostrou eficiente em diminuir a população do nematoide das lesões radiculares em relação a outras opções de manejo, equiparando-se a *C. spectabilis* e *C. ochroleuca* (Figura 2). A redução da densidade populacional de *P. brachyurus* pelo preparo do solo pode ser atribuída 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, é importante considerar que a gradagem aumenta taxa de mineralização da matéria orgânica e a suscetibilidade do solo à erosão, o que contribui para a degradação da qualidade do solo ao longo do tempo. Já o alqueive químico não foi eficiente na redução da densidade populacional de *P. brachyurus* em relação aos demais tratamentos. Isso mostra que, mesmo na ausência de hospedeiro vivo, os nematoides das lesões radiculares foram capazes de sobreviver nas raízes da soja em decomposição por um período de, no mínimo, 30 semanas.

Em geral, as maiores populações de *P. brachyurus* no bioensaio realizado em outubro/2010 foram observadas nos tratamentos envolvendo forrageiras tropicais perenes, em cultivo solteiro ou consorciado ao milho, o que foi mais evidente no caso da *B. brizantha* “Marandu” (Figura 2). Estes resultados concordam com os obtidos por Inomoto et al. (2007) que, em estudo realizado em casa de vegetação, concluíram que a *B. brizantha* e a *B. ruziziensis* foram bons hospedeiros para *P. brachyurus*, sendo que a primeira espécie apresentou maior capacidade em multiplicar o nematoide em relação à segunda. No entanto, as forrageiras tropicais, além de produzir cobertura, melhoram a qualidade física, química e biológica do solo, especialmente quando utilizadas em sistemas de integração lavoura-pecuária (Franchini et al., 2010). Nessa condição, é possível que a soja apresente maior tolerância ao ataque de *P. brachyurus*, principalmente pelo melhor desenvolvimento radicular, o que pode reduzir os danos ocasionados pelo nematoide. Isso evidencia a necessidade de estudos de longo prazo que avaliem os efeitos das forrageiras tropicais sobre a dinâmica populacional e os danos de *P. brachyurus* ao longo tempo, dentro de sistemas integrados de produção.

Ribeiro et al. (2007), estudando os efeitos de diferentes plantas sobre a densidade populacional de *P. brachyurus*, em condições de casa-de-vegetação, concluíram que o milheto “ADR 7010” foi mau um hospedeiro do nematoide, reduzindo a sua população. De modo similar ao observado para a *C. juncea*, os dados obtidos neste trabalho (Figura 2) mostram a população de *P. brachyurus* resultante da utilização do milheto “ADR 7010” não diferiu significativamente dos demais tratamentos, de modo que sua eficiência no controle do nematoide das lesões radiculares não pode ser comprovada.

Para a variável produtividade de grãos da soja, não houve interação significativa entre tratamentos de

entressafra e cultivares de soja (teste F,  $p < 0,05$ ). Conforme a Figura 3, a maior produtividade da soja ocorreu para o tratamento alqueive mecânico, o qual diferiu significativamente dos tratamentos *B. brizantha* “Marandu”, milho “BRS 1010” e alqueive químico. Os tratamentos *C. spectabilis*, *C. ochroleuca*, *C. juncea*, milho, *B. ruziziensis*, pousio e milho + *B. ruziziensis* resultaram em valores intermediários de produtividade, não diferindo dos demais tratamentos. Por outro lado, a produtividade da soja não variou significativamente em função da cultivar utilizada, “TMG 131 RR” e “BRS Valiosa RR” (dados não apresentados).



T1 = *Crotalaria spectabilis*; T2 = alqueive mecânico; T3 = *C. ochroleuca*; T4 = *C. juncea*; T5 = alqueive químico; T6 = milho “ADR 7010”; T7 = *Brachiaria ruziziensis*; T8 = pousio; T9 = milho “BRS 1010”; T10 = milho “BRS 1010” + *B. ruziziensis*; T11 = *B. brizantha* “Marandu”.

**Figura 3.** Produtividade média da soja (cultivares “BRS Valiosa RR” e “TMG 131 RR”), em função de diferentes manejos aplicados na entressafra. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os resultados da Figura 3 mostram que a produtividade da soja não foi influenciada somente pela população de *P. brachyurus*. Além disso, a produtividade da soja, independente dos tratamentos, foi baixa. Isso pode ser explicado, ao menos em parte, pela utilização de cultivares precoces (em geral, mais suscetíveis a estresses ambientais do que cultivares de ciclo mais longo) sob condições desfavoráveis ao desenvolvimento da soja, representadas pela textura arenosa do solo e pelas elevadas populações de *P. brachyurus*. Esses resultados podem ser um indicativo de que a utilização de medidas culturais para controle de *P. brachyurus* somente na entressafra, em áreas arenosas e com elevada população do nematoide, não foi suficiente para a obtenção de produtividades elevadas da soja.

## CONCLUSÕES

1. O alqueive mecânico e o cultivo de *C. spectabilis* e *C. ochroleuca*, durante a entressafra da soja, reduzem a densidade populacional de *P. brachyurus*.

## AGRADECIMENTOS

Ao Fundo de Apoio à Cultura da Soja (FACS), pelo financiamento desta pesquisa.

Ao Sr. Antonio Galvan, proprietário da Fazenda Dacar, pela cessão da área experimental.

## REFERÊNCIAS

- 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. **R. Symposium**, 6: 36-41, 2008.
- FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; WRUCK, F. J.; SKORUPA, L. A.; WINK, N. N.; GUIZOLPHI, I. J.; CAUMO, A. L.; HATORI, T. **Integração Lavoura-Pecuária: Alternativa para diversificação e redução do impacto ambiental do sistema produtivo no Vale do Rio Xingu.** Londrina: Embrapa Soja, 2010. 20 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 77).
- INOMOTO, M. M. Importância e manejo de *Pratylenchus brachyurus*. **Revista Plantio Direto**, 108:4-9, 2008.
- INOMOTO, M. M.; MACHADO, A. C. Z.; ANTEDOMÊNICO, S. R. Reação de *Brachiaria* spp. e *Panicum maximum* a *Pratylenchus brachyurus*. **Fitopatol. Bras.**, 32:341-344, 2007.
- JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, 48:692, 1964.
- 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**, 9: 799-805, 2007.
- RIBEIRO, N. R.; DIAS, W. P.; SANTOS, J. M. **Distribuição de fitonematoides em regiões produtoras de soja do estado de Mato Grosso.** Rondonópolis: Fundação MT, 2010. p. 289-296. (Boletim de Pesquisa de Soja 2010).
- 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. **Nematol. Bras.**, 13:151-163, 1989.
- WANG, K.H.; SIPES, B.S.; SCHMITT, D.P. *Crotalaria* as a cover crop for nematode management: a review. **Nematropica**, 32:35-57, 2002.
- 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).