

ANDERLI DIVINA FERREIRA

**REACÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA E MILHO AO NEMATÓIDE DAS LESÕES
RADICULARES *Pratylenchus brachyurus***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

Orientador (a):

Prof. (a) Dr. (a) Mara Rúbia da Rocha

Goiânia, GO – Brasil

2010

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(GPT/BC/UFG)**

F383r **Ferreira, Anderli Divina.**
Reação de genótipos de soja e milho ao nematóide das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus* [manuscrito] / Anderli Divina Ferreira. - 2010.
59 f.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Mara Rúbia da Rocha.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, 2010.

Bibliografia.

1. Soja (*Glycine Max*) - resistência. 2. Milho (*Zea mays*) – resistência. 3. Soja - doenças. I. Título.

CDU: 633.34:632

ANDERLI DIVINA FERREIRA

TÍTULO: "Reação de genótipos de soja e milho ao nematóide das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus*".

Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 01 de março de 2010,
pela Banca Examinadora Constituída pelos membros:



Prof. Patrícia Guimarães Santos Melo
EA/UFG



Dr. Murillo Lobo Júnior
Embrapa Arroz e Feijão


Prof.^a Mara Rúbia da Rocha
Presidente – EA/UFG

Goiânia - Goiás
Brasil



Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TEDE) na Biblioteca Digital da UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás–UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD/UFG, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: Dissertação Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Autor(a):	Anderli Divina Ferreira				
CPF:	841021601-91	E-mail:	anderlidf@hotmail.com		
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página?		<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não		
Vínculo Empregatício do(a) Autor(a):					
Agência de fomento:	CAPES			Sigla:	
País:	Brasil	UF:	GO	CNPJ:	
Título:	Reação de genótipos de soja e milho ao nematóide das lesões radiculares <i>Pratylenchus brachyurus</i>				
Palavras-chave:	<i>Glycine max, Zea mays, resistência</i>				
Título em outra língua:	Reaction of soybean and corn genotypes to the root lesion nematode <i>Pratylenchus brachyurus</i>				
Palavras-chave em outra língua:	<i>Glycine max, Zea mays, resistance</i>				
Área de concentração:	Produção Vegetal				
Data defesa:	01/03/2010				
Programa de Pós-Graduação:	Agronomia				
Orientador(a):	Mara Rúbia da Rocha				
CPF:	324 042 711-72	E-mail:	mararocha@agro.gov.br		
Co-orientador(a):					
CPF:		E-mail:			

3. Informações de acesso ao documento:

Liberação para disponibilização?¹ total parcial

Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

Capítulos. Especifique: _____

Outras restrições: _____

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF não-criptográfico da tese ou dissertação. O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Data: 23 /02/ 2011

Assinatura do(a) autor(a)

¹ Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela força suprema nos momentos difíceis desta minha caminhada.

À minha família, meus pais Maria Salvadora Rios Brito e Manoel Marciano Ferreira e em especial ao meu amor Alan Soares Machado pelo apoio, carinho e compreensão.

À Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás (EA/UFG), pela oportunidade de realização do curso de mestrado em Agronomia.

À professora Dra. Mara Rúbia da Rocha, pela orientação acadêmica, ensinamentos, atenção e dedicação, contribuindo para a minha formação profissional.

À professora Dra. Valquiria da Rocha Santos Veloso, pela valiosa participação na minha vida acadêmica.

À equipe do laboratório de Nematologia da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da UFG, Tiago, Kássia, Leonardo, Fernando, Renato, Cristiane, Lucas, Emilia, Mariana e Kamila pelas colaborações técnicas.

Ao sr Rick Melton pela contribuição durante a condução dos experimentos.

Aos amigos da pós-graduação em Agronomia da EA/UFG, Lílian Rabelo, Roberta Freitas, Maria L. Martins e André F. Pereira.

Aos professores Dr. João Batista Duarte e Dr. Wilson Mozena Leandro pelas contribuições estatísticas.

Aos agricultores Silvio e Elmar pela cessão das áreas experimentais e pelo apoio durante o período de realização da pesquisa.

Ao CTPA e à Estação Experimental da Emater/Senador Canedo, pelo fornecimento de sementes e materiais para a condução do experimento.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	5
GENERAL ABSTRACT	7
1 INTRODUÇÃO GERAL	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 IMPORTANCIA ECONÔMICA DAS CULTURAS DA SOJA E DO MILHO NO BRASIL.....	11
2.2 PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS DA CULTURA DA SOJA.....	14
2.3 NEMATÓIDE DAS LESÕES RADICULARES.....	18
2.4 MANEJO DO NEMATÓIDE DAS LESÕES RADICULARES.....	21
2.4.1 Medidas sanitárias e quarentenárias	21
2.4.2 Plantas antagonistas	22
2.4.3 Controle químico	24
2.4.4 Rotação de culturas	25
2.4.5 Cultivares resistentes	27
3 REACÃO DE CULTIVARES DE SOJA A <i>Pratylenchus brachyurus</i> EM CONDICÕES NATURAIS DE INFESTACÃO	30
RESUMO.....	30
ABSTRACT.....	30
3.1 INTRODUÇÃO.....	31
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
3.4 CONCLUSÃO.....	41
4 REACÃO DE GENÓTIPOS DE MILHO A <i>Pratylenchus spp.</i> EM CONDICÕES NATURAIS DE INFESTACÃO	42
RESUMO.....	42
ABSTRACT.....	42
4.1 INTRODUÇÃO.....	43
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	45
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4.4 CONCLUSÃO.....	51
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
6 REFERÊNCIAS	53

RESUMO GERAL

FERREIRA, A. D. **Reação de genótipos de soja e milho ao nematóide das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus***. 2010. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010².

A soja (*Glycine max* L. Merr.) é cultivada em praticamente todos os estados do Brasil em um total de 21 milhões de ha, e a região Centro Oeste se destaca como a maior produtora do grão no Brasil. As perdas anuais de produção por doenças são estimadas em cerca de 15% a 20%. Dentre as principais doenças da cultura atualmente na região dos Cerrados, destacam-se aquelas causadas por nematóides, principalmente *Heterodera glycines* e *Pratylenchus brachyurus*. Tem-se observado o aumento da ocorrência de *P. brachyurus*, principalmente em áreas sob sistema de plantio direto e áreas com cultivos anteriores de pastagens. O milho, comumente utilizado em rotação ou sucessão com a cultura da soja, é também suscetível a *P. brachyurus* dificultando o manejo das áreas infestadas com esse patógeno. A utilização de resistência é uma das estratégias de controle mais importantes devido à sua compatibilidade com outras práticas de manejo e por não ser prejudicial ao meio ambiente. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a reação de genótipos de soja e de milho ao nematóide das lesões radiculares *P. brachyurus* visando identificar resistência, ou possíveis fontes de resistência, que possam ser usadas em programas de melhoramento genético. Foi estudada a reação de cinquenta genótipos de soja e trinta e oito genótipos de milho ao nematóide das lesões radiculares em campo naturalmente infestado. Os experimentos foram conduzidos na safra 2008/09 em delineamento em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas no tempo, com avaliações aos 30 e 60 dias após emergência (DAE) com oito repetições para a soja e dez repetições para o milho. As raízes coletadas foram processadas em laboratório, sendo os resultados para densidade populacional expressos em número de indivíduos por dez gramas de raízes e o fator de reprodução (FR) foi calculado considerando a população final (pf) como sendo a segunda avaliação (60 DAE) e a população inicial (pi) a densidade populacional aos 30 (DAE). Para as cultivares de soja, o teste de médias para a densidade populacional separou os genótipos em dois grupos. Desses genótipos analisados, 12 apresentaram interação significativa com as épocas de avaliação, sendo que 10 delas apresentaram redução na densidade populacional aos 60 DAE variando de 45% a 70% de redução. As cultivares BRSGO Luziânia RR, BRS Juliana RR, M-Soy 7211 RR, M-Soy 8411, TMG 103 RR e Emgopa 316 RR destacaram-se com as maiores reduções na densidade populacional de *P. brachyurus* sendo de 70%, 62%, 61%, 58%, 58% e 57%, respectivamente. As cultivares BRSGO Jataí, BRSGO Silvânia RR, BRSGO Gisele RR, Emgopa 313 RR, M-SOY 7908 RR e Emgopa 313 destacaram-se por apresentarem baixas densidade aos 60 DAE. Da mesma forma, o teste de média para FR separou as cultivares em dois grupos, com maior e menor FR. Para os genótipos de milho o teste de médias para densidade populacional separou os genótipos em três grupos, sendo oito genótipos com as maiores densidades populacionais, quinze intermediários e quinze genótipos com as menores densidades populacionais aos 60 DAE. Dos genótipos avaliados, dezessete apresentaram interação significativa com as épocas de avaliação, sendo que apenas o genótipo Agromem 30A06 diminuiu a densidade populacional na segunda avaliação

² Orientador: Prof.(a) Dr.(a) Mara Rúbia da Rocha. EA-UFG.

(57%). As demais apresentaram aumento na densidade populacional dos 30 até 60 DAE, variando de 42% a 85% de aumento. Os genótipos que apresentaram as menores médias populacionais na avaliação final foram: P 30F80, P30S31, Agromem 30A06, AS1575, DKB 499, GNZ 2500, DKB 350, DG 501 e NK Impacto. Com relação ao FR dos genótipos de milho o teste de média separou-os em três grupos. Os genótipos de soja e milho que apresentaram as menores densidades populacionais e menores FR devem ser preferidas para semeadura em áreas infestadas e para investigações futuras visando identificação de possível resistência genética, embora mais pesquisas sejam necessárias visando identificação de genótipos que possuam resistência a *P. brachyurus*.

Palavras-chave: *Glycine max*, *Zea mays*, resistência.

GENERAL ABSTRACT

FERREIRA, A. D. **Reaction of soybean and corn genotypes to the root lesion nematode *Pratylenchus brachyurus***. 2010. 59 f. Dissertation (Master in Agronomy: Crop Production) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiania, Brasil, 2010¹.

The soybean crop (*Glycine max* L. Merr.) is present in practically every Brazilian state occupying an area of 23 million ha. The Central West Region is considered the greatest grain producer. The annual losses due to diseases are estimated around 15% and 20%. Among the main crop diseases in the Cerrados region, the ones caused by nematodes, especially *H. glycines* and *P. brachyurus*, are very important. Occurrence of *P. brachyurus* has been increasing, especially in areas of no till and pastures. The corn crop usually planted in crop rotation with soybean is also susceptible to *P. brachyurus*, which makes more difficult the nematode management. The use of genetics resistance is one of the most important control strategies due to its compatibility with other practices and for not being environmentally harmful. The purpose of this study was to evaluate the soybean and corn genotypes reaction to the nematode *P. brachyurus*, aiming the identification of resistance that could be of immediate use for growers in crop rotation system or to identify sources of resistance that could be used in plant breeding programs. The reaction of 50 soybean genotypes and 38 corn genotypes to *P. brachyurus* was studied under naturally infested field conditions. The experiments were conducted in 2008/09 in a randomized block design with split plot scheme, with evaluations at 30 and 60 days after emergence (DAE). Soybean experiment had eight replications and corn experiment, ten replications. The root samples were collected and taken to the laboratory for nematode extraction. The results were expressed as number of nematodes/ 10 g of roots. The reproduction factor (RF) was calculated considering the evaluation at 30 DAE as the initial population and the evaluation at 60 DAE as the final population. The soybean cultivars were separated into two groups with high and low susceptibility to *P. brachyurus*. Twelve genotypes presented interaction with the evaluation timing. Ten out of these twelve genotypes had the *P. brachyurus* population reduced from 45% to 70% at 60 DAE. The cultivars BRSGO Luziania RR, BRS Juliana, M-Soy 7211 RR, M-Soy 8411, TMG 103 RR and Emgopa 316 had 70%, 62%, 61%, 58%, 58% and 57% reduction in the population densities at 60 DAE. The cultivars were also separated into to groups according to the RF. The corn genotypes were separated into three groups. Seventeen corn genotypes had significant interaction

¹ Adviser: Prof.(a) Dr.(a) Mara Rúbia da Rocha. EA-UFG.

with the evaluation timing and only the genotype Agromem 30A06 had the population density reduced (57%) at 60 DAE. All the other 16 genotypes had the nematode population increased between 30 and 60 DAE with increasing variation from 42% to 85%. The genotypes with lowest population density at the final evaluation (60 DAE) were: P 30F80, P30S31, Agromem 30A06, AS1575, DKB 499, GNZ 2500, DKB 350, DG 501 e NK Impacto. The soybean and corn genotypes that presented lower population density and RF along the evaluation period must be preferred for planting in infested areas and can be considered for future investigation for genetic resistance.

Key words: Glycine max, Zea mays, resistance.

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura da soja (*Glycine max* L. Merr.) é plantada no Brasil em vinte estados e em todas as regiões geográficas do país. O Brasil é o segundo maior produtor e o maior exportador mundial de grãos de soja, sendo esta a principal cultura de exportação do país no momento (Abiove, 2010). Na safra 2009/2010 foram cultivados 23.358,8 mil hectares de soja, com uma produção de 68.707,9 mil toneladas (Conab, 2010).

A Região Centro Oeste é a maior produtora de soja do Brasil, concentrando 46,02% da produção, o equivalente a 31,626 milhões de toneladas anuais (Conab, 2010). O cultivo em solos de Cerrado proporcionou o crescimento em área e rendimento da cultura pelo plantio de variedades adaptadas às condições dessa região brasileira. A região assume, então, importância estratégica para o desenvolvimento da cultura no Brasil, contribuindo de forma crescente e determinante para consolidar sua posição alcançada no cenário internacional (Reetz et al., 2008).

Entre os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos dessa cultura estão os problemas fitossanitários (Yorinori et al., 1993). No mundo são conhecidas mais de 100 doenças da cultura da soja. Dependendo do local e da época, algumas atingem níveis de dano econômico e outras passam despercebidas. As perdas anuais de produção por doenças são estimadas em cerca de 15% a 20%. Aproximadamente 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus que infectam a soja já foram identificadas no Brasil. Dentre estas, os nematóides fitoparasitas destacam-se em importância (Henning et al., 2005).

Nas últimas safras tem-se observado aumento nas perdas devido ao nematóide das lesões radiculares, *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey, 1929) Filipjev & Schurmans Stekhoven, 1941, na cultura da soja, na região dos Cerrados. Isso vem ocorrendo devido principalmente à adoção do sistema de plantio direto e à incorporação de áreas com pastagens degradadas e/ou com textura arenosa (Dias et al., 2007; Ribeiro et al., 2007a). No plantio direto ocorre maior deposição de palhadas, conservando a umidade dos solos e favorecendo o aumento populacional dos fitonematóides polívoros como *Pratylenchus*. A maioria das plantas cultivadas, tanto as de verão como as de inverno são suscetíveis a este

nematóide (Inomoto et al., 2006a).

Sharma (1996) já havia relatado a ocorrência da espécie *P. brachyurus* na cultura da soja, na safra 1988/1989, em reboleiras de diferentes tamanhos, ocupando aproximadamente 30% da área plantada com a cultivar Cristalina na Fazenda São Paulo, município de Ipameri, Goiás. Os resultados de análise de solo e raízes revelaram alta infestação desse nematóide (31.970 nematóides por amostra de 100 cm³ de solo e dez gramas de raízes), em comparação com plantas sadias (4.192 nematóides por amostra). Houve redução de 41% na produção de grãos da área afetada pelo nematóide em relação à área adjacente que não foi afetada.

Em levantamento mais recente de fitonematóides realizado na região dos Cerrados no Estado de Goiás, Silva (2007) coletou 309 amostras de solo e raízes em áreas cultivadas com a cultura da soja na região de Jataí, Goiás. Das amostras analisadas, 97% foram positivas para *Heterodera glycines* Ichnohe (1952), 77% para *P. brachyurus* e em 47% das amostras ocorreu o gênero *Helicotylenchus* Steiner (1945). Neves et al. (2007) realizaram amostragens de solo e raízes de soja na região sudoeste de Goiás, no período de outubro de 2006 a fevereiro de 2007, e em 88% foi encontrado *Pratylenchus*, em 52% o *Helicotylenchus*, em 8% o *Meloidogyne* e em 4% *H. glycines*. Desta forma, observa-se que o gênero *Pratylenchus* está crescendo em importância para a cultura no Estado de Goiás e Região Centro Oeste.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a reação de genótipos de soja e de milho ao nematóide das lesões radiculares *P. brachyurus* visando identificar possível resistência genética, que possa ser de uso imediato pelos produtores, ou inseridas em programas de melhoramento genético.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DAS CULTURAS DA SOJA E DO MILHO NO BRASIL

A soja é uma planta pertencente à família *Fabaceae* (Leguminosae), subfamília *Faboideae*, gênero *Glycine*, espécie *Glycine max* (L.) Merrill. O gênero *Glycine* tem várias espécies originárias de regiões como África, Ásia oriental e Austrália. Foi a cultura produtora de grãos que mais cresceu em termos percentuais nos últimos anos, tanto no Brasil quanto em nível mundial (Sediyama et al., 2009).

O cultivo em escala comercial teve início na região Leste da Ásia há mais de mil anos. No início do século XX, por volta de 1909 a 1913, a China era responsável por cerca de 71,5% da produção mundial. Em 1930, os Estados Unidos começaram a emergir como o maior produtor e em 1956, como o líder da exportação mundial. Os maiores produtores de soja do mundo atualmente são os Estados Unidos liderando o ranking, o Brasil em segundo lugar e em seguida a Argentina (Reetz et al., 2008; Agriannual, 2009). O Brasil responde por 22,4% da comercialização internacional da soja (Abiove, 2010).

Dentre estes países produtores, o Brasil é o que possui o maior potencial de expansão da área cultivada. A depender das necessidades de consumo do mercado de farelo e de óleo pode mais do que duplicar sua atual produção e, em curto prazo, constituir-se no maior produtor e exportador mundial de soja e seus derivados (Embrapa, 2008). No Brasil, a grande expansão da soja teve início a partir de 1970. Em 1974 a produção foi maior do que a da China e em 1975, a produção do Brasil e da Argentina ultrapassava a da Ásia, e o Brasil tornou-se o segundo maior produtor mundial (Reetz et al., 2008).

A soja é a principal oleaginosa cultivada no mundo contribuindo com cerca de 60% do total de 385 milhões de hectares produzidos pelas principais oleaginosas como dendê, girassol, canola, amendoim, algodão e mamona. Seu elevado teor em proteínas (40%) faz dela a principal matéria prima na fabricação de rações para alimentação de animais domésticos e disputa com o dendê a posição de maior produtora de óleo. Com o crescimento gradativo da produção de soja no Brasil, essa cultura tornou-se matéria-prima

diferenciada para a obtenção do biodiesel fortalecendo o comércio interno de biocombustíveis (Reetz et al., 2008).

No final dos anos 70, mais de 80% da produção brasileira de soja estava concentrada nos três estados da Região Sul, embora os Cerrados da região central do país, sinalizassem que participaria como importante ator neste processo produtivo, o que efetivamente ocorreu a partir da década de 80. A abertura dos solos sob vegetação de Cerrados proporcionaria o crescimento em área e em rendimento de diversas culturas destacando-se a soja por meio do cultivo de cultivares adaptada a estas condições (Dal'Agnol & Hiraçuri, 2008).

A produção agrícola nessa região foi aumentando gradativamente nas décadas seguintes, em especial no Estado do Mato Grosso, o principal produtor brasileiro de soja, com 18.779,2 mil toneladas de toneladas na safra 2009\2010, Mato Grosso do Sul (5.307,8 mil toneladas) e Goiás (7.380,0 mil toneladas) (Conab, 2010). Em 1990 a produção de soja dos Cerrados já era superior a 40% do total produzido no país e, atualmente, a região Centro Oeste é a maior produtora de soja do Brasil, concentrando 46,02% da safra, o equivalente a 31.626,0 mil de toneladas (Conab, 2010).

O Estado de Goiás ocupa o quarto lugar neste ranking nacional tendo produzido na safra 2009/2010 o volume de 7.380,0 mil toneladas, com uma área colhida de 2.460,0 mil hectares e produtividade de 3.000 kg por hectare. A soja é o produto de maior importância na agricultura goiana, representando 51% do total das lavouras, e tem apresentado excelente desempenho na última década, tendo sua produção mais que triplicado. Além disso, a soja nos primeiros meses do ano de 2010 foi o primeiro produto da pauta de exportações do Estado de Goiás, representando 37% das exportações goianas. Esta posição é revezada com o segundo lugar que foi a carne bovina. Desta forma desempenha importante papel na economia goiana, pois produz matérias primas para as agroindústrias e impulsiona a balança comercial, além de gerar empregos diretos e indiretos (Conab, 2010; Seplan, 2010).

Devido à necessidade de se controlar o nematóide do cisto (*H. glycines*) na cultura da soja, o milho (*Zea mays* L.) tem sido uma alternativa para a rotação de culturas, pois não é uma cultura hospedeira. No entanto, estas duas culturas podem ser parasitadas por nematóides do gênero *Meloidogyne*, notadamente por *M. incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949, *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949 e *Pratylenchus* spp. (Henning et al., 2005). Desta forma, o milho como opção de rotação com a soja para

solucionar o problema do nematóide de cisto pode aumentar a população de outros nematóides, dificultando o manejo para as duas culturas.

O Brasil também é um grande produtor de milho, estando em quarto lugar em produção mundial (Embrapa, 2009). Entre os estados produtores o Estado do Paraná lidera o ranking seguido de Mato Grosso, Minas Gerais, Rio grande do Sul e, em quinto lugar o Estado de Goiás. Entre as cinco regiões brasileiras, a Centro Oeste destaca-se como a segunda maior região produtora do grão no país (Conab, 2010).

O País tem pouca participação no mercado internacional de milho devido principalmente à instabilidade cambial e à deficiência da estrutura de transporte até os portos, prejudicando o país na busca de uma presença mais constante no comércio internacional de milho. O mercado mundial de milho é abastecido basicamente por três países, os Estados Unidos, a Argentina e a África do Sul. A principal vantagem destes países é uma logística favorável, que pode ser decorrente da excelente estrutura de transporte (caso dos EUA), proximidade dos portos (caso da Argentina) ou dos compradores (caso da África do Sul). Os principais consumidores são o Japão, Coréia do Sul, México e Egito. Outros importadores relevantes são os países do Sudeste da Ásia e a Comunidade Européia. Um fator importante a destacar é que a China vem gradativamente diminuindo seus estoques, e deverá reduzir as exportações passando de exportadora à importadora de milho, em um curto período de tempo, abrindo um mercado promissor para o Brasil (Embrapa, 2009).

A produção de milho no Brasil tem se caracterizado pela divisão da produção em duas épocas de plantio. Os plantios de verão, ou primeira safra, que são realizados, durante o período chuvoso, que varia entre fins de agosto na região Sul até os meses de outubro e novembro no Sudeste e no Centro Oeste. Embora realizados em uma condição desfavorável de clima, os plantios da "safrinha" vem sendo conduzidos dentro de sistemas de produção gradativamente adaptados a estas condições contribuindo para elevar os rendimentos das lavouras (Agrianual, 2009). A "safrinha" se refere ao milho de sequeiro, plantado extemporaneamente, em fevereiro ou março, quase sempre em sucessão à soja precoce, predominantemente na região Centro-Oeste e nos estados do Paraná e São Paulo (Embrapa, 2009).

Em áreas de cultivo de soja, o milho safrinha se destaca como excelente alternativa de cultivo em sucessão, principalmente quando a intenção é a maximização do lucro do agricultor. Na safra 2009/2010 a produção nacional de milho na segunda safra

(safrinha) foi de 19.408,0 mil toneladas o que correspondeu a 36,30% da produção total do país (primeira e segunda safras) que foi de 53.459,7 mil toneladas de milho em uma área de 12.940,5 mil hectares (Conab, 2010).

Desta forma observa-se o aumento da importância da safrinha de milho em áreas com cultivo anterior de soja, aumentando o lucro do produtor, pois essa segunda safra aproveita resíduos de adubos incorporados no solo e ainda melhora as questões fitossanitárias devido a rotação de leguminosas com gramíneas, quebrando o ciclo de algumas pragas e doenças.

2.2 PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS DAS CULTURAS DA SOJA E DO MILHO

De acordo com Zambolim et al. (2004), as doenças em plantas são o resultado da interação dinâmica entre populações do hospedeiro e do patógeno com o ambiente, produzindo alterações fisiológicas e frequentemente morfológicas na planta. Dependendo do local, algumas doenças atingem níveis de dano econômico e outras passam despercebidas. Aproximadamente quarenta doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus já foram identificadas no Brasil causando danos na cultura da soja. Com a expansão desta cultura para novas áreas, práticas como a monocultura e o manejo inadequado das lavouras tem favorecido o surgimento de novas doenças e agravado as de menor importância dependendo da região e das condições climáticas de cada safra (Embrapa, 2008).

Na cultura da soja as principais doenças são a ferrugem asiática causada por *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow, o mofo branco causado pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary e aquelas causadas por nematóides, principalmente *H. glycines* e *P. brachyurus*. Em regiões tropicais e subtropicais a ferrugem asiática é a doença mais problemática para a cultura da soja. Esta doença causa desfolhamento precoce, maturação prematura e redução do número e peso das sementes (Sinclair, 1989). No Brasil, a ferrugem da soja foi identificada pela primeira vez em Lavras (MG), no ano de 1979 (Deslandes, 1979). Na safra 2001/2002, a doença passou a ser expressiva nos Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Paraná e Rio Grande do Sul, e em menores incidências no Estado do Mato Grosso (Nunes Junior et al., 2002).

O destaque da ferrugem asiática se deve ao significativo impacto econômico gerado pela doença no agronegócio. Nas safras 2007/08 e 2008/09, observam-se uma

queda nas perdas de produtividade devido à ferrugem, representando menos de 1% da produção nacional, sendo o custo total da ferrugem devido basicamente às aplicações de fungicidas, com significativo decréscimo na última safra comparado à safra anterior (Del Ponte et al., 2009).

Outra doença que tem ocasionado prejuízos nas últimas safras é o mofo branco. O fungo tem como hospedeiros mais de quatrocentas espécies pertencentes a, aproximadamente, duzentos gêneros botânicos. Entre as mais importantes culturas estão, além da soja, o feijão, o girassol, o algodão, o tomate industrial, a batata e algumas outras hortaliças. A disseminação se dá principalmente pelas sementes, que podem estar infectadas com o micélio do fungo, ou por meio da contaminação, devido à presença de estruturas de sobrevivência denominadas de escleródios. As condições de clima favoráveis para seu desenvolvimento são alta umidade e temperaturas amenas. Nesta situação, uma lavoura de soja pode sofrer, em média, perdas de 30% ou mais, em períodos chuvosos e quando medidas preventivas não são tomadas. Na ausência de hospedeiro suscetível, o fungo pode persistir por um longo período no solo por meio das suas estruturas de resistência (Furlan, 2009).

Na cultura do milho as principais doenças são a mancha branca de etiologia desconhecida, a cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*), a ferrugem polissora (*Puccinia polysora* Underw.), a ferrugem tropical (*Physopella zea*), os enfezamentos vermelho (*Phytoplasma*) e pálido, as podridões de colmo e os grãos ardidos. A importância destas doenças é variável de ano para ano e de região para região, em função das condições climáticas, do nível de suscetibilidade das cultivares plantada e do sistema de plantio utilizado. No entanto, algumas das doenças são de ocorrência mais generalizada nas principais regiões de plantio, como é o caso da mancha branca (Costa et al., 2009).

Relatos de perdas na produtividade do milho devido ao ataque de patógenos têm sido frequentes nas principais regiões produtoras do país. É importante entendermos que a evolução das doenças do milho está estreitamente relacionada à evolução do sistema de produção desta cultura do Brasil. Modificações ocorridas no sistema de produção, que resultaram no aumento da produtividade da cultura, foram, também, responsáveis pelo aumento da incidência e da severidade das doenças. Desse modo, a expansão da fronteira agrícola, a ampliação das épocas de plantio (safra e safrinha), a adoção do sistema de plantio direto, o aumento do uso de sistemas de irrigação, a ausência de rotação de cultura e o uso de materiais suscetíveis têm promovido modificações importantes na dinâmica

populacional dos patógenos, resultando no surgimento, a cada safra, de novos problemas para a cultura relacionados à ocorrência de doenças (Costa et al., 2009).

Com relação aos nematóides, várias são as espécies capazes de parasitar a cultura da soja e do milho em todo o mundo, pertencentes a diversos gêneros. Os gêneros de maior importância e interesse econômico para a soja são os nematóides das galhas *Meloidogyne* destacando as espécies *M. incognita* e *M. javanica*, o nematóide de cisto da soja (*H. glycines*), o nematóide reniforme (*Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira) e os nematóides das lesões radiculares (*P. brachyurus*) (Ferraz et al., 2001).

O nematóide de cisto da soja (*H. glycines*) é a principal praga da cultura no mundo (Silva et al., 2006). Essa doença tem grande importância econômica na Ásia (China, Japão) e nos Estados Unidos. No Brasil, a espécie foi encontrada pela primeira vez na safra 1991/92 e já causou prejuízos superiores a 100 milhões de dólares, entre perdas diretas e indiretas. Atualmente, está presente em cerca de 150 municípios de 10 Estados (MG, MT, MS, GO, SP, PR, RS, BA, TO e MA). Estima-se que a área com o nematóide seja superior a 3,0 milhões de hectares. Entretanto, existem muitas propriedades isentas do patógeno, localizadas em municípios considerados infestados (Dias et al., 2010).

A utilização da resistência genética é o método de controle do nematóide de cisto da soja mais econômico e de melhor aceitação pelo produtor. Contudo, a semeadura de cultivares resistente não deve ser a única opção. Em razão da sua elevada diversidade genética, sob pressão de seleção, o nematóide pode desenvolver novas raças. No Brasil, essa variabilidade parece ser ainda maior, pois, apesar do histórico da utilização de cultivares resistentes no país ser recente, já foram encontradas 11 raças (1, 2, 3, 4, 4+, 5, 6, 9, 10, 14 e 14+). Existe no Brasil grande carência de cultivares de soja resistente ao NCS. A quase totalidade das cerca de cinquenta cultivares resistentes disponíveis, atualmente, são adequadas apenas para as raças 1 e 3. Mesmo para estas duas raças, ainda não existe material adaptado para todas as regiões de cultivo. Outra dificuldade é que, para facilitar o manejo da ferrugem asiática, o agricultor passou a optar por semear cultivares de soja precoce, o que não é o caso da maioria das cultivares resistentes ao NCS (Dias et al., 2010).

Atualmente, devido à necessidade de se controlar *H. glycines* na cultura da soja, o milho tem sido uma alternativa para a rotação de cultura, pois não é parasitado por este nematóide. Por outro lado, estas duas culturas podem ser parasitadas por nematóides do gênero *Meloidogyne*, notadamente por *M. incognita* e *M. javanica*. Campos & Rocha

(1999), avaliaram a hospedabilidade de genótipos de milho à *M. incognita* e *M. javanica* sob condições de casa de vegetação. Todos os genótipos testados comportaram-se como boas reprodutoras de *M. incognita*, apresentando fatores de reprodução superiores a 3,9.

Com relação ao nematóide das lesões radiculares, observa-se que ele tem sido pouco estudado no País. Apesar disso, há indicações de que a espécie *P. brachyurus* pode causar danos à soja em especial nas áreas em que o cultivo é antecedido por plantios com gramíneas, particularmente o milho, que são ótimas hospedeiras dessa espécie. Tendo em vista que a rotação com gramíneas constitui uma das medidas mais indicadas para o controle do nematóide de cisto da soja, essa poderá influenciar a densidade populacional de *P. brachyurus* nestas áreas (Ferraz, 2001). Observa-se a ocorrência de *P. brachyurus* na região dos Cerrados principalmente em áreas com sistema de plantio direto, áreas com pastagens degradadas e/ou com textura arenosa (Dias et al., 2007; Ribeiro et al., 2007a).

Com o aumento expressivo dessas áreas sob plantio direto observa-se um aumento na quantidade de microrganismos nestas áreas. A palhada deixada sobre a superfície do solo altera o microclima e influencia diretamente os processos biológicos que ocorrem neste ambiente (Fernandes, 1997). Nas camadas superiores do solo, é encontrada maior quantidade de microrganismos em função da maior concentração de palha e da elevada concentração de C/N quando comparada ao plantio convencional (Almeida, 1985).

No sistema de plantio direto os restos culturais deixados na superfície do solo podem criar condições favoráveis à sobrevivência e multiplicação de algumas pragas que atacam as culturas e de alguns patógenos causadores de doenças às plantas cultivadas. Fitopatógenos que sobrevivem nessas condições dispõem de eficiente inóculo e podem causar elevada incidência de doença na cultura subsequente (Reis, 1995). O plantio direto provoca alterações químicas, físicas e biológicas no solo, essas modificações podem ser prejudiciais ou benéficas para a entomofauna (Fernandes, 1997).

Em sistema de plantio direto as culturas são, temporalmente, muito próximas uma das outras, pois além da cultura de verão, cultivam-se outras de outono-inverno ou inverno-primavera, geralmente milho safrinha ou uma cobertura vegetal. Essa característica favorece o aumento populacional dos fitonematóides polípagos existente no solo, caso de *Pratylenchus*, ao qual a maioria das plantas cultivadas, tanto as de verão como as de inverno, são geralmente suscetíveis, resultando em seu aumento populacional (Inomoto et al., 2006a).

2.3 NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES

O gênero *Pratylenchus* é um dos mais importantes grupos de nematóides fitoparasitas no mundo. Possui várias espécies, sendo muitas delas polífagas (Tihohod, 1993). É o mais conhecido entre os pertencentes à família Pratylenchidae, e possui diversas espécies de ampla distribuição geográfica, capazes de causar danos significativos às culturas de importância econômica, tanto em países de clima tropical, como temperado (Luc, 1987).

No Brasil, o gênero *Pratylenchus*, também é considerado o segundo grupo de fitonematóides mais importantes à agricultura. A primeira espécie constatada e bastante difundida foi *P. brachyurus*, atacando batata, soja e algodão. Essa é uma das espécies mais polífagas, atacando desde gramíneas como arroz, cana-de-açúcar, trigo, capins e milho, como leguminosas, como a soja. Ataca também o cafeeiro, citros, olerícolas, plantas ornamentais, florestais e plantas daninhas (Lordello, 1984).

Atualmente, setenta espécies de *Pratylenchus* são encontradas no País. Desse expressivo número de espécies, seis são frequentemente encontradas, causando danos às culturas: *P. brachyurus*; *P. vulnus* Allen & Jensen (1951); *P. zae* Grahah (1951); *P. penetrans* Cobb (1917) Chitwood & Oteifa (1952); *P. coffeae* Zimmermann (1898) Goodey (1959); *P. jaehni* Inserra, Kaplan & Vovlas (2001) (Calzavara et al., 2007; Goulart, 2008).

Dentro do gênero *Pratylenchus* há dificuldades de identificação devido ao fato de muitas características morfométricas e morfológicas serem comuns entre espécies, além da grande variabilidade morfológica dentro das espécies (Machado & Oliveira, 2007). Estudos para a caracterização morfológica e morfométrica das seis espécies mais comuns de *Pratylenchus* que ocorrem no Brasil foram realizados por Gonzaga (2006), que separou essas espécies em dois grupos, de acordo com o número de anéis na região labial. O primeiro grupo com dois anéis, composto por *P. brachyurus*, *P. coffeae* e *P. jaehni*, e o segundo grupo com mais de dois anéis composto por *P. zae*, *P. penetrans* e *P. vulnus*. Das variáveis morfométricas avaliadas nesse estudo o comprimento do estilete, largura e altura da região labial foram as mais significativas para a identificação das espécies de *Pratylenchus*. Com relação à espécie *P. brachyurus* pode-se caracterizá-la, basicamente pela presença de dois anéis labiais, estilete forte, cauda conoide, fêmeas com a vulva localizada a 82-89% do comprimento do corpo, presença rara dos machos na população,

que, quando presentes possuem espermateca pouco visível e não funcional (Castilho & Vovlas, 2007).

Com relação à distribuição geográfica das espécies no país, *P. jaehni* é encontrada em pomares de laranjas em São Paulo, Minas Gerais e no Paraná. *P. brachyurus*, *P. coffeae* e *P. zae* são as formas mais amplamente disseminadas, predominando nas regiões quentes, ao passo que *P. vulnus* é mais comumente encontrada nos estados de São Paulo e Minas Gerais (Cazavara et al., 2007).

Nematóides do gênero *Pratylenchus* são endoparasitas migradores que causam severos danos em raízes, devido à alimentação, movimentação ativa e liberação de enzimas e toxinas no córtex radicular. Tanto as penetrações na planta hospedeira, como a migração no interior das raízes, são, provavelmente, facilitadas por uma combinação de ações: espoliadora (alimentação do conteúdo de células vegetais), mecânica (uso do estilete e movimentação de todo o corpo) e tóxica (degradação enzimática das paredes celulares vegetais). Permanecem migradores durante todo o ciclo de vida e movimentam-se ativamente no solo, até atingir o sistema radicular da planta hospedeira, quando, então, penetram e passam a migrar no córtex radicular, podendo, inclusive, retornar ao solo (Agrios, 2004).

O ciclo de vida compreende seis estágios: o ovo, quatro estádios juvenis (J1 a J4) e a forma adulta. Todas as fases de juvenis a adulto são vermiformes e a partir de J2 podem se mover até as raízes. Uma fêmea coloca setenta a oitenta ovos no interior dos tecidos vegetais e todo ciclo biológico ocorre na planta, migrando para o solo quando as condições das raízes tornam-se desfavoráveis. Uma geração completa seu ciclo, em média, com três a oito semanas, dependendo das condições climáticas. Dessa forma, podem ocorrer várias gerações durante o ciclo vegetativo das culturas (Castilho & Vovlas, 2007).

A reprodução pode ser por anfimixia ou partenogênese, sendo aparentemente equivalentes os números de espécies anfimíticas e partenogenéticas. A anfimixia acontece em um grande número de espécies de fitonematóides, quando os machos são comuns, em número igual ou menor que o das fêmeas, ocorrendo reprodução sexual. Nessa condição, têm-se duas formas sexuais distintas: a fêmea e o macho (Lordello, 1984). A partenogênese é a reprodução a partir de ovos não fertilizados. Em nematóides, as espécies partenogenéticas compreendem apenas fêmeas diplóides ou poliplóides, ou seja, ocorre a condição de telitoquia (dos ovos partenogenéticos formam-se novas populações de fêmeas) e a arrenotoquia que é a produção exclusiva de machos por via partenogenética (Tihohod, 1993).

Não há formação de sitio permanente de alimentação, mas há absorção do conteúdo citoplasmático das células da raiz, geralmente do córtex. O nematóide geralmente completa todo o ciclo de vida dentro da raiz, mas quando esta não oferece mais condições favoráveis, abandona-a e passa para o solo, iniciando uma migração à procura de outras em melhor estado (Machado, 2006). Essas características tornam o melhoramento genético vegetal para resistência das espécies de *Pratylenchus* difíceis, pois, além de pouco especializados, primitivos, de hábito endoparasita e migradores, são espécies muito polifagas, parasitando uma ampla gama de hospedeiros (Goulart, 2008).

Algumas considerações devem ser observadas com relação ao hábito de vida desses patógenos. A textura do solo é um dos principais fatores que influenciam a distribuição de espécies de *Pratylenchus*. As espécies desse gênero ocorrem em baixa população no solo e alta população na raiz. Solos arenosos ou de textura média favorecem a maioria das espécies. E com relação a umidade desses solos, observa-se que na ausência do hospedeiro esses nematóides podem sobreviver em solo úmido por mais de oito meses (Agrios, 2004).

Estudos sobre a influência da textura do solo foram realizados por Jordaan et al. (1989), que observaram a influência da textura do solo e da precipitação pluviométrica sobre cinco espécies de *Pratylenchus*, *Meloidogyne* spp. e *Rotylenchulus parvus* (Williams, 1960; Sher, 1961), na África do Sul e observaram que a incidência de *P. penetrans* foi proporcional à percentagem de areia do solo e a quantidade de chuvas. Com relação à umidade, McDonald & Berg (1993), em experimento de casa de vegetação avaliaram diferentes regimes de irrigação sobre as injúrias de *P. zaeae* e *P. brachyurus* em culturas de milho e sorgo granífero na África do Sul e observaram que o número de *P. zaeae* e *P. brachyurus* foram alterados pelo regime de água em milho, onde com uma maior umidade houve um acréscimo no número desses nematóides principalmente de *P. zaeae* na cultura do milho.

Com relação aos sintomas de ataque de *Pratylenchus* em soja, Henning et al. (2005), descreve áreas necrosadas nas raízes da planta. Isso se deve ao ataque às células do parênquima cortical, onde o parasito injeta toxinas durante o processo de alimentação. Sua movimentação na raiz também desorganiza e destrói células, deixando-a reduzida e escurecida, podendo, posteriormente, ser invadida por fungos e bactérias.

2.4 MANEJO DO NEMATÓIDE DAS LESÕES RADICULARES

É mais utilizada a associação de diferentes métodos de controle, estabelecendo-se estratégias de manejo integrado de fitonematóides. Esse manejo pode ser definido como a utilização de um conjunto de práticas, que permite manter as populações dos fitonematóides em níveis que não causem perdas econômicas (Tihohod, 1993). São recomendadas amostragens periódicas na área infestada, de tal forma que a decisão de manejo seja tomada de acordo com os níveis populacionais desse parasita, antes que eles atinjam o nível de dano econômico. Como pouco ou nada se conhece no Brasil sobre os níveis econômicos de dano para a maioria dos fitonematóides, deve-se fazer amostragens periódicas para sua determinação, ou pelo menos para melhor conhecimento dos nematóides existentes na área afetada. Fazer rotação e sucessão com culturas não hospedeiras e utilizar genótipos resistentes a espécies de *Pratylenchus* são práticas de manejo que devem ser introduzidas em programas de manejo desse nematóide (Goulart, 2008).

O manejo de fitonematóides é complexo, mas perfeitamente executável, tendo em vista os grandes benefícios que traz, como por exemplo, a redução da quantidade de agrotóxicos aplicada, menor custo de produção, melhorias das condições ambientais e maior retorno econômico da atividade conduzida. Técnicas empregadas no controle de nematóides fitoparasitas, em geral, se aplicam ao controle de *Pratylenchus*, como cultivos com plantas antagonistas, aplicação de nematicidas, emprego de rotação de culturas e cultivares resistentes (Freitas et al., 2001).

2.4.1 Medidas sanitárias e quarentenárias

Devido ao tamanho dos nematóides e de seu hábito parasítico, é muito difícil impedir a sua disseminação de uma área para outra ou de um país para outro. Porém, medidas sanitárias e quarentenárias retardam o aparecimento dos nematóides em áreas não infestadas. Depois de introduzidos, outras medidas de controle devem ser adotadas, para minimizar os prejuízos por eles causados.

Os nematóides possuem agentes de disseminação, sobre os quais nem sempre se pode intervir, tais como a água de enxurradas e irrigação, ventos, animais, veículos, materiais propagativos e solos infestados (Lordello, 1984). É importante ressaltar que o

homem é o principal disseminador de pragas, por desconhecer os aspectos biológicos e a epidemiologia destes organismos. É comum a aquisição de mudas não certificadas que são comercializadas livremente, favorecendo o transporte e a introdução de patógenos em áreas até então livres de agentes etiológicos destrutivos, com conseqüentes prejuízos (Freire, 2000). A produção de mudas e sementes deve sempre ser em solo ou substrato livre desse parasita e, no caso de mudas, ser de viveiros certificados. Práticas como lavagem dos materiais, equipamentos agrícolas, caixas e sacos, esterilização de solo, cuidados com roupas e sapatos usados em áreas infestadas, evitam a disseminação desses patógenos para áreas livres.

A introdução de novos patógenos, em áreas livres, pode ocasionar sérios problemas à agricultura de um país. Visando reduzir os riscos desta introdução, medidas quarentenárias devem ser adotadas (Brito et al., 2005). Os programas quarentenários são regidos pelo governo ou por acordos cooperativos entre produtores. No país, existem normas proibitivas, regulamentadas por órgãos governamentais, que controlam a comercialização de sementes e mudas externa e internamente (Freitas et al., 2001).

A Instrução Normativa nº 41, de 01 de julho de 2008, estabelece cinco espécies de nematóides do gênero *Pratylenchus* como pragas quarentenárias ausentes, ou seja, pragas de importância econômica potencial para uma área em perigo, porém não presentes no território nacional: *P. crenatus* Loof, 1960; *P. goodeyi* Sher & Allen, 1953; *P. scribneri* Steiner in Sherbakoff & Stanley, 1943; *P. thornei* Sher & Allen, 1953; *P. fallax* Seinhorst, 1968 (Brasil, 2008).

No sistema de quarentena vegetal do governo do Brasil pode-se destacar que a maioria das espécies interceptadas tem vindo dos EUA, nos diferentes produtos: *Hermatiria*, *Annona*, carambola e sapoti. Em seguida, está o Peru com introduções contaminadas com este parasita em menta e alho. Os outros países que tiveram interceptação com *Pratylenchus* foram Nova Guiné e França, com frutos de abacaxi, o Chile com milho e a Colômbia com o amendoim, Destacando espécies importantes e exóticas ao país foram *P. crenatus* em videira da França e *P. scribneri* em amendoim da Colômbia. Os demais interceptados estavam na forma juvenil, não sendo possível chegar ao nível de espécie. Mas, todas as espécies do gênero *Pratylenchus* encontradas pelo sistema de quarentena vegetal são parasitas importantes de plantas (Ireno et al., 2006).

2.4.2 Plantas antagonistas

O cultivo de plantas antagonistas pode constituir-se em medida de controle eficiente para certas espécies de *Pratylenchus*. Nessas espécies vegetais, estabelecem-se

interações bioquímicas com os nematóides, pela produção de substâncias nematicidas ou por outros mecanismos, que resultam em impedimento ou interrupção precoce no desenvolvimento dos parasitas e, conseqüentemente, redução dos níveis populacionais (Ferraz, 1999).

Diversas plantas são antagonistas aos nematóides do gênero *Pratylenchus*, podendo ser utilizadas em plantio intercalar, rotação de culturas ou como adubo verde. Estas plantas não prejudicam os inimigos naturais dos nematóides e sua ação na redução das populações de nematóides é mais rápida do que o uso de culturas não hospedeiras em esquema de rotação (Freitas et al., 2001).

Como exemplo de plantas que possuem efeitos antagônicos a nematóides do gênero *Pratylenchus*, pode-se citar o gênero *Tagetes* (Ferraz, 1999). Essas plantas são conhecidas popularmente como cravo-de-defunto e contêm mais de 50 espécies, das quais somente seis anuais e três perenes são cultivadas. As espécies *T. patula*, *T. erecta* e *T. minuta* são as três mais utilizadas nas pesquisas de controle de nematóides, sendo que *T. patula* geralmente se mostra mais eficiente. Elas são comumente usadas em rotação de culturas ou em consorciação (Ferraz & Valle, 1997).

O Nim (*Azadirachta indica* A. Juss) é outra planta que possui ação nematicida. É uma planta natural do sudeste da Ásia e do subcontinente indiano. Pertence à família Meliaceae, a mesma que inclui espécies como o cinamomo, o cedro e o mogno. É uma planta de clima tropical, resistente à seca, de crescimento rápido, copa densa, chegando a alcançar 15 m de altura, podendo ser cultivada em regiões de clima quente e solos bem drenados (Martinez, 2002). A eficácia do nim sobre ácaros e nematóides na agricultura tem gerado interesse como um meio efetivo de controle dessas pragas, principalmente devido à característica da planta de ser inócua a organismos não-alvo (Mossini & Kimmelmeier, 2005).

Observa-se que plantas utilizadas como adubo verde, por exemplo, mucuna, crotalária e guandu, além da vantagem de melhorarem as características físicas, químicas e biológicas do solo, protegendo-o contra erosões e crescimento de plantas daninhas, podem também ser valiosas no controle de nematóides das lesões radiculares, o que foi demonstrado por (Inomoto et al., 2006b). Estes autores avaliaram a reação de adubos verdes a *M. javanica* e *P. brachyurus*. Os adubos verdes testados foram guandus (*Cajanus cajan*), guandu anão (*Cajanus cajan*) *Crotalaria breviflora*, *C. spectabilis*, mucuna preta (*Stizolobium aterrimum*) e mucuna cinza (*Mucuna cinereum*). A população de *M. javanica*

reduziu-se com a adição de mucuna preta, *C. spectabilis*, *C. breviflora* e guandu anão, enquanto que a população de *P. brachyurus* reduziu-se com a adição de plantas de guandu anão e *C. spectabilis*.

Carmo et al. (2007) verificaram a reação de adubos verdes como plantas antagonistas ao fitonematóide *P. brachyurus*, em ensaio conduzido em casa de vegetação. Os adubos verdes testados foram: Labe labe (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) 'Rongai'; *C. juncea* 'IAC -KR-1', *C. ochroleuca* 'Comum', Guandu 'Fava larga', Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* DC.) 'Comum', *C. breviflora* 'Comum' e *C. spectabilis* 'Comum'. A avaliação foi feita aos 90 dias após a inoculação. Os autores observaram que a mucuna preta, feijão de porco, *C. ochroleuca*, *C. juncea* e guandu foram os adubos verdes que proporcionaram as maiores reduções populacionais, com fator de reprodução (FR) variando de 0,38 a 1,19.

Silveira & Rava (2004) avaliaram o efeito de crotalárias no controle de nematóide do gênero *Pratylenchus*. A espécie utilizada foi *C. spectabilis*, sendo avaliado o efeito da sua palhada para o controle de nematóides em feijoeiro. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação, o solo utilizado foi proveniente de uma área cultivada sob pivô central. Os autores observaram que a palhada dessa planta reduziu o número de nematóides do gênero *Pratylenchus* e *Pseudhalenchus*. Esses resultados permitem recomendar a adição de palhada de *C. spectabilis*, 60 dias antes do plantio do feijoeiro comum, para o controle desses nematóides.

2.4.3 Controle químico

O controle químico de nematóides fitoparasitas por nematicidas foi desenvolvido inicialmente, nas décadas de 1940 e 1950, visando às espécies causadoras de galhas, do gênero *Meloidogyne*. A partir dos resultados obtidos, estenderam-se os testes de avaliação e as recomendações práticas aos representantes de outros gêneros considerados importantes. Desta forma, a partir dos anos 60, tiveram-se mais informações sobre a eficiência dos produtos químicos em relação às espécies de *Pratylenchus*. Primeiramente, com referência aos fumigantes e, mais tarde, com a proibição e retirada do dibromocloropropano do mercado, aos granulados (Ferraz, 1999).

Na cultura da soja, o uso de nematicidas ainda é incipiente, Lovato et al., (2009) avaliaram a eficiência da abamectina como nematicida para controle do nematóide

das lesões na cultura da soja, por meio do tratamento de sementes em diferentes doses e em um nível populacional de 1300 nematóides por planta. Foram realizadas avaliações de massa fresca de plantas e porcentagem de controle baseado no número de nematóides presentes no sistema radicular das plantas aos 15 dias após a emergência. O resultado dessa pesquisa permitiu concluir que a abamectina na dosagem de 125 mL, 150 mL e 175 mL p.c. por 100 kg de sementes ofereceu entre 75% a 85% de proteção radicular inicial ao nematóide das lesões, mostrando ser uma ferramenta eficaz para manejo desse nematóide na cultura da soja.

Soares et al. (2009) avaliaram o efeito do tratamento de sementes de soja com abamectina em diferentes dosagens e observaram que os tratamentos a base de abamectina e thiamethoxam (100 mL + 200 mL) para 100 kg de sementes, diferiram significativamente da testemunha nas avaliações de altura e população de plantas aos vinte e oito dias após a emergência (DAE), e aos 40 DAE a dose de abamectina e thiamethoxam (125 mL + 200 mL) por 100 kg apresentou maior peso de raiz e parte aérea. O número de *P. brachyurus* não diferiu estatisticamente em virtude do coeficiente de variação muito alto, 124%, mas a testemunha mostrou-se com maior número de fitonematóides (364,4) e o tratamento a base de abamectina e thiamethoxam (125 mL + 200 mL) com menor número desses indivíduos (98,4), ocorrendo também o incremento de produtividade da soja em resposta ao nematicida abamectina comparado a testemunha, destacando-se com maior produtividade 2550 kg/ha⁻¹, enquanto que com a testemunha a produtividade foi de 1290 kg/ha⁻¹.

Os resultados acima demonstram que o controle químico de nematóides é possível, mas tem suas limitações e não substitui outras estratégias, como a rotação de culturas, pousio, plantas antagônicas e uso de cultivares resistente. É necessária a associação desses diferentes métodos de controle, estabelecendo-se estratégias de manejo integrado de fitonematóides. Cabe salientar também que o uso indiscriminado de nematicidas pode onerar a produção, colocar em risco a saúde dos aplicadores, consumidores e meio ambiente (Ritzinger & Fancelli, 2006).

2.4.4 Rotação de culturas

A rotação de culturas é um dos métodos mais eficientes no controle de nematóides. É um dos manejos mais antigos e mais difundidos na atualidade. Um período de rotação leva os nematóides a não se reproduzirem e permite que fatores naturais de

mortalidade reduzam sua população. No entanto, no caso de nematóides do gênero *Pratylenchus* devido ao alto grau de polifagia das espécies, a elaboração de programas eficientes de rotação de culturas pode ser bastante dificultada (Freitas et al., 2001).

No período de rotação devem-se incluir espécies de plantas não hospedeiras aos nematóides presentes na área. Por isso, é necessário conhecer a espécie ou espécies de nematóides e as plantas que são suscetíveis e resistentes aos seus ataques. O número de anos durante os quais as plantas hospedeiras do nematóide não devem ser introduzidas na área dependerá da espécie a controlar (Lordello, 1984). No caso de plantas perenes, como café, citros e outras frutíferas, a rotação é feita somente na ocasião da reforma da cultura, ou seja, retira-se o cafeeiro ou o pomar de citros da área, a qual é ocupada com outras culturas por dois a três anos, e só depois deste período volta-se com as culturas principais (Tihohod, 1993).

É importante observar também o problema com plantas daninhas existentes na área, pois podem ser hospedeiras de nematóides. Neste caso, é necessário ter o conhecimento da relação dessas espécies de plantas com os nematóides, pois este aspecto poderá inviabilizar um programa de manejo de rotação de culturas. Bélair et al. (2007) relataram o problema de plantas daninhas hospedeiras de nematóides em estudo realizado sob casa de vegetação em Quebec, Canadá, com 24 espécies de plantas daninhas encontradas em campos de batata. Os autores constataram que *P. penetrans* multiplicou-se em 22 espécies das plantas daninhas estudadas. A família Brassicaceae foi a mais suscetível, enquanto que Cyperaceae resultou em menor suscetibilidade.

Em trabalho realizado com a finalidade de avaliar coberturas vegetais usadas em sistema de plantio direto, Inomoto et al. (2006a) verificaram que as cultivares de sorgo, IPA 7301011 e BRS 800 foram as coberturas mais suscetíveis a *P. brachyurus*, enquanto que o amaranto granífero (*Amaranthus caudatus* L., *A. cruentus* L., e *Amaranthus hypochondriacus*) ‘BRS Alegria’ e a quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) ‘BRS Piabiru’ foram as mais resistentes. Portanto, há cultivares de sorgo devem ser evitadas em áreas infestadas por *P. brachyurus*. O trabalho também mostrou que outras coberturas, como milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) BRS 1501, a aveia (aveia preta ‘Comum’ e ‘Campeira Mor’), girassol ‘IAC Uruguai’ e nabo forrageiro ‘Comum’, no uso de coberturas de outono ou inverno, provavelmente afetaram pouco a população de *P. brachyurus* no solo.

Inomoto et al. (2007) avaliaram a reação de poáceas forrageiras, como

Panicum maximum e braquiárias, espécies promissoras como fonte de palhada para o plantio direto. Verificou-se que todas as braquiárias avaliadas são hospedeiras de *Pratylenchus* spp. em diferentes graus de infestação, devendo ser evitadas como coberturas vegetais em campos infestados com esse nematóide.

Ribeiro et al. (2007b) avaliaram a capacidade de algumas espécies vegetais, comumente utilizadas em rotação com a soja, em multiplicar *P. brachyurus*. Por meio de testes preliminares em casa de vegetação avaliaram genótipos de aveia, braquiária, crotalária, girassol, guandu, labe-labe, milheto, milho, mucuna e sorgo, quanto à reação do nematóide. As espécies e cultivares resistentes que menos multiplicaram o parasita foram *C. breviflora*, *C. mucronata*, *C. ochroleuca*, *C. spectabilis*, girassol ‘Catissol’, girassol ‘Hélio 251’, girassol ‘Hélio 358’, milheto ‘ADR 300’, milheto ‘BN2’, milheto ‘ADR Lab 04-208’, guandu Fava Larga. Embora necessitem de resultados mais consistentes, estas podem ser importantes opções para a rotação com a soja em áreas infestadas.

2.4.5 Cultivares resistentes

Dentre as estratégias de manejo, a utilização de resistência genética é, sem dúvida, uma das alternativas mais desejáveis, considerando sua compatibilidade com outras práticas de manejo e por não ser prejudicial ao meio ambiente. A definição mais utilizada de resistência é a habilidade da planta em inibir a reprodução da espécie do nematóide (Ritzinger & Fancelli, 2006).

As espécies vegetais são imunes à grande maioria dos patógenos. Assim, determinada variedade pode apresentar resistência a certos patógenos, seja pelo fato de pertencer a um grupo taxonomicamente imune (resistência de não hospedeiro), seja por possuir genes para resistência contra os genes de virulência do patógeno (resistência verdadeira), ou porque, devido a várias razões, escapa da infecção ou tolera o ataque do patógeno, consistindo então em uma resistência aparente (Zambolim et al., 2004).

O desenvolvimento de plantas resistentes a nematóides é uma busca constante da pesquisa. Os programas de melhoramento de plantas visando resistência a nematóides devem definir claramente o nematóide alvo, ou o conjunto de nematóides, para fornecer fontes de resistência, estabelecer critérios válidos para o julgamento da resistência, determinar a herança da resistência, fazer cruzamentos e retrocruzamentos visando a resistência e boas qualidades agrônômicas, testar as variedades resistentes no campo, em

vários locais e verificar a influência do ambiente na resistência (Tihohod, 1993).

O uso de cultivares resistentes no controle do nematóide das lesões radiculares, *Pratylenchus* spp., é ainda muito restrito se comparado ao referente aos nematóides das galhas e o nematóide do cisto da soja, para os quais as pesquisas na área de melhoramento genético foram bem mais intensivas no passado (Ferraz, 1999). O melhoramento genético vegetal para resistência a espécies de *Pratylenchus* é considerado difícil, provavelmente porque são em geral parasitas polípagos e relativamente pouco especializados (mais primitivos), de hábito endoparasita e migrador, não se fixando na planta hospedeira permanecem sempre móveis não formando sítio de alimentação específico (Goulart, 2008). Todavia, o método de resistência de cultivar está disponível e já vem sendo empregado para o auxílio no manejo de determinadas espécies do gênero *Pratylenchus*, como é o caso de porta-enxerto resistente na cultura do café e citros.

Na cultura do café, Tomazini et al. (2005) estudaram a resistência de genótipos de cafeeiro a *P. coffeae* e *M. incognita*. Dentre os genótipos avaliados observou-se que, o genótipo ‘Mundo Novo IAC 388-17 e ‘Robusta IAC 4804’ foram suscetíveis a ambos os nematóides; o ‘IAC 4810’ foi suscetível a *P. coffeae* e resistente a *M. incognita*, e o ‘Konillou IAC 4764’ e ‘Konilou IAC 4765’ foram resistentes a *P. coffeae*, sendo recomendados como porta-enxerto em áreas com problemas com o nematóide das lesões radiculares do café.

Calzavara et al. (2007) avaliaram a resistência de porta-enxertos cítricos a *P. jaehni*. Os porta-enxerto estudados foram o limão cravo (*Citrus limonia* Osbeck), tangerina Cleopatra (*C. reshni* Hort. Ex Tanaka), tangerina Sunki (*C. sunki* Hort. Ex Tanaka), trifoliata [*P. trifoliata* (L.) Raf.], citrumelo Swingle (*C. paradisi* x *Poncirus trifoliata*) e citrange Carrizo (*P. trifoliata* x *C. simensis*). Os autores concluíram que limão cravo é o porta-enxerto mais suscetível a *P. jaeni*, enquanto que tangerina Cleópatra, citrumelo Swingle, tangerina Sunki, trifoliata e o citrange Carrizo podem ser utilizados como porta-enxerto, visando o manejo do nematóide.

Genótipos de soja têm sido estudados com relação ao nematóide das lesões radiculares por vários autores. Ribeiro et al. (2007a) e Alves (2008) analisaram genótipos de soja em condições controladas, mas não encontraram genótipos resistentes. Estes autores apresentaram divergências entre seus resultados como no caso do genótipo M-Soy 8757 que comportou-se como resistente em um dos trabalhos e multiplicou em torno de cinco vezes em outro . Outros autores também observaram as reações de genótipos de soja

a *P. brachyurus* como Dias et al. (2007) e Andrade et al. (2009), que analisaram a intensidade de escurecimento de raízes com sintomas de ataques desse nematóide e verificaram que todos os genótipos analisados apresentaram escurecimento nas raízes variando de 1,1 a 2,4 considerando uma escala de 0 a 3.

Rocha et al. (2008) avaliaram a reação de dezoito genótipos em relação a *P. brachyurus* em área naturalmente infestada, no município de Edéia, Goiás. Observaram grande variabilidade na reação dos genótipos, com a densidade populacional variando de 161 a 2260 espécimes por dez gramas de raízes. As cultivares BRS Favorita RR e A7002 foram as que apresentaram menores contagens de *P. brachyurus* em raízes, apresentando também FR inferiores a 1,0, o que indica que estas cultivares podem ser resistentes. A cultivar BRSGO Chapadões comportou-se como suscetível com uma das maiores densidades populacionais, ao contrário de resultados obtidos por Dias et al. (2007) e Dias et al. (2007) que consideraram essa cultivar como resistente a *P. brachyurus*.

Com relação a resultados da reação de genótipos de milho à *Pratylenchus*, observam-se poucos estudos realizados no Brasil. Lordello et al. (1985) avaliaram a reação de vinte genótipos de milho a *P. brachyurus* em Pindorama, São Paulo, em campo naturalmente infestado, avaliando aos 39 DAE, 59 DAE e 90 DAE. Observaram que todos os genótipos hospedaram o nematóide e a densidade populacional aumentou gradativamente nas duas últimas avaliações. A variação na primeira avaliação foi de 21,8 a 105,9 espécimes por grama de raiz, na segunda avaliação, 70,5 a 243 e na terceira avaliação a variação foi de 63,1 a 398,1 espécimes por grama de raízes.

Ribeiro et al. (2009), também confirmaram a reação variável de genótipos de milho a *P. brachyurus*, realizando a avaliação de 17 genótipos em condições de casa-de-vegetação. A avaliação da reprodução dos nematóides foi feita aos 90 dias após a inoculação, por meio da contagem do número de ovos no sistema radicular das plantas de cada genótipo, calculando-se o fator de reprodução. Nenhum dos genótipos de milho avaliados mostrou-se resistente ($FR < 1,0$) ao nematóide. Entretanto, observou-se variabilidade entre os mesmos, com FR variando de 3 a 16.

Observa-se, portanto, que apesar do interesse crescente por estudos com o nematóide *P. brachyurus*, poucos resultados consistentes estão disponíveis o que resulta a importância da continuidade de tais estudos especialmente no que refere à resistência de hospedeiros.

3 REAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA A *Pratylenchus brachyurus* EM CONDIÇÕES NATURAIS DE INFESTAÇÃO

RESUMO

Dentre as estratégias de manejo de nematóides, a utilização de resistência é, sem dúvida, uma das alternativas mais desejáveis, considerando sua compatibilidade com outras práticas de manejo e por não ser prejudicial ao meio ambiente. O objetivo deste trabalho foi avaliar a reação de cinquenta cultivares de soja a *Pratylenchus brachyurus* em área naturalmente infestada no município de Vicentinópolis, GO. O experimento foi conduzido na safra 2008\09 em delineamento em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas no tempo, com avaliações aos 30 e 60 dias após emergência (DAE) com oito repetições. As raízes coletadas foram processadas em laboratório, sendo os resultados expressos por dez gramas de raízes. Das cultivares de soja avaliadas, 12 apresentaram interação significativa com relação a densidade populacional do nematóide e as épocas de avaliação, sendo que dez delas apresentaram redução na densidade populacional aos 60 DAE em comparação aos 30 DAE variando de 45% a 70% de redução. As cultivares BRSGO Luziânia RR, BRS Juliana RR, M-Soy 7211RR, M-Soy 8411, TMG 103 RR e Emgopa 316 RR se destacaram com as maiores reduções na densidade populacional de *P. brachyurus* sendo de 70%, 62%, 61%, 58%, 58% e 57%, respectivamente e as cultivares BRSGO Jataí, BRSGO Silvânia RR, BRSGO Gisele RR, Emgopa 313 RR, M-SOY 7908 RR e Emgopa 313, também se destacaram por apresentarem baixas densidade populacionais aos 60 DAE. O FR foi calculado considerando a população final como sendo a segunda avaliação (60 DAE) e população inicial aos 30 DAE. Da mesma forma como para a densidade populacional, o teste de Scott-Knott separou as cultivares em dois grupos, com maior e menor FR. As cultivares TMG 103 RR, M-Soy 8411, BRSGO 8560RR e Emgopa 313 RR se destacaram por apresentarem FR menor que 1. Todas as cultivares reproduziram o nematóide. As cultivares que tiveram FR < 1,0 e que apresentaram as menores densidades populacionais ao longo do período vegetativo da soja devem ser preferidas para plantio em áreas com alta infestação pelo nematóide *P. brachyurus*.

Palavras-chave: *Glycine max*, resistência, nematoide das lesões radiculares.

ABSTRACT

REACTION OF SOYBEAN CULTIVARS TO *Pratylenchus brachyurus* UNDER NATURAL INFESTATION CONDITIONS

The genetic resistance is one of the most desirable strategies of nematode management considering its compatibility with other management practices and for not

being environmentally harmful. The objective of this study was to evaluate the reaction of 50 soybean cultivars to *Pratylenchus brachyurus* under natural conditions of infestation in a field located in Vicentinópolis, Goiás. The experiment was conducted in 2008/09, in a randomized block design, in split plot scheme and 8 replications. Evaluations were made at two timings: 30 and 60 days after emergence (DAE). The root samples were collected and taken to the lab for nematode extraction. Results were expressed in nematodes per 10 g of roots. Twelve genotypes presented significant interaction with the evaluation timing and 10 out of these 12 had nematode population density reduced at 60 DAE (45% to 70% reduction). The cultivars BRSGO Jatai, BRSGO Sylvania RR, BRSGO Gisele RR, Emgopa 313 RR, M-SOY 7908 RR and Emgopa 313 had higher percentage of reduction: 70%, 62%, 61%, 58%, 58% e 57%, respectively. The reproduction factor (FR) was calculated considering the evaluation at 60 DAE as the final population and the evaluation at 30 DAE as the initial population. As well as the population density, the FR separated the cultivars into two groups with higher and lower FR. The cultivars TMG 103 RR, M-Soy 8411, BRSGO 8560RR and Emgopa 313 RR had FR < 1, 0. The cultivars with lower population densities along the period and lower FR should be preferred for planting in high *P. brachyurus* infested fields.

Key words: *Glycine max*, resistance, lesion nematode.

3.1 INTRODUÇÃO

A soja é a mais importante oleaginosa cultivada no mundo e uma das culturas mais importantes para a economia brasileira. De acordo com a Conab (2010), o complexo soja colheu 68.707,9 mil toneladas na safra 2009/2010, sendo o Brasil o líder em exportações mundiais de soja.

O nematóide das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus* são fitoparasitas comuns de plantas em todo o mundo e podem causar severas perdas nas culturas (Tihohod, 1993). Dentre as culturas atacadas tem-se destacado nos últimos anos a soja. Esses fitonematóides são agressivos, polípagos e dos mais disseminados do gênero. São considerados, depois do gênero *Meloidogyne* spp. como os nematóides que causam as maiores perdas econômicas na agricultura mundial. Invadem os parênquimas corticais das raízes, produzindo extensas áreas necróticas e causando sérias perdas econômicas (Goulart, 2008).

Observou-se nas últimas safras aumento dos relatos da ocorrência do nematóide das lesões radiculares, na cultura da soja, no Brasil Central (Ribeiro et al., 2007a; Dias et al., 2007; Rocha et al., 2008; Alves, 2008; Andrade et al., 2009). No entanto, também existem relatos da ocorrência de *P. brachyurus* parasitando a cultura da

soja em outras regiões do País. Sharma et al. (2002) em levantamento realizado em áreas produtoras de soja no Estado do Acre, no ano 2000, observaram que a frequência de *P. brachyurus* foi de 92% em 26 genótipos analisados e cultivados em campos com solos arenosos, entre as espécies de nematóides fitoparasitas encontradas, *P. brachyurus* se destacou em importância pela frequência e elevada densidade.

Apesar da preocupação com o parasitismo desse nematóide em soja ter aumentado nos últimos anos, a ocorrência e os danos causados por esse parasita já foram relatados por autores como Lehman et al. (1977). Estes autores observaram a presença de *P. brachyurus* associado à cultura da soja em diferentes regiões, sendo Goiás e Mato Grosso na Região Centro Oeste e região Sudeste representada pelo Estado de Minas Gerais e o Vale do Paranapanema, Estado de São Paulo.

Ferraz (1995) avaliou a patogenicidade de *P. brachyurus* a três genótipos de soja em casa de vegetação, inoculando diferentes densidades da espécie por planta. Observou que, de modo geral, mesmo sob condições mais favoráveis ao crescimento, as cultivares suscetíveis sofreram reduções significativas nos pesos de sistemas radiculares e de órgãos aéreos.

A utilização de cultivares resistentes ou tolerantes é uma medida de controle bastante desejável e que deve ser considerada em áreas infestadas por esse nematóide. A utilização de uma cultivar de soja resistente ao nematóide *P. brachyurus* seria o ideal no sentido de viabilizar o controle do patógeno. Embora já se tenham alguns resultados preliminares de pesquisa com relação à resistência ou tolerância ao nematóide, os dados ainda não são conclusivos (Rocha et al. 2008).

Rocha et al. (2008) avaliaram a reação de dezoito cultivares de soja em relação a *P. brachyurus* em área naturalmente infestada, no município de Edéia, Goiás. Estes autores observaram grande amplitude de variação na reação das cultivares, com a média da densidade populacional variando de 161 a 2260 espécimes por dez gramas de raízes. As cultivares BRS Favorita RR e A 7002 foram as que apresentaram menor contagem de *P. brachyurus*, apresentando também FR inferiores a 1,0, o que indica bom potencial destas cultivares. A cultivar BRSGO Chapadões comportou-se como suscetível, com uma das maiores densidades populacionais, ao contrário dos resultados obtidos por Dias et al. (2007) e Ribeiro et al. (2007a). Estes resultados contraditórios obtidos em diferentes condições experimentais dificultam uma recomendação segura aos produtores.

O fato da interação de *P. brachyurus* com a soja, não exigir necessidade de

formação de célula especializada de alimentação, como ocorre com os nematóides de cisto (*H. glycines*) e de galhas (*Meloidogyne* spp.), dificulta os trabalhos realizados para encontrar plantas resistentes ao nematóide das lesões radiculares (Goulart, 2008). Nos casos em que fontes de resistência já são conhecidas, estas são usadas nos cruzamentos ou usando tecnologias modernas para transferência dos genes responsáveis pela resistência para cultivares com outras características agrônomicas desejáveis. Nos casos em que tais fontes de resistência não são conhecidas, o primeiro passo é testar os genótipos já existentes e em uso, no intuito de se identificar possíveis fontes de resistência ou tolerância. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a reação de cinquenta cultivares de soja ao nematóide *P. brachyurus* em condições naturais de infestação no município de Vicentinópolis, Estado de Goiás.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido na safra 2008/2009 no município de Vicentinópolis (S 17 ° 44' 06'' e W 049° 48' 21''), Estado de Goiás, em uma área naturalmente infestada por *P. brachyurus*, sob sistema convencional de plantio e com histórico de altas populações e ocorrência de reboleiras com plantas afetadas. Testou-se 50 cultivares de soja, sendo 26 cultivares convencionais e 24 cultivares transgênicas. A semeadura foi feita no campo em um delineamento em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas no tempo, com avaliações aos 30 e 60 dias após emergência (DAE), com oito repetições. A avaliação aos 30 DAE foi considerada para a determinação da população inicial do nematóide para o cálculo do FR (população final/população inicial).

A área de estudo consistiu em 88 m² e foi delimitada em função de histórico de reboleiras na safra anterior. Foram coletadas vinte amostras de solo na área da reboleira formando uma amostra composta para análise prévia da densidade populacional de *P. brachyurus* na área.

No momento da instalação do experimento a soja plantada pelo produtor estava com aproximadamente 15 dias de idade. As plantas foram arrancadas e feitos novos sulcos para semeadura adensada das cinquenta cultivares de soja. Cada parcela foi composta por 50 cm da linha no sulco permitindo a semeadura adensada de 14 sementes de soja. Cada linha continha todas as cultivares com ordem definida por sorteio, constituindo um bloco. As plantas foram mantidas por 60 dias e o único produto químico utilizado foi a sulfuramida para o controle de formigas na área.

As avaliações foram feitas aos 30 e 60 dias após a emergência das plântulas visando avaliar a densidade populacional de *P. brachyurus* nas raízes. A profundidade de coleta das plantas foi de aproximadamente 20 cm, ou seja, permitindo a coleta da maior quantidade das raízes. Para cada avaliação foram feitas amostragens arrancando-se três plantas de cada parcela sendo que a parte aérea foi descartada e o sistema radicular acondicionado em sacos plásticos e levado ao laboratório.

No laboratório de Nematologia da Universidade Federal de Goiás, as raízes foram lavadas em água corrente, para a eliminação das partículas de solo, e deixadas sobre papel toalha para a eliminação do excesso de água. Posteriormente, foram pesadas em balança digital e cortadas em pedaços de aproximadamente dois centímetros de comprimento, sendo preparadas alíquotas de dez gramas de raízes para a avaliação da densidade populacional de *P. brachyurus*. Nos casos em que o volume de raízes da amostra não chegava a dez gramas, era feita extração do volume total das raízes e estimada a densidade populacional do nematóide proporcionalmente por meio de regra de três simples.

As raízes foram levadas ao liquidificador com 250 mL de água e trituradas por trinta segundos. A suspensão foi vertida em uma peneira com malha de 100 “mesh” sobreposta a uma de 400 “mesh”. Os resíduos retidos na peneira de 100 “mesh” foram descartados e os nematóides retidos na peneira de 400 “mesh” foram recolhidos e transferidos para um becker de 50 mL. As amostras contidas nos beckers foram levadas para centrífuga, primeiramente em solução com água e caolim e posteriormente com sacarose segundo metodologia descrita por Coolen & D’Herde (1972).

A identificação e quantificação dos fitonematóides foram realizadas com o auxílio de microscópio óptico (aumento de 200X) utilizando-se uma lâmina de Peters. A identificação das espécies de *Pratylenchus* foi realizada analisando-se dez amostras aleatoriamente em cada época de avaliação, identificando-se, ao acaso, dez indivíduos de cada amostra. Nas duas épocas de avaliação somente foram encontrados *P. brachyurus*. O fator de reprodução (FR) foi calculado pela razão entre a população final (Pf) e a população inicial (Pi), considerando-se a avaliação aos 30 DAE como população inicial e a avaliação aos 60 DAE como população final.

Devido à grande amplitude de variação nas contagens de densidade populacional e do FR de nematóides nas raízes, fez-se a transformação dos dados segundo Box & Cox (1964) utilizando os dados em $y' = y^{0,20}$ e, em seguida, a análise de variância,

utilizando o programa estatístico SAS. As médias foram comparadas utilizando-se o teste Scott-Knot a 5% de probabilidade, este teste foi realizado com o programa estatístico GENESE.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da densidade populacional de *P. brachyurus* nas raízes das cultivares de soja estão apresentados na Tabela 3.1. Observa-se que, de uma maneira geral, as densidades populacionais foram altas nas duas épocas de avaliação e apresentaram grande variabilidade entre as cultivares. Aos 30 DAE, o número total de nematóides variou de 810 a 2020 espécimes por dez gramas de raízes e aos 60 DAE variou de 340 a 2176 espécimes por dez gramas de raízes. Rocha et al. (2008) também observaram essa alta variabilidade entre os genótipos em trabalho realizado em campo avaliando a reação de 18 cultivares de soja a *P. brachyurus*, encontrando variação de 161 a 2260 espécimes por dez gramas de raízes processadas.

A segunda avaliação (60 DAE) apresentou maior amplitude de variação e, em mais da metade das cultivares, a densidade populacional de *P. brachyurus* foi menor em relação a primeira ocorrida aos 30 DAE, embora esta redução na segunda época de avaliação em relação à primeira (Interação época x cultivares) somente tenha sido significativa em dez cultivares. Se considerada isoladamente, a avaliação da segunda época discriminou melhor as cultivares. É importante destacar que os nematóides extraídos nessa segunda avaliação representam o somatório dos que invadiram as raízes mais o resultado de sua multiplicação (Georgi et al., 1983).

Tabela 3.1. Densidade populacional de *Pratylenchus brachyurus* por 10 g de raízes em diferentes genótipos de soja, Vicentinópolis, GO. UFG, 2009.

Nº	Genótipos	<i>Pratylenchus brachyurus</i> / 10 g			
		30 DAE		60 DAE	
1	NK 7074 RR	1182	a	2176	a *
2	BRSGO Araçu RR	1166	a	2160	a
3	BRSGO 7963	507	b	1849	a *
4	M-SOY 7578	1548	a	1816	a
5	BRSGO Mineiros RR	1366	a	1715	a
6	Emgopa 316	867	b	1605	a
7	BRS 7860	1263	a	1600	a
8	BRS Valiosa RR	1024	b	1511	a
9	Emgopa 302 RR	1670	a	1473	a
10	M-SOY 8757	2020	a	1453	a
11	M-SOY 6101	1020	b	1420	a
12	P 98R31	752	b	1400	a
13	MG/BR46 Conquista	1122	a	1396	a
14	BRSGO Amaralina	903	b	1366	a
15	BRSGO Caiapônia	931	b	1348	a
16	BRSGO 7760 RR	1883	a	1331	a
17	BRSGO 8060	1192	b	1296	a
18	BRS 8160 RR	1395	a	1224	a
19	BRSGO Ipameri	1161	a	1208	a
20	P 98Y11	1623	a	1175	a
21	BRS Favorita RR	1348	a	1168	a
22	BRSGO Chapadões	2040	a	1105	b *
23	BRS 8460 RR	1108	a	1047	b
24	TMG 115 RR	636	b	989	b
25	M-SOY 8001	1185	b	962	b
26	BRS Iara	1272	a	959	b
27	BRSGO Paraíso	1855	a	949	b *
28	BRS 8360	1484	a	891	b
29	BRSGO Luziânia	1475	a	886	b
30	M-SOY 7211 RR	2254	a	879	b *
31	BRSGO 8560 RR	1275	a	873	b
32	BRSGO Raissa	1424	a	845	b
33	M-SOY 8008 RR	1653	a	834	b *
34	BR/ Emgopa 314	718	b	814	b
35	M-SOY 9144 RR	824	b	795	b
36	BRSGO Indiará	745	b	760	b
37	M-SOY 8200	992	a	756	b
38	CD 219 RR	1229	a	750	b
39	Emgopa 315 RR	1079	a	749	b
40	BRSGO Jataí	838	b	710	b
41	BRSGO Silvânia RR	661	b	704	b
42	BRSGO Gisele RR	863	b	644	b
43	Emgopa 313 RR	1225	b	622	b *
44	M-SOY 7908 RR	838	b	615	b
45	Emgopa 313	734	b	578	b
46	M-SOY 8411	1259	a	526	b *
47	BRS Juliana RR	1364	a	513	b *
48	Emgopa 316 RR	1089	a	468	b *
49	BRS Luziânia RR	1475	a	434	b *
50	TMG 103 RR	810	b	340	b *
CV		14,82 %			

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Para a análise de variância os dados foram transformados em $y' = y 0,20$. * Interação significativa entre as épocas de avaliação.

As cultivares M-Soy 9144 RR, M-Soy 8200, BRSGO Jataí, BR/Emgopa 314, BRS Gisele RR, BRS Indiará, M-Soy 7908 RR, BRSGO Sylvania RR, Emgopa 313 e TMG 103 RR destacaram-se por apresentarem menores densidades populacionais nas duas épocas de avaliação. Resultados semelhantes foram observados por Alves (2008) para a cultivar Emgopa 313 que foi testada em condições controladas e permitiu baixa multiplicação do nematóide nas raízes, obtendo o FR de 1,53.

Fator importante a ser observado no presente trabalho foi que, mesmo quando observada alta densidade populacional, não foi encontrada a presença de escurecimento de raízes nos genótipos avaliados. Devido aos poucos estudos sobre o nível de dano do nematóide das lesões radiculares no Brasil, não é possível estimar qual a densidade populacional que causa lesões nas raízes da soja e, conseqüentemente redução de produção.

As cultivares M-Soy 8757, M-Soy 7578, Syngenta NK 7074 RR, BRS GO Araçá RR, BRS GO 7760 RR, BRS GO Chapadões, M-Soy 7211 RR e Emgopa 302 RR apresentaram altas densidades populacionais nas duas épocas de avaliação, tendo comportamento de suscetibilidade. Dentre essas cultivares a BRSGO Chapadões que também foi classificada como suscetível por Rocha et al. (2008), em trabalhos realizados por Dias et al. (2007) e Ribeiro et al. (2007a) foi classificada como resistente, embora tenham utilizado diferente metodologia de avaliação.

A cultivar M-Soy 8757 foi considerada suscetível por Dias et al. (2007), o que foi corroborado pelo presente trabalho. No entanto, este genótipo foi considerado resistente por Alves (2008), que encontrou o menor FR dentre as diversas cultivares avaliadas (0,8), em experimento realizado em condições controladas.

A cultivar BRSGO Araçá RR, que no presente trabalho também se comportou como suscetível, foi considerada por Dias et al. (2007) como medianamente resistente. As cultivares M-soy 6101, BRSGO Ipameri, BRSGO Iara, BRSGO Luziania também foram testadas por Dias et al. (2007), Ribeiro et al. (2007a) e Rocha et al. (2008), e tiveram comportamento semelhante de suscetibilidade.

Deve ser ressaltado no presente trabalho que, das cinquenta cultivares testadas, doze apresentaram interação significativa com as épocas de avaliação, sendo que dez apresentaram redução significativa na densidade populacional aos 60 DAE. Esta redução variou de 45% a 70% e, dentre essas cultivares sete são transgênicas. As cultivares BRSGO Luziânia RR, BRS Juliana RR, M-Soy 7211 RR, M-Soy 8411, TMG 103 RR e

Emgopa 316 RR destacaram-se com reduções na densidade populacional de *P. brachyurus* de 70%, 62%, 61%, 58%, 58% e 57%, respectivamente. A cultivar M-Soy 8411, na avaliação aos 60 DAE, comportou-se de maneira semelhante ao observado por Alves (2008), sendo considerada pouco multiplicadora do nematóide.

Com relação às variáveis densidade populacional (nematóides x dez gramas de raízes) e FR para a caracterização da hospedabilidade de *P. brachyurus*, observou-se que para o manejo de fitonematóides, a variável FR apresentou maior viabilidade, pois representa o efeito do hospedeiro no seu aumento populacional ou na sua supressão. A variável densidade populacional apresenta uma desvantagem em sua origem, qual seja a influência do desenvolvimento das raízes no resultado obtido, mas apresenta maior validade em trabalhos de campo, pois nesses nem sempre é possível estimar o FR (Inomoto et al., 2007).

No presente trabalho o FR foi calculado considerando-se como população inicial a densidade populacional do nematóide aos 30DAE. A análise estatística dos dados de FR separou as cultivares em dois grupos, com maior e menor FR (Tabela 3.2). Das cultivares testadas, 26 foram agrupadas com menor FR se comportando como menos suscetíveis. Dentre essas cultivares, Emgopa 313 RR, BRS GO 8560 RR, M-Soy 8411 e TMG 103 RR se destacaram por apresentarem fatores de reprodução menores que 1 devendo ser fonte de novas investigações para confirmar este comportamento e possível resistência sob concentração de inóculo mais elevada.

Resultados semelhantes foram encontrados por outros autores, mesmo em condições controladas de casa de vegetação. Costa & Ferraz (1998), avaliaram 83 genótipos de soja quanto á hospedabilidade a *P. brachyurus*. Aos 50 dias apos o plantio, as plantas foram colhidas e verificou-se que todos os genótipos testados foram hospedeiros.

Tabela 3.2. Fatores de reprodução (FR) *Pratylenchus brachyurus* em diferentes genótipos de soja em duas épocas de avaliação, Vicentinópolis, GO. UFG, 2009.

Nº	GENÓTIPOS	FR	
1	BRS GO Caiapônia	6,5	a
2	M-SOY 8001	4,9	a
3	BRS GO 7963	4,5	a
4	BRS GO Ipameri	4,2	a
5	BRS Jataí	3,8	a
6	MG/BR 46 Conquista	3,5	a
7	BRS GO Aracu RR	3,3	a
8	BRS GO Amaralina	3,2	a
9	BRS Juliana RR	3,1	a
10	BRS 8460RR	3,1	a
11	BRS Favorita RR	3,1	a
12	BRS GO Silvânia RR	3,0	a
13	BRS GO Mineiros RR	2,8	a
14	M-SOY 7578	2,7	a
15	BRS 8160 RR	2,7	a
16	Emgopa 316	2,6	a
17	BRS Valiosa RR	2,5	a
18	P 98 R 31	2,4	a
19	BRS GO 7760 RR	2,4	a
20	M-SOY 8757	2,4	a
21	BRS GO Raissa	2,3	a
22	TMG 115 RR	2,3	a
23	BR/ Emgopa 314	2,3	b
24	BRS GO 8060	2,3	b
25	M-Soy 6101	2,2	b
26	NK 7074 RR	2,0	b
27	BRS GO Indiará	1,9	b
28	BRS GO Gisele RR	1,9	b
29	Emgopa 313	1,8	b
30	BRS 7860	1,7	b
31	BRS GO Luziânia	1,6	b
32	M- SOY 7211 RR	1,6	b
33	Emgopa 302 RR	1,6	b
34	M- SOY 8200	1,5	b
35	Emgopa 315 RR	1,5	b
36	P 98 Y 11	1,5	b
37	Emgopa 316 RR	1,4	b
38	BRS GO Chapadões	1,4	b
39	M-SOY 9144 RR	1,4	b
40	BRS 8360	1,4	b
41	M - SOY 7908 RR	1,4	b
42	M- SOY 8008 RR	1,1	b
43	BRS Luziânia RR	1,1	b
44	CD 219 RR	1,1	b
45	BRS GO Paraíso	1,1	b
46	BRS Iara	1,0	b
47	TMG 103 RR	0,9	b
48	M-SOY 8411	0,8	b
49	BRS GO 8560 RR	0,8	b
50	Emgopa 313 RR	0,7	b
CV%		19,44	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Para a análise de variância os dados foram transformados em $y' = y - 0,20$.

Ribeiro et al. (2007a) também avaliaram dezenas de genótipos de soja com o intuito de identificar fontes de resistência ao *P. brachyurus*. No estudo, não encontraram nenhum genótipo com fator de reprodução abaixo de 1,0. Mas, considerando que encontraram genótipos com FR variando de 1,2 a 24,6 aqueles com menores FR, variando de 1,0 a 2,0 podem ser considerados em trabalhos subseqüentes na busca por genótipos resistentes.

Já em condições de campo, naturalmente infestado, Dias et al. (2007) e Andrade et al. (2009) avaliaram a tolerância de genótipos de soja a *P. brachyurus* no Estado do Mato Grosso atribuindo notas aos sintomas de raízes lesionadas. As notas variaram de zero (ausência de escurecimento) a três (escurecimento máximo). Nos dois experimentos, não identificaram cultivares de soja com ausência de escurecimento, somente com baixo grau de lesão e nenhum dos genótipos foram considerados resistentes.

De uma maneira geral, mesmo as cultivares tendo sido discriminadas pela análise estatística, tanto em função da densidade populacional de *P. brachyurus* (Tabela 3.1), quando em função do FR (Tabela 3.2), considerou-se que a área experimental apresentava densidade populacional relativamente baixa. Alguns estudos e levantamentos de campo têm encontrado populações variando de 5000 e 20000 indivíduos por dez gramas de raízes. Acredita-se que se as cultivares aqui estudadas, tivessem sido testadas em condições mais estressantes de concentração de inóculo, estas poderiam ter sido melhor discriminadas. Portanto, sugere-se que estes estudos sejam continuados considerando também trabalhos em condições controladas de casa de vegetação com inoculação artificial.

Observa-se, de maneira geral, que os resultados encontrados por diversos autores que avaliaram genótipos de soja nos últimos anos ainda são pouco consistentes. Genótipos que se comportam como resistentes em condições controladas podem ter resultados totalmente diferentes em condições de campo, passando da categoria de resistente para suscetível.

Ainda, dentre os trabalhos de campo, observa-se grande variação entre os resultados, o que pode ser devido ao uso de diferentes metodologias de avaliação, ou sugerindo que existem diferenças de agressividade entre as comunidades desse nematóide nas diferentes regiões. Desta forma, é importante continuar as investigações, refinando os resultados a fim de encontrar fontes de resistência ao *P. brachyurus* ou genótipos mais tolerantes, com resultados confirmados em diferentes condições de plantio.

3.4 CONCLUSÕES

A densidade populacional de *P. brachyurus* diminuiu dos 30 DAE até 60 DAE após emergência de plântulas nas cultivares BRSGO Chapadões, M-Soy 7211RR, BRSGO Paraíso, M-SOY 8008RR, BRSGO LuziâniaRR, BRS JulianaRR, Emgopa 313RR, M-Soy 8411, Emgopa 316 RR e TMG 103 RR em condições naturais de infestação.

As cultivares Emgopa 313 RR, BRS GO 8560 RR, M-Soy 8411 e TMG 103 RR se destacaram por apresentarem fatores de reprodução menores que 1.

4 REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MILHO A *Pratylenchus* ssp. EM ÁREA NATURALMENTE INFESTADA

RESUMO

O milho, comumente utilizado em rotação ou sucessão com a cultura da soja, é suscetível ao nematóide das lesões radiculares (*Pratylenchus* sp.). O uso de genótipos resistentes ou tolerantes pode ser uma das estratégias de manejo desse nematóide em áreas em que se tem observado elevadas populações. O objetivo deste trabalho foi avaliar a reação de 38 genótipos de milho a *Pratylenchus brachyurus* em área naturalmente infestada. O experimento foi conduzido na safra 2008\09 no município de Edéia, Go, em delineamento em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas no tempo, com avaliações aos 30 e 60 dias após emergência das plântulas (DAE), com dez repetições. As raízes coletadas foram processadas em laboratório, sendo os resultados expressos por dez gramas de raízes. O teste de médias para a densidade populacional separou os genótipos estudados em três grupos. Dos genótipos avaliados, dezessete apresentaram interação significativa com as épocas de avaliação, sendo que apenas o genótipo Agromem 30A06 diminuiu a densidade populacional na segunda avaliação, tendo uma redução de 57%. Os demais apresentaram aumento na densidade populacional dos 30 DAE até 60 DAE, variando de 42% a 85%. Os genótipos que apresentaram as menores médias populacionais na avaliação final foram: P 30F80, P30S31, Agromem 30A06, AS1575, DKB 499, GNZ 2500, DKB 350, DG 501 e NK Impacto. O FR foi calculado considerando a população final (pf) como sendo a segunda avaliação (60 DAE) e a população aos 30 DAE foi considerada a população inicial (pi). O teste de médias para o FR separou os genótipos em três grupos. Todos os genótipos multiplicaram o nematóide e nenhum genótipo apresentou $FR < 1,0$. Os genótipos que proporcionaram menores densidades populacionais e FR devem ser preferidas para investigações futuras visando à identificação de genótipos que possuam resistência a *P. brachyurus*.

Palavras-chave: *Zea mays*, resistência, nematóide das lesões radiculares.

ABSTRACT

REACTION OF CORN GENOTYPES TO *Pratylenchus* sp. IN NATURALLY INFESTED FIELD

The corn crop, usually planted in rotation with soybean, is also susceptible to the root lesion nematode (*Pratylenchus* sp.). The use of tolerant or resistant genotypes can be one of the strategies to control this nematode in areas with high populations. The purpose of this study was to evaluate the reaction of 38 corn genotypes to *P. brachyurus* in a naturally infested area. The experiment was conducted in 2008/2009, in a randomized block design with split plot scheme and 10 replications, evaluating at 30 and 60 days after

emergence (DAE). The root samples were collected and analyzed in laboratory and the results were expressed in nematodes per 10 g of roots. The corn genotypes were separated into three groups according to the nematode population densities. Out of the total genotypes evaluated, 17 presented interaction with the evaluation timing. Only Agromem 30A06 had the population reduced (57%) at 60 DAE. The other 16 genotypes increased the nematode population between the two evaluation timings (30 and 60 DAE) from 42% to 85% increase. The genotypes with lower nematode population densities at the final evaluation (60 DAE) were: P 30F80, P30S31, Agromem 30A06, AS1575, DKB 499, GNZ 2500, DKB 350, DG 501 e NK Impacto. The FR was calculated considering the evaluation at 30 DAE as the initial population. The genotypes were divided into two groups with higher and lower FR. The genotypes with lower nematode population densities and lower FR should be preferred for planting in infested areas although more studies are required in order to identify corn genotypes with resistance to *P. brachyurus*.

Key words: *Zea mays*, root lesion nematodes, resistance.

4.1 INTRODUÇÃO

Uma medida importante para os programas de manejo integrado de nematóides é, sem dúvida, o controle cultural, com especial atenção para a rotação de culturas, que hoje é uma realidade na agricultura sustentável. Esta é uma prática eficiente e, em alguns casos, obrigatória no controle de nematóides de um modo geral.

A rotação de culturas além de proporcionar produção diversificada de alimentos e outros produtos agrícolas, também pode melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo, repor a matéria orgânica, proteger o solo da ação dos agentes climáticos e ajudar a viabilização do sistema de plantio direto (Guimarães et al., 2003). O milho (*Zea mays* L.) é a principal opção em sistema de rotação com a cultura da soja (*Glycine max*) por apresentar diferentes sistemas radiculares, hábitos de crescimento e exigências nutricionais, e por ter efeito na interrupção dos ciclos de pragas e doenças, redução de custos e o aumento do rendimento da cultura (Embrapa, 2009).

Nos últimos anos, a produção da cultura do milho no Brasil vem apresentando aumentos expressivos, decorrentes da evolução do sistema de cultivo, da disponibilidade de genótipos mais produtivos e adaptados às diversas regiões, da mecanização e do aumento da área de plantio resultante da área de plantio na safrinha e do avanço da cultura para novas regiões do Centro-Oeste e do Nordeste. Entretanto, a produtividade média brasileira, 3.500 kg.ha⁻¹, ainda é considerada baixa se comparada à de outros países produtores, como China (5.000 kg.ha⁻¹), Argentina (7.000 kg.ha⁻¹) e Estados Unidos (9.000 kg.ha⁻¹) (Costa & Cota 2009). Dentre os fatores que têm contribuído para a baixa

produtividade da cultura do milho no Brasil, as doenças são consideradas, um dos mais importantes (Pereira et al., 2005).

Mais de quarenta espécies de doze gêneros de nematóides têm sido citadas como parasitas de raízes de milho, em todas as áreas do mundo onde este cereal é cultivado. No Brasil, as espécies mais importantes, devido à patogenicidade, à distribuição e à alta densidade populacional, são *P. brachyurus*, *P. zae*, *Helicotylenchus dihystera*, *Criconemella* Grisse & Loof 1965, *Meloidogyne* spp. e *Xiphinema* Cobb 1913 (Embrapa, 2009).

P. brachyurus é uma espécie de nematóide polífaga, atacando desde gramíneas como arroz, cana-de-açúcar, trigo, capins e milho, como leguminosas, como a soja (Lordello, 1984), o que dificulta seu controle por meio da rotação de culturas. Por ser um problema ainda novo nas culturas da soja e do milho, há escassez de informações quanto às medidas de controle, tais como espécies não hospedeiras para o manejo através da rotação de culturas. Esta ampla gama de hospedeiros dificulta a escolha da cultura adequada para semeadura em rotação/sucessão com a soja nas áreas infestadas. Entretanto, pelo menos para o milho, o milheto e o girassol, estudos mostram que existem diferenças entre as cultivares com relação à capacidade de multiplicar o nematóide (Ribeiro et al., 2007b).

A produção de milho no Brasil, juntamente com a soja, contribui com cerca de 80% da produção de grãos. A diferença entre as duas culturas está no fato de que soja tem liquidez imediata, dada as suas características de "commodity" no mercado internacional, enquanto que o milho tem sua produção voltada para abastecimento interno. Apesar disto, o milho tem evoluído como cultura comercial apresentando, nos últimos vinte e oito anos, taxas de crescimento da produção de 3,0% ao ano e da área cultivada de 0,4% ao ano (Embrapa, 2009).

Devido à necessidade de controlar o nematóide do cisto (*H. glycines*) na cultura da soja, o milho tem sido alternativa para a rotação de culturas, pois não é hospedeiro deste patógeno. No entanto, estas duas culturas podem ser parasitadas por nematóides do gênero *Meloidogyne*, notadamente por *M. incognita* e *M. javanica* e *Pratylenchus* spp. (Henning et al., 2005). Desta forma, o milho como opção de rotação para solucionar o problema do nematóide de cisto da soja pode aumentar a população de outros nematóides como *P. brachyurus*, dificultando o manejo deste nematóide para as duas culturas.

O Brasil é um grande produtor de milho, seja de primeira ou segunda safra

(safrinha). Em áreas de cultivo de soja, o milho safrinha destaca-se como alternativa de cultivo, principalmente quando a intenção é a maximização do lucro do agricultor. Nos últimos anos a produção de safrinha tem aumentado. A segunda safra de 2009/2010 teve uma produção que correspondeu a 36,30% da produção total do país (primeira e segunda safras), que foi de 53.459,7 mil toneladas de milho em uma área de 12.940,5 mil hectares (Conab, 2010). O uso de genótipos resistentes ou tolerantes de milho ao nematóide *P. brachyurus* poderá ser uma importante estratégia de manejo desse nematóide em áreas infestadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a reação de genótipos de milho a *P. brachyurus* em área naturalmente infestada no município de Edéia, GO.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido na safra 2008/2009 no município de Edéia (S 17° 20' 20'' e W 49° 55' 51''), Estado de Goiás e em uma área de plantio convencional e naturalmente infestada por *P. brachyurus*, com histórico de altas populações e ocorrência de reboleiras. Testou-se 38 genótipos de milho, que foram plantados no campo em um delineamento em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas no tempo, com avaliações aos 30 dias após a emergência (DAE) e 60 DAE, com dez repetições.

A área total do experimento consistiu em 95 m² em uma área de plantio comercial e delimitada em função da presença de reboleiras com sintoma de ataque de nematóides, sendo confirmada a ocorrência de *P. brachyurus* por meio de análise laboratorial. O milho plantado pelo produtor estava com aproximadamente oito dias de idade. Na área do experimento foi feito arranquio das plantas e, então, feitos novos sulcos para semeadura adensada dos 38 genótipos de milho. Cada parcela foi composta por 50 cm da linha no sulco e semeadas 12 sementes de cada genótipo. Cada linha continha todas as cultivares com ordem definida por sorteio, constituindo um bloco.

As avaliações foram feitas aos 30 DAE e 60 DAE visando avaliar a densidade populacional de *P. brachyurus* nas raízes. Para cada avaliação foi feita amostragem arrancando três plantas de cada parcela sendo a parte aérea descartada e o sistema radicular acondicionado em sacos plásticos e levado ao laboratório para análise.

Em laboratório, as raízes foram lavadas em água corrente, para a eliminação das partículas de solo, e deixadas sobre papel toalha para a eliminação do excesso de água.

Posteriormente foram pesadas em balança digital e cortadas em pedaços de, aproximadamente, dois centímetros de comprimento, sendo preparadas alíquotas de dez gramas de raízes.

Avaliou-se a densidade populacional de *P. brachyurus* por sistema radicular, utilizando dez gramas de raízes. Nos casos em que o volume de raízes da amostra não chegava a dez gramas, era feita extração do volume total das raízes e estimada a densidade populacional do nematóide proporcionalmente por meio de regra de três simples.

As alíquotas de raízes foram levadas ao liquidificador, acrescidas 250 mL de água e trituradas por quarenta segundos, na primeira avaliação, e por duas vezes de trinta segundos na segunda avaliação. A suspensão obtida foi vertida em uma peneira com malha de 100 “mesh” sobreposta a uma de 400 “mesh”. Os resíduos retidos na peneira de 100 “mesh” foram descartados e os nematóides retidos na peneira de 400 “mesh” foram recolhidos e transferidos para beckers de 50 mL. As amostras contidas nos beckers foram levadas para centrífuga, primeiramente em solução com água e caolim e posteriormente com sacarose segundo metodologia descrita por Coolen & D’Herde (1972).

Identificação e quantificação dos fitonematóides foram realizadas com o auxílio de microscópio óptico (aumento de 200 X) utilizando-se uma lâmina de Peters. A identificação das espécies de *Pratylenchus* foi realizada analisando-se dez amostras aleatoriamente em cada avaliação, identificando-se ao acaso dez indivíduos de cada amostra. Foram encontrados 81% de *P. brachyurus* e 19% de *P. zae* na avaliação aos 30 DAE e 100% de *P. brachyurus* aos 60 DAE.

O Fator de Reprodução (FR), calculado pela razão entre a população final (Pf) e a população inicial (Pi), levou em consideração a avaliação aos 30 DAE como sendo a população inicial.

Devido à grande amplitude de variação das contagens de densidade populacional e do FR de nematóides nas raízes, fez-se a transformação dos dados segundo Box & Cox (1964) transformando-os em $y' = y^{0,057}$ e em seguida os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Scott- Knott a 5% de probabilidade.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da densidade populacional de *P. brachyurus* nas raízes dos genótipos de milho estão apresentados na Tabela 4.1. Observou-se que, de uma maneira geral, as densidades populacionais foram altas nas duas épocas de avaliação e todos os genótipos hospedaram *P. brachyurus*. Aos 30 DAE, o número total de nematóides variou de 287 a 1497 espécimes por dez gramas de raízes e aos 60 DAE variou de 539 a 4248 espécimes por dez gramas de raízes. Desta forma, o milho confirma a sua hospedabilidade ao nematóide das lesões radiculares.

Dias-Arieira et al. (2009) observaram essa característica do milho quando avaliaram a reação de gramíneas forrageiras a *P. brachyurus* para rotação com a cultura da soja. O experimento foi realizado em condições controladas e foram plantadas as gramíneas *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *Andropogon gayanus* 'Planaltina' e *Panicum maximum* 'Guiné', milho 'BRS 106' e a leguminosa soja 'FT-Cristalina'. Das gramíneas avaliadas o milho foi a espécie que mais multiplicou o nematóide obtendo 8317 espécimes por sistema radicular, sendo menor apenas que a soja, com 17.922 espécimes por sistema radicular.

O teste de médias separou os genótipos em três grupos aos 30 DAE e aos 60 DAE (Tabela 4.1) em função da densidade populacional. Dentre os genótipos com menor densidade populacional na avaliação final (60 DAE) destacaram-se P 30F80, P 30S31, Agromem 30A06, AS 1575, DKB 499, GNZ 2500, DKB 350, DG 501 e NK Impacto, sendo que P 30F80, GNZ 2500 e NK Impacto apresentaram as menores densidades populacionais dos 30 DAE até os 60 DAE, permanecendo no grupo da menor densidade nas duas avaliações.

Dos genótipos avaliados, 17 apresentaram interação significativa com as épocas de avaliação (Tabela 4.1), sendo que apenas o genótipo Agromem 30A06 diminuiu a densidade populacional na segunda avaliação, tendo uma redução de 57%. As demais apresentaram aumento na densidade populacional dos 30 até 60 DAE, variando de 42% a 85% de aumento.

Tabela 4.1. Densidade populacional de *Pratylenchus* spp. por 10 g de raízes de diferentes genótipos de Milho em duas épocas de avaliação. UFG, 2009.

Nº	Genótipos/milho	<i>Pratylenchus</i> spp. / 10 g			
		30 DAE		60 DAE	
1	AG 9040	1497	a	4248	a *
2	AG 8060	1257	a	3813	a *
3	P 30F87	1635	b	3698	a
4	DKB 390YG	737	b	3584	a *
5	AG 9010	1253	b	3064	a *
6	P 30R32	906	b	2965	a *
7	P 30F81	1384	a	2892	a
8	AG 7088	2400	a	2653	a
9	NK Somma	966	b	2632	b *
10	DKB 177	785	b	2143	b *
11	BM 1115	1172	b	2094	b *
12	DKB 390	797	b	1962	b *
13	NT Exceler	279	c	1921	b *
14	Nidera BX974	1102	a	1907	b
15	P 30 F 35	788	b	1790	b *
16	P 30K75	1916	a	1605	b
17	Dow 2B710	913	b	1566	b
18	BRS 1031	1433	a	1529	b
19	AG 7000	886	b	1529	b *
20	AS 1535	1250	b	1437	b
21	AG 6040	1042	b	1412	b
22	Dow 1B287	1083	a	1385	b
23	BRS 1010	300	c	1366	b *
24	BRS 1030	1805	a	1292	c
25	P 30S40	917	b	1287	c
26	DKB 789	1673	a	1274	c
27	P 30K73	1014	b	1199	c
28	Dow 2B 587	1444	a	1077	c
29	DKB 330	1731	a	1003	c
30	P 30 F 80	542	c	952	c
31	P 30S31	1130	b	945	c
32	Agromem 30A06	2198	a	926	c *
33	AS 1575	1098	a	925	c
34	GNZ 2500	327	c	892	c *
35	DKB 499	945	b	804	c
36	DKB 350	176	c	758	c *
37	DG 501	591	b	733	c
38	NK Impacto	287	c	539	c *
CV%		4,76			

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Para a análise de variância os dados foram transformados em $y' = y - 0,057$.

* Interação significativa entre as épocas de avaliação a 5%.

Os genótipos P 30R32, DKB 350, BRS 1010, DKB 390 YG e NT Exceler se destacaram entre os mais susceptíveis com aumentos de 69%, 76%, 78%, 79% e 85% respectivamente. Os nematóides extraídos aos 60 DAE equivalem ao somatório dos que invadiram as raízes mais o resultado de sua multiplicação. Segundo Georgi et al. (1983), nas contagens iniciais, a extração representa os nematóides invasores das raízes, enquanto na avaliação final predomina o efeito da multiplicação desses nematóides.

Resultados semelhantes foram encontrados por Lordello et al. (1985) avaliando a reação de vinte genótipos de milho a *P. brachyurus* em Pindorama, São Paulo, em campo infestado, avaliando aos 39 DAE, 59 DAE e 90 DAE. Estes autores observaram que todos os genótipos hospedaram o nematóide, e a densidade populacional aumentou gradativamente nas duas últimas avaliações. A variação na primeira avaliação foi de 21,8 a 105,9 espécimes por grama de raiz, na segunda avaliação, 70,5 a 243 e na terceira avaliação a variação foi de 63,1 a 398,1 espécimes por grama de raízes, observando-se então maior amplitude nas últimas avaliações, concordando com o presente trabalho.

Ribeiro et al. (2009) confirmaram a reação variável de genótipos de milho a *P. brachyurus*, realizando a avaliação de 17 genótipos em condições de casa-de-vegetação. A avaliação da reprodução dos nematóides foi feita aos 90 dias após a inoculação, por meio da contagem do número de ovos no sistema radicular das plantas de cada genótipo, calculando-se o fator de reprodução. Nenhum dos genótipos de milho avaliados mostrou-se resistente ($FR < 1,0$) ao nematóide. Entretanto, observou-se variabilidade entre os mesmos, com FR variando de 3 a 16.

Observou-se que mesmo os genótipos tendo sido discriminados pela análise estatística, tanto em função da densidade populacional de *P. brachyurus* (Tabela 4.1), quanto em função do FR (Tabela 4.2), acredita-se que se os genótipos testados aqui neste estudo, tivessem sido testadas em condições mais estressantes de concentração de inóculo, estes poderiam ter sido melhor discriminados podendo inclusive ter-se identificado algum genótipo com resistência ($FR < 1,0$). Portanto, sugere-se que estes estudos sejam continuados dando ênfase também a trabalhos em condições controladas de casa de vegetação com inoculação artificial. Mesmo, que mais pesquisas devam ser feitas visando identificação de genótipos resistentes ou tolerantes ao nematóide *P. brachyurus*, estes resultados podem servir como indicações preliminares para recomendações em áreas com alta infestação.

Tabela 4.2. Fatores de Reprodução (FR) de *Pratylenchus* spp. em diferentes genótipos de milho aos 60 DAE. Edéia, GO. UFG, 2009.

Nº	Genótipos	FR	
1	DKB 390 YG	21,0	a
2	NT Exceler	16,3	a
3	BRS 1010	12,4	a
4	DKB 350	9,8	a
5	P 30 F 87	8,6	b
6	NK Somma	8,5	b
7	AG 7000	8,3	b
8	AG 9040	8,2	b
9	P 30 R 22	8,0	b
10	DKB 390	7,4	b
11	AG 9010	7,1	b
12	AG 6040	7,0	b
13	AG 8060	6,9	b
14	AG 7088	6,6	b
15	DKB 499	6,4	b
16	NK Impacto	5,1	b
17	Nidera BX 974	5,0	b
18	GNZ 2500	4,9	b
19	AS 1535	4,9	b
20	P 30 F 81	4,7	b
21	DKB 177	4,6	b
22	P 30 F 80	4,4	b
23	BM 1115	4,2	b
24	P 30 K 75	3,9	c
25	Dow 2B 710	3,8	c
26	P 30 F 35	3,7	c
27	P 30 S 40	2,8	c
28	BRS1031	2,8	c
29	DG 501	2,8	c
30	Dow 1B 287	2,7	c
31	DKB 330	2,6	c
32	BRS1030	2,3	c
33	Dow 2B 587	2,3	c
34	AS 1575	2,2	c
35	P 30 S 31	1,8	c
36	DKB 789	1,7	c
37	P 30 K 75	1,6	c
38	Agromem 30 A06	1,2	c
CV%		6,25	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Para a análise de variância, os dados foram transformados $y' = y^{0,057}$

4.4 CONCLUSÕES

Os genótipos P 30F80, GNZ 2500, DKB 350 e NK Impacto apresentaram as menores densidades populacionais de *P. brachyurus* ao longo dos 60 dias após emergência e devem ser preferidas para futuras investigações visando identificação de possível resistência genética.

Dentre os genótipos testados dezesseis favorecem significativo aumento populacional desde os trinta até os sessenta dias após emergência das plântulas. Apenas Agromen 30A06 apresenta redução da população de *P. brachyurus*.

Considerando o FR nenhum dos genótipos testados pode ser considerado resistente ao nematóide das lesões radiculares.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

P. brachyurus é uma espécie polífaga dificultando seu controle por meio de rotação de culturas. Há escassez de opções de plantas não hospedeiras e o nematóide encontra-se bastante disseminado no País, representando sérios problemas em diversas culturas. Atualmente, observa-se que os danos causados por esse nematóide vêm aumentando e, com isso, aumentam também as pesquisas realizadas com este gênero no Brasil, devido sua ocorrência em culturas de grande importância econômica, como a soja e o milho.

O uso de genótipos resistentes de soja e de milho a *P. brachyurus* é uma das medidas de controle mais viáveis e que deve ser considerada em áreas infestadas por esse nematóide. Caso tais genótipos estejam disponíveis para os produtores, será possível a redução da densidade populacional do nematóide em campo infestado, primeiro plantando genótipos de soja resistentes e, em seguida, fazendo a rotação com milho também resistente. Embora já se tenham alguns resultados de pesquisa, os dados ainda não são conclusivos, já que os genótipos aparentam ter comportamentos diferentes nas diferentes condições experimentais e diferentes regiões do país.

Estudos sobre esse patógeno possibilitarão a formulação de medidas voltadas ao seu manejo integrado, possibilitando a adoção de práticas preventivas relativamente simples e aceitas universalmente, como a utilização de rotação de culturas e uso de genótipos resistentes.

Diante dos resultados aqui apresentados, é necessário que os estudos sejam continuados com o intuito de se obter genótipos resistentes e também identificar outras culturas que possam ser usadas em rotação ou sucessão com a soja, em áreas com alta infestação por *P. brachyurus*.

6 REFERÊNCIAS

- ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais . **Complexo Soja – Exportações**. Disponível em: http://www.abiove.com.br/exporta_br.html. Acesso em 08 de janeiro de 2010.
- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP 2009. p. 385-406.
- AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5ª ed. San Diego: Academia Press, 2004. p. 851-852. 2004.
- ALMEIDA, F. S. Influência da cobertura morta do plantio direto na biologia do solo. In: FANCELLI, A. L., TORRADO, P. V. & MACHADO, J. (Eds.) **Atualização em plantio direto**. Campinas, Fundação Cargill. 1985. p. 103-144.
- ALVES, T. C. U. **Reação de cultivares de soja ao nematóide das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus***. 2008. 41 p. Dissertação (mestrado em agricultura tropical)- Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2008.
- ANDRADE, V.; CELLA, V.; DAROIT, L.; SILVA, J. F. Reação de diferentes genótipos de soja ao nematóide das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 5, 2009; MERCOSOJA, 2009, Goiânia. **Anais....**Londrina. Embrapa Soja, 2009. Seção Trabalhos, t. 3. 1 CD-ROM.
- BÉLAIR, G.; DAUPHINAIS, N.; BENOIT, D. L.; FOURNIER, Y. Reproduction of *Pratylenchus penetrans* on 24 common weeds in Potato fields in Québec. **Journal of Nematology**, Hanover, v. 39, n. 4, p. 326- 326, 2007.
- BOX, G. E. P.; COX, D. R. Ananalysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 26, p. 211–252, 1964.
- BRASIL. Instrução normativa nº 41, de 01 de julho de 2008. Estabelece a lista de pragas quarentenárias ausentes (A1) e de pragas quarentenárias presentes (A2) para o Brasil e aprova os procedimentos para as suas atualizações. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, poder executivo, Brasília, DF, 02 de jul. 2008. Seção 1, p. 8.
- BRITO, G. G.; COSTA, E. C.; ANTONIOLLI, Z. I.; MAZIERO, F. D. H. *Xiphinema americanum* Cobb, 1913 (Dorylaimida: Longidoridae): espécie-praga quarentenária para o Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 239-244, 2005.

CALZAVARA, S. A.; SANTOS, J. M.; FAVORETO, L. Resistência de porta-enxertos cítricos a *Pratylenchus jaehni* (Nematoda: Pratylenchidae). **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 31, p. 7-11, 2007.

CAMPOS, H. D.; ROCHA, M. R. Reação de genótipos de milho (*Zea mays* L.) aos nematóides de galhas (*Meloidogyne javanica* e *M. incógnita*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 29, n. 2, p. 13-17, 1999.

CARMO, D. B.; SANTOS, M. A.; FIGUEIREDO A.; NASCIMENTO, A. F.; OLIVEIRA, J. A.; SOUZA, S. P.; FRANÇA, R. O. Reação de adubos verdes á multiplicação do fitonematóide *Pratylenchus brachyurus*. In: VI ciclo de seminários do curso de agronomia da UFU, 2007, Uberlândia. **Anais eletrônico....** Uberlândia: UFU, 2007. Disponível em: www.pet.iciag.ufu.br. Acesso em: 25 de setembro de 2008.

CASTILLO, P.; VOVLAS, N. Diagnosis and descriptions of *Pratylenchus* species. In: ***Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): diagnosis, biology, pathogenicity and management**. 1 ed. Córdoba, 2007. v. 6, cap. 4, p. 51-280

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2009/2010 – Décimo Levantamento – Julho/2010**. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/4graos_10.08.10.pdf. Acesso em: 10 de agosto de 2010.

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent, Belgian: State of Nematology and Entomology Research Station , 1972 , 77 p.

COSTA, D. C.; FERRAZ, S. Avaliação da resistência de cultivares e linhagens de soja a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 13, p. 4-5, 1998.

COSTA, R. V.; COTA, L. V. Controle químico de doenças na cultura do milho: aspectos a serem considerados na tomada de decisão sobre aplicação. **Circular técnica** 125, Sete Lagoas, 11p. 2009.

DALL'AGNOL, A.; HIRAKURI, M. H. Realidade e perspectivas do Brasil na Produção de Alimentos e agroenergia, com ênfase na soja. **Circular técnica** 59, Londrina, 8p. 2008.

DEL PONTE, E.; SPOLTI, P.; GODOY, C. Ferrugem asiática da soja: panorama e perspectivas para o manejo. **Revista Plantio Direto**, 2009. p. 16-19. Disponível em: <http://www.plantiodireto.com.br>. Acesso em: 10 de janeiro de 2010.

DESLANDES, J. A. Ferrugem da soja e de outras leguminosas causada por *Phakopsora pachyrhizi* no Estado de Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 4, n. 2, p. 337-339, 1979.

DIAS, W. P.; GARCIA, A.; SILVA, J. F. V.; CARNEIRO, G. E. S. Nematóide em soja: identificação e controle. **Circular técnica** 76, Londrina, 8p. 2010.

DIAS, W. P.; RIBEIRO, N. R.; PIVATO, A.; MOLINA, D. Avaliação da Reação de genótipos de soja ao nematóide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*). In: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, 29, 2007, Campo Grande, MS. **Resumos.....** Londrina: Embrapa Soja/ Uniderp, 2007. p. 62-63. (Embrapa Soja. Documentos).

DIAS-ARIEIRA, C. R.; FERRAZ, S.; RIBEIRO, R. C. F. Reação de Gramíneas Forrageiras a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33, n. 1, p. 90-93, 2009.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil – 2009 e 2010**. - Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados : Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 262p. (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, ISSN 1677-8499; n.13). Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/>. Acesso em: 6 de janeiro de 2010.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **O cultivo do Milho**. – Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Sistemas de Produção, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 5ª edição). Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/>. Acesso em: 10 de janeiro de 2010.

FERNANDES, J. M. C. As doenças das plantas e o sistema plantio direto. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. v. 5, p. 317-352, 1997.

FERRAZ, L. C. B. As Meloidogines da Soja: Passado, Presente e Futuro. In: SILVA, J. F. V. **Relações Parasito-Hospedeiro nas Meloidoginoses da Soja**. 1. ed. Londrina. Embrapa Soja: Sociedade Brasileira de Nematologia, 2001, v.1, cap. 1, p. 15-38.

FERRAZ, L. C. C. B. Gênero *Pratylenchus* – Os nematóides das lesões radiculares. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 7, p. 158 -195, 1999.

FERRAZ, L. C. C. B. Patogenicidade de *Pratylenchus brachyurus* a três cultivares de soja. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 1-8, 1995.

FERRAZ, S.; VALLE, L. A. C. **Controle de fitonematóides por plantas antagônicas**. Cadernos Didáticos, Viçosa: UFV. 73 p. 1997.

FREIRE, F. C. O. **Patógenos de importância quarentenária interna: o caso de mudas frutíferas**. Comunicado Técnico n. 42, p. 1-4. Embrapa Agroindústria, 2000.

FREITAS, L. G.; OLIVEIRA, R. D. L.; FERRAZ, S. **Introdução a Nematologia**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 84 p.

FURLAN, S. H. **Manejo do mofo branco na cultura da soja**. Comunicado Técnico n. 111, Instituto Biológico. Disponível em: <http://www.biológico.sp.gov.br/artigos>. Acesso em: 29 de dezembro de 2009.

GEORGI, L.; FERRIS, J. M.; FERRIS, V. R. Population development of *Pratylenchus hexincisus* in eight corn inbreds. **Jornal of Nematology**, Riverside, v. 15, n. 2, p. 243-252, 1983.

GONZAGA, V. **Caracterização morfológica, morfométrica e multiplicação in vitro das seis espécies mais comuns de *pratylenchus filipjev*, 1936 que ocorrem no Brasil.** 2006. 79 f. Tese (Doutorado)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jabotical, 2006.

GOULART, A. M. C. **Aspectos Gerais sobre nematóides das lesões radiculares (gênero *Pratylenchus*).** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 30 p (Documentos - ISSN 1517-5111; 219).

GUIMARÃES, G. L.; BUZETTI, S.; SILVA, E. C.; LAZARINI, E.; EUSTÁQUIO DE SÁ, M. Culturas de inverno e pousio na sucessão da cultura da soja em plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 25, n. 2, p. 339-344, 2003.

HENNING, A. A.; ALMEIDA, A. M. R.; GODOY, C. V.; SEIXAS C. D. S.; YORINORI, J. T.; COSTAMILAN L. M.; FERREIRA, L. P.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M.; DIAS, W. P. **Manual de identificação de doenças de soja.** Londrina: Embrapa CNPSO, 2005.72 p. (Documentos, 256).

INOMOTO, M. M.; MACHADO, A. C. Z.; ANTEDOMÊNICO, S. R. Reação de *Brachiaria* spp. E *Panicum maximum* a *Pratylenchus brachyurus*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 341-344, 2007.

INOMOTO, M. M.; MOTTA L. C. C.; MACHADO, A. C. Z.; SAZAKI, C. S. S. Reação de dez coberturas vegetais a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 151-157, 2006 a.

INOMOTO, M. M.; MOTTA, L. C. C.; BELUTI, D. B., MACHADO, A. C. Z. Reação de seis adubos verdes a *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 39-44, 2006 b.

IRENO, H. N.; RISSOLI, V. R. V.; CARES, J. E.; TENENTE, R. C. V. Rastreabilidade de germoplasma vegetal interceptado. In: Encontro do talento estudantil da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006, Brasília, DF. **Anais eletrônicos...** Brasília. Disponível: www.cenargen.embrapa.br/publica/trabalhos/tales2006.pdf. Acesso em: 20 de out. 2008.

LEHMAN, P. S.; ANTÔNIO, H.; BARKER, K. R. Ocorrência de nematóides em soja nos estados de Minas gerais, Goiás e Mato Grosso. **Nematologia Brasileira**, II Reunião de Nematologia, v. 2, p. 29-31, 1977.

LORDELLO, L. G. E. **Nematóides das plantas cultivadas.** São Paulo, Nobel. 314 p. 1984.

LORDELLO, R. A.; LORDELLO, A. I. L.; SAWAZABI, E.; SOBRINHO, J. A. Reação de Genótipos de milho a *Pratylenchus* spp. em campo. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 9, p.163-173, 1985.

LOVATO, B. V.; TRAFANE, L. G.; ANDRADE, V.; FERREIRA, H. J.; ARAMAKI, P. H.; MARTINHO, L. Avaliação da eficiência do nematicida abamectina (Avicta 500 Fs) para o controle de *Pratylenchus brachyurus* em soja *Glycine max*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 5., 2009; MERCOSOJA, 2009, Goiânia. **Anais....** Londrina. Embrapa Soja, 2009. Seção Trabalhos, t. 3. 1 CD-ROM.

LUC, M. A reapraisal of Tylenchina (Nemata): The family Pratylenchidae Thorne, 1949. **Revue Nématologie**, Paris, v. 10, p. 18-203, 1987.

MACHADO, A. C. Z. ***Pratylenchus brachyurus* x algodoeiro: patogenicidade, métodos de controle e caracterização molecular de populações.** 2006. 132 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Fitopatologia)-Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade São Paulo, Piracicaba, 2006.

MACHADO, A. C. Z.; OLIVEIRA, C. M. G. **Diagnóstico molecular do nematóide das lesões *Pratylenchus brachyurus*.** 2007. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2007_3/diagnostico/index.htm Acesso em: 7 de setembro de 2008.

MARTINEZ, S. S. **O nim - *Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção.** Londrina, IAPAR, 142 p., 2002.

MCDONALD, A. H.; BERG, V. D. Effect of watering Regimen on injury to Corn and Grain Sorghum by *Pratylenchus* Species. **Journal of Nematology**, Hanover, v. 25, n. 4, p. 654-658, 1993.

MOSSINI, S. A. G; KEMMELMEIER, C. A árvore Nim (*Azadirachta indica* A. Juss): Múltiplos Usos. **Acta Farmacéutica Bonaerense**, Buenos Aires, v. 24, n.1, 2005.

NEVES, D. L.; RIBEIRO, G. C.; GALVÃO, J. C. B.; MORAES, E. B.; CAMPOS, H. D.; SILVA L. H. C. P. Ocorrência de fitonematóides em amostras de lavoura da região sudoeste de Goiás. In: Congresso Brasileiro de Nematologia, 2007, Goiânia. **Anais.....** Goiânia, 2007. p. 76.

NUNES JUNIOR, J.; GUERZONI, R. A.; MONTEIRO, P. M. F. O.; ASSUNÇÃO, M. S.; SOUZA, P. I. M. Levantamento da ocorrência de doenças em soja no Estado de Goiás, durante as safras de 1998/1999 a 2001/2002. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA E MERCOSOJA 2002, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Sociedade Brasileira Produtores de Soja, 2002. p. 67.

PEREIRA, O. A. P.; CARVALHO, R. V.; CAMARGO, L. E. A. Doenças do milho. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia.** São Paulo: Ceres, 2005. v. 2, p. 477- 488.

REETZ, E. R.; SANTOS, C.; CORRÊIA, S.; SILVEIRA, D.; CARVALHO, C.; BELING, R. R. **Anuário brasileiro da soja 2008-** Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz 136 p. 2008.

RIBEIRO, N. R.; DIAS, W. P.; HOMECHIN, M.; SILVA, J. F. V.; FRANCISCO, A. Avaliação da Reação de Genótipos de Soja ao nematóide das lesões radiculares. In: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, 29, 2007, Campo Grande, MS. **Resumos.....** Londrina: Embrapa Soja/ Uniderp, 2007. p.62-63. (Embrapa Soja. Documentos) a.

RIBEIRO, N. R.; DIAS, W. P.; HOMECHIN, M.; SILVA, J. F. V.; FRANCISCO, A. Avaliação da Reação de Espécies Vegetais ao Nematóide das Lesões Radiculares. In: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, 29, 2007, Campo Grande, MS. **Resumos.....** Londrina: Embrapa Soja/ Uniderp, 2007. p.62-63. (Embrapa Soja. Documentos) b.

RIBEIRO, N. R.; BEZERRA, F. F.; SILVEIRA, T. F.; LIMA, C. P.; SILVA, C. S.; SILVA, A. P. L. Avaliação da resistência de genótipos de milho (*zea mays*) ao nematóide *Pratylenchus brachyurus*. In: **2º International congress of tropical nematology**. Maceió, Alagoas. 2009. Seção Trabalhos, t. 41. 1 CD-ROM

RITZINGER C. H. S. P.; FANCELLI, M. Manejo Integrado de nematóides na cultura da bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 331-338, 2006.

ROCHA, M. R.; SANTOS, L. C.; TEIXEIRA, R. A.; ARAÚJO, F. G.; REZENDE NETO, U. R.; FERREIRA, C. S.; FALEIRO, V. O.; COSTA, R. B. Reação de cultivares de soja a *Pratylenchus brachyurus* em área naturalmente infestada. In: **XXX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil**. Rio Verde, Goiás. 2008.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenaz, 2009. 314 p.

SEPLAN. Secretaria do planejamento e desenvolvimento/ Governo de Goiás. **O Estado de Goiás no Contexto Nacional - 2010**. Disponível em: [//www.seplan.go.gov.br/](http://www.seplan.go.gov.br/). Acesso em 08 de agosto de 2010.

SHARMA, R. D. Nematóide de pastagem, *Pratylenchus brachyurus* atacando soja nos cerrados do Brasil Central. In: XXIX congresso Brasileiro de fitopatologia, 1996, **Resumos...** 1996, p. 419.

SHARMA, R. D.; CAVALCANTE, M. J. B.; MOURA, G. M.; VALENTIM, J. F. Nematóide associados a genótipos de soja cultivados no Acre, Brasil. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 26, n. 1, p. 109-111, 2002.

SILVA J. A. L.; NETO L. M. O.; CARVALHO E. M. S. Levantamento da ocorrência do nematóide de cistos da soja (*heterodera glycines*) em áreas de cultivo de soja (*glycine max*) no cerrado do piauí. **Comunicado Técnico**, UFP, Teresina, n. 6, p. 1-4, 2006.

SILVA, F. G. **Levantamento de fitonematóide nas culturas de soja e milho no município de Jataí-GO**. 2007. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

SILVEIRA, P. M.; RAVA, C. A. Utilização de Crotalária no Controle de Nematóides da Raiz do Feijoeiro. **Comunicado Técnico, Embrapa, CNPAF**, Santo Antônio de Goiás, n. 74, 2004.

SOARES, W. R. O.; CABRAL, D. N. A.; CAMARGO, G. E. N.; SILVA, A. J.; OLIVEIRA, T. C.; CARDOSO, M. S. Performace de controle do novo inseticida/nematicida avicta completo sobre *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) na cultura da soja em Motividiu –Go. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 5., 2009; MERCOSOJA, 2009, Goiânia. **Anais.....** Lomdrina. Embrapa Soja, 2009. Seção Trabalhos, t. 3. 1 CD-ROM.

TIHOHOD, D. **Nematologia Agrícola Aplicada**. Jaboticabal. Funep., 1993. 372 p.

TOMAZINI, M. D.; SILVA, R. A.; OLIVEIRA, C. M. G.; GONÇALVES, W.; FERRAZ, L. C. C. B.; INOMOTO M. M. Resistência de genótipos de cafeeiros a *Pratylenchus coffeae* e *Meloidogyne incógnita*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p.193-198, 2005.

YORINORI, J. T.; CHARCHAR, M. J. A.; NASSER, L. C. B.; HENNING, A. A. **Doenças da soja e seu controle**. In: Cultura da soja nos Cerrados. Piracicapa-SP, Potafós, 1993. p. 334-397.

ZAMBOLIM, L.; VALE F. X. R.; COSTA, H.; JULIATTI, F. C. Manejo integrado – Medidas de Controle. In: VALE, F. X. R.; JESUS JUNIOR, W. C.; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. 1. ed. Belo Horizonte: Editora Perfil, 2004. v. 1, cap.12, p. 465-520.