

CLÁUDIA REGINA DIAS ARIEIRA

**CONTROLE DE *HETERODERA GLYCINES* E *MELOIDOGYNE* SPP.
POR GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, para obtenção do título de "Doctor Scientiae".

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2002

CLÁUDIA REGINA DIAS ARIEIRA

**CONTROLE DE *HETERODERA GLYCINES* E *MELOIDOGYNE* SPP.
POR GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, para obtenção do título de "Doctor Scientiae".

APROVADA: 23 de julho de 2002

Prof. Leandro Grassi de Freitas
(Conselheiro)

Prof. Antônio Jacinto Demuner
(Conselheiro)

Prof. Vicente de Paula Campos

Prof. Luiz Antônio Maffia

Prof. Silamar Ferraz
(Orientador)

"O dia há de vir em que a pesquisa detalhada irá revelar várias coisas que hoje parecem misteriosas [...] O dia há de vir em que nossos descendentes irão se chocar com a nossa ignorância de tantas coisas que para eles são tão óbvias."

(Sêneca, 4 a.C.- 65 d.C.)

A Deus.

Ao meu marido Jailson.

Aos meus pais Caetano e Adenir.

Ao meu irmão Marcelo.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização do Curso de Doutorado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida durante o curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo financiamento do projeto de doutorado.

À Matsuda Sementes e ao Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, pelas sementes fornecidas.

Ao professor Silamar Ferraz, pela orientação, pelos ensinamentos transmitidos e pela amizade.

Aos professores Leandro Grassi de Freitas e Antônio Jacinto Demuner, pela colaboração e pelas valiosas críticas e sugestões.

Aos professores Vicente de Paula Campos e Luiz Antônio Maffia, pelas críticas e sugestões.

Aos professores do Departamento de Fitopatologia pelos ensinamentos transmitidos.

Aos bolsistas e estagiários Daniella, Cecília, Adriana, Everaldo, Deisy e Paulo, pela preciosa ajuda.

Aos colegas do laboratório de nematologia pelo agradável convívio e pelas colaborações.

Aos funcionários do Departamento de Fitopatologia, em especial ao Délio, pela cooperação e pela amizade.

Ao meu marido Jailson de Oliveira Arieira, por tudo.

Aos meus pais Caetano Dias Saes e Adenir Pigozzo Dias, ao meu irmão Marcelo Caetano Dias e a minha avó Nair dos Santos Pigozzo, pelo apoio e compreensão.

Aos amigos Dalza, Adriana Truta, Miguel, José Mauro, César, Edson e Gisele, Sandra e Tito, Cláudia e Eduardo, Fátima e Paulo, Titita e Beto, pelo carinho e pela ótima amizade.

ÍNDICE

RESUMO.....	viii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
CAPÍTULO 1	
SELEÇÃO DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS PARA O CONTROLE DE <i>Meloidogyne incognita</i> E <i>M. javanica</i>	7
RESUMO.....	7
ABSTRACT	8
INTRODUÇÃO.....	8
MATERIAL E MÉTODOS.....	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
CAPÍTULO 2	
EFICIÊNCIA DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS NO CONTROLE DE <i>Heterodera glycines</i> E DE POPULAÇÕES MISTAS DE NEMATÓIDES	17
RESUMO.....	17
ABSTRACT	18
INTRODUÇÃO.....	18
MATERIAL E MÉTODOS.....	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

CAPÍTULO 3	
AValiação DA INCORPORAÇÃO DA PARTE AÉREA DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS SOBRE A POPULAÇÃO DE FITONEMATÓIDES.....	31
RESUMO.....	31
ABSTRACT	32
INTRODUÇÃO.....	33
MATERIAL E MÉTODOS.....	34
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
CAPÍTULO 4	
PENETRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE <i>Meloidogyne incognita</i> , <i>M. javanica</i> E <i>Heterodera glycines</i> EM QUATRO GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS	44
RESUMO.....	44
ABSTRACT	45
INTRODUÇÃO.....	45
MATERIAL E MÉTODOS.....	46
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
CAPÍTULO 5	
EFEITO DE LIXIVIADOS DE RAÍZES DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS NA ECLOSÃO DE JUVENIS DE <i>Meloidogyne incognita</i> , <i>M. javanica</i> E <i>Heterodera glycines</i>	55
RESUMO.....	55
ABSTRACT	56
INTRODUÇÃO.....	57
MATERIAL E MÉTODOS.....	57
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
CAPÍTULO 6	
ECLOSÃO DE JUVENIS DE <i>Meloidogyne javanica</i> E <i>Heterodera glycines</i> FRENTE A EXTRATOS QUÍMICOS DOS SISTEMAS RADICULARES DE <i>Brachiaria brizantha</i> E <i>Panicum maximum</i> CV. GUINÉ	65
RESUMO.....	65
ABSTRACT	66
INTRODUÇÃO.....	67
MATERIAL E MÉTODOS.....	68

RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
CONCLUSÕES GERAIS.....	77

RESUMO

DIAS ARIEIRA, Cláudia Regina, D.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2002.
Controle de *Heterodera glycines* e *Meloidogyne* spp. por gramíneas forrageiras.
Orientador: Silamar Ferraz. Conselheiros: Leandro Grassi de Freitas e Antônio Jacinto Demuner.

A rotação de cultura tem sido o método mais eficiente em controlar os diferentes nematóides que atacam a soja. No Brasil, o milho é a cultura mais comumente usada em rotação com a soja, mas muitas das cultivares disponíveis no mercado são suscetíveis aos nematóides de galhas. Com isso, surge a necessidade de alternativas para o controle desses patógenos e, dentre as espécies que podem ser indicadas para esta rotação, as gramíneas forrageiras merecem especial atenção, uma vez que, na maioria das áreas de cultivo de soja, a pecuária é atividade comum e não requer grandes investimentos para sua implantação. No Brasil, apesar de diversas áreas de cultivo de soja serem infestadas com populações mistas de nematóides de galhas e de cisto, há escassez de trabalhos visando o controle dessas populações. Assim, o presente trabalho teve como objetivos: 1) selecionar gramíneas forrageiras para o controle de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *H. glycines* na soja, tanto em populações isoladas, quanto mistas; 2) observar a penetração e o desenvolvimento dos nematóides no sistema radicular das gramíneas selecionadas; 3) avaliar o efeito da incorporação da parte aérea das gramíneas sobre a população dos nematóides; 4) avaliar o efeito dos lixiviados radiculares das gramíneas sobre a eclosão de juvenis dos nematóides e; 5) avaliar o efeito de extratos radiculares sobre a eclosão dos juvenis dos nematóides. Quinze espécies de gramíneas

forrageiras foram inicialmente avaliadas a fim de selecionar aquelas com maior potencial para o controle dos nematóides de soja. *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *Andropogon gayanus* cv. Planaltina e as cultivares de *Panicum maximum* foram as que apresentaram melhores resultados nos experimentos de seleção. Essas espécies foram avaliadas quanto ao controle de populações mistas de *M. incognita*-*H. glycines* e *M. javanica*-*H. glycines* e, todas elas, promoveram significativa redução nas populações dos nematóides. Quanto à capacidade de os nematóides penetrarem e se desenvolverem nas gramíneas, observou-se que apenas *A. gayanus* cv. Planaltina permitiu a reprodução de *M. incognita* e *M. javanica*. Nas demais espécies esses nematóides não se desenvolveram além do estágio de J2 (juvenil de segundo estágio). *Heterodera glycines* não se desenvolveu em nenhuma gramínea avaliada. Os lixiviados radiculares coletados a partir das gramíneas inibiram apenas a eclosão de *H. glycines*. Quanto à incorporação da parte aérea das plantas, em geral, não foi observado efeito adicional ao cultivo das mesmas sobre a população dos nematóides. Dos extratos obtidos a partir do sistema radicular das gramíneas, o extrato metanólico de *P. maximum* cv. Guiné foi o que mais reduziu a eclosão dos juvenis de *M. javanica* e *H. glycines*. O extrato de pentano, tanto de *P. maximum* cv. Guiné, quanto de *B. brizantha*, não exerceu efeito significativo sobre a eclosão dos nematóides. Dos resultados obtidos conclui-se que gramíneas forrageiras podem ser uma opção para o controle de nematóides, tanto em populações isoladas quanto mistas, sendo importante alternativa para a rotação de culturas com a soja.

ABSTRACT

DIAS ARIEIRA, Cláudia Regina, D.S., Universidade Federal de Viçosa, July 2002.
Control of *Heterodera glycines* and *Meloidogyne* spp. by the forage grasses.
Advisor: Silamar Ferraz. Committee Members: Leandro Grassi de Freitas and Antônio Jacinto Demuner.

The crop rotation has been the most efficient method for controlling nematodes that attack soybean. In Brazil, generally maize is used for rotation with soybean, but many of its available cultivars are susceptible to root knot nematode. This raises the necessity of finding alternatives to control this pathogen. Among the plant species suitable for this rotation, forage grasses deserve special attention, because in most soybean cultivation areas cattle grazing is a common activity and its use does not require high investment. Although large soybean cultivation areas are infested with mixed populations of root-knot and cyst nematode, there is little work regarding their control. Thus, this study was done with the following objectives: 1) select forage grasses for controlling mixed and isolated population of *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *H. glycines*; 2) observe the penetration and the development of the nematodes in the root system of the selected grasses; 3) evaluate the effect of incorporating the aerial parts of the grasses on the population of the nematodes; 4) evaluate the effect of root leachates on the eclosion of juvenils and; 5) evaluate the effect of root extracts on the eclosion of juvenils. Of the fifteen forage grass species evaluated initially only *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *Andropogon gayanus* cv. Planaltina and *Panicum maximum* gave the best results. All these species significantly reduced nematodes in mixed populations of

M. incognita - *H. glycine* and *M. javanica* - *H. glycine*. Only *A. gayanus* cv. Planaltina permitted reproduction of *M. incognita* and *M. javanica* while in the other grass species these nematodes did not develop beyond the J2 stage. *Heterodera glycines* did not develop in any of these grass species. The root leachates collected from the grasses inhibited eclosion of *H. glycines* and the incorporation of the aerial parts, in general, had an additional effect on the reduction of nematode populations. The eclosion of *M. javanica* and *M. glycines* juvenils was most inhibited by the methanolic extract of *P. maximum* cv. Guiné roots, while the pentane extract of *P. maximum* cv. Guiné and of *B. brizantha*, did not have significant effect. The data suggest that the forage grasses can be good option to control mixed or isolated nematode populations providing an important alternative for rotation with soybean.

INTRODUÇÃO GERAL

A soja (*Glycine max*) é a mais importante oleaginosa cultivada no mundo. Na safra de 2000/01, a área mundial de cultivo de soja foi superior a 76 milhões de hectares e a produção mundial atingiu mais de 177 milhões de toneladas. O valor bruto da produção mundial de soja atingiu, na safra de 1997/98, a cifra de 36,50 bilhões de dólares. No Brasil, ela é uma das culturas mais plantadas e contribui em 11,06% para o PIB agrícola do país (CONAB, 1998). A área cultivada com soja na safra 2001/02 foi de 15,8 milhões de hectares, com produção estimada de 41,1 milhões de toneladas de grão (CONAB, 2002). São vários os problemas fitossanitários que atingem esta cultura, no entanto, o limitante de maior impacto tem sido os patógenos de sistema radicular, como fungos de solo e os fitonematóides (Silva, 1998). Até poucos anos, a ocorrência de nematóides em áreas com plantio de soja estava limitada a algumas espécies do gênero *Meloidogyne* e ataques esporádicos de *Pratylenchus brachyurus* (Ferraz, 1997). Apesar dos prejuízos causados por *Meloidogyne* serem muitas vezes expressivos, não despertavam grande interesse por parte dos técnicos, cientistas e agricultores. No entanto, este quadro mudou a partir da safra de 1991/92 com o surgimento de *Heterodera glycines*, conhecido como nematóide de cisto da soja, ou ainda NCS. Detectado inicialmente nos Estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, sua facilidade de disseminação fez com que rapidamente estivesse presente nos estados de Goiás, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul. O impacto causado pelo nematóide de cisto da soja, e sua capacidade de dispersão são bastante alarmantes. Para se ter uma idéia, em 91/92, estimava-se uma área infestada equivalente a 10.000 ha e após cinco anos essa área oscilava em torno de um milhão de hectares (Silva *et al.*, 1997).

O controle de nematóides é bastante complexo. Primeiramente, medidas preventivas devem ser tomadas, evitando a introdução destes organismos em áreas nas quais ainda não estejam presentes. Após serem introduzidos, outras medidas de controle devem ser adotadas, na tentativa de minimizar os prejuízos por eles ocasionados. Anualmente, centenas de cultivares e linhagens têm sido testadas quanto à resistência aos nematóides, no entanto, o uso constante de variedades resistentes acarreta o surgimento de novas raças do patógeno, devido à pressão de seleção que tais variedades impoem sobre a população. A fecundação cruzada em *H. glycines* é responsável pela elevada variabilidade genética, determinando a existência de diversas raças. Nas diferentes regiões brasileiras em que foi constatada a presença do nematóide de cisto, já foram identificadas as raças 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9 e 14 (Silva *et al.*, 1997) e, mais recentemente, a raça 4⁺, uma população detectada no Mato Grosso capaz de parasitar a cultivar Hartwig, anteriormente resistente a todas as raças do nematóide de cisto da soja (Silva, 1998). Evidentemente, tal variabilidade dificulta o trabalho dos pesquisadores nos programas de melhoramento genético, na busca de variedades que sejam resistentes as raças já identificadas e outras que poderão surgir. Paralelo a este problema está a ocorrência de misturas populacionais; não é rara a presença de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *H. glycines* infestando a mesma área e a performance destas cultivares frente as populações mistas é geralmente insatisfatória. O controle químico por sua vez não é recomendado para *H. glycines*, por ser economicamente inviável, associado ao fato de que a população pode atingir altos níveis dentro de pouco tempo. Além disso, este controle pode causar desequilíbrio biológico e apresentar efeitos deletérios ao ambiente, deixando também resíduos tóxicos nos alimentos.

Neste contexto, os métodos culturais, como a rotação de culturas com espécies não hospedeiras ou antagonistas, têm sido um dos mais efetivos como prática de manejo (Trivedi e Barker, 1986; Santos e Ruano, 1987; Costa e Ferraz, 1990), podendo manter a população de nematóides abaixo do limiar de dano econômico, além de não oferecer riscos ao ambiente. A atividade antagonista de diversas espécies de plantas já foi comprovada. No entanto, a grande maioria dos trabalhos realizados concentra-se na utilização de *Crotalaria* spp. (crotalárias), *Mucuna* spp. (mucunas) e *Tagetes* spp. (cravos-de-defunto) (Belcher e Hussey, 1977; Ferraz *et al.*, 1977; Huang e Mota e Silva, 1980; Huang e Charchar, 1981; Resende *et al.*, 1987; Asmus e Ferraz, 1988; Abanto *et al.*, 1990; Biasi *et al.*, 1992; Rodríguez-Kábana *et al.*, 1992; Weaver *et al.*, 1993; Nogueira *et al.*, 1997).

Na introdução de sistemas de rotação de culturas é de importância primordial na escolha da espécie não hospedeira, a sua viabilidade econômica na região a ser implantada (Rodríguez-Kábana *et al.*, 1988). Apesar de diversas espécies poderem ser indicadas para recuperação de áreas infestadas com fitonematóides é preciso levar em consideração as tradições do agricultor e o mercado para comercialização de tais espécies. Gramíneas usadas como forrageiras podem mostrar-se viáveis, pelo fato da pecuária ser atividade comum em várias regiões produtoras de soja.

Spain *et al.* (1996) citam diversas vantagens da rotação de culturas, envolvendo dois anos de cultivo de soja seguido por pastagens na região do cerrado, e dentre elas está o aumento na fertilidade do solo, aumento na atividade biológica, maior reciclagem de nutrientes e controle de plantas daninhas, insetos e doenças. As gramíneas de maior demanda e mais promissoras para a rotação com leguminosas nesta região são *Brachiaria* spp., *Panicum maximum*, *Paspalum* spp. e *Andropogon gayanus* (Spehar, 1996; Spain *et al.*, 1996; Karia e Andrade, 1996), sendo *Brachiaria* spp. a mais comum, demandando 85% da área total das forrageiras (Spain *et al.*, 1996).

Com base no exposto, o presente trabalho tem como objetivos:

- 1) selecionar gramíneas forrageiras que possam ser utilizadas em sistema de manejo na tentativa de reduzir populações isoladas de *M. incognita*, *M. javanica* e *H. glycines*;
- 2) avaliar o comportamento das gramíneas selecionadas frente as populações mistas compostas por *M. incognita*-*H. glycines* e *M. javanica*-*H. glycines*;
- 3) avaliar o efeito da incorporação da parte aérea das gramíneas sobre a população dos nematóides no solo;
- 4) avaliar a penetração e o desenvolvimento das três espécies de nematóides no sistema radicular das gramíneas selecionadas;
- 5) avaliar o efeito dos lixiviados radiculares das gramíneas sobre a eclosão dos juvenis de *M. incognita*, *M. javanica* e *H. glycines* e;
- 6) avaliar o efeito dos extratos químicos obtidos das raízes de *B. brizantha* e *P. maximum* cv. Guiné, sobre *M. javanica* e *H. glycines*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABANTO, A.E.C.; ZAVALA-MEJIA, E.; GUZMAN, V.Z. & VERA, I.C.D.P. 1990. Rotación e incorporación de *Tagetes erecta* L. para el manejo de *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Tecamachalco, Puebla. Revista Mexicana de Fitopatología 8: 173-180.
- ASMUS, R.M.F. & FERRAZ, S. 1988. Antagonismo de algumas espécies vegetais, principalmente leguminosas, a *Meloidogyne javanica*. Fitopatologia Brasileira 13:20-24.
- BELCHER, J.V. & HUSSEY, R.S. 1977. Influence of *Tagetes patula* and *Arachis hypogaea* on *Meloidogyne incognita*. Plant Disease Reporter 61: 525-528.
- BIASI, L.A.; SCHMID, M.L.; ZAMBON, F.R.A. & BECKER, W.F. 1992. Viabilização do cultivo de cenoura em solo infestado por nematóide do gênero *Meloidogyne* através de métodos integrados de controle. Fitopatologia Brasileira 17: 302-306.
- CONAB. 1998. Companhia Nacional de Abastecimento (Brasília, DF). Indicadores da Agropecuária, VII (06).
- CONAB. 2002. http://www.conab.gov.br/politica_agricola
- COSTA, D.C. & FERRAZ, S. 1990. Avaliação do efeito antagônico de algumas espécies de plantas, principalmente de inverno, a *Meloidogyne javanica*. Nematologia Brasileira 14: 61-70.
- FERRAZ, S. 1997. Evolução e situação atual dos problemas nematológicos das regiões Centro-oeste, Sudeste e Sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 20, Anais... Gramado: SBN/UFP/EMBRAPA, p. 3-4.

- FERRAZ, C.A.M.; CIA, E. & SABINO, N.P. 1977. Efeito da mucuna e amendoim em rotação com algodoeiro. *Bragantia* 36: 1-9.
- HUANG, C.S. & CHARCHAR, J.M. 1981. Período de permanência de *Crotalaria spectabilis* no campo influenciando no controle de meloidoginose em cenoura. *Fitopatologia Brasileira* 6: 538-539 (resumo).
- HUANG, C.S. & MOTA E SILVA, E.F.S. 1980. Interrupção do ciclo vital de *Meloidogyne incognita* por *Crotalaria* spp. *Fitopatologia Brasileira* 5: 402-403 (resumo).
- KARIA, C.T. & ANDRADE, R.P. 1996. Avaliação preliminar de espécies forrageiras no centro de pesquisa agropecuária dos cerrados: perspectivas futuras. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8., 1996, Anais... Brasília, Planaltina: EMBRAPA/CPAC, p.471-475.
- NOGUEIRA, M.A.; OLIVEIRA, J.S.; FERRAZ, S. & SANTOS, M.A. 1997. The activity of *Mucuna deeringiana* and *Chenopodium ambrosioides* crude extracts upon *Meloidogyne incognita* raça 3. *Revista Ceres* 44: 124-127.
- RESENDE, I.C.; FERRAZ, S. & CONDÉ, A.R. 1987. Efeito de seis variedades de mucuna (*Stizolobium* ssp.) sobre *Meloidogyne incognita* raça 3 e *Meloidogyne javanica*. *Fitopatologia Brasileira* 12: 310-312.
- RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; KING, P.S.; ROBERTSON, D.G.; WEAVER, C.F.; CARDEN, E.L. 1988. New crops with potential for management of soybean nematodes. *Nematropica* 18: 45-52.
- RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; PINOCHET, J.; ROBERTSON, D.G. & WELLS, L. 1992. Crop rotation studies with velvetbean (*Mucuna deeringiana*) for the management of *Meloidogyne* spp. *Journal of Nematology* 24: 662-668.
- SANTOS, M.A. dos & RUANO, O. 1987. Reação de plantas usadas como adubos verdes a *Meloidogyne incognita* raça 3 e *Meloidogyne javanica*. *Nematologia Brasileira* 11: 184-197.
- SILVA, J.F.V. 1998. Problemas sanitários da soja no Brasil com ênfase em fitonematóides. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 21, Anais... Maringá: SBN/UEM, p. 16-20.
- SILVA, J.F.V.; GARCIA, A.; DA SILVA, E.A. & DIAS, W.P. 1997. Situação atual do nematóide do cisto da soja (NCS) no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 20, Anais... Gramado: SBN/UEM/EMBRAPA, p. 20-22.
- SPAIN, J.M.; AYARZA, M.A. & VILELA, L. 1996. Crop pasture rotations in the brazilian cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8. Brasília, Anais... Planaltina: EMBRAPA/CPAC, p. 39-45.
- SPEHAR, C.R. 1996. Prospects for sustainable grain production systems in the cerrados (Brazilian Savannas). In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8. Brasília, Anais... Planaltina: EMBRAPA/CPAC, p. 139-151.

- TRIVEDI, P.C. & BARKER, K.R. 1986. Management of nematodes by cultural practices. *Nematropica* 16: 213-236.
- WEAVER, D.B.; RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. & CARDEN, E.L. 1993. Velvetbean in rotation with soybean for management of *Heterodera glycines* and *Meloidogyne arenaria*. *Journal of Nematology* 25: 809-813.

CAPÍTULO 1

SELEÇÃO DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS PARA O CONTROLE DE *Meloidogyne incognita* E *M. javanica*

DIAS-ARIEIRA, C.R., FERRAZ, S., FREITAS, L.G. & MIZOBUTSI, E.H. Seleção de gramíneas forrageiras para o controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. *Acta Scientiarum*.

RESUMO

O experimento teve como objetivo comparar o efeito de 15 espécies de gramíneas sobre a população de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*, em casa de vegetação. Mudanças das gramíneas foram transplantadas para vasos e inoculadas com 2.500 ovos de *M. incognita* ou *M. javanica*. Soja cv. FT-Cristalina e milho cv. BR-106 foram usados como testemunhas. As plantas foram cultivadas durante 60 dias, sendo então a parte aérea cortada e o solo revolvido. Cada vaso recebeu uma muda de tomateiro como indicadora, cultivada durante 40 dias. Posteriormente, o sistema radicular foi coletado e avaliado quanto ao número de galhas (1º ensaio) ou massas de ovos (2º ensaio). O experimento foi repetido em duas épocas diferentes. As cultivares de *Panicum maximum* e as espécies *Brachiaria brizantha*, *B. brizantha* cv. MG-4 e *B. decumbens* foram as mais eficientes na redução da população de *M. incognita*, com médias de galhas e massas de ovos inferiores a 57 e 53, no primeiro e segundo ensaios, respectivamente, enquanto a soja apresentou médias de 520 e 1399. Resultado semelhante foi observado para *M. javanica*, em que, para os mesmos tratamentos, os valores de galhas e massas de ovos foram inferiores a 10 e 34, no primeiro e segundo ensaio, respectivamente, enquanto para a soja foram iguais a 2393 e 869.

Palavras-chave: antagonismo, rotação de cultura, nematóides, plantas antagonistas, práticas culturais.

ABSTRACT

The objective of this research was to compare the effects of 16 grasses species on *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* populations, in greenhouse. Grasses were transplanted to clay pots and inoculated with 2,500 eggs of *M. incognita* or *M. javanica*. The soybean 'FT-Cristalina' and corn 'BR-106' were used as controls. The plants were cultivated during 60 days, then the tops were cut off and the soil revolved. Each pot received a tomato seedling, which was cultivated during 40 days. After that, the root systems were collected and galls (1st trial) or egg masses (2nd trial) were counted. The experiment was repeated twice, at different times. *Panicum maximum* cultivars Colômbio, Tanzania and Vencedor and also the species *Brachiaria brizantha*, *B. brizantha* cv. MG-4 and *B. decumbens* were more effective to reduce *M. incognita* population. The numbers of galls or egg masses in the tomato roots were lower than 57 and 53, in the first and second trials, respectively, compared to 520 and 1399 found in the soybean-tomato sequence. Similar results were observed for *M. javanica*. For the same treatments, numbers of galls or egg masses were lower than 10 and 34, in the first e second trials, respectively, whereas in soybean-tomato sequence the numbers were 2393 and 869.

INTRODUÇÃO

Os nematóides do gênero *Meloidogyne*, conhecidos como causadores de galhas, são amplamente disseminados em todo o mundo. No Brasil, bem como em outras regiões de clima tropical, as espécies *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*, encontram condições ideais de umidade e temperatura para reprodução. Tais fatores são agravantes no controle desses patógenos e, após terem se estabelecido em determinada área, a erradicação é muito difícil, sendo necessárias medidas que possibilitem a redução populacional para tornar viável o cultivo de determinadas culturas. Na soja, a ocorrência dessas espécies passa quase despercebida, porém a redução na produção é algumas vezes expressiva (Ferraz, 1997).

Métodos culturais, como a rotação de culturas com espécies não hospedeiras ou antagonistas, têm sido efetivos como prática de manejo de nematóides (Santos & Ruano,

1987; Costa & Ferraz, 1990). Tais práticas podem manter populações de nematóides abaixo do limiar de dano econômico, além de não oferecer riscos ao ambiente (Ferraz & Valle, 1995). A grande maioria dos trabalhos realizados com plantas antagonistas concentram-se na utilização de *Crotalaria* spp. (crotalárias), *Mucuna* spp. (mucunas) e *Tagetes* spp. (cravos-de-defunto) (Huang & Mota e Silva, 1980; Huang & Charchar, 1981; Weaver *et al.*, 1993; Nogueira *et al.*, 1997).

Por outro lado, no Brasil, gramíneas usadas como forrageiras podem se mostrar viáveis para rotação com a soja, pelo fato de a pecuária ser alternativa atraente para muitos sojicultores com problemas de nematóides na lavoura (Valle *et al.*, 1996). Outro tipo de aproveitamento da gramínea seria a melhoria do plantio. Após o período de rotação, as plantas podem ser mortas por dessecante químico, proporcionando cobertura ideal para o plantio direto.

Este trabalho teve como objetivo selecionar espécies de gramíneas forrageiras para serem usadas em esquemas de rotação de culturas visando o controle de *M. incognita* e *M. javanica*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação. As espécies de gramíneas testadas foram escolhidas por serem comumente plantadas em diferentes regiões do Brasil e pelo fato das sementes serem de fácil aquisição. No presente trabalho, as sementes das gramíneas avaliadas foram cedidas pela Matsuda Sementes e pelo Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC-EMBRAPA).

Mudas das espécies de gramíneas: *Andropogon gayanus* cv. Planaltina, *Brachiaria brizantha*, *B. brizantha* cv. MG-4, *B. decumbens*, *B. ruziziensis*, *Panicum maximum* cultivares Colônia, Tanzânia e Vencedor, *Pennisetum purpurium* cultivares Elefante da Flórida, Napier e Pioneiro, *Pennisetum americanum* cv. Milheto, *Paspalum notatum* cv. Pensacola, *Setaria anceps* e *Lolium multiflorum* (azevém) e das testemunhas, soja (*Glycine max*) cv. FT-Cristalina e milho (*Zea mays*) cv. BR-106, foram produzidas em bandejas contendo areia previamente tratada com brometo de metila.

Mudas, com idades variadas conforme o hábito de crescimento de cada espécie, foram transplantadas para vasos de argila com 2,5 L de capacidade, contendo mistura de

solo:areia (2:1), previamente tratada com brometo de metila. Após quatro dias do transplântio, as mudas das gramíneas e da soja foram inoculadas com suspensão contendo 2.500 ovos de *M. incognita* ou *M. javanica*, vertida através de orifícios abertos no solo, usando pipeta automática. Os vasos foram mantidos em casa de vegetação e irrigados sempre que necessário. Os ovos utilizados foram extraídos segundo a metodologia proposta por Hussey e Barker e modificada por Boneti & Ferraz (1981), obtidos a partir de raízes de tomateiro do grupo Santa Cruz, mantidos em casa de vegetação.

Após 60 dias da inoculação, a parte aérea de todas as plantas foi eliminada e o solo foi revolvido. Posteriormente, mudas de tomateiro do grupo Santa Cruz, com aproximadamente 20 dias, foram transplantadas para os vasos. As plantas foram cultivadas por um período de 40 dias, recebendo tratamentos culturais necessários. Decorrido esse período, a parte aérea das plantas foi eliminada e as raízes cuidadosamente coletadas a fim de ser avaliado o número de galhas, no primeiro experimento, e de massas de ovos no segundo, tanto para *M. incognita*, quanto para *M. javanica*. Para a contagem do número de galhas/sistema radicular, as raízes foram lavadas sob água corrente e armazenadas em geladeira. Para a avaliação do número de massas de ovos/sistema radicular, as raízes coletadas foram lavadas e coloridas através da imersão em uma solução de Floxina B 0,015 %, durante 15 min, a fim de evidenciá-las.

Os experimentos foram conduzidos em duas épocas diferentes. Os primeiros experimentos com *M. incognita* e com *M. javanica* foram realizados no período de 02/2000 a 05/2000 e 06/2000 a 10/2000, respectivamente, enquanto o segundo experimento, com ambos os nematóides, foi de 12/2000 a 03/2001. As temperaturas médias das máximas e médias das mínimas dos experimentos foram de 32,3 °C e 18,8 °C, 27,8 °C e 17,5 °C e 34,9 °C e 20,2 °C, respectivamente.

Os experimentos foram montados em delineamentos inteiramente casualizados, com sete repetições. Os dados obtidos foram submetidos a análise estatística através do sistema SAEG, com comparação de médias pelo teste Scott-Knot a 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se a potencialidade de algumas espécies de gramíneas forrageiras para o controle de *M. incognita* e *M. javanica* (Tabela 1). Especial atenção deve ser dada às espécies do gênero *Brachiaria* e *Panicum*, onde o valor máximo observado foi de 56,7 galhas de *M. incognita* nas raízes de tomateiro cultivado após *P. maximum* cv. Tanzânia, enquanto para a soja, o valor correspondente foi igual a 519,7 galhas. Por outro lado, pode-se observar que algumas espécies, como *S. anceps* e *P. notatum* e aquelas do gênero *Pennisetum*, possibilitaram uma reprodução tão alta do nematóide quanto a soja (Tabela 1).

O milho cv. BR-106 possibilitou reprodução significativa de *M. incognita* e *M. javanica*. De fato, Asmus *et al.* (2000) já haviam relatado a suscetibilidade dessa cultivar à *M. javanica*. Em áreas infestadas com *M. incognita* o cultivo de milho foi questionado por Southards (1971), visto que, manteve a população desse nematóide em nível elevado para determinadas rotações. Lordello *et al.* (2001) avaliaram a suscetibilidade de 29 cultivares de milho à *M. incognita* raça 3 e ficou demonstrado que todas permitiram a reprodução do nematóide. Segundo Hutton *et al.* (1983), além de *M. incognita*, o milho pode propiciar o aumento nas populações de *Pratylenchus* sp., *Helicotylenchus* sp. e *Rotylenchulus reniformis*. A suscetibilidade de diferentes cultivares de milho à *M. javanica* foi avaliada por Asmus & Andrade (1997), em que 34 cultivares foram testadas em casa de vegetação e 41 cultivares em telado. Dessas, observou-se que apenas as cultivares Hatã 2000, G 600, C 606 e Pioneer 3210 apresentaram baixo número de ovos/grama de raiz nos dois experimentos.

Quanto à eficiência do milheto no controle de nematóides, os resultados também são contraditórios. Santos & Ruano (1987) citaram o milheto (Pasto-italiano) como não hospedeiro de *M. incognita* e *M. javanica*. Outros autores contestaram a utilização de *Pennisetum glaucum* (milheto) e *Panicum ramosum* (milheto estrela) em programas de rotação de culturas, uma vez que observaram que dentre outras espécies de nematóides, *Belonolaimus longicaudatus*, *Pratylenchus penetrans*, *P. brachyurus* e *Meloidogyne* spp., eram capazes de se reproduzirem quando essas espécies foram cultivadas (Good *et al.* 1965; Thies *et al.*, 1995). No presente trabalho, observou-se que a espécie utilizada, *P. americanum* cv. Milheto, propiciou reprodução para ambos os nematóides igual ou superior à testemunha, não sendo assim recomendada para rotação de culturas em áreas nas quais se registra a ocorrência de *M. incognita* ou *M. javanica*.

Tabela 1: Número de galhas (primeiro experimento) e de massas de ovos (segundo experimento) de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*, no sistema radicular de tomateiro cv. Santa Cruz (planta indicadora) após o cultivo por 60 dias de gramíneas forrageiras, soja ou milho*.

Tratamentos (precedendo a planta indicadora)	<i>Meloidogyne incognita</i> ¹		<i>Meloidogyne javanica</i> ¹	
	Galhas ²	Massas ²	Galhas ²	Massas ²
Soja FT-Cristalina	519,7 a	1399,0 a	2392,8 a	869,4 a
Milho BR-106	620,7 a	785,1 a	1501,4 a	1151,3 a
<i>Setaria anceps</i>	1130,3 a	1029,0 a	1211,7 a	1162,0 a
<i>Paspalum notatum</i> 'Pensacola'	926,6 a	866,4 a	1000,4 a	1133,0 a
<i>Pennisetum americanum</i> 'Milheto'	915,6 a	1361,6 a	762,3 a	960,4 a
<i>Pennisetum purpurium</i> 'Pioneiro'	59,3 b	444,8 a	456,8 b	1097,8 a
<i>Pennisetum purpurium</i> 'Napier'	354,4 a	574,0 a	591,3 a	1513,3 a
<i>Pennisetum purpurium</i> 'Elefante da Flórida'	907,1 a	1164,1 a	30,1 d	289,4 b
<i>Lolium multiflorum</i> (azevém)	477,8 a	50,4 c	738,1 a	89,7 c
<i>Andropogon gayanus</i> 'Planaltina'	105,4 b	183,1 b	51,1 c	310,1 b
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	101,3 b	79,0 c	235,0 b	521,7 a
<i>Brachiaria brizantha</i>	4,3 c	7,4 e	1,3 e	5,4 d
<i>Brachiaria brizantha</i> 'MG-4'	0,0 c	27,8 d	8,0 e	33,3 c
<i>Brachiaria decumbens</i>	0,8 c	8,6 e	0,4 e	0,3 d
<i>Panicum maximum</i> 'Colonião'	39,4 c	14,8 e	1,1 e	5,1 d
<i>Panicum maximum</i> 'Tanzânia'	56,7 c	53,3 c	10,6 e	1,0 d
<i>Panicum maximum</i> 'Vencedor'	1,3 c	7,1 e	5,3 e	4,6 d
C.V. (%)	29	26	26	24

*Média de sete repetições; ¹ Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 0,05; ² Dados transformados pelo log (x+1).

As cultivares de *P. purpurium* avaliadas, Napier, Elefante da Flórida e Pioneiro, também não promoveram reduções expressivas na população dos nematóides, alcançando número de galhas e massas de ovos tão altos quanto à testemunha. Outra gramínea que propiciou alta reprodução das duas espécies de *Meloidogyne* foi *P. notatum*. No Alabama, essa espécie é recomendada para a rotação visando a redução de *Meloidogyne arenaria*, em áreas de cultivo de amendoim, promovendo também aumento na produção (Rodríguez-Kábana *et al.*, 1991; Rodríguez-Kábana *et al.*, 1994). No trabalho realizado por Wilson & Caveness (1980), o cultivo dessa gramínea por um período de seis meses reduziu a população de *M. incognita* de 359 para 0,6 juvenis/L de solo. Com base nesses

resultados, pode-se concluir que a cultivar utilizada no presente trabalho (Pensacola) apresentou reação diferente daquela utilizada por Wilson & Caveness (1980). Outra hipótese é que as populações de *Meloidogyne* utilizadas nos diferentes trabalhos responderam diferentemente à presença dessa gramínea, seja por serem influenciadas por diferenças climáticas ou por adaptações genéticas.

Os resultados obtidos para a rotação com *Lolium multiflorum* (azevém) nos experimentos realizados em diferentes épocas apresentaram, para ambos os nematóides, alta variabilidade dos dados. Foi possível observar durante a condução do segundo experimento, tanto para *M. incognita* quanto para *M. javanica*, que essa gramínea apresentou mau desenvolvimento. Como os experimentos foram repetidos em épocas diferentes esse comportamento pode ter sido consequência de diferenças em fotoperíodo e/ou temperatura. No entanto, pôde-se observar que tal espécie não possibilitou reduções significativas dos nematóides. No trabalho realizado por Costa & Ferraz (1990), também não foi constatado efeito antagonista do azevém sobre *M. javanica*. Contudo, nos resultados obtidos por Santos & Ruano (1987), *L. multiflorum* comportou-se como não hospedeira de *M. incognita*.

Para as espécies do gênero *Brachiaria* e para as cultivares de *P. maximum* avaliadas, os resultados foram bastante promissores. Em alguns tratamentos, como *B. brizantha* e *B. decumbens*, obteve-se quase a eliminação total das duas espécies de nematóides em todos os experimentos, com médias de massas de ovos de *M. incognita* iguais a 7,4 e 8,6 no tomateiro cultivado após *B. brizantha* e *B. decumbens*, respectivamente, contra 1399,0 massas de ovos observadas após a soja. Para *M. javanica*, os respectivos valores foram 5,4 e 0,3, enquanto para a soja foi de 869,4 massas de ovos por sistema radicular do tomateiro (Tabela 1). Esses resultados vêm confirmar aqueles obtidos por Brito & Ferraz (1987a), no qual *B. brizantha*, *B. decumbens*, *Digitaria decumbens* cv. Pangola, *Eragrotis curvula* e *P. maximum* cv. Guiné mostraram ser promissoras para o controle de *M. javanica*. Brito & Ferraz (1987b) registraram apenas a ocorrência de juvenis de segundo estágio no sistema radicular de *B. decumbens* e *P. maximum* cv. Guiné, enquanto na testemunha ocorreu formação de fêmeas adultas. Resultados semelhantes foram observados por Lenné (1981), nos quais espécies de *Brachiaria* atuaram como antagonistas a *M. javanica*. O número de massas de ovos de *M. javanica* observado após o cultivo de *B. ruziziensis* foi significativamente superior às demais espécies de *Brachiaria*, o que confirma os resultados obtidos por Brito & Ferraz

(1987b), segundo os quais *B. ruzizensis* mostrou-se menos eficaz no controle de *M. javanica* do que *B. decumbens* e *B. brizantha*.

Andropogon gayanus cv. Planaltina promoveu significativa redução dos nematóides em relação à soja, apesar de apresentar médias sempre superiores àquelas observadas para as espécies de *Brachiaria* e *Panicum* (Tabela 1). Lenné (1981) citou essa espécie como antagonista a *M. javanica*.

Deve-se considerar que, no presente trabalho, as plantas avaliadas foram cultivadas por período relativamente curto, 60 dias. Assim, pode-se hipotetizar que, em período maior de permanência no solo, áreas infestadas com *M. incognita* e *M. javanica* poderiam ser recuperadas para o cultivo de espécies suscetíveis. Spain *et al.* (1996) cita diversas vantagens da rotação de culturas envolvendo dois anos de cultivo de soja seguido por pastagens na região do cerrado brasileiro, entre as quais estão o aumento na fertilidade do solo, aumento na atividade biológica, maior reciclagem de nutrientes e controle de plantas daninhas, insetos e doenças. As gramíneas de maior demanda e mais promissoras para a rotação de culturas com leguminosas nesta região são *Brachiaria* spp., *P. maximum*, *Paspalum* spp. e *A. gayanus*, sendo *Brachiaria* spp. a mais comum, ocupando 85% da área total das forrageiras (Spain *et al.*, 1996). Johnson *et al.* (1995) comentam que o uso de forrageiras em rotação de culturas é bastante atrativo para regiões de criadores de gado. Tais perspectivas apontam para a importância de implantar em condições de campo, no cerrado brasileiro e em outras áreas de cultivo de soja, experimentos visando o controle de *Meloidogyne* spp., por meio da rotação com gramíneas forrageiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASMUS, G.L. & ANDRADE, P.J.M. Reprodução de *Meloidogyne incognita* em cultivares de milho. Fitopatologia Brasileira 22(Suplemento):324. 1997 (Resumo).
- ASMUS, G.L., FERRAZ, L.C.C.B. & APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. Alterações anatômicas em raízes de milho (*Zea mays* L.) parasitadas por *Meloidogyne javanica*. Nematropica 30:33-39. 2000.
- BONETI, J.I.S. & FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. Fitopatologia Brasileira 6:553. 1981.

- BRITO, J.A. & FERRAZ, S. Seleção de gramíneas antagonistas a *Meloidogyne javanica*. Nematologia Brasileira 11:260-269. 1987a.
- BRITO, J.A. & FERRAZ, S. Antagonismo de *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum* cv. 'Guiné' a *Meloidogyne javanica*. Nematologia Brasileira 11:270-285. 1987b.
- COSTA, D.C. & FERRAZ, S. Avaliação do efeito antagônico de algumas espécies de plantas, principalmente de inverno, a *Meloidogyne javanica*. Nematologia Brasileira 14:61-70. 1990.
- FERRAZ, S. Evolução e situação atual dos problemas nematológicos das regiões Centro-oeste, Sudeste e Sul do Brasil. Anais, 20º Congresso Brasileiro de Nematologia, Gramado, RS. 1997. pp.3-4.
- FERRAZ, S. & VALLE, L.A.C. Utilização de plantas antagônicas no controle de fitonematóides. Anais, Congresso Internacional de Nematologia Tropical, Rio Quente, GO. 1995. pp. 257-276.
- GOOD, J.M., MINTON, N.A. & JAWORSKI, C.A. Relative susceptibility of selected cover crops and coastal bermudagrass to plant nematodes. Phytopathology 55:1026-1030. 1965.
- HUANG, C.S. & CHARCHAR, J.M. Período de permanência de *Crotalaria spectabilis* no campo influenciando no controle de meloidoginose em cenoura. Fitopatologia Brasileira 6:538-539. 1981.
- HUANG, C.S. & MOTA E SILVA, E.F.S. Interrupção do ciclo vital de *Meloidogyne incognita* por *Crotalaria* spp. Fitopatologia Brasileira 5:402-403. 1980.
- HUTTON, D.G., COATES-BECKFORD, P.L. & EASON-HEATH, S.A.E. Management of *Meloidogyne incognita* populations by crop rotation in a small-scale field trial and nematode pathogenic effects on selected cultivars. Nematropica 13:153-163. 1983.
- JOHNSON, A.W., BURTON, G.W., WILSON, J.P. & GOLDEN, A.M. Rotations with Coastal bermudagrass and fallow for management of *Meloidogyne incognita* and soilborne fungi on vegetable crops. Journal of Nematology 24:457-464. 1995.
- LENNÉ, J.M. Controlling *Meloidogyne javanica* on *Desmodium ovalifolium* with grasses. Plant Disease 65:870-871. 1981.
- LORDELLO, A.I.L., LORDELLO, R.R.A. & SAWAZAKI, E. Avaliação da resistência do milho à *Meloidogyne incognita* raça 3. Summa Phytopathologica 27:86-88. 2001.
- NOGUEIRA, M.A., OLIVEIRA, J.S., FERRAZ, S. & SANTOS, M.A. The activity of *Mucuna deeringiana* and *Chenopodium ambrosioides* crudes extracts upon *Meloidogyne incognita* raça 3. Revista Ceres 44:124-127. 1997.
- RODRÍGUEZ-KÁBANA, R., KOKALIS-BURELLE, N., ROBERTSON, D.G., KING, P.S. & WELLS, L.W. Rotations with coastal bermudagrass, cotton, and bahiagrass for management of *Meloidogyne arenaria* and southern blight in peanut. Journal of Nematology 26:665-668. 1994.

- RODRÍGUEZ-KÁBANA, R., ROBERTSON, D.G., WEAVER, C.F. & WELLS, L. Rotations of bahiagrass and castorbean with peanut for the management of *Meloidogyne arenaria*. *Journal of Nematology* 23:658-661. 1991.
- SANTOS, M.A. & RUANO, O. Reação de plantas usadas como adubos verdes a *Meloidogyne incognita* raça 3 e *Meloidogyne javanica*. *Nematologia Brasileira* 11:184-197. 1987.
- SOUTHARDS, C.J. Effect of fall tillage and selected hosts on the population density of *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus zae*. *Plant Disease Reporter* 55:41-44. 1971.
- SPAIN, J.M., AYARZA, M.A. & VILELA, L. Crop pasture rotations in the Brazilian cerrados. *Anais, 8º Simpósio sobre o Cerrado, Brasília, DF.* 1996. pp.39-45.
- THIES, J.A., PETERSEN, A.D. & BARNES, D.K. Host suitability of forage grasses and legumes for root-lesion nematode *Pratylenchus penetrans*. *Crop Science* 35:1647-1651. 1995.
- VALLE, L.A.C., FERRAZ, S., DIAS, W.P. & TEIXEIRA, D.A. Controle do nematóide de cisto da soja, *Heterodera glycines* Ichinohe, com gramíneas forrageiras. *Nematologia Brasileira* 20:1-11. 1996.
- WEAVER, D.B., RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. & CARDEN, E.L. Velvetbean in rotation with soybean for management of *Heterodera glycines* and *Meloidogyne arenaria*. *Journal of Nematology* 25:809-813. 1993.
- WILSON, G.F. & CAVENESS, F.E. The effects of rotation crops on the survival of root-knot, root-lesion and spiral nematodes. *Nematropica* 10:56-61. 1980.

CAPÍTULO 2

EFICIÊNCIA DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS NO CONTROLE DE *Heterodera glycines* E DE POPULAÇÕES MISTAS DE NEMATÓIDES

Dias-Arieira, C. R., Ferraz, S., Misobutsi, E. H. e Freitas, L. G. Eficiência de gramíneas forrageiras no controle de *Heterodera glycines* e de populações mistas de nematóides. *Summa Phytopathologica*.

RESUMO

A ocorrência de populações mistas de nematóides como *Heterodera glycines* e *Meloidogyne* spp. em áreas de cultivo de soja não é rara e uma alternativa de controle é a rotação de culturas com plantas que possibilitem a redução de ambos os nematóides. Assim, o trabalho teve como objetivos selecionar gramíneas forrageiras com potencial para o controle de *H. glycines* e avaliar o efeito das espécies selecionadas sobre populações mistas compostas por *H. glycines*-*M. javanica* e *H. glycines*-*M. incognita*, em casa de vegetação. No primeiro trabalho, *H. glycines* foi multiplicado em vasos com soja. Após 30 dias, 16 espécies de gramíneas foram transplantadas para estes vasos. Decorridos 60 dias, a parte aérea foi descartada, cultivou-se soja como planta indicadora e, após 30 dias, avaliou-se o número de fêmeas/sistema radicular. Na segunda etapa deste experimento, inocularam-se diretamente as gramíneas e, após 60 dias de cultivo, soja foi transplantada para os vasos e avaliado o número de fêmeas de *H. glycines* após 30 dias. Todas as espécies de gramíneas avaliadas reduziram significativamente a população de *H. glycines*. Selecionaram-se *Brachiaria brizantha*, *B. brizantha* cv. MG-4, *B. decumbens*, *Panicum maximum* cv. Colômbio e *Andropogon gayanus* cv. Planaltina para o trabalho com populações mistas. A metodologia foi semelhante ao experimento acima descrito, porém os nematóides foram inoculados nas combinações *H. glycines* - *M. javanica* ou *H. glycines* - *M. incognita*. Todas as gramíneas foram eficientes no controle de populações mistas de nematóides, resultando em médias de massas de ovos de *Meloidogyne* e fêmeas de *H. glycines* inferiores à testemunha. Os resultados sugerem a rotação de culturas com gramíneas como alternativa de manejo de nematóides em populações mistas.

Palavras-chave adicionais: manejo, rotação de culturas, *Meloidogyne*.

ABSTRACT

Heterodera glycines occurs associated with species of *Meloidogyne* parasitising soybean in the field causing great losses, so a desirable management practice is to rotate soybean with crops able to reduce both nematode populations. In this work, forage crops that efficiently reduced *H. glycines* were selected and tested to control this nematode in mixed populations (1:1) with *M. javanica* or *M. incognita*. In the first part of this study, *H. glycines* was reared in potted soybeans for 30 days and the plants were replaced by 16 forage species. After 60 days, the shoots were removed, soybean was planted again, now as a biological indicator, and after 30 days, the number of females/root system was evaluated. In the second part of this study, the forage plants were inoculated with *H. glycines* eggs, and after 60 days the plants were substituted by soybean plants as indicators. All the forage species reduced *H. glycines* ($P < 0,05$), and *Brachiaria brizantha*, *B. brizantha* cv. MG-4, *B. decumbens*, *Panicum maximum* cv. Colonião and *Andropogon gayanus* cv. Planaltina were selected for the mixed population study. The methods used in this trial were similar to those of the first part, as described above, except that the nematode inoculum was a mixture of *H. glycines* - *M. javanica* or *H. glycines* - *M. incognita*. All the forage crops were efficient to control the nematodes, resulting in less *Meloidogyne* spp. egg masses and *H. glycines* females than the control. These results indicate crop rotation with forages as an alternative to control nematode mixed populations.

Additional key-words: management, crop rotation, *Meloidogyne*.

INTRODUÇÃO

Pesquisas nematológicas abrangendo rotação de culturas, geralmente envolvem apenas uma espécie de nematóide. Entretanto, na natureza, raramente ocorrem comunidades monoespecíficas (40). Ao contrário, as comunidades são muito dinâmicas e constantemente ocorrem interações entre espécies diferentes de nematóides (10). O manejo de nematóides em populações mistas é bastante complexo (16, 22), e o cultivo de espécies não hospedeiras é um dos métodos que assegura tal manejo (23, 24, 27).

Plantas antagonistas, ou não hospedeiras, que possam reduzir os níveis populacionais de diferentes espécies de fitonematóides são muito importantes para o manejo desses organismos. Diversos pesquisadores já demonstraram o efeito de gramíneas sobre populações isoladas de nematóides, porém poucos estudos têm envolvido populações mistas. WEAVER et al. (38) e RODRÍGUEZ-KÁBANA et al. (22) avaliaram o efeito do milho e *Paspalum notatum* (grama batatais) sobre populações mistas de *H. glycines* e *Meloidogyne arenaria*, obtendo a redução populacional dessas espécies, em áreas de plantio de soja. Essa última gramínea também apresentou bons resultados no controle de *M. incognita* e *Hoplolaimus galeatus* quando rotacionada com algodão (25). Outros trabalhos visando o controle de populações mistas foram desenvolvidos por RODRÍGUEZ-KÁBANA et al. (23, 24) e WEAVER et al. (39). Entre outras vantagens desse sistema de rotação estão melhoria na fertilidade do solo, aumento na atividade biológica, reciclagem eficiente de nutrientes, controle de plantas daninhas, insetos e doenças, e maior conservação da água e do solo (34).

No Brasil, há escassez de trabalhos envolvendo o controle de populações mistas de *H. glycines* e *Meloidogyne* spp. Assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o potencial de gramíneas forrageiras no controle de *H. glycines* e o efeito de cinco dessas espécies sobre populações mistas compostas por *H. glycines*-*M. incognita* e *H. glycines*-*M. javanica*.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimento 1: Seleção de gramíneas forrageiras para o controle de *Heterodera glycines*.

Este experimento foi conduzido em dois ensaios. No primeiro, mudas de soja cv. FT-Cristalina foram produzidas em bandejas contendo areia tratada com brometo de metila como substrato. As plântulas, com o primeiro par de folhas expandido, foram transplantadas para vasos de 2,5 L de capacidade, contendo mistura de solo:areia (2:1), previamente tratada com brometo de metila. Após três dias do transplante, elas foram inoculadas com suspensão de 2.500 ovos de *Heterodera glycines*.

A suspensão de ovos foi obtida a partir de raízes de soja cv. FT-Cristalina, cultivada em solo naturalmente infestado, obtido no município de Nova Ponte-MG, e

mantida em casa de vegetação. Para extração dos ovos, as raízes foram colocadas sobre peneira de 0,85 mm de abertura (20 mesh) acoplada a outra de 0,15 mm (100 mesh) e lavada com jato forte de água. Fêmeas retidas na peneira de 0,15 mm foram esmagadas por fricção com tubo de ensaio e os ovos liberados foram recolhidos em peneira de 0,026 mm (500 mesh), calibrando-se então a suspensão, usando câmara de Peters e microscópio estereoscópico. Decorridos 30 dias da inoculação, a parte aérea das plantas foi cortada e o solo revolvido. Mudanças das espécies *Andropogon gayanus* cv. Planaltina, *Brachiaria brizantha*, *B. brizantha* cv. MG-4, *B. decumbens*, *B. ruziziensis*, *Panicum maximum* cultivares Colônia, Tanzânia e Vencedor, *Pennisetum purpurium* cultivares Elefante da Flórida, Napier e Pioneiro, *Pennisetum americanum* cv. Milheto, *Setaria anceps*, *Lolium multiflorum* (azevém), *Paspalum notatum* cv. Pensacola, milho cv. BR-106 e soja cv. FT-Cristalina, produzidas em bandejas contendo areia tratada com brometo de metila, foram transplantadas para os vasos. O uso de tais gramíneas baseou-se no fato delas serem comumente utilizadas como pastagens e na disponibilidade de sementes, que foram gentilmente cedidas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte e pela Matsuda Sementes.

Após 60 dias do cultivo das espécies acima, a parte aérea das plantas foi cortada e descartada e o solo revolvido, recebendo novamente uma muda de soja cv. FT-Cristalina como planta indicadora. Essa foi cultivada durante 30 dias, sendo então a parte aérea descartada e o sistema radicular cuidadosamente coletado para avaliação quanto ao número de fêmeas. As fêmeas foram obtidas conforme descrito anteriormente e contadas sob microscópio estereoscópico, usando placas de contagem.

No segundo ensaio, o experimento foi conduzido com uma variação. Ao contrário do anterior, no qual a soja foi inicialmente inoculada, aqui mudas das gramíneas citadas anteriormente foram transplantadas para vasos com capacidade de 2,5 L, contendo como substrato mistura de solo:areia (2:1), previamente tratada com brometo de metila, e inoculadas com 2.500 ovos de *H. glycines*. Soja cv. FT-Cristalina foi utilizada como testemunha. Após 60 dias do cultivo, a parte aérea foi cortada e descartada e o solo foi revolvido. Mudanças de soja foram transplantadas para os vasos, como planta indicadora. Decorridos 30 dias, as raízes foram coletadas e avaliadas quanto ao número de fêmeas por sistema radicular.

Ambos os experimentos foram conduzidos em delineamentos inteiramente casualizados, com sete repetições. As análises dos dados foram realizadas utilizando-se o

programa estatístico SAEG (11) e as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Experimento 2: Manejo de populações mistas de *Heterodera glycines*-*Meloidogyne incognita* e *H. glycines*-*M. javanica* através do cultivo de gramíneas forrageiras.

Mudas de soja cv. FT-Cristalina foram obtidas e transplantadas para vasos de 2,5 L como descrito no experimento 1. Três dias após o transplântio, realizou-se a inoculação através da deposição, em orifícios abertos no solo, de suspensão contendo 2.500 ovos de *M. incognita* e 2.500 ovos de *H. glycines*. Os ovos de *M. incognita* foram obtidos de população mantida em tomateiro do grupo Santa Cruz, em casa de vegetação, e extraídos conforme a metodologia proposta por Hussey e Barker, adaptada por BONETI & FERRAZ (03). A suspensão de ovos de *H. glycines* foi obtida conforme descrito no experimento 1. As plantas foram cultivadas durante 40 dias, sendo então a parte aérea cortada e o solo revolvido. Mudas das gramíneas forrageiras *Brachiaria brizantha*, *B. brizantha* cv. MG-4, *B. decumbens*, *Panicum maximum* cv. Colômbio e *Andropogon gayanus* cv. Planaltina, com aproximadamente 20 dias de idade, foram transplantadas para os vasos. Soja cv. FT-Cristalina foi utilizada como testemunha. A escolha dessas espécies baseou-se em seleção previamente realizada por DIAS et al. (08, 09), na qual 15 espécies de gramíneas forrageiras foram avaliadas quanto à redução de populações isoladas de *M. javanica* e *M. incognita*, respectivamente. Após 60 dias de cultivo, a parte aérea das plantas foi cortada e descartada e o solo revolvido. Cada vaso recebeu uma muda de soja como planta indicadora. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado, com 14 repetições para cada tratamento. Dessas repetições, sete foram avaliadas, após 30 dias de cultivo, quanto à presença de fêmeas de *H. glycines* no sistema radicular, conforme descrito no primeiro experimento. As outras sete foram avaliadas após 45 dias de cultivo quanto ao número de massas de ovos de *M. incognita* por sistema radicular. Para isso, as raízes foram submetidas à coloração com Floxina B (15 mg/L de água) durante 15 minutos, a fim de evidenciá-las.

O experimento foi fielmente repetido para a população composta por *H. glycines* e *M. javanica*. Ambos os experimentos foram repetidos uma vez. Os dados foram analisados usando o programa estatístico SAEG (11) e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1: Seleção de gramíneas forrageiras para o controle de *Heterodera glycines*.

No primeiro ensaio, pode-se observar que todas as gramíneas avaliadas promoveram redução significativa na população de *H. glycines*, com média máxima observada entre elas igual a 105,3 fêmeas/sistema radicular da soja cultivada após *Panicum maximum* cv. Vencedor e mínima igual a 39,7 fêmeas na soja cultivada após *Paspalum notatum* cv. Pensacola (Quadro 1). Já para o cultivo contínuo de soja a média de fêmeas obtida foi de 476,4. De fato, *P. notatum* tem apresentado resultados bastante satisfatórios para o controle de *H. glycines* nos Estados Unidos (22, 24, 39). Além desse, outros nematóides como *Meloidogyne* spp. e *Hoplolaimus galeatus* podem ser controlados através da rotação com essa gramínea (25, 39).

Quadro 1: Número de fêmeas de *Heterodera glycines*, observado no sistema radicular da soja cv. FT-Cristalina (planta indicadora) após o cultivo durante 60 dias de algumas gramíneas forrageiras, com dois processos de introdução do nematóide.

Tratamentos (precedendo a planta indicadora)	Número de fêmeas de <i>H. glycines</i> ¹	
	1º Ensaio ²	2º Ensaio ²
Soja cv. FT-Cristalina	476,4 a	579,28 a
Milho cv. BR-106	79,6 b	1,14 b
<i>Andropogon gayanus</i> cv. Planaltina	78,6 b	1,14 b
<i>Brachiaria brizantha</i>	63,4 b	1,14 b
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. MG-4	84,8 b	1,14 b
<i>Brachiaria decumbens</i>	61,0 b	0,71 b
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	97,3 b	1,14 b
<i>Panicum maximum</i> cv. Colômbia	62,7 b	1,57 b
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia	101,7 b	1,43 b
<i>Panicum maximum</i> cv. Vencedor	105,3 b	0,86 b
<i>Pennisetum purpurium</i> cv. Pioneiro	98,4 b	1,29 b
<i>Pennisetum purpurium</i> cv. Napier	76,3 b	1,29 b
<i>Pennisetum purpurium</i> cv. Elefante da Flórida	88,3 b	1,00 b
<i>Pennisetum americanum</i> cv. Milheto	82,3 b	0,86 b
<i>Paspalum notatum</i> cv. Pensacola	39,7 b	2,43 b
<i>Lolium multiflorum</i> (azevém)	74,7 b	1,00 b
<i>Setaria anceps</i>	85,7 b	3,00 b
C. V. (%)	25,8	34,4

¹Média de sete repetições; ² Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, 0,05; ² Dados transformados pela $\sqrt{(x+1)}$.

VALLE et al. (36) avaliaram o efeito de algumas dessas espécies e observaram significativa redução no número de cistos e de juvenis de *H. glycines* no solo, após o cultivo de *P. maximum* e *B. brizantha*, por período de 92 dias. Para *Andropogon gayanus*, apesar do número de cistos observado ter sido superior às demais gramíneas, foi também inferior à soja. Outras gramíneas, como aquelas usadas como culturas de inverno, também apresentam resultados satisfatórios para o controle de *H. glycines* (19, 37).

O milho, que é citado como uma das espécies mais utilizadas em rotação de culturas com soja, apresentando bons resultados no controle de *H. glycines* (07, 24, 38), confirmou sua eficiência em reduzir a população desse nematóide, uma vez que ele apresentou média de 79,6 fêmeas/sistema radicular da soja, contra 476,4 para soja cultivada após soja (Quadro 1). A eficiência do milho no controle do nematóide de cisto da soja também foi observada por outros pesquisadores (13, 21, 29, 33). Segundo SCHMITT & RIGGS (32), os juvenis de segundo estágio desse nematóide, não conseguem penetrar o sistema radicular do milho. Para GALERANI (12), a rotação de soja com milho e sorgo por um ou dois anos, reduz a população deste nematóide em até 90%, permitindo inclusive o plantio de cultivares suscetíveis de soja após essas culturas. TREVATHAN & ROBBINS (35) citam, além do milho, o sorgo para o controle de *H. glycines*, no entanto, alertam para o fato de que outros fitonematóides podem multiplicar-se no sorgo.

Quando se realizou a inoculação direta das gramíneas com ovos de *H. glycines*, o número de fêmeas (1,43 e 0,86 fêmeas/sistema radicular da soja cultivada após *P. maximum* cv. Tanzânia e Vencedor, respectivamente) foi bastante inferior quando comparado aos primeiros resultados (101,7 e 105,3, respectivamente) e ao cultivo contínuo de soja, em que se observou 579,3 fêmeas. Isso indica que o número de fêmeas observado após o cultivo das gramíneas do primeiro ensaio foi devido à sobrevivência dos nematóides no solo, e não pela multiplicação dos mesmos nas gramíneas. De fato, os cistos são estruturas que possibilitam a sobrevivência de *H. glycines* no solo, por períodos relativamente longos (21).

Os resultados obtidos para as gramíneas aqui avaliadas vem confirmar a potencialidade dessas espécies em serem usadas em rotação de culturas para o controle de *H. glycines*. Como já observado por alguns pesquisadores (20, 32), gramíneas, de uma forma geral, são resistentes à penetração por esse nematóide. O período que o nematóide ficou exposto às gramíneas foi relativamente curto, apenas 60 dias, e ainda assim, as reduções foram bastante expressivas. Talvez, um período maior de rotação com

gramíneas forrageiras pudesse levar à recuperação de áreas comprometidas pelo nematóide, além de aumentar a produção da soja na área rotacionada. Para SASSER & UZZELL Jr. (30), quanto maior for o tempo de cultivo da espécie não hospedeira, maior será a produção de soja plantada posteriormente, além disso, a dormência de *H. glycines* pode ser reduzida ou quebrada através de rotação de culturas com plantas não hospedeiras (31). No Brasil, isso pode ser otimizado devido ao fato do nematóide encontrar condições de temperatura e umidade favoráveis à eclosão durante quase todo o ano.

Experimento 2: Manejo de populações mistas de *Heterodera glycines*-*Meloidogyne incognita* e *H. glycines*-*M. javanica* através do cultivo de gramíneas forrageiras.

Observou-se que o número de fêmeas de *H. glycines* foi estatisticamente igual para todos os tratamentos em que se realizou a rotação de cultura de soja com gramíneas, diferindo sempre da testemunha (cultivo contínuo de soja). Resultados semelhantes foram observados para massas de ovos de *M. javanica* e *M. incognita*, com exceção daquelas registradas no primeiro ensaio, nas quais as médias não apresentaram diferença estatística entre si (Quadros 2 e 3). Porém, isso se explica pelo fato de que, nos tratamentos em que se realizou o cultivo sucessivo de soja, os sistemas radiculares dessas plantas apresentaram-se parcialmente destruídos e necrosados, dificultando as avaliações de massas de ovos para ambas as espécies. O efeito da rotação das gramíneas sobre as populações dos nematóides pôde ser visivelmente notado durante a condução do experimento. Quando se cultivou soja após soja, as plantas do terceiro ciclo estavam com tamanho muito inferior àquelas cultivadas após qualquer uma das gramíneas. Além disso, no momento das avaliações, o colo das plantas já se encontrava com início de necrose, resultado do avanço da destruição do sistema radicular pelos nematóides. Apesar de não ter sido realizado estudo do efeito da população mista sobre a produção de soja, os resultados possivelmente confirmariam aqueles obtidos por ROSS (28), onde a ocorrência de *M. incognita* e *H. glycines* numa mesma área causou efeito aditivo na redução da produção de soja.

O efeito de gramíneas sobre os nematóides, em populações monoespecíficas, começou a ser investigado na década de 60, quando WINCHESTER & HAYSLIP (41) observaram que dois meses de cultivo de *Digitaria decumbens* cv. Pangola, causavam declínio no número de juvenis de *M. incognita*. Ainda nesta década, Scheffer et al. (1962), citado por HUANG (17), extraíram pirocatecol a partir de *Eragrotis curvula*

Quadro 2: Número de fêmeas de *Heterodera glycines* e de massas de ovos de *Meloidogyne incognita*, obtidas em raízes de soja cultivada após os respectivos tratamentos¹.

Tratamentos (precedendo a planta indicadora)	Fêmeas de <i>H. glycines</i> ²		Massas de ovos <i>M. incognita</i> ²	
	1ª Repetição ³	2ª Repetição ³	1ª Repetição ³	2ª Repetição ³
Soja 'FT-Cristalina'	227,3 a	161,3 a	10,3 a *	64,9 a
<i>Brachiaria brizantha</i>	2,4 b	1,0 b	2,6 b	12,1 b
<i>Brachiaria brizantha</i> 'MG-4'	0,3 b	2,0 b	1,4 b	16,4 b
<i>Brachiaria decumbens</i>	1,1 b	1,9 b	2,7 ab	10,6 b
<i>Panicum maximum</i> 'Colonião'	2,4 b	2,4 b	3,3 ab	9,9 b
<i>Andropogon gayanus</i> 'Planaltina'	1,3 b	1,4 b	5,4 ab	16,7 b
C.V. (%)	34,1	40,4	40,2	38,7

¹ Média de sete repetições; ² Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey, 0,05; ³ Dados transformados pela $\sqrt{(x+1)}$; * Raízes parcialmente destruídas e necrosadas.

Quadro 3: Número de fêmeas de *Heterodera glycines* e de massas de ovos de *Meloidogyne javanica*, obtidas em raízes de soja cultivada após os respectivos tratamentos¹.

Tratamentos (precedendo a planta indicadora)	Fêmeas de <i>H. glycines</i> ²		Massas de ovos <i>M. javanica</i> ²	
	1ª Repetição ³	2ª Repetição ³	1ª Repetição ³	2ª Repetição ³
Soja 'FT-Cristalina'	217,4 a	427,1 a	23,1 a *	103,7 a
<i>Brachiaria brizantha</i>	4,1 b	14,3 b	6,6 ab	10,6 b
<i>Brachiaria brizantha</i> 'MG-4'	11,7 b	33,1 b	10,9 ab	10,4 b
<i>Brachiaria decumbens</i>	2,7 b	30,6 b	2,9 b	12,9 b
<i>Panicum maximum</i> 'Colonião'	6,6 b	38,4 b	1,6 b	10,3 b
<i>Andropogon gayanus</i> 'Planaltina'	2,7 b	32,1 b	4,0 ab	14,7 b
C.V. (%)	60,3	31,9	65,7	28,3

¹ Média de sete repetições; ² Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey, 0,05; ³ Dados transformados pela $\sqrt{(x+1)}$; * Raízes parcialmente destruídas e necrosadas.

(capim-chorão), o qual apresentou atividade nematicida sobre *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. hapla*. O potencial de *D. decumbens* cv. Pangola para o controle de *M. incognita* também foi explorado nos trabalhos realizados por HAROON & SMART (14, 15).

No Brasil, BRITO & FERRAZ (04) desenvolveram trabalho a fim de selecionar gramíneas com propriedades antagônicas a *M. javanica*. Dentre as diversas gramíneas avaliadas mostraram-se mais promissoras *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *D. decumbens* cv. Pangola, *E. curvula* e *P. maximum* cv. Guiné. BRITO & FERRAZ (05) registraram ainda, apenas a ocorrência de juvenis de segundo estágio no sistema radicular de *B. decumbens* e *P. maximum* cv. Guiné, enquanto na testemunha ocorreu formação de fêmeas adultas. Resultados semelhantes foram observados por LENNÉ (18), nos quais espécies de *Brachiaria* e *Andropogon* atuaram como antagonistas a essa espécie de nematóide. Posteriormente, ASMUS & ANDRADE (01) confirmaram a alta resistência de *B. brizantha* e algumas cultivares de *P. maximum* à *M. javanica*. Nos trabalhos realizados por DIAS et al. (08, 09), com o objetivo de selecionar gramíneas para o controle de *M. incognita* e *M. javanica*, as cultivares de *Panicum maximum* e as espécies de *Brachiaria*, também possibilitaram reduções drásticas nas populações desses nematóides. No trabalho de seleção de gramínea para o controle de *M. javanica* (08), a média de massas de ovos por sistema radicular observada para a sucessão de soja foi de 2.393, enquanto para a rotação com *A. gayanus* cv. Planaltina a média foi de 51 massas de ovos/sistema radicular da soja e para as demais gramíneas avaliadas, *B. brizantha*, *B. brizantha* cv. MG-4, *B. decumbens* e *P. maximum* cv. Colônia, as médias de massas de ovos foram inferiores a 10. Resultados semelhantes foram obtidos para *M. incognita* (09).

Na implantação de um sistema de rotação de culturas visando o controle de populações mistas é muito importante determinar a suscetibilidade da espécie a ser introduzida aos nematóides presentes na área (23), evitando assim problemas futuros devido ao aumento na população desses parasitas. Os resultados do presente trabalho indicam o efeito positivo da rotação de cultura de soja com gramíneas forrageiras visando o controle de nematóides em populações mistas. RODRÍGUEZ-KÁBANA et al. (23) também obtiveram êxito no manejo da população mista de *H. glycines* e *M. arenaria*, em áreas produtoras de soja do Estado do Alabama, quando realizaram a rotação de soja com gramínea, *Sorghum bicolor* cv. Pioneer 8222. Ainda no Alabama, a rotação de cultura envolvendo dois anos de cultivo de *Paspalum notatum* possibilitou a redução de

H. glycines e *M. arenaria* a níveis indetectáveis (24). Além disso, no primeiro ano em que a soja seguiu a gramínea o aumento na produção chegou a 114%, quando comparada à monocultura. Redução na população de *H. glycines* e *Meloidogyne* spp. e aumento de 85% na produção de soja cultivada após essa gramínea foi obtido por WEAVER et al. (39). Tal aumento na produção é devido também as melhorias nas propriedades físicas do solo (22, 24, 25). Na região do cerrado brasileiro, o aumento na produção de soja cultivada após pastagem chegou a 127 Kg/ha/ano (34).

Esses resultados são muito importantes para o Brasil, pois enquanto na região do cerrado o cultivo da soja é bastante intenso e os problemas com nematóides são constantes, o uso de pastagens também é comum entre os produtores, o que facilita a implantação de programas de rotação envolvendo soja-gramíneas forrageiras. Da área do cerrado ocupada por pastagens, 85% é representada por *Brachiaria* spp. (34), espécie que, nesse trabalho, mostrou ser eficiente no controle das populações mistas. Cultivares de *Panicum maximum* também ocupam uma área representativa no cerrado. Além de controlar nematóides, a rotação de cultura de soja com gramíneas forrageiras possibilita a redução de doenças causadas por fungos de solo, fato comprovado por alguns pesquisadores (02, 06, 26).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ASMUS, G.L.; ANDRADE, P.J.M. Reprodução do nematóides de galhas em plantas forrageiras utilizadas em sistemas integrados de produção agropecuária. **EMBRAPA - Comunicado Técnico** nº 28, p.1-5, 1998.
02. BRENNEMAN, T.B.; SUMNER, D.R.; BAIRD, R.E.; BURTON, G.W.; MINTON, N.A. Suppression of foliar and soilborne peanut diseases in bahiagrass rotations. **Phytopathology**, St Paul, v. 85, p. 948-952, 1995.
03. BONETI, J.I.S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 3, p. 553, 1987.
04. BRITO, J.A.; FERRAZ, S. Seleção de gramíneas antagonistas a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 11, p. 260-269, 1987a.
05. BRITO, J.A.; FERRAZ, S. Antagonismo de *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum* cv. 'Guiné' a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 11, p. 270-285, 1987b.

06. COSTA, J.J.; BARROS, R.G. Avaliação de braquiárias para indução da supressividade à podridão radicular seca do feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, suplemento, p. 367, 2001.
07. DIAS, W.P.; FERRAZ, S.; LIMA, R.D. Efeito de algumas espécies vegetais sobre a população de *Heterodera glycines* Ichinohe, em casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 370, 1995.
08. DIAS, C.R.; FERRAZ, S.; SCHWAN, A.V.; LOPES, E.A. Efeito do cultivo de gramíneas forrageiras sobre a população de *Meloidogyne javanica*, em condições de casa-de-vegetação. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 113, 2001.
09. DIAS, C.R.; FERRAZ, S.; LOPES, E.A. Avaliação do efeito do cultivo de gramíneas forrageiras sobre a população de *Meloidogyne incognita*, no solo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, suplemento, p. 505, 2001.
10. EISENBACK, J.D. Interactions among concomitant populations of nematodes. In: SASSER, J.N.; CARTER, C.C. (Eds.). **An advanced treatise on Meloidogyne**. Raleigh: North Caroline State University Graphics. 1985. v. 6 Biology and Control, p.193-213.
11. EUCLIDES, R.F. **Sistema para análise estatística e genética**: SAEG. Viçosa, MG. 1983. 57p.
12. GALERANI, P.R. Manejo da cultura para controle de nematóides do cisto da soja e aspectos envolvidos na sua difusão. In: **SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE O NEMATÓIDE DO CISTO DA SOJA**, 1, 1994, Brasília. **Anais...** Brasília: SBN, 1994. p. 100-112.
13. GARCIA, A.; SILVA, J.F.V. Rotação e sucessão de culturas para redução populacional do nematóide de cisto da soja, *Heterodera glycines*. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA**, 20, 1997. Gramado, RS. **Anais...** Gramado: SBN/UFP, 1997. p.59.
14. HAROON, S.; SMART Jr., G.C. Development of *Meloidogyne incognita* inhibited by *Digitaria decumbens* cv. Pangola. **Journal of Nematology**, Florida, v. 15, n. 1, p.102-105, 1983.
15. HAROON, S.; SMART Jr., G.C. Root extracts of Pangola digitgrass affect egg hatch and larval survival of *Meloidogyne incognita*. **Journal of Nematology**, Florida, v.15, n.4, p. 646-649, 1983.
16. HEALD, C.M. Classical nematode management practices. In: VEECH, J.A., DICKSON, D.W. (Eds.). **Vistas on Nematology: a commemoration of the twenty fifth anniversary of the Society of Nematologists**. 1987. p.100-104.
17. HUANG, C.S. Formation, anatomy and physiology of giant cells induced by root-knot nematodes. In: SASSER, J. N.; CARTER, C.C. (Eds.). **An advanced treatise on Meloidogyne**. Raleigh: North Caroline State University Graphics. 1985. v.6: Biology and Control, p.155-174.

18. LENNÉ, J.M. Controlling *Meloidogyne javanica* on *Desmodium ovalifolium* with grasses. **Plant Disease**, St. Paul, v. 65, n. 11, p. 870-871, 1981.
19. PEDERSEN, J.F.; RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. Winter grass crop effects on nematodes and yield of double cropped soybean. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.131, n. 2, p. 287-291, 1991.
20. RIGGS, R.D. Nonhost root penetration by soybean cyst nematode. **Journal of Nematology**, Florida, v. 19, n. 2, p. 251-254, 1987.
21. RIGGS, R.D.; WRATHER, J.A. **Biology and management of the soybean cyst nematode**. Florida: The American Phytopathological Society, 1992. 186p.
22. RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; WEAVER, D.B.; GARCÍA, R.; ROBERTSON, D.G.; CARDEN, E.L. Bahiagrass for the management of root-knot and cyst nematodes in soybean. **Nematropica**, Auburn, v. 19, n. 2, p. 185-193, 1989.
23. RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; WEAVER, D.B.; ROBERTSON, D.G.; KING, P.S.; CARDEN, E.L. Sorghum in rotation with soybean for the management of cyst and root-knot nematodes. **Nematropica**, Auburn, v. 20, n. 2, p. 111-119, 1990.
24. RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; WEAVER, D.B.; ROBERTSON, D.G.; CARDEN, E.L.; PEGUES, M.L. Additional studies on the use of bahiagrass for the management of root-knot and cyst nematodes in soybean. **Nematropica**, Auburn, v. 21, n. 2, p.203-210, 1991.
25. RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; ROBERTSON, D.G.; BANNON, J. Bahiagrass-cotton rotations and the management of *Meloidogyne incognita* and *Hoplolaimus galeatus*. **Nematropica**, Auburn, v. 23, n. 2, p. 141-147, 1993.
26. RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; KOKALIS-BURELLE, N.; ROBERTSON, D.G.; KING, P.S.; WELLS, L.W. Rotations with coastal bermudagrass, cotton, and bahiagrass for management of *Meloidogyne arenaria* and southern blight in peanut. **Journal of Nematology**, Florida, v. 26, n. 4S, p. 665-668, 1994.
27. ROSS, J.P. Crop rotation effects on the soybean cyst nematode population and soybean yields. **Phytopathology**, St. Paul, v. 52, p. 815-818, 1962.
28. ROSS, J.P. Interaction of *Heterodera glycines* and *Meloidogyne incognita* on soybeans. **Phytopathology**, St. Paul, v. 54, p. 304-307, 1964.
29. SASSER, J.N. **Plant parasitic nematodes: the farmer's hidden enemy**. Raleigh. North Caroline State University Graphics, 1989. 115p.
30. SASSER, J.N.; UZZELL Jr., G. Control of the soybean cyst nematode by crop rotation in combination with a nematicide. **Journal of Nematology**, Florida, v.23, n. 3, p. 344-347, 1991.
31. SCHMITT, D.P. Management of *Heterodera glycines* by cropping and cultural practices. **Journal of Nematology**, Florida, v. 23, n.3, p. 348-352, 1991.

32. SCHMITT, D.P.; RIGGS, R.D. Influence of selected plant species on hatching of eggs and development of juveniles of *Heterodera glycines*. **Journal of Nematology**, Florida, v. 23, n. 1, p. 1-6, 1991.
33. SHARMA, R.D. Manejo de nematóide de cisto da soja. In: **SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE O NEMATÓIDE DO CISTO DA SOJA**, 1, 1994, Brasília. **Anais...** Brasília: SBN, 1994. p.113-124.
34. SPAIN, J.M.; AYARZA, M.A.; VILELA, L. Crop pasture rotations in the Brazilian cerrados. In: **SIMPÓSIO SOBRE CERRADO**, 13, 1996, Planaltina. **Anais...** Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1996. p.39-45.
35. TREVATHAN, L.E.; ROBBINS, J.T. Yield of sorghum and soybean, grown as monocrops and in rotation, as affected by insecticide and nematicide applications. **Nematropica**, Auburn, v. 25, n. 2, p. 125-134, 1995.
36. VALLE, L.A.C.; FERRAZ, S.; DIAS, W.P.; TEIXEIRA, D.A. Controle do nematóide de cisto da soja, *Heterodera glycines* Ichinohe, com gramíneas forrageiras. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 1-11, 1996.
37. VARGAS-AYALA, R.; RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. Bioremediative management of soybean nematode population densities in crop rotations with velvetbean, cowpea, and winter crops. **Nematropica**, v. 31, n. 1, p. 37-46, 2001.
38. WEAVER, D.B.; RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; ROBERTSON, D.G.; AKRIDGE, R.L.; CARDEN, E.L. Effect of crop rotation on soybean in a field infested with *Meloidogyne arenaria* and *Heterodera glycines*. **Annals of Applied Nematology**, Florida, v. 2, n. 2, p. 106-109, 1988.
39. WEAVER, D.B.; RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; CARDEN, E.L. Velvetbean and bahiagrass as rotation crops for management of *Meloidogyne* spp. and *Heterodera glycines* in soybean. **Journal of Nematology**, Florida, v. 30, n. 4S, p. 563-568, 1998.
40. WHITEHEAD, A.G. **Plant nematode control**. Cambridge: University Press, 1998. 384p.
41. WINCHESTER, J.A.; HAYSLIP, N.C. The effect of land management practices on the root knot nematode, *Meloidogyne incognita acrita*, in South Florida. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v. 73, p.100-104, 1960.

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO DA INCORPORAÇÃO DA PARTE AÉREA DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS SOBRE A POPULAÇÃO DE FITONEMATÓIDES

Dias-Arieira, C.R., Ferraz, S., Freitas, L.G. Avaliação da incorporação da parte aérea de gramíneas forrageiras sobre a população de fitonematóides. *Summa Phytopathologica*.

RESUMO

O cultivo de gramíneas forrageiras visando a redução de nematóides através de rotação de culturas tem apresentado resultados promissores, no entanto, pouco é sabido sobre o efeito da incorporação da parte aérea dessas espécies sobre a população de nematóides. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da incorporação da parte aérea de *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *Panicum maximum* cv. Guiné, *Andropogon gayanus* cv. Planaltina sobre a população de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Heterodera glycines*. No primeiro experimento, tomateiro e soja foram inoculados com *M. incognita* ou *M. javanica* e *H. glycines*, respectivamente. Após 30 e 45 dias de cultivo da soja e do tomateiro, a parte aérea das plantas foi descartada e incorporaram-se oito gramas/vaso da parte aérea das gramíneas forrageiras e de soja, como testemunha. Decorridos 30 dias, mudas de tomateiro e soja, plantas indicadoras de *Meloidogyne* spp. e *H. glycines*, respectivamente, foram transplantadas para os vasos. Posteriormente, essas espécies foram avaliadas quanto ao número de massas de ovos e ovos de *M. incognita* e *M. javanica* e fêmeas de *H. glycines*. No segundo experimento, as gramíneas foram transplantadas para os vasos contendo solo infestado. Parte delas foi cultivada por 30 dias com posterior incorporação de sua parte aérea. As demais plantas foram cultivadas continuamente por 60 dias. A avaliação foi realizada como no primeiro experimento. No primeiro experimento, não se observou redução em nenhuma espécie de nematóide frente aos tratamentos aplicados. No segundo experimento, o cultivo contínuo de soja e de *A. gayanus* cv. Planaltina propiciaram significativa reprodução de *M. incognita* e *M. javanica*. A incorporação das gramíneas, em geral, não diferiu estatisticamente da incorporação da testemunha. Além disso, para a maioria dos tratamentos, a adição da parte aérea das gramíneas não reduziu a população dos nematóides quando comparada ao cultivo contínuo das mesmas.

Palavras-chave adicionais: controle, decomposição, matéria orgânica, *Meloidogyne*, *Heterodera glycines*.

ABSTRACT

Crop rotation with forage grasses for nematode control have presented promising results, however, little is known about the effect of the incorporation of plant shoots to the soil on nematode populations. This work had the objective to evaluate the effect of the incorporation of *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *Panicum maximum* cv. Guiné and *Andropogon gayanus* cv. Planaltina shoots on *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *Heterodera glycines* population. In the first trial, tomato and soybean were inoculated with *M. incognita*, *M. javanica* and *H. glycines*, respectively. After 30 and 45 days of cultivating soybean and tomato, respectively, the plants shoots were discarded and 8 g of shoots of the forage grasses were incorporated in the soil of each pot. Soybean shoots were incorporated as control. After 30 days, tomato and soybean seedlings were transplanted to pots as indicators of *Meloidogyne* and *Heterodera* development, respectively. Later, the numbers of egg masses, the number of eggs of *M. incognita* and *M. javanica* and number of *H. glycines* females were evaluated. In the second trial, the grasses were transplanted to the pots containing infested soil. Half of the plants were cultivated for 30 days, and then their shoots were incorporated. The other half was cultivated continuously for 60 days. The parameters evaluated were the same of the first trial. There was no reduction in the nematodes populations after incorporation in the first trial. In the second trial, the cultivation of soybean and *A. gayanus* cv. Planaltina promoted the reproduction of *M. incognita* and *M. javanica*. The grass shoots incorporations reduced the nematode populations when compared with the non-incorporated soybean treatments. There was no difference among all the incorporation treatments. Moreover, the incorporation of the forage shoots didn't differ from their continuous cropping to control the nematodes.

Additional keywords: control, decomposition, organic amendments, *Meloidogyne*, *Heterodera glycines*.

INTRODUÇÃO

A adição de matéria orgânica ao solo com o objetivo de suprimir nematóides, tem sido assunto bastante explorado (01, 03, 13, 15, 17, 20). Diversas são as fontes de matéria orgânica comumente utilizadas, dentre elas casca de madeira (15, 17), lixo orgânico (12) e incorporação de plantas ou parte delas (01, 11, 20, 21). Segundo RODRÍGUEZ-KÁBANA (22), a eficácia do controle de nematóides pelo uso de matéria orgânica depende das propriedades físicas e químicas do material incorporado. Além disso, os compostos nematicidas podem ser liberados diretamente pelo processo de decomposição da matéria orgânica ou sintetizados pelos microrganismos envolvidos no processo de decomposição (03).

McSORLEY & FREDERICK (13) realizaram experimentos a fim de avaliar a flutuação na população de alguns grupos de nematóides quando se realiza a incorporação de diferentes materiais vegetais. Os autores constataram que houve redução dos nematóides parasitas de plantas para todos os tratamentos nos quais se realizou a incorporação, quando comparados ao controle, porém essa redução não foi conferida apenas ao uso de matéria orgânica, mas também à ausência dos hospedeiros desses nematóides. Por outro lado, observou-se aumento significativo dos nematóides de vida livre, em especial daqueles que se alimentam de fungos e bactérias.

O uso de gramíneas forrageiras em sistemas de rotação de cultura tem apresentado resultados bastante satisfatórios (24, 25, 26, 29). DIAS et al. (06, 07) realizaram experimentos a fim de selecionar espécies de gramíneas para o controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* e algumas espécies mostraram resultados bastante promissores. Alguns trabalhos têm explorado o potencial de controle de nematóides através da incorporação da parte aérea das gramíneas. MOJTAHEDI et al. (19) obtiveram a supressão de *M. chitwoodi* quando incorporaram ao solo a parte aérea de *Sorghum vulgare* var. *sudanense*. No entanto, no trabalho realizado por MacGUIDWIN & LAYNE (11), *S. vulgare* var. *sudanense* e *S. bicolor* x *S. vulgare* var. *sudanense* não promoveram a redução de *Pratylenchus* spp. Redução na população de nematóides fitoparasitas também foi obtida por McSORLEY & FREDERICK (13) quando incorporaram ao solo milho e panicum Texas (*Panicum texanum*). Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da incorporação da parte aérea de algumas espécies de gramíneas forrageiras sobre a população de *M. incognita*, *M. javanica* e *Heterodera glycines* no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos. No primeiro, mudas de tomateiro cv. Kadá, obtidas em bandejas de isopor contendo como substrato Plantmax®, foram transplantadas para vasos com 2,5 L de capacidade e inoculadas com 5.000 ovos de *M. incognita* ou *M. javanica*. Os ovos foram obtidos a partir de tomateiro cv. Kadá, mantido em casa de vegetação, e extraídos conforme a metodologia proposta por Hussey e Barker, adaptada por BONETI & FERRAZ (02). A suspensão de ovos foi calibrada usando câmara de Peters e microscópio estereoscópico. As plantas foram cultivadas por 45 dias; então a parte aérea foi cortada e descartada e o solo foi revolvido. A cada vaso foram incorporados oito gramas da parte aérea das gramíneas *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *Panicum maximum* cv. Guiné e *Andropogon gayanus* cv. Planaltina. Oito gramas da parte aérea de soja foram incorporados como testemunha. O material permaneceu em decomposição no solo durante 30 dias. Decorrido este período, mudas do tomateiro cv. Kadá foram transplantadas para os vasos (como planta indicadora) e cultivadas durante 45 dias. O sistema radicular das plantas foi coletado e avaliado quanto ao número de massas de ovos e ovos. Para a avaliação das massas de ovos, as mesmas foram coloridas com Floxina B 0,015%, durante 15 minutos, a fim de evidenciá-las. Os ovos foram extraídos segundo a metodologia proposta por Hussey e Barker, adaptada por BONETI & FERRAZ (02), e contados usando câmara de Peters e microscópio estereoscópico. O experimento foi conduzido da mesma forma para *H. glycines*, porém, a inoculação foi feita em mudas de soja, também com 5.000 ovos, e essas foram cultivadas durante 30 dias. Para esse experimento, o inóculo foi obtido de soja cv. FT-Cristalina cultivada em solo naturalmente infestado com o nematóide, obtido do município de Nova Ponte/MG, mantido em casa de vegetação. Para extração dos ovos, as raízes foram coletadas e colocadas sobre peneira de 0,85 mm de abertura (20 mesh) acoplada a de 0,15 mm (100 mesh) e lavadas com jato forte de água. Fêmeas retidas na peneira de 0,15 mm foram cuidadosamente esmagadas, por fricção com tubo de ensaio, e os ovos liberados foram recolhidos em peneira de 0,026 mm (500 mesh), preparando-se então a suspensão de ovos, usando câmara de Peters e microscópio estereoscópico. A incorporação da parte aérea das plantas foi realizada conforme descrito anteriormente e, após 30 dias, mudas de soja cv. FT-Cristalina foram transplantadas para os vasos como planta indicadora. Após 30 dias de cultivo, o sistema radicular foi coletado e avaliado quanto ao número de fêmeas. As fêmeas foram extraídas conforme descrito acima e

contadas usando placa quadriculada e microscópio estereoscópico. Os experimentos foram conduzidos em delineamentos inteiramente casualizados, com oito repetições. As médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

No segundo experimento, mudas de soja e tomateiro foram transplantadas, inoculadas e cultivadas por 30 e 45 dias, respectivamente, conforme descrito anteriormente. Porém, decorridos esses períodos, mudas das espécies *B. brizantha*, *B. decumbens*, *P. maximum* cv. Guiné, *A. gayanus* cv. Planaltina e soja cv. FT-Cristalina foram transplantadas para os vasos. Os tratamentos constaram de 14 repetições, sendo que após 30 dias de cultivo dessas plantas, em sete repetições de cada tratamento, a parte aérea das plantas foi cortada e incorporada ao solo, permanecendo por mais 30 dias em decomposição. As plantas que ficaram nos vasos remanescentes foram cultivadas por mais 30 dias. Após esse período, a parte aérea das plantas foi cortada e descartada e o solo foi revolvido. Então, todos os vasos receberam uma muda de tomateiro ou soja como planta indicadora das espécies de *Meloidogyne* spp. e *H. glycines*, respectivamente. Essas foram cultivadas e avaliadas conforme descrito no primeiro experimento. Os experimentos foram conduzidos em delineamentos inteiramente casualizados, com sete repetições. Os dados foram analisados através de fatorial 5 x 2, sendo cinco espécies vegetais e dois métodos de cultivo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento em que se incorporou a parte aérea das plantas sem o cultivo das mesmas, nenhuma diferença estatística foi encontrada para qualquer um dos tratamentos avaliados, quando comparados à testemunha (incorporação da parte aérea de soja) (Tabela 1). Confrontando os resultados com aqueles obtidos para o controle de nematóides através do cultivo de gramíneas forrageiras, realizado por DIAS et al. (06, 07), pode-se supor que o maior efeito dessas espécies em reduzir as populações de nematóides está no cultivo das mesmas e que, aparentemente, a parte aérea dessas plantas não exerce nenhum efeito sobre *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* ou *Heterodera glycines*.

Tanto os nematóides formadores de galhas, quanto aqueles formadores de cistos, possuem estruturas que permitem sua sobrevivência por determinados períodos no solo,

Tabela 1 - Números de massas de ovos e de ovos de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* e de fêmeas de *Heterodera glycines*, em tomateiro e soja, respectivamente, após a incorporação de oito gramas/vaso da parte aérea das gramíneas forrageiras*.

Tratamentos (precedendo a planta indicadora)	<i>M. incognita</i>		<i>M. javanica</i>		<i>H. glycines</i>
	Massas ¹	Ovos ²	Massas ¹	Ovos ²	Fêmeas ¹
Soja cv. FT-Cristalina	224,1 ^{ns}	34377,5 ^{ns}	644,2 ^{ns}	58777,5 ^{ns}	14,25 ^{ns}
<i>Brachiaria brizantha</i>	240,2	29217,5	404,9	32441,2	4,12
<i>Brachiaria decumbens</i>	224,1	36601,2	395,5	36851,2	10,25
<i>Panicum maximum</i> cv. Guiné	235,6	28486,9	576,1	60331,2	6,00
<i>Andropogon gayanus</i> cv. Planaltina	190,7	28485,2	445,1	42344,4	13,00
CV (%)	35,9	8,2	31,2	10,1	45,2

*Média de oito repetições; ^{ns} Não significativo pelo teste de Tukey, a 0,05.

¹Valores transformados pela $\sqrt{(n+1)}$; ²Valores transformados por $\log(n+1)$.

são essas as massas de ovos e os cistos, respectivamente. Uma técnica de manejo que proporcionasse a redução da viabilidade dessas estruturas seria de suma importância no controle desses patógenos. Neste aspecto, algumas plantas, quando incorporadas ao solo, mostraram resultados promissores, como é o caso de espécies de *Crotalaria* e *Mucuna* (03, 18, 23). SINGH & SITARAMAIAH (27) acreditam que populações de nematóides podem ser suprimidas pelos sub-produtos da decomposição de matéria orgânica ou pelos microrganismos por ela estimulados, mas admitem que nenhum mecanismo de ação foi evidenciado.

A liberação de compostos tóxicos seria a ação direta da decomposição e, provavelmente, resultaria numa rápida redução dos nematóides, uma vez que, em condições de alta temperatura e umidade, a decomposição de material vegetal no solo é otimizada. Neste experimento, por exemplo, após 30 dias da incorporação o material já estava totalmente decomposto. Já a alteração na microbiologia do solo, seria resultado obtido a longo prazo, com a incorporação periódica de material vegetal, para que os novos organismos pudessem se estabelecer. Os resultados aqui apresentados permitem concluir que não houve liberação de compostos tóxicos com atividade nematicida, ou se houve, não foi em concentrações que pudessem promover a redução de *Meloidogyne* spp. e *H. glycines* no solo. Quanto à alteração na composição biológica do solo, nenhuma conclusão pode ser tirada, uma vez que o período de decomposição da matéria orgânica

foi relativamente curto (30 dias) e novas incorporações não foram realizadas. Entretanto, maior período de permanência desse material no solo, com ausência da planta hospedeira, poderia promover a redução dos nematóides simplesmente pelo fato de os juvenis eclodirem e não encontrarem sua fonte de alimentação, como foi sugerido por McSORLEY & FREDERICK (13).

No segundo experimento, observou-se que, para *H. glycines*, quando a soja foi cultivada com ou sem incorporação, as médias foram superiores aos tratamentos com gramíneas forrageiras (Tabela 2). Porém, a incorporação da parte aérea de soja não exerceu efeito adicional se comparada ao cultivo contínuo da mesma (Tabela 3). No tratamento em que a soja foi incorporada registraram-se 547,1 fêmeas, número este bastante significativo quando comparado aos tratamentos que promoveram as maiores reduções do nematóide, como o cultivo seguido da incorporação de *B. decumbens* (51,3 fêmeas). Para as gramíneas, não houve diferença estatística entre os tratamentos nos quais elas foram cultivadas por dois meses e quando foram cultivadas por um mês com posterior incorporação da parte aérea. Isso, mais uma vez, demonstra que a parte aérea dessas espécies não exerceu nenhum efeito sobre a população de *H. glycines*.

Comparando o efeito das diferentes gramíneas frente a população de *M. incognita*, observou-se diferença estatística apenas no parâmetro número de ovos quando se incorporou *A. gayanus* cv. Planaltina, contudo o número de massas de ovos foi estatisticamente igual à testemunha. No entanto, o cultivo contínuo de *A. gayanus* cv. Planaltina possibilitou maior reprodução deste nematóide quando comparado ao cultivo contínuo das demais gramíneas. Observou-se porém, que a reprodução de *M. incognita* nessa espécie (240,6 massas de ovos/sistema radicular do tomateiro) foi significativamente inferior àquela observada para o cultivo de soja (571,4 massas) (Tabela 2).

Dentro de cada tratamento, quando se comparou o cultivo contínuo com o cultivo seguido da incorporação (Tabela 3), observou-se que os resultados variaram conforme a gramínea incorporada. Para *B. brizantha* e *B. decumbens*, não houve diferença significativa entre os dois métodos de cultivo, enquanto para *P. maximum* cv. Guiné e *A. gayanus* cv. Planaltina a incorporação da parte aérea promoveu significativa redução na população de *M. incognita*.

Para *M. javanica*, quando a soja foi cultivada continuamente, houve uma completa destruição do sistema radicular do tomateiro usado como planta indicadora,

Tabela 2 - Massas de ovos e ovos de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* e fêmeas de *Heterodera glycines*, em tomateiro e soja, respectivamente, após o cultivo ou cultivo e incorporação das plantas*.

Método de cultivo	Tratamentos (precedendo a planta indicadora)	<i>M. incognita</i> ¹		<i>M. javanica</i> ¹		<i>H. glycines</i> ¹
		Massas ²	Ovos ³	Massas ²	Ovos ³	Fêmeas ²
Cultivo contínuo	Soja cv. FT-Cristalina	571,4 a	73023 a	**	**	688,6 a
	<i>Brachiaria brizantha</i>	67,1 c	8375 ab	43,3 b	2150 ab	51,4 bc
	<i>Brachiaria decumbens</i>	4,4 c	716 b	77,7 b	1632 b	36,6 c
	<i>Panicum maximum</i> cv. Guiné	24,6 c	5023 ab	29,7 b	1079 b	64,3 bc
	<i>Andropogon gayanus</i> cv. Planaltina	240,6 b	29827 a	742,0 a	31268 a	92,3 b
CV (%)		51,1	21,3	70,8	23,5	27,1
Cultivo e incorporação	Soja FT-Cristalina	0,3 a	696 ab	38,7 a	3282 a	547,1 a
	<i>Brachiaria brizantha</i>	7,6 a	2379 a	34,7 ab	6890 a	75,4 bc
	<i>Brachiaria decumbens</i>	6,8 a	1517 ab	3,8 ab	949 a	51,3 c
	<i>Panicum maximum</i> cv. Guiné	0,6 a	518 ab	3,0 b	1044 a	82,8 bc
	<i>Andropogon gayanus</i> cv. Planaltina	0,3 a	125 b	10,4 ab	1065 a	105,1 b
CV (%)		82,7	64,1	67,1	42,6	27,1

*Média de sete repetições; ¹ Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, 0,05; ² Valores transformados pela $\sqrt{(n+1)}$; ³ Valores transformados por $\log(n+1)$.

**O sistema radicular da planta estava totalmente destruído, impossibilitando a avaliação.

Tabela 3 - Massas de ovos e ovos de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* e de fêmeas de *Heterodera glycines*, em diferentes plantas sujeitas a dois tratamentos: cultivo ou cultivo e incorporação das plantas¹.

Tratamento	Método de cultivo	<i>M. incognita</i>		<i>M. javanica</i>		<i>H. glycines</i>
		massas	ovos	massas	ovos	Fêmeas
Soja	Cultivo	571,4 *	73023 *	**	**	688,6 ^{ns}
	Cultivo + incorporação	0,3	696	38,7	3282	547,1
<i>Brachiaria brizantha</i>	Cultivo	67,1 ^{ns}	8375 ^{ns}	43,3 ^{ns}	2150 ^{ns}	51,4 ^{ns}
	Cultivo + incorporação	7,6	2379	34,7	6890	75,4
<i>Brachiaria decumbens</i>	Cultivo	4,4 ^{ns}	716 ^{ns}	77,7 ^{ns}	1632 ^{ns}	36,6 ^{ns}
	Cultivo + incorporação	6,8	1517	3,8	949	51,3
<i>P. maximum</i> cv. Guiné	Cultivo	24,6 *	5023 *	29,7 *	1079 ^{ns}	64,3 ^{ns}
	Cultivo + incorporação	0,6	518	3,0	1044	82,8
<i>A. gayanus</i> cv. Planaltina	Cultivo	240,6 *	29827 *	742,0 *	31268 *	92,3 ^{ns}
	Cultivo + incorporação	0,3	125	10,4	1065	105,1

¹Média de sete repetições; * Médias, nas colunas, diferem entre si pelo teste F; ^{ns} Não significativo pelo teste F.

**O sistema radicular da planta estava totalmente destruído, impossibilitando a avaliação.

impossibilitando a avaliação deste tratamento. Quando se realizou a incorporação da parte aérea das diferentes plantas, não houve diferença estatística entre o número de ovos (Tabela 2). Redução significativamente inferior à testemunha foi observada apenas no número de massas de ovos deste nematóide quando submetivo ao tratamento com a parte aérea de *P. maximum* cv. Guiné. Observou-se ainda que, o cultivo contínuo de *A. gayanus* cv. Planaltina também propiciou a reprodução de *M. javanica*, cujas médias de massas de ovos e ovos no tomateiro cultivado após este tratamento foram 742,0 e 31.268, respectivamente, contra 29,7 e 1.079 observados após o cultivo contínuo de *P. maximum* cv. Guiné. De fato, no trabalho realizado por DIAS-ARIEIRA et al. (08), esta gramínea possibilitou a formação de fêmeas com ovos, tanto para *M. javanica* quanto para *M. incognita*. Observou-se, através dos resultados da Tabela 3, que apenas a incorporação de *A. gayanus* cv. Planaltina promoveu significativa redução no número de massas de ovos e ovos de *M. javanica*.

CHEEKE (04) realizou um estudo a fim de determinar as toxinas produzidas por gramíneas forrageiras e constatou que dentre as toxinas intrínsecas produzidas estavam os glicosídeos cianogênicos, produzidos por diferentes espécies de sorgo, e os oxalatos e as saponinas, produzidos por gramíneas tropicais, como *Brachiaria* e *Panicum*. Porém, o autor não avaliou o efeito dessas substâncias sobre os fitonematóides. No trabalho realizado por SIPES & ARAKAKI (28), a incorporação das gramíneas *Triticum aestivum* cv. Blizzard e *Lolium multiflorum* cv. Alamo reduziu significativamente a população de *M. javanica*. Os autores acreditam que durante a decomposição dessas espécies, substâncias tóxicas possam ter sido liberadas no solo.

Em geral, para os diferentes tratamentos, a incorporação da parte aérea das gramíneas não apresentou efeito significativo sobre as três espécies de nematóides, quando comparada ao cultivo contínuo das mesmas (Tabela 3). Contudo, vale salientar que, a matéria orgânica incorporada ao solo pode melhorar as características físicas e químicas. CREAMER & BALDWIN (05) avaliaram a produção de biomassa de diferentes espécies usadas em cobertura de verão e observaram que as gramíneas são bastante eficientes neste aspecto, com produção de 3918 e 8792 kg/ha para *Echinochloa frumentacea* (milheto japonês) e para *Sorghum bicolor* x *S. sudanense*, respectivamente.

Os resultados obtidos a partir de trabalhos que exploram a incorporação de matéria orgânica ao solo, geralmente, são bastante inconsistentes. O efeito nematicida de diferentes espécies vegetais sobre o nematóide *Xiphinema americanum* foi avaliado por ABALLAY et al. (01). Dentre as espécies avaliadas encontravam-se *Brassica napus* e

Tagetes patula, espécies essas que já tiveram seu efeito nematicida comprovado em outros trabalhos, como HELBRENDT (09) e INSUNZA & ABALLAY (10), respectivamente. Nesse trabalho, apenas *Cosmos bipinnatus* teve seu efeito nematicida atribuído a compostos presentes na parte aérea (folhas, caules e flores).

O uso da parte aérea de sorgo também apresentou resultados contraditórios. MOJTAHEDI et al. (19) obtiveram redução na migração de juvenis de *Meloidogyne chitwoodi* quando expostos a *Sorghum vulgare* var. *sudanense* cv. Trudan 8. Os autores atribuíram o efeito à liberação de compostos químicos durante a decomposição da parte aérea. Porém, MacGUIDWIN & LAYNE (11) utilizando a mesma cultivar de sorgo, não obtiveram nenhuma redução de *Pratylenchus*, *Xiphinema* e *Paratrichodorus*. Outras fontes de matéria orgânica também apresentam resultados inconsistentes. A incorporação de matéria orgânica à base de casca de madeira ao solo, visando o controle de nematóides, não apresentou resultado positivo no trabalho realizado por McSORLEY & GALLAHER (15, 17). McSORLEY & GALLAHER (14) acreditam que a melhor performance da cultura, quando tratada com este tipo de material, é devida ao aumento na quantidade de matéria orgânica e na maior capacidade de retenção de água. Em experimentos posteriores, McSORLEY & GALLAHER (16, 17) observaram que o efeito desses compostos sobre os nematóides não persistiam no solo, a menos que o composto fosse aplicado por diversos anos. Resultados similares foram obtidos por MANNION et al. (12), quando utilizaram lixo sólido municipal incorporado ao solo para o controle de diferentes espécies de nematóides.

O presente trabalho permite concluir que, apenas a incorporação da parte aérea de *A. gayanus* cv. Planaltina exerceu efeito significativo na redução de *M. incognita* e *M. javanica* quando comparada ao cultivo contínuo da mesma. Para *P. maximum* cv. Guiné, a incorporação da parte aérea só foi efetiva no controle de *M. incognita*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ABALLAY, E.; FLORES, P.; INSUNZA, V. Efecto nematicida de ocho especies vegetales sobre *Xiphinema americanum sensu lato*, en *Vitis vinifera* L. var. Cabernet Sauvignon en Chile. **Nematopica**, Auburn, v.31, n.1, p.95-102, 2001.

02. BONETI, J.I.S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.6, suplemento, p.553, 1981. (resumo).
03. CHAVARRÍA-CARVAJAL, J.A.; RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. Changes in soil enzymatic activity and control of *Meloidogyne incognita* using four organic amendments. **Nematropica**, Auburn, v.28, n.1, p.7-18, 1998.
04. CHEEKE, P.R. Endogenous toxins and mycotoxins in forage grasses and their effects on livestock. **Journal of Animal Science**, Saroy, v.73, n. p.909-918, 1995.
05. CREAMER N.G.; BALDWIN, K.R. An evaluation of summer cover crops for use in vegetable production systems in North Carolina. **Hortscience**, Alexandria, v.35, n.4, p.600-603. 2000.
06. DIAS, C.R.; FERRAZ, S.; SCHWAN, A.V.; LOPES, E.A. Efeito do cultivo de gramíneas forrageiras sobre a população de *Meloidogyne javanica*, em condições de casa-de-vegetação. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v.25, n.1, p.113, 2001. (resumo).
07. DIAS, C.R.; FERRAZ, S.; LOPES, E.A. Avaliação do efeito do cultivo de gramíneas forrageiras sobre a população de *Meloidogyne incognita*, no solo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, suplemento, p.505, 2001.
08. DIAS-ARIEIRA, C.R.; FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; MIZOBUTSI, E.H. Avaliação da penetração e do desenvolvimento de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Heterodera glycines* nas raízes de quatro espécies de gramíneas forrageiras. **Nematologia Brasileira**, Brasília, 2002. (no prelo).
09. HELBRENDT, J.M. Allelopathy in the management of plant-parasitic nematodes. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.28, n.1, p.8-14, 1996.
10. INSUNZA, V.; ABALLAY, E. Evaluación de 16 plantas con propiedades nematocidas como hospederos de *Xiphinema americanum sensu lato* en Chile. **Investigación Agrícola**, Santiago, v.15, n.1, p.39-42, 1995.
11. MacGUIDWIN, A.E.; LAYNE, T.L. Response of nematode communities to sudangrass and sorghum-sudangrass hybrids grown as green manure crops. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.27, n.4, p.609-616, 1995.
12. MANNION, C.M.; SCHAFFER, B.; OZORES-HAMPTON, M.; BRYAN, H.H.; McSORLEY, R. Nematode population dynamics in municipal solid waste-amended soil during tomato and squash cultivation. **Nematropica**, Auburn, v.24, n.1, p.17-24, 1994.
13. McSORLEY, R.; FREDERICK, J.J. Nematode population fluctuations during decomposition of specific organic amendments. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.31, n.1, p.37-44, 1999.
14. McSORLEY, R.; GALLAHER, R.N. Cultural practices improve crop tolerance to nematodes. **Nematropica**, Auburn, v.25, n.1, p.53-60, 1995.

15. McSORLEY, R.; GALLAHER, R.N. Effect of yard waste compost on plant-parasitic nematode densities in vegetable crops. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.27, n.4, p.545-549, 1995.
16. McSORLEY, R.; GALLAHER, R.N. Effect of yard waste compost on nematode densities and maize yield. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.28, n.4, p.655-660, 1996.
17. McSORLEY, R.; GALLAHER, R.N. Effect of compost and maize cultivars on plant-parasitic nematodes. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.29, n.4, p.731-736, 1997.
18. MIAN, I.H.; RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. Survey of the nematicidal properties of some organic materials available in Alabama as amendments to soil for control of *Meloidogyne arenaria*. **Nematropica**, Auburn, v.12, n.2, p.235-246, 1982.
19. MOJTAHEDI, H.; SANTO, G.S.; INGHAM, R.E. Suppression of *Meloidogyne chitwoodi* with sudangrass cultivares as green manure. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.25, n.3, p.303-311, 1993.
20. PLOEG, A.T. Effects of amending soil with *Tagetes patula* cv. Single Gold on *Meloidogyne incognita* infestation of tomato. **Nematology**, Leiden, v.2, p.489-493, 2000.
21. RICH, J.R.; RAHI, G.S. Suppression of *Meloidogyne javanica* and *M. incognita* on tomato with ground seed of castor, crotalaria, hairy indigo, and wheat. **Nematropica**, Auburn, v.25, n.1, p.159-164, 1995.
22. RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. Organic and inorganic amendments to soil as nematode suppressants. **Journal of Nematology**, Lawrence, v.18, n.1, p.129-135. 1986.
23. RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; CANULLO, G.H. Cropping systems for the management of phytonematodes. **Phytoparasitica**, Rehovot, v.20, p.211-224, 1992.
24. RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; WEAVER, D.B.; ROBERTSON, D.G.; KING, P.S.; CARDEN, E.L. Sorghum in rotation with soybean for the management of cyst and root-knot nematodes. **Nematropica**, Auburn, v.20, n.1, p.111-119, 1990.
25. RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; WEAVER, D.B.; ROBERTSON, D.G.; CARDEN, E.L.; PEGUES, M.L. Additional studies on the use of bahiagrass for the management of root-knot and cyst nematodes in soybean. **Nematropica**, Auburn, v.21, n.1, p.203-210, 1991.
26. RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; ROBERTSON, D.G.; BANNON, J. Bahiagrass-cotton rotations and the management of *Meloidogyne incognita* and *Hoplolaimus galeatus*. **Nematropica**, Auburn, v.23, n.1, p.141-147, 1993.
27. SINGH, R.S.; SITARAMAIAH, K. Control of plant-parasitic nematodes with organic soil amendments. **Pest Articles and News Summaries**, London, v.16, p.287-297, 1970.
28. SIPES, B.S.; ARAKAKI, A.S. Root-knot nematode management in dryland taro with tropical cover crops. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.29, n.4, p.721-724, 1997.

29. WEAVER, D.B.; RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; CARDEN, E.L. Velvetbean and bahiagrass as rotation crops for management of *Meloidogyne* spp. and *Heterodera glycines* in soybean. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.30, n.4, p.563-568, 1998.

CAPÍTULO 4

PENETRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* E *Heterodera glycines* EM QUATRO GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS

Dias-Arieira, C.R.; S. Ferraz; L.G. Freitas & E.M. Mizobutsi. 2002. Penetração e desenvolvimento de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *H. glycines* em quatro gramíneas forrageiras. *Nematologia Brasileira*.

RESUMO

A penetração e o desenvolvimento de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *H. glycines* em raízes de *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *Panicum maximum* cv. Guiné e *Andropogon gayanus* cv. Planaltina foram avaliados por um período de 60 dias. Soja cv. FT-Cristalina foi usada como testemunha. A penetração dos juvenis de segundo estágio (J2) de *M. incognita* e *M. javanica* foi superior na soja quando comparada às gramíneas. Das gramíneas avaliadas, apenas *A. gayanus* cv. Planaltina possibilitou o desenvolvimento dos nematóides até a formação de fêmeas com ovos; nas demais espécies, esses nematóides não se desenvolveram além de J2. Quanto a *H. glycines*, a penetração de J2 nas raízes das gramíneas foi muito baixa e em nenhuma das espécies ocorreu desenvolvimento do nematóide além desse estágio.

Palavras-chave: desenvolvimento, gramíneas forrageiras, *Heterodera glycines*, plantas hospedeiras, *Meloidogyne* spp., penetração.

ABSTRACT

The capacity of *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *H. glycines* to penetrate and develop in *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *Panicum maximum* cv. Guiné and *Andropogon gayanus* cv. Planaltina roots was evaluated for 60 days. Soybean plants were used as control. The penetration of *M. incognita* and *M. javanica* second stage juveniles was superior in soybean, when compared to the grasses. Among the grasses evaluated, only *A. gayanus* cv. Planaltina allowed the nematode development up to the formation of females with eggs. The nematodes did not develop beyond the J2 stage in the other plant species. The penetration of *H. glycines* juveniles into the grass roots was very low and the nematodes developed only in soybean.

Key words: development, forage grasses, *Meloidogyne* spp., *Heterodera glycines*, host plant, penetration.

INTRODUÇÃO

Diversos são os gêneros de nematóides que ocorrem no Brasil, porém nenhum deles é tão disseminado quanto o nematóide de galhas (*Meloidogyne* spp.) e nenhum causou impacto tão grande, em termos de redução de produção de cultura de grande importância econômica, quanto o nematóide de cisto da soja (*Heterodera glycines*). Apesar dos esforços, e dos êxitos, em obter cultivares de soja resistentes a esses nematóides, a rotação de culturas continua sendo um dos métodos mais viáveis para o controle dos mesmos. Há trabalhos que relatam a potencialidade das gramíneas forrageiras no controle de nematóides, tanto de *Meloidogyne* spp. (Rodríguez-Kábana *et al.*, 1994; Brito & Ferraz, 1987a e 1987b; Haroon & Smart 1983a, b e c) quanto de *H. glycines* (Rodríguez-Kábana *et al.*, 1989; Rodríguez-Kábana *et al.*, 1991; Dias *et al.*, 1995).

Diferentemente das crotalárias e mucunas, pouco é sabido sobre a forma de controle que as gramíneas forrageiras exercem sobre os nematóides. Dentre os trabalhos envolvendo estudos do desenvolvimento de nematóides nas raízes de gramíneas, destaca-se o realizado por Brito & Ferraz (1987b), em que se estudou o parasitismo de *M. javanica* em *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum* cv. Guiné. Observou-se que

os juvenis que penetraram nas raízes dessas espécies não conseguiram se desenvolver além do segundo estágio. Resultados semelhantes envolvendo espécies de *Meloidogyne* e *Digitaria decumbens* cv. Pangola foram observados por Haroon & Smart (1983a, 1983b).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a penetração e o desenvolvimento de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *H. glycines* no sistema radicular de *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *Panicum maximum* cv. Guiné e *Andropogon gayanus* cv. Planaltina.

MATERIAL E MÉTODOS

Plântulas de *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *Panicum maximum* cv. Guiné, *Andropogon gayanus* cv. Planaltina e de soja, usada como testemunha, foram produzidas em bandejas contendo areia tratada com brometo de metila. As sementes das gramíneas foram gentilmente fornecidas pela Matsuda Sementes. As espécies avaliadas nesse experimento foram selecionadas entre 16 espécies de gramíneas que, em trabalhos anteriores, mostraram potencialidade para o controle de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Heterodera glycines* (Dias & Ferraz, 2001; Dias *et al.*, 2001a; Dias *et al.* 2001b). Plântulas com comprimento de radícula variando de 3 a 5 cm foram transplantadas para copos de plástico, com capacidade de 300 mL, contendo areia. Três plântulas das gramíneas foram transplantadas por copo, devido ao sistema radicular dessas espécies ser muito reduzido quando jovens, e apenas uma plântula de soja foi transplantada por copo. Após dois dias do transplante, efetuou-se a infestação das plantas com 1.500 ovos do nematóide por copo, através de orifícios abertos no solo, ao redor de cada planta. As suspensões de ovos das espécies de *Meloidogyne* foram obtidas segundo a metodologia proposta por Hussey e Barker, adaptada por Boneti & Ferraz (1981), a partir de raízes de tomateiro do grupo Santa Cruz, mantido em casa de vegetação. O inóculo de *H. glycines* foi obtido de plantas de soja cv. FT-Criticalina cultivadas em solo naturalmente infestado e mantidas em casa de vegetação. Para extração dos ovos de *H. glycines*, as raízes foram colocadas sobre peneira de 0,85 mm (20 mesh) acoplada à de 0,15 mm (100 mesh) e lavadas com jato forte de água. Fêmeas retidas na peneira de 0,15 mm foram esmagadas por fricção com tubo de ensaio e os ovos liberados foram recolhidos em peneira de 0,026 mm (500 mesh), preparando-se então a suspensão de ovos, que foi calibrada usando câmara de Peters e microscópio estereoscópico.

As plantas foram mantidas em casa de vegetação e irrigadas sempre que necessário. Do terceiro até o 30º dia após a inoculação, plantas de três copos de cada espécie foram coletadas a cada três dias. Após o 30º dia, esse intervalo passou para seis dias, sendo o trabalho avaliado até o 60º dia. As raízes coletadas foram cuidadosamente lavadas em água e submetidas à técnica de coloração de Byrd *et al.* (1983). Posteriormente, foram avaliadas ao microscópio estereoscópico quanto à presença e ao estágio de desenvolvimento dos nematóides, os quais foram classificados como: a) juvenis de segundo estágio (J2); b) juvenis de terceiro e quarto estágio (J3 e J4); c) fêmeas e d) machos, quando presentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que a penetração das três espécies de nematóides foi maior nas raízes de soja do que nas gramíneas (Tabelas 1, 2 e 3). Os resultados observados para *M. incognita* e *M. javanica* foram semelhantes frente às gramíneas avaliadas (Tabelas 1 e 2). As médias do número de nematóides encontrados nas raízes das diferentes gramíneas variaram pouco nos primeiros 30 dias do experimento. Para *M. incognita* (Tabela 1), entre 0,3 a 58,7 nematóides foram observados nas raízes das gramíneas e 2,7 a 330,7 nas raízes de soja. Para *M. javanica* (Tabela 2), esses números variaram de 0,3 a 67,3, para as gramíneas, e 27 a 348 para a soja. Resultados semelhantes foram observados por Brito & Ferraz (1987b), segundo os quais não houve diferença significativa na penetração de juvenis de *M. javanica* nas raízes das gramíneas nos primeiros dias de avaliação. Nenhum J3/J4, de ambas as espécies de *Meloidogyne*, foi encontrado nas raízes de *B. brizantha* e *P. maximum* cv. Guiné durante todo o experimento, e apenas um J3 de *M. incognita* foi detectado na raiz de *B. decumbens* aos 48 dias após a inoculação (Tabela 1). Haroon & Smart (1983a) também não observaram desenvolvimento de *M. incognita* além de J2 nas raízes de capim pangola (*Digitaria decumbens* cv. Pangola). Para as gramíneas, observou-se que quando houve um número mais expressivo de J2 penetrando, isso ocorreu num mesmo ponto da raiz, geralmente nas extremidades. Tal comportamento também foi relatado por Haroon & Smart (1983a) para capim pangola e por Brito & Ferraz (1987b) para *P. maximum* cv. Guiné. Após 21 dias da inoculação, registrou-se aumento no número de J2 de ambas as espécies de *Meloidogyne* nas raízes de

Tabela 1: Número de estádios de *Meloidogyne incognita* nas raízes de *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *Panicum maximum* cv. Guiné, *Andropogon gayanus* cv. Planaltina e soja cv. FT-Cristalina até 60 dias após a inoculação¹.

Dias após a inoculação	Estádio do nematóide	Tratamentos				
		Soja	B. brizantha	B. decumbens	P.m. Guiné	A.g. Planaltina
3	J2	2,7	2,7	1,3	-	-
	J3/J4	-	-	-	-	-
	Fêmeas	-	-	-	-	-
6	J2	51	3	1	4,7	4,7
	J3/J4	-	-	-	-	-
	Fêmeas	-	-	-	-	-
9	J2	74,3	13,7	0,3	3	10,3
	J3/J4	-	-	-	-	-
	Fêmeas	-	-	-	-	-
12	J2	100,5	13,7	18,3	0	0,7
	J3/J4	5	-	-	-	-
	Fêmeas	-	-	-	-	-
15	J2	144,7	22,6	22	8,7	5,3
	J3/J4	47,3	-	-	-	-
	Fêmeas	-	-	-	-	-
18	J2	249	32,7	16,7	15	10,3
	J3/J4	81,7	-	-	-	-
	Fêmeas	-	-	-	-	-
21	J2	176,5	12,3	18,3	13,7	32
	J3/J4	83,5	-	-	-	7,3
	Fêmeas	-	-	-	-	-
24	J2	200,5	18	32,3	5,3	15,3
	J3/J4	86	-	-	-	5,7
	Fêmeas	-	-	-	-	-
27	J2	148,3	18	31	24	47,7
	J3/J4	74,3	-	-	-	11
	Fêmeas	-	-	-	-	-
30	J2	116,7	28	31,3	14,3	15,3
	J3/J4	112,3	-	-	-	2,7
	Fêmeas	-	-	-	-	-
36	J2	103	16,7	47	13	113,3
	J3/J4	151,7	-	-	-	36
	Fêmeas	5,7	-	-	-	-
42	J2	82	5,3	13	6,3	30,5
	J3/J4	118	-	-	-	8
	Fêmeas	4,5	-	-	-	-
48	J2	53,8	25	7,3	14,3	13,3
	J3/J4	88	-	1	-	-
	Fêmeas	1	-	-	-	-
54	J2	81	4,7	0	4,7	14,7
	J3/J4	170,5	-	-	-	9,3
	Fêmeas	34,5 ²	-	-	-	2,3 ²
60	J2	18	0	1	0	41
	J3/J4	139	-	-	-	62
	Fêmeas	52 ²	-	-	-	28 ²

¹ Média de três repetições. ² Fêmeas com ovos.

Tabela 2: Número de estádios de *Meloidogyne javanica* nas raízes de *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *Panicum maximum* cv. Guiné, *Andropogon gayanus* cv. Planaltina e soja cv. FT-Cristalina até 60 dias após a inoculação¹.

Dias após a inoculação	Estádio do nematóide	Tratamentos				
		Soja	B. brizantha	B. decumbens	P.m. Guiné	A.g. Planaltina
3	J2	27	4	1,3	-	3
	J3/J4	-	-	-	-	-
	Fêmeas	-	-	-	-	-
6	J2	35,5	4,7	9,7	1	0,3
	J3/J4	-	-	-	-	-
	Fêmeas	-	-	-	-	-
9	J2	76,3	11,3	8,7	0,3	-
	J3/J4	0,7	-	-	-	-
	Fêmeas	-	-	-	-	-
12	J2	70	6,5	21	2	2,7
	J3/J4	25	-	-	-	-
	Fêmeas	-	-	-	-	-
15	J2	139,5	18,3	12	6,3	12,6
	J3/J4	61	-	-	-	5
	Fêmeas	-	-	-	-	-
18	J2	158,7	5,3	11	2,7	17
	J3/J4	62	-	-	-	8,3
	Fêmeas	-	-	-	-	-
21	J2	113,5	24	29,7	5	26,7
	J3/J4	150,5	-	-	-	16,7
	Fêmeas	-	-	-	-	-
24	J2	190,5	14,3	9	13,7	52
	J3/J4	157,5	-	-	-	15,3
	Fêmeas	-	-	-	-	-
27	J2	173,3	4,7	29,3	26,7	19,3
	J3/J4	143	-	-	-	15
	Fêmeas	0,3	-	-	-	-
30	J2	77,7	28,3	29	36,3	8,3
	J3/J4	165,3	-	-	-	9
	Fêmeas	-	-	-	-	-
36	J2	104	17,3	17,3	14	21,3
	J3/J4	188	-	-	-	8,7
	Fêmeas	7	-	-	-	-
42	J2	42	5,5	24	9	24,7
	J3/J4	128,3	-	-	-	22,3
	Fêmeas	81,6 ²	-	-	-	1,3
48	J2	5,3	4	3	5	25,3
	J3/J4	233,5	-	-	-	25
	Fêmeas	146,5 ²	-	-	-	3,3
54	J2	7,3	2	0,3	3,3	53
	J3/J4	135,5	-	-	-	45
	Fêmeas	169,5 ²	-	-	-	1,3 ²
60	J2	-	1,3	-	4	14
	J3/J4	190,5	-	-	-	3,6
	Fêmeas	229,5 ²	-	-	-	7,7 ²

¹ Média de três repetições. ² Fêmeas com ovos.

Andropogon gayanus cv. Planaltina, quando comparado as outras gramíneas, contudo inferior à soja.

A partir de 12 dias da inoculação, um número cada vez mais expressivo de J3/J4 de ambos os nematóides foi observado nas raízes da soja (Tabelas 1 e 2). Com 27 dias observou-se apenas uma fêmea de *M. javanica* na soja. Outras fêmeas de *Meloidogyne* só foram observadas a partir do 36º dia. Nas raízes de *A. gayanus* cv. Planaltina, fêmeas de *M. javanica* começaram a ser formadas após 42 dias, porém em número bastante reduzido, se comparado à soja (Tabela 2). Para *M. incognita*, o ciclo parece ter sido mais lento. Fêmeas nas raízes de soja foram observadas a partir do 36º dia, enquanto para *A. gayanus* cv. Planaltina somente aos 54 dias (Tabela 1). Contudo, aos 60 dias a diferença entre o número de fêmeas nas raízes dessa espécie e soja não era tão grande quanto aquele observado para *M. javanica*. A produção de ovos em *A. gayanus* cv. Planaltina ocorreu na mesma época para as duas espécies de *Meloidogyne*.

Algumas hipóteses podem ser consideradas para explicar a baixa penetração e a inibição do desenvolvimento dos nematóides nas raízes de *B. brizantha*, *B. decumbens* e *P. maximum* cv. Guiné. Uma delas seria a ação nematicida ou nematostática de algum composto químico presente nas raízes dessas gramíneas. Nos exsudados de *Eragrostis curvula* foi encontrada alta concentração de pirocatecol (Scheffer *et al.* citados por Rhode, 1972). Esse composto, mesmo diluído a 1×10^{-8} , inibiu a atividade de *Meloidogyne* spp. A resistência das gramíneas à *Meloidogyne* diferiu daquela observada para algumas leguminosas, como *Mucuna*, *Crotalaria* e soja resistente. Nas gramíneas, praticamente não houve penetração e, quando houve, foi muito baixa. Em *Crotalaria*, forte atração de *M. javanica* para a região das raízes, com penetração reduzida e não formação de fêmeas foi observada por Silva *et al.* (1989). Já na soja resistente observou-se grande penetração de *M. incognita*, seguida da migração dos mesmos a partir das raízes (Herman *et al.*, 1991).

Quanto a *H. glycines*, além de poucos juvenis penetrarem as raízes das gramíneas, não houve desenvolvimento a partir do segundo estágio (Tabela 3). Já na soja, nove dias após a inoculação já haviam juvenis de terceiro e quarto estádios e, aos 18 dias observou-se a presença de fêmeas. Riggs (1987) avaliou a penetração de *H. glycines* em plantas de diferentes famílias e nenhuma espécie pertencente à família Poaceae (Gramineae) foi invadida pelo nematóide. O mesmo resultado foi obtido por Schmitt & Riggs (1991) para milho e trigo. Em geral, espécies da família Poaceae comportam-se

Tabela 3: Número de estádios de *Heterodera glycines* nas raízes de *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *Panicum maximum* cv. Guiné, *Andropogon gayanus* cv. Planaltina e soja cv. FT-Cristalina até 60 dias após a inoculação¹.

Dias após a inoculação	Estádio do nematóide	Tratamentos				
		Soja	B. brizantha	B. decumbens	P.m. Guiné	A.g. Planaltina
3	J2	1,7	1,7	-	1	-
	J3/J4	-	-	-	-	-
	Fêmeas	-	-	-	-	-
6	J2	23,5	0,7	1,3	2	0,7
	J3/J4	-	-	-	-	-
	Fêmeas	-	-	-	-	-
9	J2	72	4	-	-	-
	J3/J4	9,7	-	-	-	-
	Fêmeas	-	-	-	-	-
12	J2	72	4,7	0,3	0,3	-
	J3/J4	29,5	-	-	-	-
	Fêmeas	-	-	-	-	-
15	J2	65,7	0,7	-	-	-
	J3/J4	134	-	-	-	-
	Fêmeas	-	-	-	-	-
18	J2	67,5	7	0,3	-	-
	J3/J4	199	-	-	-	-
	Fêmeas	22,5	-	-	-	-
21	J2	43,5	1,3	-	-	0,3
	J3/J4	99	-	-	-	-
	Fêmeas	16,5	-	-	-	-
24	J2	26	1,3	-	-	-
	J3/J4	135	-	-	-	-
	Fêmeas	17 ²	-	-	-	-
27	J2	35,3	1	-	-	-
	J3/J4	93,3	-	-	-	-
	Fêmeas	20 ²	-	-	-	-
30	J2	6,7	0,7	0,7	0,3	-
	J3/J4	78,3	-	-	-	-
	Fêmeas	46,3 ²	-	-	-	-
36	J2	11,5	-	-	-	-
	J3/J4	108,5	-	-	-	-
	Fêmeas	46,5 ²	-	-	-	-
42	J2	6,5	1,3	0,3	-	-
	J3/J4	11	-	-	-	-
	Fêmeas	9,5 ²	-	-	-	-
48	J2	33,5	-	1	1	3
	J3/J4	81,5	-	-	-	-
	Fêmeas	18 ²	-	-	-	-
54	J2	108,3	2,3	-	-	-
	J3/J4	35	-	-	-	-
	Fêmeas	13 ²	-	-	-	-
60	J2	311	1,7	4,3	0,7	1,7
	J3/J4	45,5	-	-	-	-
	Fêmeas	6,5 ²	-	-	-	-

¹ Média de três repetições. ² Fêmeas com ovos.

como não hospedeiras desse nematóide e podem reduzir a população. Valle *et al.* (1996) observaram que após o cultivo de *P. maximum* e *B. brizantha* ocorreu redução significativa no número de cistos e de juvenis de *H. glycines* no solo. Resultados semelhantes foram observados por Dias & Ferraz (2001). Poucos machos foram observados nas raízes de soja, isso se deve ao fato deles abandonarem as raízes para fecundar as fêmeas.

Como nenhuma das três espécies de nematóide completou o ciclo em *B. brizantha*, *B. decumbens* e *P. maximum* cv. Guiné, elas podem ser recomendadas para o uso em esquemas de rotação de culturas em áreas nas quais *M. incognita*, *M. javanica* ou *H. glycines* estão presentes. Além do controle de nematóides, doenças causadas por fungos de solo também podem ser reduzidas quando realiza-se rotação com pastagem (Rodríguez-Kábana *et al.*, 1994). Deve-se considerar ainda que esquemas de rotação promovem melhorias nas características física e química do solo (Cardoso, 1993). Quanto a *A. gayanus* cv. Planaltina, por permitir a multiplicação de *M. incognita* e *M. javanica*, não deve ser recomendada para o plantio em áreas nas quais esses nematóides estejam presentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BONETI, J.I.S. & S. FERRAZ. 1981. Modificação do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. Fitopatologia Brasileira, 6: 553.
- BRITO, J.A. de & S. FERRAZ. 1987a. Seleção de gramíneas antagonistas a *Meloidogyne javanica*. Nematologia Brasileira, 11: 260-269.
- BRITO, J.A. de & S. FERRAZ. 1987b. Antagonismo de *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum* cv. 'Guiné' a *Meloidogyne javanica*. Nematologia Brasileira, 11: 270-285.
- BYRD Jr., D.W.; J. KIRPATRICK & K.R. BARKER. 1983. An improved technique for clearing and staining plant tissues for detection of nematodes. Journal of Nematology, 15: 142-143.
- CARDOSO, A.N. 1993. Manejo e conservação do solo na cultura da soja. In: ARANTES, N.E. & P.I.M. SOUZA. (eds). A cultura da soja nos cerrados. Piracicaba: Potafós. p.71-104.

- DIAS, W.P.; S. FERRAZ & R.D. LIMA. 1995. Efeito de algumas espécies vegetais sobre a população de *Heterodera glycines* Ichinohe, em casa de vegetação. *Fitopatologia Brasileira*, 20: 370.
- DIAS, C.R. & S. FERRAZ. 2001. Redução da população de *Heterodera glycines* no solo através do cultivo de gramíneas forrageiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 23, Marília/SP. Anais... p.42.
- DIAS, C.R.; S. FERRAZ; A.V. SCHWAN & E.A LOPES. 2001a. Efeito do cultivo de gramíneas forrageiras sobre a população de *Meloidogyne javanica*, em condições de casa-de-vegetação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 23, Marília/SP. Anais ... p.43.
- DIAS, C.R.; S. FERRAZ & E.A. LOPES. 2001b. Avaliação do efeito do cultivo de gramíneas forrageiras sobre a população de *Meloidogyne incognita*, no solo. *Fitopatologia Brasileira*, 26(Suplemento): 505.
- HAROON, S. & G.C. SMART, Jr. 1983a. Development of *Meloidogyne incognita* inhibited by *Digitaria decumbens* cv. Pangola. *Journal of Nematology*, 15: 102-105.
- HAROON, S. & G.C. SMART, Jr. 1983b. Root extracts of Pangola digitgrass affect egg hatch and larval survival of *Meloidogyne incognita*. *Journal of Nematology*, 15: 646-649.
- HAROON, S. & G.C. SMART, Jr. 1983c. Effects of Pangola digitgrass on *Meloidogyne arenaria*, *M. javanica* and *M. hapla*. *Journal of Nematology*, 15: 649-650.
- HERMAN, M.; R.S. HUSSEY & H.R. BOERMA. 1991. Penetration and development of *Meloidogyne incognita* on roots of resistant soybean genotypes. *Journal of Nematology*, 23: 155-161.
- RHODE, A.R. 1972. Expression of resistance in plants to nematode. *Annual Review of Phytopathology*, 10: 233-252.
- RIGGS, R.D. 1987. Nonhost root penetration by soybean cyst nematode. *Journal of Nematology*, 19: 251-254.
- RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; D.B. WEAVER; R. GARCÍA; D.G. ROBERTSON & E.L. CARDEN. 1989. Bahiagrass for the management of root-knot and cyst nematodes in soybean. *Nematropica*, 19: 185-193.
- RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; D.B. WEAVER; D.G. ROBERTSON; P.S. KING & E.L. CARDEN. 1991. Rotations of soybean with tropical corn and sorghum for the management of nematodes. *Journal of Nematology*, 23: 662-667.
- RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; N. KOKALIS-BURELLE; D.G. ROBERTSON; P.S. KING & L.W. WELLS. 1994. Rotations with coastal bermudagrass, cotton, and bahiagrass for management of *Meloidogyne arenaria* and southern blight in peanut. *Journal of Nematology*, 26: 665-668.

- SCHMITT, D.P. & R.D. RIGGS. 1991. Influence of selected plant species on hatching of eggs and development of juveniles of *Heterodera glycines*. *Journal of Nematology*, 23: 1-6.
- SILVA, G.S.; S. FERRAZ & J.M. SANTOS. 1989. Atração, penetração e desenvolvimento de larvas de *Meloidogyne javanica* em raízes de *Crotalaria* spp. *Nematologia Brasileira*, 13: 151-163.
- VALLE, L.A.C.; S. FERRAZ; W.P. DIAS & D.A. TEIXEIRA. 1996. Controle do nematóide de cisto da soja, *Heterodera glycines* Ichinohe, com gramíneas forrageiras. *Nematologia Brasileira*, 20: 1-11.

CAPÍTULO 5

EFEITO DE LIXIVIADOS DE RAÍZES DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS NA ECLOSÃO DE JUVENIS DE *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* E *Heterodera glycines*

Dias-Arieira, C.R.; S. Ferraz; L.G. Freitas & A.J. Demuner. 2002. Efeito de lixiviados de raízes de gramíneas forrageiras na eclosão de juvenis de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Heterodera glycines*. *Nematologia Brasileira*.

RESUMO

Diversas plantas possuem em sua constituição, substâncias químicas que podem exercer efeito nematicida. Essas substâncias podem ser produzidas em diferentes partes da planta, como folhas, frutos ou raízes. Quando produzidas pelas raízes, as substâncias podem ser exsudadas através destas, interferindo na microbiota da rizosfera. Algumas gramíneas forrageiras são recomendadas para o controle de nematóides em sistema de rotação de cultura por reduzirem a população dos mesmos no solo. Porém, seu modo de ação ainda não foi elucidado. Este trabalho teve como objetivo avaliar, *in vitro*, o efeito de lixiviados radiculares produzidos por *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *Panicum maximum* cv. Guiné e *Andropogon gayanus* cv. Planaltina sobre a eclosão de juvenis de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Heterodera glycines*. Os lixiviados foram coletados de plantas cultivadas durante 45 dias em copos de plástico contendo areia. Os testes foram montados em placas de Petri, nas quais foram depositados 4 mL do lixiviado e 0,5 mL de suspensão aquosa com aproximadamente 600 ovos de nematóide. Lixiviado de soja foi usado como testemunha. Os ovos foram incubados durante 12 dias. Posteriormente, avaliou-se a porcentagem de eclosão dos juvenis. Uma parte do lixiviado de *B. brizantha* e *P. maximum* cv. Guiné foi liofilizada e com o material sólido resultante prepararam-se suspensões de 200 ppm, as quais foram avaliadas quanto ao efeito sobre a eclosão dos nematóides, conforme descrito anteriormente. Os lixiviados não exerceram qualquer efeito sobre a eclosão de juvenis de *M. incognita* e *M. javanica*. Somente o lixiviado de *B. brizantha* reduziu significativamente a eclosão de juvenis de *H. glycines*, quando comparado à testemunha. O material liofilizado não exerceu efeito significativo sobre os nematóides.

Palavras-chave: exsudados, lixiviados, nematóide, controle, gramíneas, eclosão de juvenis.

ABSTRACT

Several plants have nematicidal substances that can be produced in different parts, such as leaves, fruits or roots. When produced in the roots, the substances can be exudated and affect rhizosphere microorganisms. Some forage grasses are recommended for crop rotation systems because they reduce nematode population in the soil, but the mode of action of the root exudates has not been fully elucidated. The objective of this work was the evaluation, *in vitro*, of the effect of root leachates from *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *Panicum maximum* cv. Guiné and *Andropogon gayanus* cv. Planaltina on the egg hatching of *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *Heterodera glycines*. The leachates were collected from plants after 45 days of cultivation in the sand, in plastic containers. The tests were conducted in Petri dishes, by depositing 4 mL of leachate and 0,5 mL of an aqueous suspension with 600 nematode eggs. Soybean leachate was used as the control treatment. The eggs were incubated in the dark at 26°C for 12 days before the egg hatching was evaluated. Part of the leachates of *B. brizantha* and *P. maximum* cv. Guiné were lyophilized, water suspensions of 200 ppm were prepared with the solid products of liophilization and the egg hatching test done again. The leachates did not affect *M. incognita* and *M. javanica* egg hatching. Only the leachate of *B. brizantha* was able to reduce *H. glycines* egg hatching. The lyophilization treatment did not affect the nematodes hatching.

Key words: exudates, leachates, nematode, control, grass, egg hatching **Key words:** exudates, leachates, nematode, control, grass, egg hatching.

INTRODUÇÃO

Algumas espécies vegetais produzem substâncias nematicidas que são exsudadas no solo atuando na redução de populações de nematóides, como é o caso do *Tagetes* que produz o α -tertienil. Hussey (1985) relatou que 63 % dos juvenis de *Meloidogyne incognita* morreram após o tratamento com exsudados radiculares de *Tagetes retusa*, por 72 horas. Outras espécies produzem substâncias que estimulam a eclosão de juvenis de nematóides, como foi observado para os lixiviados de *Cajanus cajan* e *Mucuna aterrima* (Valle et al., 1997). Tais espécies estimularam a eclosão de *Heterodera glycines* tanto na exposição dos cistos, quanto na dos ovos livres.

Na literatura há alguns relatos sobre exsudados obtidos de gramíneas forrageiras que podem inibir a eclosão de juvenis de nematóides. Um desses relatos discute o isolamento de alta concentração de pirocatecol dos exsudados de *Eragrotis curvula*, capaz de diminuir a capacidade infectiva de juvenis de *Meloidogyne* spp. (Scheffer et al., 1962). Lixiviados radiculares de *Digitaria decumbens* cv. Transvala inibiram significativamente a eclosão de *M. incognita* (Haroon, 1982), enquanto a eclosão de *M. javanica* foi reduzida pela exposição dos juvenis aos lixiviados de *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum* (Brito & Ferraz, 1987).

Na busca de novas alternativas para a rotação de cultura com a soja, Dias e colaboradores estudaram diversas gramíneas forrageiras com potencial para o controle de nematóides (Dias & Ferraz, 2001; Dias et al., 2001a, b), e algumas espécies apresentaram resultados promissores no controle de *M. incognita*, *M. javanica* e *H. glycines*. Porém, o modo de ação dessas sobre os nematóides ainda não é conhecido. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar, *in vitro*, o efeito de lixiviados radiculares produzidos por *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *P. maximum* cv. Guiné e *Andropogon gayanus* cv. Planaltina sobre a eclosão de juvenis de *M. incognita*, *M. javanica* e *H. glycines*.

MATERIAL E MÉTODOS

Sementes das espécies *B. brizantha*, *B. decumbens*, *A. gayanus* cv. Planaltina, *P. maximum* cv. Guiné e soja cv. FT-Cristalina foram semeadas em areia, previamente tratada com brometo de metila, contida em copos de plástico com capacidade para 500 mL. Para obtenção dos lixiviados radiculares suspendeu-se a irrigação das plantas

após 45 dias de cultivo, por um período de 72 horas, com o objetivo de aumentar a exsudação (Rovira, 1969). Após este período, cada copo foi irrigado com 200 mL de água e depois de uma hora adicionou-se 300 mL de água recolhendo-se o lixiviado em bquer colocado sob o copo. Os lixiviados foram filtrados em papel Whatman nº 1 e, logo em seguida, montaram-se os testes biológicos. Os lixiviados que não foram utilizados imediatamente, foram armazenados no escuro, em geladeira.

O ensaio biológico para *H. glycines* foi feito com ovos livres obtidos de raízes de soja cv. FT-Cristalina, cultivada em solo naturalmente infestado com o nematóide, e mantida em casa de vegetação. Para extração dos ovos, as raízes foram colocadas sobre peneira de 0,85 mm de abertura, acoplada a outra de 0,15 mm, e lavadas com jato forte de água. Fêmeas retidas na peneira de 0,15 mm foram cuidadosamente esmagadas por fricção com tubo de ensaio e os ovos liberados foram recolhidos em peneira de 0,026 mm. Os ovos foram recolhidos em bquer, calibrando-se a suspensão para 600 ovos/mL de água, usando câmara de Peters e microscópio estereoscópico. O ensaio foi montado em placas de Petri, depositando 0,5 mL da suspensão de ovos e 4 mL dos respectivos lixiviados. Lixiviado obtido a partir de raízes de soja foi usado como controle. As placas foram mantidas no escuro, em incubadora a 26 °C. Após 12 dias, contou-se o número de juvenis eclodidos e de ovos remanescentes, usando microscópio estereoscópico, calculando-se a porcentagem de eclosão de juvenis através da seguinte fórmula: Porcentagem de eclosão = [número de juvenis/(número de juvenis + número de ovos)] x 100.

A avaliação do efeito dos lixiviados na eclosão de juvenis de *M. incognita* e *M. javanica* foi similar àquela com *H. glycines*. Porém, aqui os ovos foram coletados do sistema radicular do tomateiro do grupo Santa Cruz, mantido em casa de vegetação. Os ovos usados na inoculação foram extraídos segundo a metodologia proposta por Hussey e Barker, adaptada por Boneti & Ferraz (1981), e a suspensão foi calibrada para aproximadamente 600 ovos/mL de água. A montagem, a incubação e a avaliação do ensaio foram realizadas conforme descrito para *H. glycines*.

Os ensaios foram montados em delineamentos inteiramente casualizados, com seis repetições para cada tratamento. Os dados foram analisados utilizando-se o programa estatístico SAEG e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Em um segundo experimento, os lixiviados obtidos a partir de *B. brizantha* e *P. maximum* cv. Guiné foram congelados em nitrogênio líquido e liofilizados. Um litro de

cada solução lixiviada de *B. brizantha* e *P. maximum* cv. Guiné resultaram em 27 e 47 mg de material sólido, respectivamente. Soluções aquosas de concentração de 200 ppm foram preparadas usando os materiais liofilizados, os quais foram submetidos a testes biológicos para os três nematóides conforme descrito anteriormente, utilizando 0,3 mL de suspensão com aproximadamente 900 ovos/mL e 4 mL da suspensão de lixiviado. Placas contendo água destilada foram utilizadas como controle. A incubação e avaliações foram realizadas conforme descrito anteriormente. Os ensaios foram montados em delineamentos inteiramente casualizados, com cinco repetições para cada tratamento. Os dados foram analisados utilizando-se o programa estatístico SAEG e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Lixiviado de *B. brizantha* reduziu estatisticamente a eclosão dos juvenis de segundo estágio (J2) de *H. glycines* (51,2 % de eclosão), quando comparado à soja (70,2% de eclosão) (Figura 1A). A porcentagem de eclosão dos juvenis expostos ao lixiviado de *B. decumbens* (74,3 %) também foi estatisticamente superior àquela observada para *B. brizantha*.

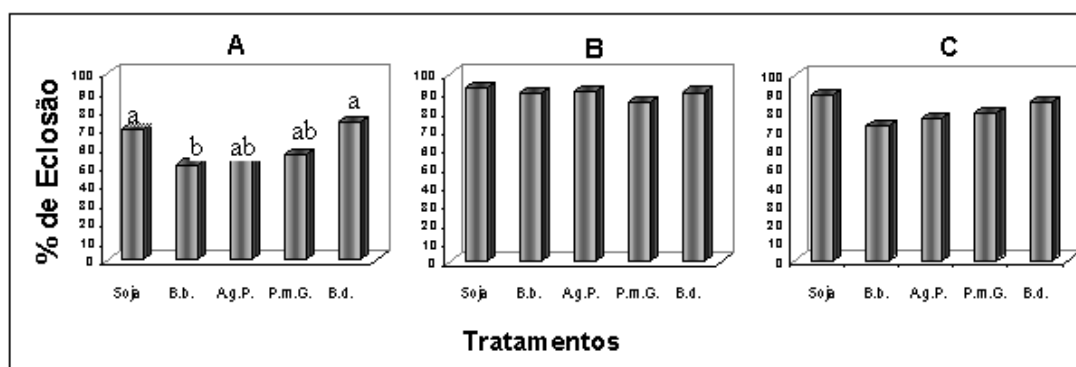


Figura 1 - Porcentagem de eclosão de juvenis de (A) *Heterodera glycines*, (B) *Meloidogyne incognita* e (C) *M. javanica* quando expostos aos lixiviados de: soja, *Brachiaria brizantha* (B.b.), *Andropogon gayanus* cv. Planaltina (A.g.P.), *Panicum maximum* cv. Guiné (P.m.G.) ou *B. decumbens* (B.d.). Na Figura A, barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Nas Figuras B e C não houve diferença significativa.

De acordo com trabalhos realizados por diversos pesquisadores, os exsudados radiculares podem atuar como estimulantes ou inibidores da eclosão de juvenis, na penetração e no desenvolvimento dos nematóides, como nematicidas ou nematostáticos (Tenente, 1980; Tenente *et al.*, 1981; Haroon, 1982; Hussey, 1985). Contudo, exsudados radiculares são substâncias que geralmente estimulam a eclosão de juvenis de nematóides (Viglierchio, 1991). De fato, alguns fitonematóides são dependentes de estímulos para eclodirem. Isto é bastante comum entre os nematóides de cisto da batata (*Globodera rostochiensis* e *G. pallida*). São muitos os trabalhos que relatam o efeito que os lixiviados obtidos das raízes de batata exercem sobre esses nematóides (Davine & Jones, 2001; Davine & Jones, 2000a; Byrne *et al.*, 1998). Segundo Davine & Jones (2000b), os fatores de eclosão que afetam *G. rostochiensis* são encontrados em concentrações extremamente baixas nos lixiviados de batata, no entanto, mesmo quando diluídos exercem efeito sobre a taxa de eclosão do nematóide. Os resultados dos estudos sobre o efeito de exsudados radiculares de soja sobre a eclosão de juvenis de *H. glycines* são contraditórios (Slack & Hamblen, 1961; Tefft & Bone, 1985; Schmitt & Riggs, 1991; Sikora & Noel, 1996). No trabalho realizado por Valle *et al.* (1997), lixiviados obtidos a partir de guandu (*Cajanus cajan*) e mucuna (*Mucuna aterrima*) promoveram a eclosão de *H. glycines* numa taxa superior à soja.

Para *M. incognita* (Figura 1B), a máxima porcentagem de eclosão foi observada no tratamento com lixiviado de soja (92,2 %), enquanto a porcentagem mínima foi obtida pela exposição do nematóide ao lixiviado de *P. maximum* cv. Guiné (85,5 %), no entanto, esses valores não foram estatisticamente diferentes. Para *M. javanica* (Figura 1C), os valores de máxima e mínima eclosão foram de 89,1 e 72,6 %, para soja e *B. brizantha*, respectivamente, e também não se observou diferença estatística entre os tratamentos. Nematóides como *M. incognita* e *M. javanica* podem eclodir livremente em água, ou em qualquer outra solução, desde que não sejam expostos a substâncias tóxicas que matem ou inibam a eclosão dos juvenis, como o pirocatecol isolado de *Eragrotis curvula* por Scheffer *et al.* (1962).

Os resultados aqui obtidos são contraditórios àqueles observados por Brito & Ferraz (1987), nos quais os autores constataram que lixiviados obtidos a partir de *P. maximum* cv. Guiné e *Brachiaria decumbens* inibiram significativamente a eclosão de juvenis de *M. javanica*. Contudo, diversos fatores podem contribuir para essa diferença, entre eles a idade das plantas, os métodos utilizados e a época de coleta do material. Sabe-se que algumas plantas liberam substâncias químicas através dos seus exsudados no

seu estágio inicial de desenvolvimento, enquanto outras liberam próximo ao estágio de frutificação (Freire & Ferraz, 1977). No trabalho realizado por Haroon (1982), tanto as cultivares utilizadas, quanto a idade da planta no momento da coleta, interferiram na eclosão dos juvenis. Lixiviados obtidos de *Digitaria decumbens* cv. Transvala inibiram a eclosão de *M. incognita*, enquanto aqueles obtidos de *D. decumbens* cv. Pangola estimularam a eclosão dos mesmos. Os lixiviados obtidos de *D. decumbens* com sete semanas de idade foram menos eficientes em inibir a eclosão de *M. incognita* e *Belonolaimus longicaudatus* do que aqueles coletados de plantas mais velhas.

No ensaio realizado com o extrato liofilizado (Figura 2), esperava-se que os resultados fossem mais expressivos, visto que se realizou a concentração das substâncias presentes nas soluções. No entanto, não se observou nenhuma diferença estatística entre os tratamentos e o controle, para as três espécies de nematóides. Isto pode ser devido à degradação de substâncias, tanto no processo de liofilização, quanto durante o armazenamento do material. Desde a coleta do material, diversos fatores podem interferir nas substâncias presentes no lixiviado, dependendo da sensibilidade de tais substâncias aos fatores externos.

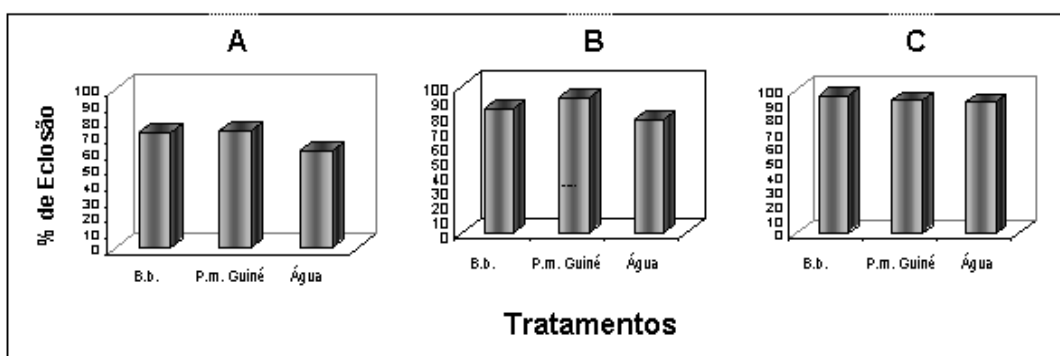


Figura 2 - Porcentagem de eclosão de juvenis de (A) *Heterodera glycines*, (B) *Meloidogyne incognita* e (C) *M. javanica* quando expostos aos respectivos tratamentos: lixiviado liofilizado de *Brachiaria brizantha* (B.b.) e de *Panicum maximum* cv. Guiné (P.m. Guiné) e ao controle (Água). Não houve diferença significativa pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Diversos compostos com atividade nematicida já foram extraídos de plantas, como alcalóides, acetilenos, terpenóides, lactonas policíclicas e ácidos graxos (Chitwood,

1992), porém, a maioria desses foram obtidos usando solventes químicos como extratores e poucos trabalhos têm explorado o efeito nematicida de exsudados. Dentre os fatores que contribuem para isto, estão as limitações que as metodologias de extração apresentam. Vários fatores podem ser responsáveis pela inconsistência dos resultados obtidos quando se avaliam os efeitos de exsudados radiculares sobre os nematóides. Primeiramente, as plantas exsudam quantidades muito pequenas de material orgânico (Rovira, 1969). Outro fator a ser considerado é que desde a coleta do material até avaliação, essas substâncias são expostas à luz e, caso sejam fotossensíveis, podem ser degradadas ou modificadas. A temperatura, tanto do solo, quanto do ambiente no momento da coleta, a umidade do solo, a idade e o estado nutricional da planta, os microrganismos presentes no solo e o próprio substrato em que a planta está sendo cultivada são fatores que podem interferir na produção de exsudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BONETI, J.I.S. & S. FERRAZ. 1981. Modificação do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. Fitopatologia Brasileira 6(Suplemento): 553 (Resumo).
- BRITO, J.A. de & S. FERRAZ. 1987. Antagonismo de *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum* cv. 'Guiné' a *Meloidogyne javanica*. Nematologia Brasileira 11: 270-285.
- BYRNE, J.; U. TWOMEY; N. MAHER; K.J. DEVINE & P.W. JONES. 1998. Detection of hatching inhibitors and hatching factor stimulants for golden potato cyst nematode, *Globodera rostochiensis*, in potato roots leachate. Annals of Applied Biology 132: 463-472.
- CHITWOOD, D.J. 1992. Nematicidal compounds from plants. In: NIGG, H.N. & D. SEIGLER (ed). Phytochemical Resources for Medicine and Agriculture. Plenum Press, New York. Pp. 185-204.
- DAVINE, K.J. & P.W. JONES. 2000a. Response of *Globodera rostochiensis* to exogenously applied hatching factors in soil. Annals of Applied Biology 137: 21-29.
- DAVINE, K.J. & P.W. JONES. 2000b. Purification and partial characterization of hatching factors for the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* from potato root leachate. Nematology 2: 231-236.
- DAVINE, K.J. & P.W. JONES. 2001. Potato cyst nematode hatching activity and hatching factors in inter-specific *Solanum* hybrids. Nematology 3: 141-149.
- DIAS, C.R. & S. FERRAZ. 2001. Redução da população de *Heterodera glycines* no solo através do cultivo de gramíneas forrageiras. Nematologia Brasileira 25: 111-112. (resumos).
- DIAS, C.R.; S. FERRAZ; A.V. SCHWAN & E.A. LOPES. 2001a. Efeito do cultivo de gramíneas forrageiras sobre a população de *Meloidogyne javanica*, em condições de casa-de-vegetação. Nematologia Brasileira 25: 113. (resumos).
- DIAS, C.R.; S. FERRAZ & E.A. LOPES. 2001b. Avaliação do efeito do cultivo de gramíneas forrageiras sobre a população de *Meloidogyne incognita*, no solo. Fitopatologia Brasileira 26(Suplemento): 505. (resumos).
- FREIRE, F.C.O. & S. FERRAZ. 1977. Resistência de cultivares de feijoeiro à *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* e influência da temperatura e exsudatos radiculares sobre a eclosão de suas larvas. Revista Ceres 24: 247-260.
- HAROON, S.A. 1982. An evaluation of two cultivars of *Digitaria decumbens* as biological control agents of nematodes with emphasis on *Meloidogyne incognita* and *Belonolaimus longicaudatus*. University of Florida, Dissertation of Philosophy Doctor. 108p.

- HUSSEY, R.S. 1985. Host-parasitic relationships and associated physiological changes. In: SASSER, J.N. & C.C. CARTER (ed.). An Advanced Treatise on *Meloidogyne*. Vol. 1. Raleigh, North Carolina State University Graphics, p. 143-153.
- ROVIRA, A.D. 1969. Plant root exudates. The Botanical Review 35: 17-34.
- SCHEFFER, F.; R. KICKUTH & J.H. VISSER. 1962. Die wurzelausscheidungen von *Eragrotis curvula* (Schard.) nees und ihr einfluss auf wurzelknoten-nematoden. Zeitschrift für Pflanzenahrung und Bodenkunde 98: 114-120.
- SCHMITT, D.P. & R.D. RIGGS. 1991. Influence of selected plant species on hatching of eggs and development of juveniles of *Heterodera glycines*. Journal of Nematology 23: 1-6.
- SIKORA, E.J. & G.R. NOEL. 1996. Hatch and emergence of *Heterodera glycines* in root leachate from resistant and susceptible soybean cultivars. Journal of Nematology 28: 501-509.
- SLACK, D.A. & M.L. HAMBLEN. 1961. The effect of various factors on larval emergence from cysts of *Heterodera glycines*. Phytopathology 51: 350-355.
- TEFFT, P.M. & L.W. BONE. 1985. Plant induced hatching of eggs of the soybean cyst nematode *Heterodera glycines*. Journal of Nematology 17: 275-279.
- TENENTE, R.C. 1980. Influência de mucuna preta (*Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy) no ciclo vital de *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz: Tese de Mestrado. 46p.
- TENENTE, R.C.; L.G.E. LORDELLO & J.F.S. DIAS. 1981. Estudo com excreção radicular de mucuna preta na eclosão de larvas, percentagem de penetração e crescimento de *Meloidogyne incognita* raça 4. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, V. Londrina, PR. Sociedade Brasileira de Nematologia, p. 271-284.
- VALLE, L.A.C.; S. FERRAZ & D.A. TEIXEIRA. 1997. Estímulo à eclosão de juvenis, penetração e desenvolvimento de *Heterodera glycines* nas raízes de mucuna preta (*Mucuna aterrima*) e guandu (*Cajanus cajan*). Nematologia Brasileira 21: 67-83.
- VIGLIERCHIO, D.R. 1991. Environmental Biology. In: VIGLIERCHIO, D.R. (Ed). The World of Nematodes. Davis, California, p. 144-168.

CAPÍTULO 6

ECLOSÃO DE JUVENIS DE *Meloidogyne javanica* E *Heterodera glycines* FRENTE A EXTRATOS QUÍMICOS DOS SISTEMAS RADICULARES DE *Brachiaria brizantha* E *Panicum maximum* CV. GUINÉ

Dias-Arieira, C.R.; S. Ferraz; A.J. Demuner & L.G. Freitas. 2002. Eclosão de juvenis de *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines* frente a extratos químicos dos sistemas radiculares de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* cv. Guiné. *Nematologia Brasileira*.

RESUMO

Algumas espécies vegetais produzem compostos químicos com atividade nematicida, que podem ser extraídos usando-se diferentes solventes. Alguns trabalhos têm mostrado o potencial de gramíneas forrageiras para o controle de fitonematóides, quando usadas em rotação de culturas. Contudo, pouco é sabido sobre o modo de ação dessas espécies sobre os nematóides. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de extratos químicos obtidos das raízes de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* cv. Guiné, sobre a eclosão de juvenis de *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines*. Para isso, dois experimentos foram conduzidos. Primeiramente, objetivou-se selecionar a espécie com maior potencial para o controle dos nematóides, a melhor época de coleta das raízes e o solvente mais eficiente em extrair compostos químicos com atividade nematicida. Assim, as duas espécies de gramíneas foram cultivadas em casa de vegetação, em vasos contendo areia, e as raízes foram coletadas após 10 e 15 semanas de germinação. Os sistemas radiculares foram lavados, pesados e misturados aos solventes pentano, acetona e metanol, separadamente, numa proporção de 1:10 (p/v). Após 15 minutos, o material foi filtrado e os solventes evaporados à vácuo. Aos resíduos foram adicionados 100 mL de água destilada obtendo-se os extratos em pentano, em acetona e em metanol. As raízes foram novamente pesadas e a elas foi adicionada água destilada numa proporção de 1:10 (p/v). Após 15 minutos, o material foi filtrado obtendo-se os extratos água após pentano, água após acetona e água após metanol. Todos os extratos foram avaliados quanto a inibição da eclosão de *M. javanica* e *H. glycines*. Água destilada foi usada como controle. Os dados foram avaliados em fatorial 2x2x7 (duas plantas, duas épocas de coleta e sete extratos). Os resultados

mostraram que os extratos obtidos das raízes de *P. maximum* cv. Guiné, coletadas após 10 semanas de cultivo, foram os mais eficientes em reduzir a eclosão de ambos os nematóides. Maiores reduções na eclosão foram obtidas a partir dos extratos de metanol. No segundo experimento, o metanol foi usado como principal solvente para extração de compostos a partir do sistema radicular de *P. maximum* cv. Guiné, seguido de uma série de extrações usando água, hexano, acetona e metanol. Os resultados mostraram que as menores porcentagens de eclosão de juvenis de *M. javanica* foram obtidas quando os ovos foram expostos ao extrato hexânico 100 e 1000 ppm. Para *H. glycines* não houve redução significativa quando os ovos foram expostos aos diferentes extratos.

ABSTRACT

Many plant species possess in their constitution chemical compounds with nematicidal activity, that can be extracted using different solvents. The potential of some forage grasses to control nematodes, when used in crop rotation, has already been established. However, little it is known about the mode of action of those species on the nematodes. The objective of the present work was to evaluate the effects of chemical extracts from the roots of *Brachiaria brizantha* and *Panicum maximum* cv. Guiné, on the egg hatching of *Meloidogyne javanica* and *Heterodera glycines*. For that purpose, two experiments were conducted. In the first one, the objective was to select the species with more potential for the nematode control, the best time for collecting the roots and the most efficient solvent to extract chemical compounds with nematicidal activity. So, the two grass species were cultivated in pots containing river sand and the roots were collected after 10 and 15 weeks of germination. The roots were washed, weighted and mixed to the solvents pentane, acetone and methanol, separately, in a proportion of 1:10 (w/v). After 15 minutes the material was filtered and the solvents evaporated under vacuum. To the residues 100 mL of distilled water were added and the pentane, acetone and methanol extracts were obtained. The roots were weighted again and to them distilled water was added in a proportion of 1:10 (w/v). After 15 minutes the material was filtered and the extracts water after pentane, water after acetone and water after methanol were obtained. All extracts were evaluated on their effects on egg hatching of *M. javanica* and *H. glycines*. Distilled water was used as control. A factorial scheme 2x2x7 (two plants, two harvest times and seven extracts) was used. The results showed, for both nematodes,

that the extracts obtained from the roots of *P. maximum* cv. Guiné collected after 10 weeks of cultivation were the most efficient in reducing egg hatching. Methanol extracts were the most efficient. In the second experiment, methanol was used as the main solvent for extraction of compounds from the roots of *P. maximum* cv. Guiné, followed by a series of extractions using water, hexane, acetone and methanol. The results showed that the lowest percentages on egg hatching of *M. javanica* were obtained when the eggs were exposed to the aqueous extracts: hexane 100 ppm and hexane 1000 ppm. For *H. glycines* there was no significant reduction in hatching when the eggs were exposed to the different extracts.

INTRODUÇÃO

O mecanismo de ação da maioria das plantas antagonistas ainda não foi totalmente elucidado. Muitas plantas antagonistas caracterizam-se por produzirem compostos químicos com ação nematicida. A produção desses compostos pode ocorrer em toda a planta, mas, em geral, ela concentra-se em determinadas partes. O α -tertienil, isolado a partir das raízes de *Tagetes erecta* (Uhlenbroek & Bijloo, 1958), a canavanina, isolada das sementes de *Canavalia ensiformis* (Birch *et al.*, 1993), a monocrotalina, obtida a partir das folhas e raízes de *Crotalaria spectabilis* (Fassuolotis & Skucas, 1969), a nicotina, extraída das folhas de *Nicotiana tabacum* (Krishnamurthy & Murthy, 1993) e o 2-metoxi-xantona, extraído do cerne da madeira de *Mesua ferrea* (Singh *et al.*, 1990), são exemplos da diversidade de produção de substâncias químicas com atividade nematicida.

Dentre os trabalhos envolvendo gramíneas forrageiras como planta antagonista, cita-se o efeito positivo dos exsudados radiculares de *Brachiaria decumbens* e de *Panicum maximum* no controle de *M. javanica* (Brito & Ferraz, 1987). Das raízes de *Eragrotis curvula* foi isolado pirocatecol com forte efeito nematicida sobre *M. javanica*, mesmo quando usado em baixas concentrações (Scheffer *et al.*, 1962).

Nos trabalhos realizados por Dias & Ferraz (2001) e Dias *et al.* (2001a, b), gramíneas forrageiras como *B. brizantha*, *B. decumbens* e as diferentes cultivares de *P. maximum*, apresentaram efeito significativo em reduzir as populações de *M. incognita*, *M. javanica* e *H. glycines*, quando cultivadas em solos infestados. Dias-Arieira *et al.* (2002) observaram que poucos juvenis são capazes de penetrar as raízes dessas plantas e,

mesmo quando ocorre penetração, eles não se desenvolvem além do segundo estágio. No entanto, ainda não é sabido qual o mecanismo de ação dessas espécies. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes extratos radiculares, obtidos de *B. brizantha* e *P. maximum* cv. Guiné por extração com solventes químicos, sobre a eclosão dos juvenis de *M. javanica* e *H. glycines*.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a obtenção de extratos vegetais, as gramíneas *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* cv. Guiné foram semeadas em vasos de plástico com 20 L de capacidade, contendo como substrato areia previamente tratada com brometo de metila, e mantidas em casa de vegetação. A primeira coleta de sistema radicular para extração de substâncias químicas foi realizada quando *B. brizantha* e *P. maximum* cv. Guiné estavam com 10 semanas de idade e a segunda foi realizada quando as mesmas se encontravam com 15 semanas de idade. A metodologia de extração baseou-se no trabalho realizado por Haroon (1982), no qual, as raízes coletadas foram lavadas e esterilizadas superficialmente pela imersão em solução água-sanitária: água (1:9) durante 3 minutos e posteriormente foram lavadas por três vezes em água destilada. Dez gramas de raízes foram picadas em pedaços de aproximadamente 2 cm e colocadas em 100 mL de pentano, durante 15 minutos. A solução foi filtrada e evaporada à vácuo, a aproximadamente 40°C. Ao resíduo obtido foram adicionados 100 mL de água destilada e o extrato obtido foi denominado de *Extrato em Pentano*. A massa de raiz remanescente foi pesada e água estéril foi adicionada a ela numa proporção 1:10 (p/v) e mantida por 15 minutos, com agitação manual periódica. A solução foi filtrada e o extrato obtido foi denominado *Extrato de água após pentano*. A mesma metodologia foi realizada para os solventes acetona e metanol.

O ensaio biológico para *H. glycines* foi feito sobre ovos livres obtidos a partir das raízes de soja cv. FT-Cristalina cultivada em solo naturalmente infestado com o nematóide e mantida em casa de vegetação. Para extração dos ovos, as raízes foram colocadas sobre peneira de 0,85 mm de abertura, acoplada a outra de 0,15 mm, e lavadas com jato forte de água. Fêmeas retidas na peneira de 0,15 mm foram esmagadas e os ovos liberados foram recolhidos em peneira de 0,026 mm. Os ovos foram recolhidos em béquer, calibrando-se a suspensão para aproximadamente 1300 ovos/mL, usando câmara

da Peters ao microscópio estereoscópico. Os ovos de *M. javanica* foram coletados do sistema radicular do tomateiro cv. Santa Cruz, mantido em casa de vegetação, e extraídos segundo a metodologia de Hussey & Barker, modificada por Boneti & Ferraz (1981). O ensaio foi montado em placas de Petri, depositando 0,3 mL da suspensão de ovos sobre 4 mL de cada extrato. Água destilada foi usada como controle. As placas foram mantidas no escuro, em incubadora regulada para 26 °C. Após 12 dias, contou-se o número de juvenis eclodidos e de ovos remanescentes, usando microscópio estereoscópico, calculando-se a porcentagem de eclosão de juvenis através da seguinte fórmula: Porcentagem de eclosão = [número de juvenis/(número de juvenis + número de ovos)] x 100.

Os experimentos foram montados em delineamentos inteiramente casualizados, com cinco repetições. Os dados foram analisados através de fatorial simples 2 x 2 x 7, sendo duas espécies de gramíneas forrageiras, duas épocas de coleta de material e sete extratos. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Em uma segunda etapa do trabalho, raízes de *P. maximum* cv. Guiné foram produzidas e coletadas, com 10 semanas de cultivo, conforme descrito no experimento anterior. Um quilograma de raízes foi submetido a extrações a frio e a quente, usando-se o metanol como solvente. Primeiro, o material foi submetido à extração com metanol a frio por 72 horas. Após este tempo, o material foi filtrado e o solvente eliminado por destilação à pressão reduzida em evaporador rotatório, fornecendo 3,8 g de extrato metanólico. Posteriormente, as raízes foram submetidas à extração a quente em aparelho Soxhlet por 72 horas. A remoção do solvente, por destilação em evaporador rotatório, sob pressão reduzida, levou à obtenção de 6,4 g de extrato. Os dois extratos foram comparados por meio de cromatografia em camada delgada (CCD) e, como mostraram-se semelhantes, foram reunidos em um único extrato. O extrato metanólico (10,2 g) foi incorporado em sílica-gel e submetido ao fracionamento em coluna filtrante (funil de vidro sinterizado com 13,5 cm de diâmetro e 10,5 cm de altura), seguindo uma série de extrações usando os solventes hexano (1 L), acetona (1 L), metanol (1 L) e água (1 L). Todos os solventes foram removidos das frações utilizando a destilação em evaporador rotatório, sob pressão reduzida. A partir dos resíduos hexânico, de acetona, metanólico e aquoso foram preparadas suspensões de 1000 e 100 ppm, usando água destilada. O detergente Tween 80 1 % (p/v) foi usado para promover a homogeneização das soluções. Água destilada e água destilada + tween 80 foram usadas como controle.

O ensaio biológico foi realizado conforme descrito anteriormente. O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os dados foram analisados através de fatorial 4 x 2, sendo quatro extratos químicos e duas concentrações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise fatorial dos dados mostrou que, a média geral de eclosão para ambos os nematóides foi menor quando os ovos foram expostos aos extratos de *P. maximum* cv. Guiné, com médias de 17,57 e 17,94, para *M. javanica* e *H. glycines*, respectivamente, enquanto para *B. brizantha* essas médias foram de 55,20 e 41,19, respectivamente. Quanto à época de coleta de *B. brizantha*, a menor média de eclosão foi obtida quando tal planta foi coletada após 15 semanas de cultivo (41,74). A média de eclosão para essa planta quando coletada com 10 semanas, foi de 69,48 %. Para *P. maximum* cv. Guiné, a coleta após 15 semanas resultou em eclosão média de 25,20%, enquanto após 10 semanas este número foi de 9,94%, sendo essa considerada a melhor época para a coleta do material. Esse resultado já era esperado, uma vez que, com 15 semanas as plantas tinham iniciado o florescimento e, durante essa fase, grande parte dos fotoassimilados e produtos do metabolismo da planta são desviados para a floração e produção de grãos.

No primeiro experimento observou-se que os extratos em pentano não exerceram qualquer efeito sobre a eclosão de juvenis de *M. javanica* ou *H. glycines*, quando comparados ao controle, água destilada (Tabelas 1 e 2). Verificou-se ainda que, em alguns ensaios, a eclosão foi estimulada pelos extratos em pentano e de água após pentano, como foi o caso dos juvenis de *H. glycines* expostos ao extrato em pentano obtido após dez e quinze semanas de cultivo de *B. brizantha*, os quais apresentaram 81,4 e 65,6 % de eclosão, contra 67,2 e 50,8 % observada para água destilada, respectivamente (Tabelas 1 e 2). Resultado semelhante foi constatado para os juvenis de *H. glycines* expostos ao extrato de água após pentano obtido após dez semanas de cultivo de *P. maximum* cv. Guiné (Tabela 1). O extrato água após pentano de *P. maximum* cv. Guiné, obtido após 15 semanas de cultivo (Tabela 2), estimulou também a eclosão de *M. javanica*, no qual a porcentagem de eclosão foi de 46,6, contra 23,8 observada para a água.

Tabela 1: Porcentagem de eclosão de juvenis de *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines* incubados em extratos radiculares de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* cv. Guiné, coletados após 10 semanas de cultivo das plantas¹.

Tratamentos	<i>Brachiaria brizantha</i>		<i>Panicum maximum</i> cv. Guiné	
	<i>M. javanica</i> ²	<i>H. glycines</i> ²	<i>M. javanica</i> ²	<i>H. glycines</i> ²
Água	78,8 a	67,2 ab	21,8 a	10,8 ab
Pentano	79,2 a	81,4 a	17,2 ab	9,8 ab
Água após pentano	67,0 ab	51,6 bc	15,8 abc	13,8 a
Acetona	76,0 a	39,6 c	4,2 bc	4,4 b
Água após acetona	65,6 ab	13,8 d	3,2 c	5,0 b
Metanol	54,6 b	55,0 bc	4,0 c	6,6 b
Água após metanol	62,3 ab	25,7 cd	3,4 c	5,0 b
C.V. (%)	14,6	25,9	65,5	41,8

¹ Média de cinco repetições. ² Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, 0,05.

Tabela 2: Porcentagem de eclosão de juvenis de *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines* incubados em extratos radiculares de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* cv. Guiné, coletados após 15 semanas de cultivo das plantas¹.

Tratamentos	<i>Brachiaria brizantha</i>		<i>Panicum maximum</i> cv. Guiné	
	<i>M. javanica</i> ²	<i>H. glycines</i> ²	<i>M. javanica</i> ²	<i>H. glycines</i> ²
Água	63,6 a	50,8 ab	23,8 abc	50,8 a
Pentano	58,2 ab	65,6 a	32,0 ab	49,6 a
Água após pentano	61,0 a	35,2 bc	46,6 a	29,8 ab
Acetona	26,8 bc	28,8 c	31,0 ab	20,4 b
Água após acetona	13,4 c	18,4 cd	10,6 bc	15,2 b
Metanol	55,8 ab	28,2c	30,2 ab	16,4 b
Água após metanol	13,4 c	9,2 d	2,2 c	13,2 b
C.V. (%)	37,6	27,7	53,6	39,6

¹ Média de cinco repetições. ² Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, 0,05.

Os resultados aqui obtidos estão de acordo com outros trabalhos encontrados na literatura, nos quais algumas gramíneas estudadas apresentaram produção de compostos químicos com atividade nematicida. Scheffer *et al.* (1962) isolaram das raízes de *Eragrotis curvula* um pirocatecol com forte efeito nematicida sobre *M. javanica*, *M. acrita*, *M. thamesi* e *M. hapla*. Esse composto fenólico e seus derivados são encontrados em muitas plantas e têm mostrado atividade nematicida contra *Hoplolaimus indicus*, *Helicotylenchus indicus*, *Rotylenchulus reniformis*, *Tylenchorhynchus brassicae* e *Tylenchus filiformis* (Alam *et al.*, 1979). Widmer (2000) isolou de *Sorghum sudanense* o composto “dhurrin”, um glicosídeo cianogênico capaz de reduzir em 55 % a penetração de *M. hapla* nas raízes de alface. *Cymbopogon* spp. é outra gramínea da qual tem sido isoladas substâncias com ação antagonista à fitonematóides. Extratos das folhas de *C. flexuosus* foram altamente tóxicos a *M. incognita*, *R. reniformis*, *T. brassicae*, *H. indicus* e *H. indicus*. Mortalidade de 100 % de juvenis de *M. incognita* foi observada após 12 horas de exposição à extratos foliares desta espécie (Tiyagi *et al.*, 1986).

Extratos vegetais de outras plantas também têm apresentado resultados promissores no controle de nematóides. No trabalho realizado por Scramin *et al.* (1987), extratos de 14 espécies vegetais foram avaliados quanto a atividade nematicida sobre *M. incognita* raça 1. Dez extratos destacaram-se pelo efeito nematicida e nematostático: extrato hexânico da folha e do caule de *Tagetes minuta*, extrato clorofórmico do caule de *Tagetes patula*, extrato etanólico do fruto de *Cassia occidentalis*, extrato hexânico da flor de *Alomia fastigiata*, extratos hexânico e clorofórmico do caule de *Vernonia condosata*, extrato clorofórmico da folha de *Vernonia polyanthes* e extratos hexânico e etanólico do caule de *V. polyanthes*, sendo que os dois últimos apresentaram efeito nematicida semelhante ao observado para Carbofuran. Extrato de butanol de *Curcuma aromatica* inibiu completamente a eclosão de *M. incognita*, no trabalho conduzido por Pandey *et al.* (2001). Frighetto & Zavatti (1994) observaram que o extrato etanólico de *Chenopodium ambrosioides* reduziu em 85 % o número de galhas de *M. incognita* em tomateiro. Extratos etanólicos de *Datura fastulosa* promoveram 100 % de mortalidade dos juvenis de *M. javanica*, após 72 h de exposição (Abid *et al.*, 1997). Do extrato benzênico das folhas de *Murraya koenigii* foram isolados alcalóides com forte atividade nematicida, como koenimbina e koenidina (Sanjay *et al.*, 2000). Analisando os resultados obtidos neste experimento pode-se observar que o efeito na inibição da eclosão dos nematóides aumentou de acordo com a polaridade dos extratos avaliados. Assim, as maiores

porcentagens de eclosão foram constatadas para o extrato de pentano (menos polar), seguido de acetona e metanol (com maior polaridade).

Observou-se, através da análise fatorial do segundo experimento que, não houve interação entre os fatores extrato e concentração. Para *H. glycines*, nenhuma diferença estatística foi constatada quando os ovos foram expostos aos diferentes extratos químicos ou as diferentes concentrações do mesmo extrato (Tabela 3). Provavelmente, este resultado deve-se ao fato de que, espécies pertencentes ao gênero *Heterodera* passam por processo de dormência endógena, também denominada diapausa, necessária ao seu desenvolvimento (Evans, 1987), neste caso, os nematóides não eclodem livremente em água e apresentam maior resistência quando expostos à compostos químicos.

Tabela 3: Porcentagem de eclosão de juvenis de *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines* incubados em extratos radiculares de *Panicum maximum* cv. Guiné¹.

Tratamentos	<i>M. javanica</i> *	<i>H. glycines</i>
Extrato aquoso 1000 ppm	60,2 a	22,8 ^{ns}
Extrato aquoso 100 ppm	75,8 a	23,2
Extrato de acetona 1000 ppm	74,8 a	36,8 ^{ns}
Extrato de acetona 100 ppm	72,0 a	40,8
Extrato metanólico 1000 ppm	70,4 a	34,6 ^{ns}
Extrato metanólico 100 ppm	67,4 a	37,4
Extrato hexânico 1000 ppm	51,6 b	37,4 ^{ns}
Extrato hexânico 100 ppm	51,2 b	27,4
C.V. (%)	19,33	35,23

¹ Média de cinco repetições. * Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si. ^{ns} Não significativo a 5 % de probabilidade.

Quanto a *M. javanica*, reduções significativas na eclosão dos juvenis foram obtidas quando os ovos foram expostos ao extrato hexânico com 1000 e 100 ppm, com porcentagens de eclosão iguais a 51,6 e 51,2, respectivamente, porém essas médias de eclosão não diferiram entre si (Tabela 3). Comparados ao extrato hexânico, os demais extratos químicos (aquoso, metanólico e de acetona) foram menos eficientes em inibir a

eclosão de *M. javanica*. Para o controle, água destilada, a média de eclosão foi de 87,2, enquanto para água+tween a média foi de 80,0.

Apesar dos extratos aquosos aqui avaliados não terem promovido redução na eclosão dos juvenis, na literatura vários trabalhos têm mostrado que extratos aquosos também apresentam potencial para o controle de nematóides. Extratos das folhas de *Ocimum sanctum* e *O. basilicum* causaram a morte de 100 % dos juvenis de segundo estágio de *M. incognita* (Chatterjee *et al.*, 1982). Do óleo essencial dessas plantas foram isolados eugenol e linalool, os quais foram caracterizados como prováveis substâncias nematocidas. Extratos aquosos obtidos da parte aérea de diversas plantas medicinais tiveram seu efeito antagônico sobre *M. incognita* avaliado (Dias *et al.*, 2000) e os extratos que apresentaram melhores resultados foram aqueles extraídos de *Ageratum conyzoides* (mentrasto), *Arctium lappa* (bardana), *Artemisia verlotorum* (artemísia), *A. absinthium* (losna), *Symphytum officinalis* (confrei) e *Tanacetum vulgare* (catinga de mulata). O efeito antagônico dos extratos obtidos a partir de *A. conyzoides* já havia sido constatado (Scramin *et al.*, 1987; Frigetto & Zavatti, 1994). Extratos obtidos da parte aérea de *Aristolelia chilensis*, *Quillaja saponaria*, *Thymus serpyllum* e *Vestia lycioides*; ou das raízes de *Melissa officinalis*, *Calendula officinalis* e *Plantago major*, apresentaram efeito nematocida e nematostático sobre *Xiphinema americanum* (Insunza *et al.*, 2001). A aplicação de extratos obtidos das folhas de *T. patula*, *Ocimum basilicum*, *Datura stramonium*, *Allium sativum* e *A. cepa*, em pré plantio, reduziu o número de galhas em tomateiro de 56 galhas/planta (controle) para 2 a 5 galhas/planta (Mateeva *et al.*, 2000).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABID, M.; CHOUDHARY, M.I.; MAQBOOL, M.A. & RAHMAN, A.U. 1997. Preliminary screening of some plants for their nematocidal activity against *M. javanica*. *Nematologia Mediterranea* 25: 155-157.
- ALAM, M.M.; KHAN, A.M. & SAXENA, S.K. 1979. Mechanism of control of plant parasitic nematodes as a result of the application of organic amendments to the soil. V. Role of phenolic compounds. *Indian Journal of Nematology* 9: 136-142.
- BIRCH, A.N.E.; ROBERTSON, W.M. & FELLOWS, L. 1993. Plant products to control plant parasitic nematodes. *Pesticide Science* 39: 141-145.

- BONETI, J.I.S. & S. FERRAZ. 1981. Modificação do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. Fitopatologia Brasileira 6(Suplemento): 553 (Resumo).
- BRITO, J.A. & FERRAZ, S. 1987. Antagonismo de *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum* cv. Guiné a *Meloidogyne javanica*. Nematologia Brasileira 11: 270-285.
- CHATTERJEE, A.; SUKUL, N.C.; LASKAR, S. & GHOSHMAJUMDAR, S. 1982. Nematicidal principles from two species of lamiaceae. Journal of Nematology 14: 118-120.
- DIAS, C.R.; SCHWAN, A.V.; EZEQUIEL, D.P.; SARMENTO, M.C. & FERRAZ, S. 2000. Efeito de extratos aquosos de plantas medicinais na sobrevivência de juvenis de *Meloidogyne incognita*. Nematologia Brasileira 24: 203-210.
- DIAS, C.R. & S. FERRAZ. 2001. Redução da população de *Heterodera glycines* no solo através do cultivo de gramíneas forrageiras. Nematologia Brasileira 25: 111-112. (resumos).
- DIAS, C.R.; S. FERRAZ; A.V. SCHWAN & E.A. LOPES. 2001a. Efeito do cultivo de gramíneas forrageiras sobre a população de *Meloidogyne javanica*, em condições de casa-de-vegetação. Nematologia Brasileira 25: 113. (resumos).
- DIAS, C.R.; S. FERRAZ & E.A. LOPES. 2001b. Avaliação do efeito do cultivo de gramíneas forrageiras sobre a população de *Meloidogyne incognita*, no solo. Fitopatologia Brasileira 26(Suplemento): 505. (resumos).
- DIAS-ARIEIRA, C.R., FERRAZ, S., FREITAS, L.G. & MIZOBUTSI, E.H. 2002. Avaliação da penetração e do desenvolvimento de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Heterodera glycines* nas raízes de quatro espécies de gramíneas forrageiras. Nematologia Brasileira v.26 (prelo).
- EVANS, A.A.F. 1987. Diapause in nematodes as a survival strategy. In: VEECH, J.A. & DICKSON, D.W. (Eds). Vistas on Nematology: A Commemoration of the Twenty-fifth Anniversary of the Society of Nematologists. E.O. Painter Printing Co., DeLeon Springs, Florida. Pp.180-187.
- FASSUOLOTIS, G. & SKUCAS, G.P. 1969. The effect of pyrrolizidine alkaloid ester and plants containing pyrrolizidina on *Meloidogyne incognita acrita*. Journal of Nematology 1: 287-288.
- FRIGHETTO, R.T.S. & ZAVATTI, L.M.S. 1994. Avaliação de espécies vegetais no controle de *Meloidogyne incognita*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 22. Campinas. Resumos... Campinas: SBN, p.33.
- HAROON, S.A. 1982. An evaluation of two cultivars of *Digitaria decumbens* as biological control agents of nematodes with emphasis on *Meloidogyne incognita* and *Belonolaimus longicaudatus*. University of Florida (Dissertation). 108p.
- INSUNZA, V.; ABALLAY, E. & MACAYA, J. 2001. *In vitro* nematicidal activity of aqueous plant extracts on chilean populations of *Xiphinema americanum sensu lato*. Nematropica 31: 47-54.

- KRISHNAMURTHY, G.V.G. & MURTHY, P.S.N. 1993. Further studies with plant extracts on root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) larvae. In: CHARI, M.S. & RAMAPRASAD, G. (Ed.) Botanical Pesticides in Integrated Pest Management. Rajahmundry: Indian Society of Tobacco Science. Pp. 438-448.
- MATEEVA, A.; IVANOVA, M.; GULLINO, M.L.; KATAN, J. & MATTA, A. 2000. Alternative methods for control of root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp. Acta Horticulturae n. 532: 109-111.
- PANDEY, R.; PANT, N.; JAIN, D.C. & KALRA, A. 2001. Medicinal plant extracts as potent source of nematocidal activities. Nematologia Mediterranea 29: 19-21.
- SANJAY, S.; PRASAD, D.; SINGH, R.P. & SRIVASTAVA, S. 2000. Antinemic studies of the chemical constituents of the leaves of *Murraya koenigii* (L.) Spreng. Annals of Plant Protection Sciences 8: 183-186.
- SCHEFFER, F.; KICKUTH, R & VISSER, J.H. 1962. Die wurzelausscheidungen von *Eragrotis curvula* (Schard.) nees und ihr einfluss auf wurzelknoten-nematoden. Zeitschrift für Pflanzenahrung und Bodenkunde 98: 114-120.
- SCRAMIN, S.; SILVA, H.P.; FERNANDES, L.M.S. & YHAN, C.A. 1987. Avaliação biológica de extratos de 14 espécies vegetais sobre *Meloidogyne incognita* raça 1. Nematologia Brasileira 11: 89-102.
- SINGH, R.P.; DEVAKUMAR, C. & SAXENA, D.B. 1990. Plant products - A versatile source of agro-chemicals. Pesticide Research Journal 2: 61-68.
- TIYAGE, S.A.; SIDDIQUI, M.A. & ALAM, M.M. 1986. Toxicity of an insect-repellent plant to plant-parasitic nematodes. International Nematology Network Newsletter 3: 16-17.
- UHLENBROEK, J.H. & BIJLOO, J.D. 1958. Investigations on nematocides. I. Isolation and structure of a nematocidal principle occurring in *Tagetes* roots. Recueil des Travaux Chimique des Pays-Bas 77: 1004-1009.
- WIDMER, T.L. 2000. Mechanism of suppression of *Meloidogyne hapla* and its damage by a green manure of Sudan grass. Plant Disease 84: 562-568.

CONCLUSÕES GERAIS

- As espécies de gramíneas forrageiras *Pennisetum purpurium*, *P. americanum*, *Setaria anceps* e *Paspalum notatum* possibilitaram a reprodução dos nematóides *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*, não sendo recomendadas para o cultivo em áreas de plantio de soja nas quais essas espécies estejam presentes.
- As gramíneas forrageiras *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens* e as diferentes cultivares de *Panicum maximum* reduziram significativamente as populações de *Meloidogyne* spp.
- Todas as espécies de gramíneas avaliadas podem ser recomendadas para a rotação de culturas visando a redução da população de nematóides de cisto da soja, *Heterodera glycines*.
- As gramíneas *B. brizantha*, *B. decumbens*, *P. maximum* cv. Guiné e *Andropogon gayanus* cv. Planaltina foram eficientes em controlar os nematóides em populações mistas compostas por *M. incognita*-*H. glycines* e *M. javanica*-*H. glycines*.
- Fêmeas de *M. incognita* e *M. javanica*, com ovos, foram observadas no sistema radicular de *A. gayanus* cv. Planaltina, enquanto nas demais gramíneas os nematóides não se desenvolveram além do estágio J2 (juvenil de segundo estágio).
- Lixiviados radiculares não exerceram efeito significativo sobre a eclosão dos juvenis de *M. incognita* e *M. javanica* e apenas o lixiviado de *B. brizantha* reduziu significativamente a eclosão dos juvenis de *H. glycines*.

- A incorporação isolada da parte aérea das gramíneas avaliadas não reduziu significativamente a população de *M. incognita* e *M. javanica* e não diferiu da incorporação da parte aérea da soja . Para *H. glycines*, houve diferença significativa entre a incorporação das gramíneas e da soja.
- Os extratos químicos de *P. maximum* cv. Guiné apresentaram redução média da eclosão dos nematóides inferior àquela observada para os extratos de *B. brizantha*. Ademais, a melhor época para a coleta de raízes de ambas as espécies foi após 10 semanas de cultivo.
- O extrato de metanol foi o que apresentou maior inibição na eclosão dos juvenis de *M. javanica* e *H. glycines*, enquanto o pentano não exerceu qualquer efeito sobre as espécies avaliadas.
- Nas extrações de substâncias químicas usando o metanol como solvente, os extratos hexânico 100 e 1000 ppm foram os únicos que apresentaram redução significativa na eclosão de juvenis de *M. javanica*. Para *H. glycines*, não houve diferença significativa entre os tratamentos.