

RENATA APARECIDA DE SOUZA

QUANTIFICAÇÃO DE *Pratylenchus brachyurus* EM GENÓTIPOS DE SOJA
(*Glycine max* L.) Merrill, EM TUPIRAMA-TO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-
graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração
em Fitopatologia, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Prof^a. Dr^a. Maria Amelia dos Santos

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

RENATA APARECIDA DE SOUZA

QUANTIFICAÇÃO DE *Pratylenchus brachyurus* EM GENÓTIPOS DE SOJA
(*Glycine max* L.) Merrill, EM TUPIRAMA-TO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-
graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração
em Fitopatologia, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 17 de abril de 2009.

Prof.^a. Dr.^a. Clélia Aparecida Iunes Lapera

UEMG

Prof. Dr. Jonas Jäger Fernandes

UFU

Prof. Dr. Ednaldo Carvalho Guimarães

UFU

Prof.^a. Dr.^a. Maria Amelia dos Santos
ICIAG-UFU
(Orientadora)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

AGRADECIMENTOS

Obrigada a todos aqueles que, de alguma forma, tornaram possível a realização deste trabalho. Obrigada pelo apoio, suporte, amizade, carinho e desculpem a ausência em tantos momentos.

A Deus:

"Porque Deus amou o mundo de tal maneira, que deu o seu filho unigênito para que todo aquele que n'Ele crê não pereça, mas tenha a vida eterna".

(João 3:16)

A meus pais, Cleides e Martha: por todo o apoio, amor e confiança que sempre depositaram em mim.

"Os nossos pais amam-nos porque somos seus filhos, é um fato inalterável. Nos momentos de sucesso, isso pode parecer irrelevante, mas nas ocasiões de fracasso, oferecem um consolo e uma segurança que não se encontram em qualquer outro lugar".

(Bertrand Russell)

A minha amada avó Maria de Lourdes, Tio Quirino, Tia Iraídes, Tio José, Tia Nilda e demais familiares que sempre compartilharam meus sonhos e torceram para que eu os realizasse.

"Pessoas extraordinárias são meteoros designados para se incendiar de modo que a Terra possa ser iluminada".

(Napoleão Bonaparte)

À minha irmã Rejane:

"Amo como ama o amor. Não conheço nenhuma outra razão para amar senão amar. Que queres que te diga, além de que te amo, se o que quero dizer-te é que te amo?"

(Fernando Pessoa)

À minha querida Tia Nice (*in memorian*), por toda a dedicação e amor que teve para conosco enquanto aqui esteve.

“Para sempre é muito tempo. O tempo não pára! Só a saudade é que faz as coisas pararem no tempo”.

(Mario Quintana)

Aos queridos amigos Ana Patricia, Fernanda, Patrícia, Stella, Nadia, Liana, Cyntia, Ronan e Ricardo, pela amizade, apoio e compreensão que sempre desprenderam a mim nos melhores e nos mais difíceis momentos. Àqueles que aqui não foram citados, meus sinceros pedidos de desculpas e muito obrigada por fazerem parte da minha vida.

"Não caminhe atrás de mim; eu posso não liderar. Não caminhe na minha frente; eu posso não seguir. Simplesmente caminhe a meu lado e seja meu amigo”.

(Albert Camus)

À minha orientadora Maria Amelia por toda a paciência, apoio e ensinamentos que levarei por toda minha vida profissional e pessoal.

"Grandes obras são feitas por pessoas que não têm medo de serem grandes”.

(Fernando Flores)

Ao Time de Pesquisa Soja da Pioneer Sementes Brasília: Luis Prado, Welcimar Cunha, Carlos Rosa, Carlos Batista, Paulo Cardoso, João Medeiros, Liana Zonin, Yara Cibebe, Milton Guimarães, Manoel Messias, Aparecido Pereira, juntamente com os colegas da equipe de Sorriso-MT, pelo companheirismo, amizade e por terem tornado possível a realização deste trabalho.

“A grandeza não é onde permanecemos, mas em qual direção estamos nos movendo. Devemos navegar algumas vezes com o vento e outras vezes contra ele, mas devemos navegar e não ficar à deriva e nem ancorados”.

(Oliver Wendall Holmes)

Ao senhor Rogério Martelli, proprietário da Fazenda Água Branca por tornar possível a realização deste trabalho em sua propriedade. Obrigada pelo apoio e suporte durante sua realização.

Aos amigos do Laboratório de Nematologia da Universidade Federal de Uberlândia, em especial, Aires e Sidnei, pelo apoio, auxílio e amizade.

“Sentimos saudade de certos momentos da nossa vida e de certos momentos de pessoas que passaram por ela”.

(Carlos Drummond de Andrade)

SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	04
2.1 Cultura da Soja.....	04
2.2 O nematóide das lesões radiculares.....	05
2.2.1 Distribuição geográfica do nematóide.....	06
2.2.2 Morfologia e anatomia do nematóide.....	07
2.2.3 Biologia do nematóide.....	08
2.2.4 Epidemiologia.....	10
2.2.5 Ecologia.....	11
2.2.5.1 Textura do solo.....	11
2.2.5.2 Temperatura do solo.....	12
2.2.5.3 pH do solo.....	13
2.2.5.4 Distribuição temporal de populações do nematóide.....	13
2.2.5.5 Distribuição vertical de populações do nematóide no solo.....	15
2.2.5.6 Estratégias de sobrevivência.....	16
2.2.6 Interações entre hospedeiros e <i>Pratylenchus brachyurus</i>	17
2.2.6.1 Patogenicidade de <i>Pratylenchus brachyurus</i> em soja.....	18
2.2.6.2 Interações entre <i>Pratylenchus</i> e outros fitonematóides.....	19
2.2.6.3 Interações entre <i>Pratylenchus</i> e outros fitopatógenos.....	20
2.3 Estratégias de manejo.....	22
2.3.1 Rotação de culturas e outras práticas culturais.....	22
2.3.2 Plantas antagonistas.....	23
2.3.3 Correção orgânica.....	24
2.3.4 Solarização.....	25
2.3.5 Resistência genética.....	26
2.4 O município de Tupirama – TO.....	27

3. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1 Localização do experimento e condução do ensaio.....	28
3.2 Amostragem de solo e raízes.....	28
3.3 Extração de nematóides a partir de amostras de solo e de raízes de soja.....	29
3.3.1 Técnica de flutuação centrífuga em solução de sacarose.....	29
3.3.2 Técnica do liquidificador doméstico.....	29
3.4 Avaliação geoespacial do experimento.....	30
3.5 Avaliação de raízes de soja.....	34
3.6 Análise estatística.....	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
5. CONCLUSÕES.....	41
6. REFERÊNCIAS.....	42

RESUMO

SOUZA, RENATA APARECIDA DE. **Quantificação de *Pratylenchus brachyurus* em genótipos de soja (*Glycine max* L) Merrill, em Tupirama/TO.** 2009. 53 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

O objetivo deste trabalho foi identificar a reação de linhagens de soja ao fitonematóide *Pratylenchus brachyurus*. Para isso, avaliou-se a reação de 70 genótipos, entre eles, cultivares comerciais e em desenvolvimento, pela Pioneer Sementes, em um experimento conduzido em área com lavoura de soja no município de Tupirama/TO. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com seis repetições. Para tanto, foram avaliadas características como reprodução do nematóide no sistema radicular das plantas, aspecto geoespacial do ensaio e sintomas no sistema radicular, através de uma escala de notas, desenvolvida durante o trabalho. A avaliação do ensaio e processamento de amostras de solo e raízes para estimativa da população do nematóide realizou-se 80 dias após a semeadura da soja. Os resultados mostram que todas as cultivares de soja avaliadas hospedam *Pratylenchus brachyurus*, porém com populações finais variando de 0,71 a 27,95 nematóides. g⁻¹. Uma menor taxa de reprodução de *P. brachyurus* foi observada em linhagens do Programa de Melhoramento de Soja da Pioneer Sementes, PHI022, PHI007, PHI027 e PHI031, como também em P99R01, M8352RR, Doko RC, P98R31 e PI200490 com população final = 0,71 nematóides. g⁻¹ de raízes. Não foi possível estabelecer uma correlação entre os parâmetros: desenvolvimento do sistema radicular e parte aérea com a população final do nematóide.

Palavras-chave: nematóide das lesões radiculares, reprodução, soja.

¹Comitê Orientador: Maria Amelia dos Santos – UFU (Orientadora)

ABSTRACT

SOUZA, RENATA APARECIDA DE. **Quantification of *Pratylenchus brachyurus* in soybean genotypes (*Glycine max* L.) Merrill at Tupirama/TO.** 2009. 53 p. Dissertation (Masters Program Agronomy/Phytopathology) – Federal University of Uberlândia.

This study analyzed the reaction of soybean lines to the nematode *Pratylenchus brachyurus*. The reaction of 70 genotypes, including commercial cultivars and under development by Pioneer Seeds were evaluated in a field experiment conducted in the city of Tupirama-TO. The major objective was to select tolerant or resistant cultivars to *Pratylenchus brachyurus*. Resistance, or tolerance, was determined by observing reproductive parameters in the plant root system, and geospatial aspects of the test and of the root system with a rating scale, developed during the work. The experimental design was completely randomized, with six replicates. The evaluation of the test and processing of soil and root samples to estimate the nematode population was done 80 days after planting. The results showed that all soybean cultivars evaluated hosted *Pratylenchus brachyurus*, but to different degrees. A smaller reproduction degree of *P. brachyurus* was observed in the lines of the Breeding Program of Pioneer Soybean Seeds, PHI022, PHI007, PHI027 and PHI031 and other lines us P99R01, M8352RR, Doko RC, P98R31 and PI200490 with final population = 0.71 nematodes g⁻¹ of roots. It not possible to establish any correlations between the parameters evaluated: development of root and shoot and final nematode population.

Keywords: lesion nematode, reproduction, soybean.

¹ Guidance Committee: Maria Amelia dos Santos – UFU (Major Professor)

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, nos anos de 1990 a 2004, a área de cultivo de soja cresceu cerca de 10 milhões de hectares e a produção aumentou de 20 para 50 milhões de toneladas, tornando-se o segundo maior produtor do mundo, abastecendo 27% do consumo mundial (INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA, 2007). Em 2006, foram colhidas 53,4 milhões toneladas, superando a safra anterior em 3,8%, segundo dados do IBGE, sendo quase a totalidade da produção brasileira utilizada para extração de óleo comestível e proteína para composição de rações e alimentos (YAMASHITA et al., 1999). O estado de Mato Grosso destaca-se com 28,2% da produção nacional, seguido pelo Paraná (20,3%), Rio Grande do Sul (14,0%) e Goiás (10,4%) (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2006).

Entre os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos em soja estão as doenças. Cerca de 50 doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus já foram identificadas no Brasil (ALMEIDA et al., 1997; FERREIRA et al. 1979; GAZZONI, YORINORI, 1986; YORINORI, 1995). Algumas doenças podem chegar a ocasionar perdas de até 100% da lavoura. A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de região para região, dependendo das condições climáticas de cada safra (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2000). No caso da soja, as perdas anuais de produção por doenças são estimadas em cerca de 15% a 20%, entretanto, algumas doenças podem ocasionar perdas de quase 100% (EMBRAPA Centro Oeste, 2007).

Embora o impacto visual das doenças de soja seja facilmente distinguido no campo, dados de avaliações quantitativas de perdas de rendimento são praticamente inexistentes. A maioria das informações é baseada em avaliações visuais e qualificam os níveis de danos em “severo” ou “alto”, “moderado” ou “baixo” (ARANTES et al., 1993).

No Brasil, os fitonematóides associados à cultura da soja no País são: os formadores de galha, principalmente *Meloidogyne incognita* (Koifoid e White) Chitwood e *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood; o nematóide do cisto da soja (NCS), *Heterodera glycines* Ichinohe; o nematóide reniforme, *Rotylenchulus reniformis* Linford e Oliveira e os nematóides das lesões radiculares do gênero *Pratylenchus* (Godfrey) Filipjev e S. Stekhoven.

Os nematóides das lesões radiculares do gênero *Pratylenchus* são reconhecidos mundialmente como um dos mais prejudiciais para culturas de importância econômica, incluindo banana, cereais, café, milho, soja, legumes, amendoim, batata e muitas fruteiras. Isto não se dá apenas devido à sua alta polifagia, mas também devido à facilidade que apresenta em adaptar-se a quase todos os tipos de ambiente, principalmente os tropicais. Esses nematóides são endoparasitos migradores causadores de severos danos às raízes, iniciando sua infecção no parênquima cortical. O gênero *Pratylenchus* contempla 68 espécies distribuídas em todo o mundo. Todavia, grande parte dos danos, em nível mundial, é atribuída a doze das espécies mais comuns, incluindo *Pratylenchus brachyurus* no milho, algodão, amendoim, soja, abacaxi, batata e fumo; *P. coffeae* no café, citrus, cana-de-açúcar e chá; *P. neglectus* em cereais e leguminosas; *P. penetrans* em pastagens, fruteiras e morango; *P. scribneri* em batata, soja e morango e *P. zae* que parasita o milho, arroz, cana-de-açúcar e trigo.

Recentemente, a ocorrência de *P. brachyurus* tem ganhado importância, tanto pelos danos à cultura, quanto pela sua ampla disseminação e alta incidência do patógeno em áreas produtoras nos estados do Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e Tocantins.

Em Mato Grosso do Sul, levantamento feito por Asmus (2004), também constatou expressiva presença de *P. brachyurus* (82, 79 e 87% de frequência) nas cidades de Chapadão do Sul, Costa Rica e São Gabriel do Oeste, respectivamente. Em Goiás, de 237 amostras de solo coletadas em 10 municípios, foi encontrado *P. brachyurus* em todos os municípios e em 79% das amostras (GIELFI et al., 2003).

A alta frequência de *P. brachyurus* configura motivo de preocupação em áreas produtoras, devido à escassez de informações sobre as relações entre esse nematóide e as culturas, o que demonstra a importância de se conhecê-lo melhor, a fim de fundamentar as recomendações de controle (SILVA et al., 2004). Na presente situação, o controle de *Pratylenchus brachyurus* torna-se bastante difícil no Brasil. A necessidade da obtenção de cultivares que aliem a resistência a *P. brachyurus* e elevadas produtividades confirmam a relevância desse trabalho.

O município de Tupirama encontra-se a 200 km de Palmas, capital do Estado do Tocantins. Atualmente, sua maior fonte de renda é a agropecuária. Composto basicamente por solos arenosos, o entorno da cidade torna-se um ambiente bastante propício ao desenvolvimento do nematóide das lesões radiculares.

A partir do conhecimento da existência do nematóide das lesões radiculares na região através de análises laboratoriais e relatos de produtores, iniciou-se a busca por

variedades de soja resistentes a este, já que, o alto polifagismo apresentado pelo nematóide dificulta a utilização de rotação de culturas para sua redução populacional.

Considerando o crescimento progressivo do Estado do Tocantins na produção de grãos, as perdas de produtividade causadas pela presença do nematóide das lesões radiculares e a carência de materiais resistentes ou tolerantes, este trabalho teve por objetivo dar embasamento para o desenvolvimento de cultivares comerciais resistentes ou tolerantes ao fitonematóide *Pratylenchus brachyurus*.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura da soja (*Glycine max* Merrill)

A soja é uma cultura mundialmente importante, tanto pelos valores econômicos, quanto nutricionais. O cultivo da soja no Brasil destacou-se rapidamente nos últimos 30 anos, devido ao seu retorno econômico, desenvolvimento de novas cultivares, adaptação às condições de cultivo do país e o uso de tecnologia de última geração que permitiu a expansão para novas áreas agrícolas com elevados níveis de produtividade (COSTA, 2005).

A cultura tem apresentado aumento de produção e rendimento em todas as regiões do planeta, chegando à safra de 2003/04 com uma produção de, aproximadamente, 196 milhões de toneladas de grãos (NEHMI, 2004). A produção de soja é um dos principais fatores que impulsionam a expansão da fronteira agrícola na Amazônia brasileira. Enquanto a área plantada quase quadriplicou, a produção de soja na região amazônica aumentou em 5,3 vezes nos últimos 15 anos (IPAM, 2007).

O deslocamento da produção para a região Centro-Oeste está ligado às melhores condições de clima, tamanho da área cultivada e nível tecnológico, onde se cultivam quase 10 milhões de hectares (CONAB, 2006). Apropriada para climas quentes e úmidos e com a aplicação de fertilizantes e de calcário, o rendimento médio de grãos nessa região tem sido de aproximadamente 3.000 kg.ha⁻¹.

A Associação Brasileira da Indústria de Óleos Vegetais aumentou a estimativa para a produção da safra de soja do ano-indústria 2008/09 (ano agrícola 2007/08). A estimativa cresceu 1 milhão de toneladas para 61,5 milhões de toneladas. A entidade também ajustou a estimativa da safra anterior, de 59,1 milhões de toneladas para 58,7 milhões de toneladas. As exportações de soja 2008/09 foram mantidas em 27,3 milhões de toneladas. Além da estimativa de produção, as alterações mais significativas ocorreram na produção de farelo, com um aumento de 600 mil toneladas, consumo interno com alta de 600 mil toneladas, produção de óleo com alta de 200 mil toneladas, e exportação de óleo, em mais 150 mil toneladas (AGÊNCIA ESTADO, 2008).

Como toda cultura exótica, a soja iniciou sua expansão com excelente sanidade nos principais países produtores do Cone Sul (Brasil, Argentina, Paraguai e Bolívia). Porém, com poucos anos de cultivo comercial, as doenças começaram a

aparecer, passando a representar um dos principais fatores limitantes ao aumento e à estabilidade do rendimento (YORINORI, 2002).

Aproximadamente 50 doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus foram identificadas no Brasil (YORINORI, 2002) e mais de 100 doenças já foram listadas mundialmente (SINCLAIR; BACKMAN, 1989). Esse número continua aumentando com a expansão da soja para novas áreas e como consequência da monocultura.

2.2 O nematóide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*)

Em 1880, foi descrito o primeiro nematóide deste grupo, encontrado em um prado na Inglaterra, esta espécie foi denominada *Tylenchus pratensis*. Em 1865, já havia sido estudado um nematóide deste grupo, denominado *Tylenchus obtusus*, porém a descrição e figuras apresentadas, não permitiram uma identificação específica. Dessa forma, a primeira espécie a ser reconhecida pela ciência foi a de DE MAN (1880), recebendo o nome de *Pratylenchus pratensis* (LORDELLO, 1984). O gênero *Pratylenchus* Filipjev é considerado o segundo gênero de nematóides em relação à sua distribuição e impacto econômico, perdendo apenas para nematóides do gênero *Meloidogyne* (nematóides das galhas) e *Heterodera glycines* (nematóide do cisto). O nome comum destes nematóides, nematóide das lesões radiculares, é derivado das lesões necróticas ocasionadas por estes nas raízes dos hospedeiros. Anteriormente, o termo nematóide dos prados foi usado pela sua presença constante nestes ambientes.

A primeira espécie a ser encontrada no Brasil foi *Pratylenchus brachyurus*, atacando soja, algodão, batata e milho, entre outras importantes culturas. Esta é uma das mais destacadas em todo o mundo. Tal fato deve-se à associação de algumas características mostradas por esse nematóide, como: ampla distribuição geográfica; alto grau de polifagia e ação patogênica pronunciada em várias culturas de grande interesse agrônomo, anuais e perenes, podendo causar danos marcantes e grandes perdas econômicas (FERRAZ, 2006).

2.2.1 Distribuição geográfica do nematóide

As espécies de nematóides do gênero *Pratylenchus* são parasitas obrigatórios, habitantes do solo e podem ser encontrados em todas as regiões agricultáveis do planeta. Em áreas de pastagens naturais, a incidência de espécies de *Pratylenchus* pode chegar a 81%, enquanto que a frequência de nematóides do cisto não passaria de 21% e, para nematóides de galhas, 19% (De GOEDE; BONGERS, 1998). Embora as espécies de *Pratylenchus* apresentem-se polífagas, é possível observar claras diferenças em suas preferências por determinados hospedeiros entre as espécies do gênero.

Descrito originalmente parasitando abacaxi, no Havaí (GODFREY, 1929), tem sido reportado causando danos a diversas culturas na África (SAKWE; GERAERT, 1994); batata-doce, na Etiópia (AGU, 2004); arroz, na Costa do Marfim (COYNE et al., 1999); soja e milho, no Quênia (VAN DEN BERG et al., 2001); fumo, em Madagascar (BAUDIN; HUU-HAI, 1973); soja, na Nigéria (ADEMOLA et al., 1996); soja, na África do Sul (FOURIE et al., 2001), trigo (JORDAAN et al., 1992), arroz (VAN DEN BERG; DE WAELE, 1989), milho (DE WAELE; JORDAN, 1988) e batata (KOEN, 1967).

Na América do Norte são descritos, entre outros: amendoim, no Alabama (INGRAM; RODRÍGUEZ-KÁBANA, 1980); soja, no Arkansas (ROBBINS et al., 1987) e algodão (ROBBINS et al., 1989); pínus, na Califórnia (VIGLIERCHIO, 1979); milho na Flórida (McSORLEY; DICKSON, 1989); crotalária e milho, na Geórgia (BRODIE; MURPHY, 1975); abacaxi, no Havaí (KO et al., 1995) e pêssego, na Carolina do Norte (BARKEY; CLAYTON, 1973).

Encontra-se também amplamente distribuído na América Central e América do Sul, entre outros: diversas culturas em Belize (BRIDGE et al., 1996); no Brasil, milho (LORDELLO et al., 1992), algodão (TIHOHOD et al., 1991), abacaxi (MONTEIRO; LORDELLO, 1972); pastagens, na Colômbia (STANTON et al., 1989); na Costa Rica, abacaxi (LOPEZ; SALAZAR, 1990), café (LORDELLO et al., 1968), cana-de-açúcar (LORDELLO; MENDONÇA, 1970), diversas espécies de gramíneas (LORDELLO; MELO FILHO, 1969 e 1970), algodão e soja (LORDELLO et al., 1958); café, em Cuba (DIAZ-SILVEIRA; HERRERA, 1998).

Na Ásia encontram-se relatos, entre outros: diversas culturas na China (YIN, 1991); cana-de-açúcar, na Índia (MEHTA; SUNDARAJ, 1990); cana-de-açúcar e

vegetais, no Japão (NAKASONO et al., 1984); amendoim, no Paquistão (ANWAR et al., 1993) e soja, na Tailândia (TOIDA et al., 1996).

Na Europa, entre outros: fumo, na Bulgária (BAICHEVA et al., 1984) e na Rússia em diversas culturas (RYSS, 1988). Em cereais, na Austrália (RILEY; KELLY, 2002), amendoim (BROADLEY, 1981) e outras culturas (COLBRAN, 1968).

2.2.2 Morfologia e anatomia do nematóide

Embora não exista uma descrição de raças para *Pratylenchus*, avaliações de diferentes hospedeiros e patogenicidade do nematóide conduzidos em áreas geográficas distintas sugerem diferenças (FRANCE; BRODIE, 1995; PINOCHET et al., 1994).

As espécies de *Pratylenchus* são muito similares morfologicamente. Este fato torna o gênero facilmente reconhecido, porém a identificação específica é considerada difícil. Os exemplares de *P. brachyurus* possuem corpo esguio e alongado, medindo entre 0,3 a 0,7 mm, quando adultos. Sua cutícula é fina mostrando estrias transversais. O campo lateral do corpo, basicamente, é marcado por quatro linhas longitudinais, porém, é possível encontrar linhas adicionais na zona central (NICKLE, 1991).

A parte anterior do corpo (“cabeça”) é deprimida e larga, composta por duas, três ou quatro estrias. O estilete é curto (11-25 μ m, normalmente 14-17 μ m) e robusto, com bom desenvolvimento basal.

Fêmeas, após Loof (1960), apresentam as seguintes medidas: L = 0,39-0,75 mm; a = 15-29; b = 5-10; c = 13-28; V = 82-89 %; estilete = 17-22 μ m. Apresentam corpo esguio, quase retilíneo, quando relaxado; região labial plana, anterior ao corpo, com uma margem angular anterior e duas anulações distintas. Seis papilas em torno da abertura oral e duas grandes aberturas anfidiais; estilete curto e robusto, bulbo basal do esôfago sobrepondo-se ao intestino ventralmente; um ovário e presença de saco pós-uterino. Reprodução por partenogênese mitótica.

Os machos, após Sher e Allen (1953), apresentam L = 0,46-0,56 mm; a = 27-29; b = 6; c = 21; T = 51-53; estilete = 19 μ m. Geralmente menores que as fêmeas, possuem espículos e gubernáculo. A asa caudal estende-se até o término da cauda (NICKLE, 1991).

Os machos são raros com formato similar ao das fêmeas com um único testículo estendido. Fasmídeos ligeiramente posteriores à metade da cauda, não

estendendo-se para o interior da bursa delicada. Espículos arqueados e gubernáculo simples.

Este gênero tornou-se estenomórfico, devido ao pequeno número de características avaliáveis a nível de espécie e a variabilidade intraespecífica em relação a alguns destes caracteres. Como resultado, as dificuldades taxonômicas freqüentemente surgem da variabilidade intraespecífica subestimada de certos caracteres morfológicos presentes que são utilizados para identificação de uma espécie. A taxonomia de nematóides fitoparasitos, incluindo o gênero *Pratylenchus* começou a receber mais atenção após a descoberta do primeiro nematicida eficiente: 1,2 dicloropropano (1,2-D); 1,3 dicloropropano (1,3-D); dibromido etileno (EDB) e dibromocloropropano.

Todavia, a dificuldade na identificação de espécies de *Pratylenchus* ocorre também devido ao número de novas espécies propostas em quase todas as linhas, em torno de 1,1 espécies por ano, entre 1940 e 2006. Enquanto a morfologia continua sendo a base para identificação das espécies de *Pratylenchus*, novas tecnologias, baseadas em análises bioquímicas e moleculares, estão se tornando importantes e crescentes para a sistemática do nematóide e práticas de identificação (Al-BANNA et al., 1997; ANDRÉS et al., 2000; De LUCA et al., 2004).

2.2.3 Biologia do nematóide

Conforme Tihohod (2000), neste gênero não ocorre dimorfismo sexual. Machos e fêmeas são vermiformes, mudando apenas seus sistemas reprodutores. Em *P. brachyurus*, os machos são raros, devido à reprodução partenogenética, assim as populações são constituídas quase exclusivamente por fêmeas e juvenis. As fêmeas depositam seus ovos isoladamente, no solo ou no interior das radículas parasitadas, sendo mais comum no interior dos tecidos parasitados. Deles eclodem juvenis J_2 que, como os posteriores estádios juvenis (J_3 e J_4), estarão prontos a iniciar o parasitismo. É difícil de se determinar o número total de ovos produzidos, já que estes são depositados um a um no solo e/ou nos tecidos radiculares.

A penetração e a migração através de seu hospedeiro é, provavelmente, facilitada pela combinação de um forte estilete e a liberação de substâncias enzimáticas nas paredes das células. Embora os nematóides deste gênero, possam também ser encontrados parasitando externamente seus hospedeiros, os maiores danos estão diretamente ligados à sua atividade no interior do tecido vegetal. Em ambos os casos, as

espécies de *Pratylenchus* assumem uma estratégia parasitária de alimentação migratória através de seu ciclo de vida. Sua vasta gama de hospedeiros sugere que seu parasitismo seja pouco especializado. Contudo, o endoparasitismo das espécies de *Pratylenchus* sugere uma coevolução com uma alta gama de hospedeiros, considerando também uma vantagem em relação ao ectoparasitismo, ou seja, o nematóide encontra-se protegido em um ambiente relativamente estável no interior das raízes.

Os juvenis e adultos entram nas raízes, penetrando entre ou através das células do córtex, alimentando-se do conteúdo celular enquanto migram pelos tecidos. O parênquima cortical fica bastante desorganizado, devido à destruição de numerosas células durante a movimentação dos espécimes (ação mecânica).

O sistema radicular parasitado mostra-se reduzido, pouco volumoso e ocupa pequena profundidade do solo. As reboleiras são características nas pratilencoses de certos cultivos, como cana-de-açúcar, milho e soja. Uma geração completa-se em 4 a 8 semanas. Em temperaturas entre 30-35°C, o ciclo completa-se em 28 dias. *Pratylenchus* spp., freqüentemente causa ferimentos nas raízes através dos quais outros organismos patogênicos, como bactérias e fungos, penetram. A interação desses agentes resulta na formação de lesões que finalmente destroem os tecidos da raiz. As plantas tornem-se pequenas, com ramos finos, devido à completa destruição das raízes e radículas. A parte aérea de plantas afetadas pode apresentar clorose ou murcha durante a estação seca. A desfolha total pode ocorrer quando o ataque é severo.

Como endoparasitos migradores, estes nematóides destroem os tecidos do sistema radicular, causando lesões como rachaduras na superfície e internamente túneis, deixando a planta suscetível a uma infecção secundária causada por fungos, vírus ou bactérias. Sintomas de danos causados por *Pratylenchus* spp. não são específicos, podendo ser facilmente confundidos com danos causados por outros tipos de patógenos do solo ou atribuídos a outras causas, como deficiência nutricional ou stress hídrico.

Os efeitos da presença de *Pratylenchus* spp. no crescimento das plantas e perdas de produtividade são correlacionados com as alterações no processo normal de crescimento das raízes e exploração de água e nutrientes (LOOF, 1991). É possível observar também uma ação tóxica, devido à injeção de secreções esofagianas no interior das células durante sua alimentação. As células então se degeneram e acabam morrendo pouco tempo depois da retirada do nematóide.

A longevidade de *P. brachyurus* em solos de pousio pode chegar até 21 meses. Na América do Sul, este nematóide é comumente encontrado em raízes de gramíneas,

onde sua reprodução ocorre quando outros hospedeiros não estão disponíveis (TIHOHOD, 2000).

2.2.4 Epidemiologia

Embora os nematóides do gênero *Pratylenchus* sejam organismos móveis, capazes de movimentarem-se a pequenas distâncias a partir do sistema radicular infectado, algumas operações de agricultura favorecem uma dispersão mais rápida e generalizada. A migração ocorre no solo e através das plantas somente quando há disponibilidade de água e a textura e temperatura do solo são adequadas (WALLACE, 1973). Contudo, esta ocorre no solo e ao redor do sistema radicular somente quando umidade, textura e temperatura do solo encontram-se apropriadas para o início de suas atividades biológicas (WALLACE, 1973). Seu ciclo de vida é simples e todas as espécies desenvolvem diversas gerações durante a safra do cultivo das plantas. Apesar de um grande número de espécimes poder ser detectado no início do estágio de crescimento das plantas, as populações do nematóide no solo podem ser bastante menores, especialmente na ausência de uma cultura hospedeira (LOOF, 1991).

Nematóides do gênero *Pratylenchus* possuem a habilidade de mover-se, porém, não mais que 1 – 2 m a partir da zona de infecção, embora práticas agrícolas favoreçam sua dispersão. Estudos sobre a migração de *Pratylenchus penetrans*, em diferentes tipos de solos indicam que o movimento ativo do nematóide no solo, sob condições ótimas, foi de 2 cm em 7 dias (TOWNSHEND; WEBBER, 1971). Em estudos realizados em fruteiras foi possível observar sua locomoção planta a planta através das raízes. Em muitos casos, a movimentação de *Pratylenchus* é definida como “contagiosa”, devido a pequenos focos de infestação em determinadas áreas aumentarem gradualmente e assim abrangerem significativo espaço. Um bom exemplo dessa distribuição agregada foi recentemente reportado, com *P. coffeae* infectando cafezais na África do Sul (HERVE et al., 2005). Entretanto, esta ausência de movimentação a longas distâncias não significa que *Pratylenchus* não possa se mover de campo para campo de outra forma. Equipamentos utilizados em fazendas e até mesmo sapatos contaminados com *Pratylenchus* podem rapidamente disseminá-los e a movimentação da água, em enxurradas e irrigação, pode dispersar o nematóide à longas distâncias. Essencialmente, qualquer processo de movimentação de solo ou de plantas pode dispersar *Pratylenchus*. Em adição a este fato, algumas espécies de *Pratylenchus* são endêmicas à vegetação

nativa em muitos locais, assim, mesmo antes de se iniciar qualquer tipo de cultivo nestas áreas, estas já encontram-se contaminadas. Talvez seja este o motivo que explica o porquê de diversas espécies estarem tornando-se cosmopolitas.

As espécies de *Pratylenchus* desenvolvem diversas gerações durante a safra das culturas. Quando as chuvas ocorrem no início do outono, os nematóides conseguem completar uma ou mais gerações. Na ausência de uma cultura hospedeira, os nematóides do gênero *Pratylenchus* sobrevivem em plantas infestantes ou no solo principalmente como ovos. É bastante conhecida a significância de plantas infestantes para a sobrevivência de diversas espécies de *Pratylenchus*. Diversas espécies de plantas infestantes têm sido reportadas como bons hospedeiros para este nematóide, auxiliando na multiplicação e dispersão através do campo. Anwar et al. (1992) encontraram diversas espécies de plantas invasoras, como *Amaranthus blitoides* S. Wats., *Chenopodium álbum* L. e *Portulaca quadrafila* L., sendo hospedeiros alternativos a *P. brachyurus*, *P. penetrans* e *P. zae* após cultivos de soja, algodão e milho, respectivamente. Este fato demonstra a necessidade da implementação de um sistema eficiente de manejo de plantas invasoras que auxilie a redução de danos causados por nematóides.

2.2.5 Ecologia

2.2.5.1 Textura do solo

A textura do solo é um dos fatores mais freqüentemente relacionados com a distribuição de espécies de *Pratylenchus* spp.. Algumas delas são mais associadas a solos arenosos e leves (com alto teor de oxigênio) do que com solos mais pesados e argilosos (WALLACE, 1973). Em regiões produtoras de batata, variações na distribuição das espécies foram associadas a diferentes tipos de solos. *P. crenatus* é normalmente encontrado em solos argilosos e siltosos, enquanto *P. penetrans* em solos arenosos (FLORINI et al., 1987). Similarmente, o tipo de solo apresenta significativa influência na infecção e severidade da necrose causada nas raízes de bananeira por *P. coffeae*. O máximo de severidade de lesões em raízes e reprodução foi observado em solos silto-argiloso e aluviais, enquanto que o mínimo foi descrito em solos com baixa porosidade. Contudo, não foi possível detectar nenhuma correlação entre os dois tipos de solo e a população de nematóides no solo ou raízes (SUNDARARAJU; JEYABASKARAN, 2003). Similarmente, Endo (1959) mostrou que solos argilo-

arenosos favoreciam a infecção e reprodução de *P. brachyurus*, enquanto solos argilosos mostraram-se menos favoráveis. Estudos realizados por Griffin (1996) demonstraram efeitos consistentes da textura do solo sobre a patogenicidade de *P. neglectus* em áreas de pastagens.

Resumidamente, a textura do solo pode favorecer o desenvolvimento do sistema radicular da planta e, ao mesmo tempo, prejudicar a reprodução do nematóide e sua patogenicidade.

2.2.5.2 Temperatura do solo

Nematóides do gênero *Pratylenchus* são organismos pecilotérmicos e, conseqüentemente, a temperatura possui influência na velocidade de processos fisiológicos, bem como movimentação, desenvolvimento, reprodução, determinação sexual e abundância relativa de alimento e expressão dos danos às plantas (FRECKMAN; CASWELL, 1985). A temperatura ótima para o desenvolvimento das populações pode diferir entre as espécies de *Pratylenchus*. Acosta e Malek (1979) demonstraram que a temperatura ótima para *P. alleni*, *P. brachyurus*, *P. coffeae*, *P. neglectus*, *P. scribneri* e *P. zae* na soja, era de 30°C, enquanto que para *P. penetrans* e *P. vulnus* era de 25°C. As duas últimas foram as únicas espécies que reproduziram a uma temperatura relativamente baixa, 15°C. Populações de todas as espécies possuem um incremento em seu desenvolvimento com temperaturas entre 20-30°C, com exceção de *P. neglectus*, a 20°C. Somente *P. brachyurus*, *P. neglectus*, *P. scribneri* e *P. zae*, reproduziram a 35°C.

Sher e Bell (1965) encontraram *P. vulnus* reproduzindo-se em roseiras em uma temperatura variando entre 18 e 32°C, porém, estas populações desenvolveram-se muito mais rapidamente entre 24-29°C. Dickerson (1979) relatou também que a melhor temperatura para reprodução de *P. scribneri* e *P. alleni* era de 35°C, em tomate e soja. Essas espécies reproduzem-se a baixas temperaturas em tomate. Este fato leva a considerar que a limitação de temperatura depende também da interação nematóide-hospedeiro e não somente do nematóide. Segundo Koen (1967), populações de *P. brachyurus* no solo diminuem durante o inverno devido às baixas temperaturas (5-8°C) e são mantidas a altas temperaturas (20-27°C).

Baixas temperaturas podem ser letais às espécies de *Pratylenchus* e podem ser utilizadas para redução de suas populações. Populações de *P. brachyurus* em batata

foram drasticamente reduzidas, após 15 semanas, em amostras armazenadas a 5°C (KOEN; HOGEWIND, 1967). Similarmente, sob condições controladas, a mortalidade de *P. penetrans* a 4°C foi em torno de 90%, após 4 semanas, e em torno de 92% a 12°C, após 4 horas de exposição (KIMPINSKI; DUNN, 1985).

2.2.5.3 pH do solo

Acidez do solo é o maior fator abiótico capaz de influenciar o desenvolvimento dos nematóides. Nematóides do gênero *Pratylenchus* são adaptáveis a uma grande variação das condições do solo e apresentam muitas adaptações para a produção de grãos em baixos valores de pH. De qualquer forma, diferentes estudos sobre este assunto mostra que o pH ideal para as espécies de *Pratylenchus* varia de acordo com a espécie e o hospedeiro. Uma população de *P. brachyurus* não foi afetada com valores de pH entre 5,0-7,3, porém pH igual a 1,0 foi letal. Com pH 3,0, apenas 39% de espécimes sobreviveram, em comparação com 95% no controle (KOEN, 1967). Também populações de *P. brachyurus*, em abacaxi foram reduzidas quando o pH do solo aumentou para 6,0 (OSSENI et al., 1997).

Estudos realizados por Morgan e MacLean (1968) e Willis (1972) em ervilhaca e alfafa, respectivamente, indicaram que *P. penetrans* atua melhor com pH entre 5,2 e 6,4, apresentando queda em sua reprodução com pH próximo a 7,0.

2.2.5.4 Distribuição temporal de populações do nematóide

Modelos para se prever a dinâmica populacional de nematóides têm sido desenvolvidos, embora problemas com a identificação de nematóides, compostos pela distribuição irregular destes no solo, têm tornado bastante difícil a obtenção de resultados confiáveis em relação não só à sua distribuição, mas também à sua abundância para refinar estes modelos. Densidades populacionais de espécies de *Pratylenchus* geralmente declinam entre as estações em regiões com invernos mais frios. Conseqüentemente, informações sobre índices e decréscimos populacionais demonstram declínio durante o inverno e estes números podem ser utilizados para se estimar o número de nematóides para a estação seguinte. A sobrevivência de *Pratylenchus spp.* no inverno varia entre culturas diferentes ou entre áreas colhidas e sob pousio (OLTHOF, 1971). O declínio de inverno na densidade populacional de *P.*

scribneri associado com variedades de milho é de 50-63% (MACGUIDIN; FORGE, 1991); reduções similares (43-68%) foram relatadas para *P. penetrans* associado com cravo vermelho (KIMPINSKI; DUNN, 1985) e para *P. penetrans* associado com centeio (40-65%), no Canadá (OLTHOF, 1971). Contudo, a sobrevivência de *P. scribneri* em batata foi mais variável (entre 15-84%) e menor em relação ao milho (MACGUIDIN; FORGE, 1991). Verschoor et al. (2001) relataram que no inverno a maioria dos nematóides de populações de *P. crenatus* e *P. fallax* foram encontrados no interior das raízes de gramíneas onde pareceram ser menos afetados pelas condições adversas do inverno. Resultados similares foram encontrados por Nombela e colaboradores (1993), em campos arados em que *Pratylenchus* foi encontrado em camadas mais profundas do solo durante o inverno. Estes autores deduziram que esta migração do nematóide para camadas mais profundas de solo ocorra para escapar das baixas temperaturas.

Flutuações sazonais de *P. penetrans* durante um período de 8 anos, em Columbia British (Canadá), sob uma cultura perene, como framboesa (*Rubus idaeus* L.), foram estudadas por Vrain e outros (1997). Não foram encontrados padrões sazonais, embora tenham observado diferentes níveis de redução das populações do solo no final do outono e no final da primavera, quando as temperaturas do solo foram conducivas para a infecção, reprodução e desenvolvimento. *P. brachyurus* em solos de cultivo de painço exibiram uma flutuação sazonal com o declínio da cultura, provavelmente causado pela entrada do nematóide em suas raízes. Entretanto, durante o inverno ocorreu um incremento na população, provavelmente quando os nematóides deixaram ou migraram das raízes atacadas para o solo.

Diversas investigações relataram uma mortalidade de *Pratylenchus* spp. no inverno de aproximadamente 50% em culturas anuais (MACGUIDIN; FORGE, 1991) e perenes (KIMPINSKI; DUNN, 1985). A maior mortalidade de *P. scribneri* ocorreu antes do solo esfriar, sugerindo que uma parte da população seja suscetível ao frio (MACGUIDIN; FORGE, 1991), como demonstrado por Kimpinski e Dunn (1985), sob condições de laboratório.

2.2.5.5 Distribuição vertical de populações do nematóide no solo

A distribuição vertical de *Pratylenchus* no solo é altamente variável e pode sofrer influências de diversos fatores bióticos e abióticos. A distribuição das raízes, solução do solo, temperatura, textura do solo, chuvas e a profundidade do solo influenciam diretamente o padrão de distribuição vertical no solo. Wallace (1973) sugeriu que a distribuição das raízes era o principal fator na distribuição vertical de nematóides fitoparasitos e os fatores físicos atuam como importância secundária. Conhecer a distribuição vertical das espécies de *Pratylenchus* em solos cultivados possui grande importância para mostrar quão profundamente nematicidas, produtos orgânicos ou agentes de controle biológico devem ser aplicados para obter-se máxima eficiência e qual deve ser a profundidade para coleta de amostras de solo durante diagnoses e estudos faunísticos.

A abundância de raízes ou biomassa determina largamente a distribuição vertical de *Pratylenchus* no perfil do solo. Diversos estudos têm demonstrado que a distribuição vertical das espécies de *Pratylenchus* é paralela ao crescimento das raízes do hospedeiro e sua distribuição. Estudos sobre *P. brachyurus* em milho, na África do Sul, mostraram que a mais alta densidade populacional do nematóide no verão foi encontrada nos primeiros 30 cm de solo, enquanto que no inverno o pico da população foi encontrada numa profundidade de 20-40 cm (KOEN, 1967). Este nematóide foi encontrado em todas as profundidades (0-105 cm), porém densidades populacionais foram maiores a 45-75 cm, quando o solo era composto de 78-79% de areia, 6% de silte e 15-16% de argila (BRODIE, 1976). Populações de *P. brachyurus*, em solos arenosos cultivados com milho e soja, foram significativamente mais altas a 0-30 cm de profundidade e mais baixas a 30-45 cm (MCSORLEY; DICKSON, 1990a, b).

A distribuição vertical das espécies de *Pratylenchus* altera periodicamente como um resultado da reprodução diferencial ou mortalidade a profundidades específicas (MACGUIDWIN; STANGER, 1991), ou devido ao movimento direcional induzido por modificações nas condições ambientais ou presença de hospedeiros. Os fatores responsáveis por estas mudanças podem ser relacionados à migração vertical, à procura por condições mais favoráveis, ou para sobrevivência ou condições edáficas diferencialmente favoráveis à reprodução em várias profundidades.

2.2.5.6 Estratégias de sobrevivência

Para sua sobrevivência, um nematóide, deve estar apto a transpor diversos obstáculos como competições com organismos predadores vorazes, mudanças na temperatura e solução do solo e a morte de plantas hospedeiras. *Pratylenchus* supera estes obstáculos bióticos e abióticos devido a uma combinação de estratégias físicas e biológicas de sobrevivência. Nematóides do gênero *Pratylenchus* possuem uma cutícula relativamente fina e, vivendo no interior de tecidos vegetais, encontram alguma proteção em relação a predadores, embora, ao causar infecção em seu hospedeiro, corram o risco de causar sua morte. Contudo, a sobrevivência destes nematóides é afetada não apenas por fatores bióticos, mas também por fatores como temperatura e disponibilidade de água.

O estágio de ovo é provavelmente um dos mais importantes, capaz de sobreviver a condições adversas por tempo suficiente na ausência de plantas hospedeiras (VANGUNDY, 1965). O envoltório que protege os ovos de *Pratylenchus* é composto por três camadas; i) parte vitelina externa, que possui uma membrana como uma estrutura secretada pela parede uterina; ii) uma membrana quitinosa, ou a casca verdadeira secretada pelo próprio ovo; e iii) uma parte vitelina ou membrana de lipídios, como uma estrutura abaixo da membrana quitinosa (ENDO et al., 1999). A membrana quitinosa fornece uma estrutura forte, impermeável à maioria das substâncias, exceto gases, e proteção da membrana lipídica. A casca torna os ovos resistentes à seca durante longos períodos e facilita a dispersão indireta para novos ambientes.

Muitas espécies de *Pratylenchus* são bem adaptadas ao stress abiótico e são capazes de suspender sua atividade metabólica em condições ambientais desfavoráveis. A habilidade de algumas espécies de *Pratylenchus* de entrar em anidrobiose é uma das razões desses nematóides serem tão dificilmente erradicáveis de um campo infestado. A anidrobiose pode ocorrer em todos seus estágios de vida, como demonstrado para *P. penetrans*, por Towshend (1984). A anidrobiose permite a sobrevivência em temperaturas abaixo de zero (SAYRE, 1964), porém não garante ao nematóide sua sobrevivência em temperaturas superiores a 40°.

Diversos estudos sob condições de controladas têm demonstrado o estado anidrobiótico de algumas espécies de *Pratylenchus*. *P. brachyurus* sobreviveu após 21 meses em solo nu em estufa (FELDMESSER et al., 1960); *P. crenatus* também sobreviveu durante 21 meses em solos contidos em sacos de polietileno (HARRISON;

HOOVER, 1963) e *P. penetrans* sobreviveu 11 ou 24 meses em condições de estufa, dependendo do tipo de solo (ROSSNER, 1971; TOWNSHEND, 1984). Townshend (1984) demonstrou que as condições de solo e a desidratação do nematóide são fatores críticos, afetando o desenvolvimento da anidrobiose em *P. penetrans* e sua habilidade em sobreviver por longos períodos na ausência da solução de solo. A ocorrência de anidrobiose é maior nas camadas superficiais do solo, onde a tensão da solução do solo é maior que nas camadas mais profundas (TOWNSHEND, 1987). Glazer e Orion (1983) demonstraram que a infectividade de populações de *P. thornei* que passaram por anidrobiose foi duas vezes maior do que de populações que não passaram por este processo.

2.2.6 Interações entre hospedeiros e *Pratylenchus brachyurus*

Trabalhos referentes à caracterização de cultivares e os efeitos do parasitismo por espécies de *Pratylenchus*, em particular *P. brachyurus*, são raros (FERRAZ, 1996). Trabalhos visando resistência genética de cultivares de grandes culturas em relação ao *P. brachyurus*, utilizam-se de índices de reprodução ou fatores de reprodução (FR) para determinar hospedeiras favoráveis (FR>1) ou más hospedeiras (FR<1) do fitonematóide. Dinardo-Miranda (1994), na avaliação de reação de oito variedades de cana-de-açúcar a *Pratylenchus brachyurus* e *P. zae*, verificou que somente as variedades SP 701282 e a SP 703370 atuaram como boas hospedeiras de *P. brachyurus*.

Recentemente, há uma tentativa de utilização da sintomatologia das plantas com a reprodução da população de *P. brachyurus* para caracterização de cultivares de grandes culturas (GOULART, 1997; MACHADO, 2006). Ensaio realizado por Inomoto et al. (2001), utilizando diferentes populações de *P. brachyurus* em duas cultivares de algodoeiro (IAC 20 e IAC 22), demonstraram que a altura final das plantas independe da densidade populacional do inóculo inicial do nematóide e densidades populacionais mais altas, acima de 9.000 nematóides por planta, afetaram ligeiramente a massa fresca das raízes e a massa seca da parte aérea. Em ensaio objetivando obter progenitores adequados em programas de melhoramento genético de abacaxizeiro, Dinardo-Miranda et al. (1996) avaliaram a reação de 14 variedades de abacaxizeiro a *Pratylenchus brachyurus*, em condições de campo, e constataram que todas as variedades testadas comportaram-se como boas hospedeiras de *P. brachyurus*, e permitiram abundante reprodução dos nematóides em suas raízes.

2.2.6.1 Patogenicidade de *Pratylenchus brachyurus* em soja

Ferraz (1995) avaliou as cultivares de soja Andrews, Invicta e Ocepar-14, mediante inoculação de diferentes níveis populacionais iniciais de *P. brachyurus* em casa de vegetação, e observou redução no crescimento das três cultivares de soja, principalmente com os níveis de 1.000 e 5.000 espécimes/planta/vaso. Os índices de reprodução ou fatores de reprodução (FR) decresceram com o aumento dos níveis populacionais do inóculo, em todos os casos. Ferraz (1996) adotou dois critérios para determinação de hospedabilidade das cultivares de soja ao nematóide. O primeiro considerou resistente, as cultivares com valores de FR menores que 1,0 e suscetíveis aquelas com valor igual ou maior que 1,0. O segundo critério foi a adaptação da escala proposta por Moura e Régis (1987), onde a reação das cultivares é classificada em seis categorias: altamente suscetível (AS), suscetível (S), moderadamente suscetível (MS), moderadamente resistente (MR), resistente (R) e altamente resistente (AR), utilizando-se de um índice obtido pela porcentagem de redução do fator de reprodução (FR) com base no menor FR encontrado entre as cultivares avaliadas.

Adotando os critérios anteriormente mencionados, Ferraz (1996) avaliou 46 cultivares de soja a *P. brachyurus* e o nematóide reproduziu em todas as cultivares, variando os fatores de reprodução entre 0,89 a 2,69. As cultivares Timbira, Andrews, Santa Rosa, Planalto, FT-Araguaia e Embrapa 9 ficaram entre as hospedeiras mais favoráveis, e Doko, IAC-PL-1, Dourados e UFV-1/M1 entre as menos favoráveis. Charchar e Huang (1981), estudando o círculo de hospedeiros de *P. brachyurus* no Brasil, consideraram a cultivar de soja UFV-1 bastante favorável à sobrevivência do parasito, determinando índice de reprodução de 6,9. Costa e Ferraz (1989) relataram que todas as linhagens de soja inoculados com *P. brachyurus*, em casa de vegetação, mostraram-se suscetíveis ao nematóide, em avaliação realizada 50 dias após a inoculação. Em avaliação de nove cultivares de soja (BRS Sambaíba, BRS Tracajá, BRSMG Garantia, BRSMG Nobreza, CD 217, CD 219, M-Soy 8001, M-Soy 8080RR e M-Soy 8200) aos fitonematóides *M. javanica* e *P. brachyurus*. Santos e colaboradores (2006) obtiveram, que para *M. javanica*, as cultivares M-Soy 8200, BRSMG Garantia, BRSMG Nobreza e BRS Tracajá foram más hospedeiras e as demais apresentaram FR maior que 1. Com relação à hospedabilidade de *P. brachyurus*, as nove cultivares foram

consideradas suscetíveis, não sendo indicadas para cultivo em áreas contaminadas por esse nematóide.

Ferraz (1996), avaliando a suscetibilidade de 46 cultivares de soja a *P. brachyurus*, encontrou apenas duas cultivares más hospedeiras que estão recomendadas pelo Boletim de Tecnologia de Produção de Soja para a Região Central do Brasil, ou seja, cultivares Cristalina e Emgopa-303. As demais cultivares más hospedeiras tem seu uso restrito à região Sudeste do Brasil, de onde provém a maioria dos estudos relacionados à cultura da soja e à espécie do nematóide em questão (EMBRAPA, 2007).

2.2.6.2 Interações entre *Pratylenchus* e outros fitonematóides

A competição entre nematóides ocorre em função da densidade da população inicial, potencial reprodutivo, estado do hospedeiro e fatores edáficos que influenciam as interações patógeno-hospedeiro. A distribuição e a densidade populacional das espécies de *Pratylenchus* no campo refletem interações de competitividade com outros fitonematóides e diversos exemplos já foram relatados. Em relações interespecíficas entre nematóides de galha e *Pratylenchus* spp., a relação entre patógeno-hospedeiro estabelecida pelas espécies de *Meloidogyne* pode tornar o hospedeiro mais ou menos suscetível ao último. Herman et al. (1988) observaram supressão da população de *P. brachyurus* em soja na presença de *Meloidogyne incognita*.

Johnson e Nusbaum (1968) estudaram a atividade de *Pratylenchus brachyurus*, *Trichodorus christiei* e *Helicotylenchus dihystra*, a uma cultivar de soja ou em múltiplas inoculações em cinco cultivares de soja. As três espécies, quando multiplicadas isoladamente, reproduziram-se facilmente nos cultivares testados. Entretanto, a presença de *P. brachyurus* aumentou as populações de *T. christiei* e reduziu as de *H. dihystra* em determinados cultivares. Tihohod (1985) estudou a interação de *P. brachyurus* e duas populações de *M. javanica* em plantas de soja. A reprodução de *P. brachyurus* decresceu quando foi inoculado junto com a maior população de *M. javanica* e aumentou quando foi usada a menor população. Ferraz (1995), avaliando os efeitos resultantes de infestações simples e conjuntas de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica* sobre a cultivar Cristalina, relata que ocorreu antagonismo entre elas em infestações conjuntas, sendo *P. brachyurus* mais sensível aos efeitos do antagonismo.

2.2.6.3 Interações entre *Pratylenchus* e outros fitopatógenos

Além de causar danos diretos às raízes, em algumas situações *Pratylenchus* spp. predispõe as plantas a outros patógenos. A mais conhecida é a interação entre *Pratylenchus* spp. e murcha de *Verticillium* (ROTENBERG et al., 2004; ROWE; POWELSON, 2002). Interações entre *Pratylenchus* spp. e diversas formas especiais de *Fusarium oxysporum* Schltdl têm sido descritas em algumas culturas (MAUZA; WEBSTER, 1982; SUMNER; MINTON, 1987). Estes estudos demonstram que a infecção causada por *Pratylenchus* spp. aumenta a incidência ou severidade de algumas doenças em cultivares suscetíveis. Porém, os resultados publicados não confirmam outras combinações entre planta-nematóide-fungo (CASTILLO et al., 1998) e isto aparece como uma modificação na severidade ou incidência da doença. Além disso, esses resultados, aparentemente contraditórios, indicam que as interações entre fungos de solo e *Pratylenchus* spp. são muito mais biológicas e fisiológicas do que físicas (espaço na solução do solo) na natureza.

Alguns complexos de doenças e interações entre *Pratylenchus* spp. e bactérias fitopatogênicas têm sido relatados (PITCHER, 1963; SITAMARAIAH; PATHAK, 1993), sendo que a ação dos nematóides predispõe a planta à infecção pelas bactérias e também possibilita a entrada destas. Embora alguns exemplos tenham sido relatados que suportam este mecanismo como *P. penetrans* produzindo lesões em raízes de alfafa e assim favorecendo a infecção por *Pseudomonas viridiflava* (BURKHOLDER, 1930), a mais importante interação entre ambos patógenos são aquelas em que o nematóide quebra a resistência do hospedeiro à determinada bactéria, como interações entre *P. flakkensis* e *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi et al. raça 3 em batata (MEJIA-ANAYA; CANTO SAENZ, 1985), ou aumento da incidência e severidade de doenças bacterianas como *P. penetrans*, proporcionou o aumento da incidência de galhas induzidas por *Agrobacterium tumefaciens* (SMITH; TOWNSEND, 1907). Por outro lado, exemplos de antagonismo entre *Pratylenchus* e bactérias também têm sido relatados. Uma raça de *Pseudomonas chlororaphis* (Guignard e Sauvageau) Bergey et al. foi encontrada reduzindo o número de espécimes de *P. penetrans*, em raízes de morango, em torno de 40% (HACKENBERG et al., 2000). Similarmente várias interações entre *Pratylenchus* e rizóbios têm sido relatadas, incluindo a inibição da formação de

nódulos. A maioria dos relatos mostram a supressão da nodulação. Germani et al. (1984) demonstraram que a infecção de soja por *Pseudomonas pseudopratis* reduziu a nodulação. Entretanto, o estímulo de nodulação foi observado em outras combinações, como *Pratylenchus penetrans* que aumentou a nodulação em soja, mas inibiu a capacidade de fixação de nitrogênio (HUSSEY; BARKER, 1976). Provavelmente, os mecanismos envolvidos nestas interações devem estar relacionados à capacidade das espécies de *Pratylenchus* de colonizar o parênquima cortical do hospedeiro, a supressão do crescimento radicular e/ou modificações fisiológicas da planta, induzida pelo nematóide.

Três tipos de interações podem ocorrer entre fitonematóides e fungos patogênicos influenciando doenças em plantas (BLACK et al., 2002): i) sinergismo – como uma associação entre o nematóide e o patógeno, resultando em danos excedentes à soma individual de danos causados por ambos patógenos ($1+1 > 2$); ii) antagonismo – quando uma associação entre nematóide e fungo resulta em danos menores do que o esperado de um só patógeno ($1+1 < 2$); e iii) neutro – quando nematóide e fungos causam danos à planta que equacionam para a soma individual de ambos ($1+1 = 2$).

Em trigo, Taheri e outros autores (1994) demonstraram que *P. neglectus* interage de forma diferenciada com a maioria dos fungos que atacam as raízes de trigo na Austrália, como *Fusarium oxysporum* e *Fusarium acuminatum*. Resultados indicaram que o número de nematóides por planta e a severidade das lesões nas raízes foi significativamente maior em plantas co-infectadas com o nematóide e o fungo *Rhizoctonia solani*.

Em outros casos, o impacto das interações entre *Pratylenchus spp.* e fungos patogênicos foi relatado para o tempo de inoculação. A inoculação simultânea de fumo com *P. brachyurus* e *Phytophthora parasitica* Dastur var. *nicotianae* aumentou a incidência e severidade da doença causada por este fungo, porém a inoculação de *P. brachyurus* antes da inoculação do fungo reduziu a incidência e severidade dos sintomas da doença fúngica (INAGAKI; POWELL, 1969; MCINTYRE; MILLER, 1978). Kheiri et al. (2002) relataram interações entre *P. vulnus*, *Fusarium solani* e *F. oxysporum* em mudas de *Acer negundo* L., em viveiros no Irã. Os resultados demonstraram interações de antagonismo entre esses dois fungos e *P. vulnus*. Em mudas infectadas apenas com o nematóide, o crescimento destas foi mínimo (com 75% de mortalidade) e a densidade populacional do nematóide foi máxima. Em mudas infectadas com o nematóide e o fungo simultaneamente, a densidade populacional do

nematóide diminuiu e o crescimento das plantas aumentou, reduzindo a mortalidade das mudas para 25%, com a presença de *F. oxysporum*, e 50%, com *F. solani*.

2.3 Estratégias de manejo

Os trabalhos desenvolvidos no país com estratégias de controle visam não apenas *Pratylenchus*, mas primariamente as espécies de *Meloidogyne*.

Outra dificuldade de controle em relação ao gênero *Pratylenchus* é que este apresenta grande número de plantas infestantes como hospedeiras, possibilitando sua sobrevivência na entressafra e interferindo na eficácia de programas de rotação de culturas, por não serem eliminadas (MANUEL et al., 1980). Entre as plantas infestantes que se destacam pela alta multiplicação para *Pratylenchus brachyurus* relacionam-se: *Alternanthera ficoidea* (carrapichinho), *Cenchrus echinatus* (capim-carrapicho), *Solanum nigrum* (maria preta), *Digitaria sanguinalis* (capim-colchão), *Brachiaria* spp. (braquiaria), *Cyperus* spp. (tiritica) e *Paspalum notatum* (grama-batatais) (PINTO; SANTOS; WRUCK, 2006).

Medidas de controle como alqueive, arranquio e eliminação de restos culturais são também importantes no controle desse nematóide (TIHOHOD, 2000). Deve-se também, como medida de prevenção, impedir ou limitar a contaminação de áreas não infestadas, principalmente quanto ao trânsito de máquinas e implementos agrícolas.

O controle pode também ser feito com nematicidas reduzindo as populações, mas não erradicando. Outro fato é que nem todas as culturas possuem produtos registrados o que geraria uma dependência de aplicações sistemáticas nas áreas infestadas ano após ano, além de seus altos custos e problemas de contaminação ambiental (FERRAZ, 2006).

O controle varietal, embora fosse o ideal, não está ao alcance no momento, pois no caso de soja, não se dispõe de cultivares altamente resistentes a *Pratylenchus brachyurus* (FERRAZ, 2006).

2.3.1 Rotação de culturas e outras práticas culturais

A rotação de culturas é uma medida muito útil e talvez uma das principais estratégias para o controle de nematóides em nosso país, onde existem muitos problemas e com poucos produtos químicos no mercado, e os existentes, muitas vezes,

tornam-se inviáveis economicamente (TIHOHOD, 1993). Na maioria dos casos, uma rotação com 1,5 a 3 anos já daria resultados para nematóides que têm especificidade de hospedeiro (TIHOHOD, 1993), mas é uma técnica de controle pouco efetiva para o manejo do nematóide *P. brachyurus*, devido a sua capacidade de se reproduzir em várias culturas (INOMOTO et al., 2007).

No caso específico do *P. brachyurus*, as culturas a serem utilizadas na rotação ou sucessão como espécies não hospedeiras são: *Crotalaria spectabilis* e *C. breviflora*, e como hospedeiras pouco favoráveis: *Brachiaria humidicola*, guandu anão cv. Iapar 43 e aveia preta (INOMOTO et al., 2007), devendo-se avaliar também o aspecto econômico das espécies utilizadas durante essa rotação. Muitas plantas invasoras podem hospedar fitonematóides na entressafra, inviabilizando um programa de manejo com rotação de culturas, devendo ser tomado extremo cuidado nesse aspecto (TIHOHOD, 1993).

Fontes de adubação orgânica de N também têm sido observadas causando modificações em populações de *Pratylenchus* spp.. Dmowska e Ilieva (1995) relataram uma população mais abundante de *Pratylenchus* em parcelas de cevada fertilizadas com N, após 22 dias, que em parcelas não fertilizadas; e Sarathchandra et al. (2001) encontraram um aumento das populações de *Pratylenchus* spp. em pastagens fertilizadas com N.

O cultivo mínimo tem sido adotado em diversos sistemas de agricultura, mas alguns relatos existentes afirmam um efeito desse sistema sobre populações de *Pratylenchus*. Thomas (1978) relatou que a densidade populacional de *P. hexincisus* e *P. scribneri*, em milho, foi significativamente maior em parcelas sem cultivo mínimo. A data de plantio também pode ser utilizada para limitar a reprodução de *Pratylenchus*. *Pratylenchus brachyurus* possui uma temperatura ótima relativamente alta (28-30°C), com influências potencialmente danosas à soja. Temperaturas de solo ótimas para a atividade de *P. brachyurus* normalmente ocorrem mais tarde, em relação ao desenvolvimento da planta, e o atraso da semeadura resulta em um decréscimo linear no número de espécimes na colheita.

2.3.2 Plantas antagonistas

A rotação também pode ser efetuada com uso de plantas antagonistas ou mesmo plantas armadilhas. Culturas antagonistas são plantas que são contrárias aos nematóides,

isto é, na maioria das vezes são plantas que permitem a penetração do nematóide, mas não permitem o desenvolvimento dos juvenis em adultos no interior dos tecidos. Geralmente, são plantas que têm exsudados tóxicos, como o caso de *Tagetes* para *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus* spp. (produzem o composto tertenil que é nematicida) ou atuam atraindo juvenis e matando seu sítio de alimentação, impedindo que se desenvolvam em adultos, como é o caso da mucuna-preta e crotalária para *Meloidogyne* spp. (TIHOHOD, 1991). Entretanto, para a maioria das plantas antagonistas, não se conhece a forma de ação sobre os nematóides. Outro aspecto é que essas plantas, geralmente, são antagonistas a pelo menos um gênero e, em locais onde haja mais de um gênero importante, pode ocorrer controle do nematóide alvo, mas aumento dos secundários. Tihohod (1991) observou, em campo, que a mucuna-preta, em rotação com outras culturas, causou o decréscimo nas populações de *Rotylenchulus reniformis* e *Helicotylenchus dihystra*, mas provocou aumento populacional em *Pratylenchus brachyurus*.

Plantas armadilhas são plantas altamente suscetíveis a nematóides endoparasitos sedentários, que são cultivadas na área contaminada. Os nematóides penetram nos tecidos, e antes que eles completem o seu ciclo de vida, essas plantas são destruídas, acarretando uma sensível diminuição da população no solo para a próxima cultura. Para essa estratégia, é necessário rigoroso acompanhamento com amostragens periódicas, além de profundo conhecimento sobre o nematóide, caso contrário, ao invés de diminuir, ocorrerá aumento na população dos nematóides. Como as espécies de *Pratylenchus* são endoparasitos migradores, essa medida de controle não apresenta eficiência.

2.3.3 Correção orgânica

A matéria orgânica age como substrato para microrganismos que podem ser tanto parasitas de *Pratylenchus* spp., quanto produtores de toxinas; produtos liberados de sua decomposição, ou através de produtos que são prejudiciais aos nematóides. A adição de N ao solo resulta na formação de amônia, um componente com propriedades nematicidas (RODRÍGUES-KÁBANA, 1986). Quitina, a ocorrência mais comum de nitrogênio contendo polissacarídeos na natureza (ALEXANDER, 1977), tem sido usada para controle de *Pratylenchus* spp. (BELL et al., 2000). Embora o mecanismo de ação da quitina sobre o controle de *Pratylenchus* não tenha sido bem compreendido, os

mecanismos sugeridos incluem o aumento da atividade microbiana, causando danos à casca dos ovos que apresentam uma destas camadas com quitina e atividade nematocida aumentada pelos níveis de amônia liberada pela hidrólise da quitina (MIAN et al., 1982).

Diversas formas de correções, incluindo cama de galinha ou outros esterco animais, têm fornecido considerável proteção para plantas contra fitonematóides (RODRÍGUEZ-KÁBANA et al., 1987). Koenning e Barker (2004) mostraram que a aplicação de esterco de galinha a 0; 6,7; 13,4 e 20,1 toneladas por hectare reduziram a população de *P. brachyurus* em dois campos de algodão, na Carolina do Norte. Similarmente, Conn e Lazarovits (1999) suprimiram populações de *P. penetrans* em batata com uma aplicação pré-plantio de esterco animal a 1573 kg de N total.ha⁻¹. Embora não se saiba ao certo quais mecanismos estejam envolvidos nestes processos, possibilidades incluem a supressão por agentes naturais de controle biológico (FORGE et al., 2005).

2.3.4 Solarização

Solarização, processo de aquecimento do solo pela sua cobertura com plásticos transparentes que leva a temperaturas prejudiciais aos fitopatógenos habitantes do solo (KATAN, 1981). A solarização é uma opção original, já que atinge organismos mesofílicos, onde incluem-se a maioria dos patógenos e pragas de plantas, sem destruir fungos benéficos (micorrizas) e rizobactérias promotoras de crescimento (STAPLETON; DE VAY, 1984). A eficácia da solarização do solo depende do tempo de exposição e temperatura, da sensibilidade termal dos organismos e das características físicas, biológicas e químicas do solo, incluindo sua solução. Existem diversos exemplos indicando a efetividade da solarização no controle de *Pratylenchus*. Na Austrália, a solarização reduziu a população de *P. penetrans* em aipo (PORTER; MARRIMAN, 1985) e na Síria, sob condições de campo, mostrou significativa redução na população de *P. thornei* e aumento da produção de grãos de bico (DI VITO et al., 1991). A solarização reduz, porém, não elimina o nematóide. Na Croácia, populações de *P. crenatus*, *P. fallax* e *P. neglectus* foram drasticamente reduzidas (quase 100%) pela solarização, numa profundidade de 10 cm, contudo, apenas 67% à profundidade de 20 cm (OSTREC; GRUBISIC, 2003). Minagawa et al. (2004) relataram que uma população de *P. penetrans* foi satisfatoriamente reduzida, à profundidade de 10 cm de

solo, após a solarização de um campo de cenoura, durante 4 semanas utilizando-se um filme de polietileno de 0,02 mm, no Japão central.

2.3.5 Resistência genética

A forma mais eficaz e econômica de controle das doenças em plantas é por meio de resistência genética do hospedeiro (TIHOHOD, 1993; YORINORI, 1997). Uma planta é resistente a um nematóide quando uma série de atributos atuam em detrimento do parasito, inviabilizando, por exemplo, a sua penetração ou, o seu desenvolvimento no interior dos tecidos ou mesmo impedindo que ele se reproduza. Tolerância é a capacidade da planta se desenvolver satisfatoriamente, apesar da infestação do nematóide. Segundo Ferraz (2006), a utilização de uma variedade de soja resistente ao nematóide *P. brachyurus* seria o ideal, no sentido viabilizar o controle do patógeno.

O desenvolvimento de plantas resistentes a nematóides é uma busca constante dos pesquisadores, sendo feitos inúmeros testes de campo e laboratório, envolvendo décadas de pesquisa. Até o presente momento, não se tem uma cultivar de soja resistente ao nematóide das lesões radiculares, segundo o Boletim Embrapa de Recomendações de Plantio, 2007 (EMBRAPA, 2006; FERRAZ, 2006). A resistência de plantas aos nematóides pode ser avaliada com base na capacidade ou taxa de reprodução dos nematóides nas plantas testadas.

A reprodução dos nematóides pode ser medida procedendo-se à contagem dos nematóides (ovos, juvenis e/ou adultos, conforme o gênero envolvido) extraídos do sistema radicular da planta e do substrato, determinando-se o índice de reprodução ou fator de reprodução do patógeno (FR), indicando plantas hospedeiras favoráveis ($FR > 1$) ou más hospedeiras do nematóide ($FR < 1$). Sintomas bastante evidentes decorrentes da interação planta-nematóide também podem ser utilizados para avaliar a resistência de plantas, como é o caso de dois trabalhos realizados na Universidade de São Paulo, onde avaliou-se a reprodução e danos causados por *P. brachyurus* em cultivares de algodoeiro (GOULART, 1997; MACHADO, 2006). As avaliações mais utilizadas em ensaios de patogenicidade, envolvendo o nematóide *Pratylenchus brachyurus*, para classificar clones e variedades são: massa da parte aérea, representando o desenvolvimento da planta, e população de nematóides nas raízes, representando o desenvolvimento do parasito (DROPKIN; NELSON, 1960).

Lordello et al. (1985), avaliando reações de genótipos de milho a *Pratylenchus* spp., ressaltam a importância da resistência genética como método de controle de nematóides. Silva (2000) afirma que deve-se buscar as fontes de resistência genética inicialmente em cultivares adaptadas, para depois buscá-las no germoplasma selvagem. Em algumas situações, é possível recorrer a outras espécies vegetais do gênero.

2.4 O município de Tupirama-TO

Tupirama fica distante da capital Palmas 200 km pela BR 153, via Miracema. De Guaraí dista 50 km, pela TO 336 via BR 153. O município encontra-se a uma altitude de 202 m, na mesoregião ocidental do Tocantins e na microregião de Miracema do Tocantins, contando com uma área de 712 km² e 1.311 habitantes. O PIB anual da cidade gira em torno de R\$ 4.735.000,00 (UNIREGISTRO CIDADES, 2006), sendo que sua principal fonte de renda é proveniente da agropecuária. Composta por solos arenosos, na sua maioria, possui relevos de planícies ao longo do Rio Tocantins, apresentando elevações como morros e morrotes de pouca altura no interior. O município é riquíssimo em recursos hídricos, daí sua vocação natural, e excelência para agricultura irrigada. Suas terras quase sempre são planas e cortadas por um ou outro recurso d'água, o que facilita a introdução de tecnologia agrícola para produção em larga escala. O município de Tupirama, inserido no contexto do desenvolvimento do Estado do Tocantins, está também posicionado num ponto estratégico onde se cruzam e formam um complexo hidro-rodo-ferroviário, que lhe trará um surto de progresso, de crescimento econômico, de grande projeção local, regional, estadual e nacional (www.tupirama.com.br - Site Oficial de Tupirama-TO).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi instalado no período de dezembro de 2007 a março de 2008, em Tupirama, Estado do Tocantins.

3.1 Localização do experimento e condução do ensaio

O experimento foi instalado na Fazenda Água Branca, em Tupirama-TO, de propriedade do Sr. Rogério Martelli, em uma área cuja presença do fitonematóide *Pratylenchus brachyurus* já havia sido previamente constatada na safra de 2006/2007 de soja. O ensaio foi constituído por 70 genótipos de soja, com 6 repetições, dispostos em 420 parcelas. Cada parcela consistiu de 2 linhas com 5 m de comprimento, totalizando uma área de 2,4 ha. A semeadura da soja foi realizada no período de 7 a 9 de dezembro de 2007.

3.2 Amostragem de solo e raízes

A amostragem dividiu-se em duas etapas. Na primeira etapa, imediatamente após a semeadura da soja, foram amostradas as 420 parcelas. Em cada parcela foram feitas três amostras simples com coleta de solo, na profundidade de 0 a 30 cm. Essas amostras foram homogeneizadas e resultaram em uma amostra composta constituída somente de solo, na quantidade de 1 kg. A amostra composta foi acondicionada em saco plástico e identificada com o número da parcela, localização dentro do experimento, número de campo do genótipo e data de coleta.

A segunda etapa de amostragem ocorreu 80 dias após a semeadura e seguiu os mesmos critérios da primeira etapa, porém houve a coleta de raízes de soja juntamente com o solo. A amostra composta foi constituída de 1 kg de solo e 50 g de raízes.

Todas as 420 amostras compostas de cada etapa foram enviadas ao Laboratório de Nematologia Agrícola (LANEM) da Universidade Federal de Uberlândia, para processamento.

3.3 Extração de nematóides a partir de amostras de solo e de raízes de soja

3.3.1 Técnica de flutuação centrífuga em solução de sacarose

O solo de cada amostra composta da primeira e segunda etapas de amostragem foi processado pela técnica de flutuação centrífuga em solução de sacarose (JENKINS, 1964). Uma alíquota de 150 cm³ de solo foi colocada em um recipiente contendo 2L de água. Os torrões foram então desmanchados e a suspensão, após homogeneização, permaneceu em repouso por 15 segundos. Após esse período, a suspensão foi vertida passando pelas peneiras sobrepostas de 20 e 400 mesh. O resíduo da peneira de 400 mesh foi recolhido e distribuído em tubos de centrífuga balanceados que foram então centrifugados. A centrifugação ocorreu por 5 min, à velocidade de 650 gravidades, e após esse período, o sobrenadante foi descartado e ao resíduo adicionou-se uma solução de sacarose (454g de açúcar cristal.L⁻¹ de água). Os tubos foram centrifugados novamente, na mesma velocidade, durante 1 min, e o sobrenadante foi vertido na peneira de 500 mesh. O resíduo dessa peneira foi recolhido, com auxílio de jatos de água, de uma pisseta para um copo de Becker. A suspensão de nematóides foi observada ao microscópio óptico e houve a determinação da população de ovos, juvenis e/ou adultos do gênero *Pratylenchus brachyurus*.

3.3.2 Técnica do liquidificador doméstico

As raízes foram separadas do solo e lavadas em água corrente, retirando-se o solo aderido. Em seguida, foram cortadas em fragmentos e colocadas no copo do liquidificador, preenchendo com uma solução de hipoclorito de sódio a 0,5% de cloro ativo e água até encobrir todas as raízes. O liquidificador foi então ligado em sua menor rotação por um período de 20 a 60 s no máximo e a suspensão obtida foi vertida em uma peneira de 100 mesh sobreposta a de 500 mesh. O resíduo da peneira de 500 mesh foi recolhido para um copo de Becker (BONETI; FERRAZ, 1981). Em seguida, esta suspensão foi processada pela técnica da flutuação centrífuga em solução de sacarose, conforme o item 3.3.1, para promover o clareamento da suspensão e possibilitar a leitura. A suspensão final foi avaliada, determinando-se a população de ovos, juvenis e/ou adultos dos vários gêneros de nematóides encontrados nas raízes, com o auxílio da câmara de contagem de Peters ao microscópio óptico.

3.4 Avaliação geoespacial do experimento

Para a avaliação visual do ensaio, foram observados os seguintes parâmetros:

- aspecto geral do ensaio: disposição de plantas, desenvolvimento de plantas, germinação, morte de plantas e falhas nas parcelas.
- aspecto de cada parcela: seguindo os mesmos parâmetros acima descritos.

Para tal avaliação, foi criada uma escala de notas, variando de 1 a 9, que foi aplicada em cada parcela (Tabela 1).

Tabela 1 – Escala de notas para avaliação visual das parcelas no campo.

Notas	Stand
1	parcelas com plantas mortas ou com germinação menor que 20%, apresentando nanismo e forte amarelecimento.
2	parcelas com germinação de plantas entre 21 a 30% e apresentando baixo porte e amarelecimento.
3	parcelas com germinação de plantas entre 31 a 40% e apresentando baixo porte e amarelecimento mais brando que na nota 2.
4	parcelas com germinação de plantas entre 41 a 50% e apresentando baixo porte e amarelecimento mais brando que na nota 3.
5	parcelas com germinação de plantas entre 51 a 60% e apresentando melhor porte e amarelecimento mais brando que na nota 4.
6	parcelas com germinação de plantas entre 61 a 70% e apresentando melhor porte e amarelecimento mais brando que na nota 5.
7	parcelas com germinação de plantas entre 71 a 80% e apresentando melhor porte e amarelecimento mais brando que na nota 6.
8	parcelas com germinação de plantas entre 81 a 90% e apresentando melhor porte e amarelecimento mais brando que na nota 7.
9	parcelas com 100% de germinação de plantas e desenvolvimento normal.

Para observação e avaliação das parcelas, conforme descrito na Tabela 1, a lavoura comercial de soja da fazenda ao redor do ensaio (Figura 1) foi o padrão de comparação.



Figura 1: Lavoura comercial da Fazenda Água Branca, localizada no entorno do ensaio.

A escala de notas para avaliação do stand foi dada após definição de um padrão de acuidade visual, conforme as figuras abaixo:



Figura 2: Escala visual para nota 1.



Figura 3: Escala visual para nota 2.



Figura 4: Escala visual para nota 3.



Figura 5: Escala visual para nota 4.



Figura 6: Escala visual para nota 5.



Figura 7: Escala visual para nota 6.



Figura 8: Escala visual para nota 7.



Figura 9: Escala visual para nota 8.

3.5 Avaliação de raízes de soja

As raízes coletadas aos 80 dias após a semeadura foram avaliadas por uma escala de notas de 1 a 3 (Tabela 2), antes do processamento de extração dos nematóides.

Tabela 2 – Escala de notas para avaliação do sistema radicular de soja.

Notas	Descrição
1	sistema radicular pouco desenvolvido.
2	sistema radicular com desenvolvimento intermediário.
3	sistema radicular bem desenvolvido.

A escala de notas para avaliação do sistema radicular foi dada após definição de um padrão de acuidade visual (Figuras 10, 11 e 12).



Figura 10. Acuidade visual para nota 1 da escala de avaliação do sistema radicular de soja.



Figura 11. Acuidade visual para nota 2 da escala de avaliação do sistema radicular de soja.



Figura 12. Acuidade visual para nota 3 da escala de avaliação do sistema radicular de soja.

3.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, segundo o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições no primeiro experimento e quatro repetições no segundo. As médias foram comparadas pelo Teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade, e para atendimento dos pressupostos da análise de variância os dados foram transformados em raiz quadrada ($x+0,5$), pelo programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à primeira etapa do presente trabalho, não foi possível realizar a determinação populacional de fitonematóides nas amostras coletadas na montagem do ensaio. Após a extração dos fitonematóides das amostras de solo, não foram encontrados espécimes de *P. brachyurus* em nenhuma amostra ou foram encontrados em quantidades desprezíveis. De acordo com Loof (1991), embora um grande número de espécimes possa ser detectado infectando raízes no início do crescimento das plantas, a população de nematóides no solo é bastante menor, especialmente na ausência de uma cultura hospedeira. A área onde se instalou o experimento encontrava-se em sistema de pousio no período de entressafra, fato este que pode estar associado à baixa população inicial. Uma alternativa para minimizar esse efeito seria a realização de uma pré-análise de solo ainda na safra anterior, permitindo assim o mapeamento da área e garantindo a instalação do ensaio em local com alta população de fitonematóides. Outra alternativa que poderia ser utilizada associada à anterior, seria o cultivo de plantas suscetíveis anteriormente à montagem do ensaio para manutenção e aumento da população do fitonematóide.

Os resultados relativos à população final de *Pratylenchus brachyurus* mostram uma variação de 0,71 a 27,95 nematóides. g⁻¹ de raízes entre as cultivares de soja utilizadas no experimento (Tabela 3).

Em concordância com Costa e Ferraz (1989) e Ferraz (1996), *P. brachyurus* mostrou capacidade de reproduzir-se nas raízes de todos os genótipos de soja testados, procedentes de diferentes instituições e programas de melhoramento genético. Estatisticamente, foram formados dois grupos. A população final de nematóides nas raízes variou entre os genótipos testados, de 0,71 a 27,95, como mostra a Tabela 3. Os menores valores encontrados foram para os genótipos PHI022, PHI007, PHI027 e PHI031 (linhagens do Programa de Melhoramento de Soja da Pioneer Sementes), com uma população final de 0,7 nematóides. g⁻¹ de raízes, bem como P99R01, M8352RR, Doko RC, P98R31 e PI200490, apesar de não diferirem estatisticamente dos demais materiais deste grupo.

Tabela 3: População final de *Pratylenchus brachyurus* em cultivares de soja. g⁻¹ de raízes, em nível de campo.

Cultivar	PF*	Cultivar	PF*
PHI022	0,71 a	M-SOY 8000RR	5,04 a
PHI007	0,71 a	PHI026	5,10 a
P99R01	0,71 a	CD219RR	5,27 a
M8352RR	0,71 a	PHI019	5,48 a
DOKO RC	0,71 a	PHI029	5,55 a
PI200490	0,71 a	CELESTE	5,65 a
PHI027	0,71 a	TMG103RR	5,84 a
PHI031	0,71 a	M-SOY 8045RR	6,02 a
P98R31	0,71 a	MSOY8585RR	6,13 a
ValiosaRR	1,53 a	P98Y70	7,02 a
BRSGO-204	1,54 a	PHI028	7,06 a
P98R62	1,59 a	PHI006	7,77 a
PHI013	1,60 a	PHI023	8,26 a
PHI024	1,60 a	PHI017	9,90 b
PHI011	1,63 a	TMG117RR	9,91 b
PHI010	1,65 a	MSOY109	9,92 b
PHI016	1,97 a	MSOY8866	10,11 b
MSOY8800	2,31 a	PHI014	10,13 b
M-SOY8757	2,33 a	PHI018	10,24 b
PHI012	2,51 a	PHI020	10,64 b
PI230970	2,51 a	DM339	10,79 b
P98R91	2,87 a	PHI004	12,04 b
TMG113RR	2,96 a	CHAPADOES	12,54 b
TMG115RR	2,97 a	PHI015	12,90 b
MSOY8998	3,08 a	PHI021	12,93 b
PHI025	3,16 a	PHI008	13,18 b
TRACAJA	3,20 a	PHI005	15,62 b
PHI009	3,26 a	PHI001	17,74 b
PHI002	3,40 a	PHI003	18,05 b
DM NOBRE	3,58 a	DM247	18,15 b
P98C11	3,61 a	PHI032	18,54 b
DM309	3,67 a	PHI030	22,83 b
P98Y11	3,97 a	IPAMERI	24,69 b
P98Y51	4,23 a	AURORA	27,95 b
CONQUISTA	4,30 a		
M-SOY 8360RR	4,44 a		

PF* = População Final. Valores seguidos de letras diferentes na coluna diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Os valores de PF foram transformados em raiz quadrada de (x+0,5) para efeito de análise estatística.

Os maiores valores encontrados foram para os genótipos Ipameri e Aurora, ambos com uma população final de 24,69 e 27,95 nematóides. g⁻¹ de raízes, respectivamente.

Ferraz (1995) ressalta a dificuldade de se estabelecer generalizações e os riscos da extrapolação de dados, quando se trata de estudos sobre a patogenicidade de espécimes de *Pratylenchus* a cultivares de soja. Ele comenta em 1996 que a seleção de

cultivares de soja para constituir efetivas fontes de resistência ao fitonematóide *P. brachyurus* é um objetivo de difícil concretização.

A textura do solo na área onde o experimento foi instalado caracterizava-se predominantemente arenosa e favoreceu essa multiplicação do nematóide. Endo (1959) mostrou que solos argilo-arenosos favoreciam a infecção e reprodução de *P. brachyurus*, enquanto solos argilosos mostravam-se menos favoráveis.

Não foi possível estabelecer um padrão de correlação entre os parâmetros avaliados: população final (nematóides.g⁻¹ de raízes), desenvolvimento de raízes e desenvolvimento da parte aérea. Não existe nenhum padrão entre os três parâmetros que possa indicar uma correlação direta (Tabela 4).

Tabela 4: População final (nematóides.g⁻¹ de raízes), desenvolvimento de raízes (notas de 1 a 3) e desenvolvimento da parte aérea (notas de 1 a 9).

Linhagens de soja	População Final*	Nota Raízes	Nota parte aérea
PI200490	0,71	2	1
P98R31	0,71	2	4
PHI007	0,71	2	4
PHI027	0,71	2	4
P99R01	0,71	2	5
DOKO RC	0,71	2	5
MSOY8352RR	0,71	2	5
PHI022	0,71	2	5
PHI031	0,71	2	6
BRS VALIOSARR	1,53	2	5
BRS-GO204	1,54	2	5
P98R62	1,59	2	5
PHI024	1,60	3	6
PHI013	1,60	1	5
PHI011	1,63	2	4
PHI010	1,65	2	6
PHI016	1,97	2	7
MSOY8800	2,31	2	4
MSOY8757	2,33	2	5
PI230970	2,51	2	5
PHI012	2,51	2	5
P98R91	2,87	2	4
TMG113RR	2,96	2	5
TMG115RR	2,97	2	4
MSOY8998	3,08	2	5
PHI025	3,16	3	6
BRS TRACAJÁ	3,20	3	6
PHI009	3,26	2	5
PHI002	3,40	2	6
DM Nobre	3,58	2	5
P98C11	3,61	2	4
P98Y11	3,97	2	4
P98Y51	4,23	2	2
BRS CONQUISTA	4,30	2	6

MSOY8360RR	4,44	2	5
MSOY8000RR	5,04	2	6
PHI026	5,10	2	6
CD219RR	5,27	2	5
PHI019	5,48	3	6
PHI029	5,55	3	7
BRS CELESTE	5,65	2	5
TMG103RR	5,84	2	5
MSOY8045RR	6,02	2	6
MSOY8585RR	6,13	2	4
PHI028	7,06	2	6
PHI006	7,77	2	5
PHI023	8,26	3	6
PHI017	9,90	2	5
TMG117RR	9,91	2	5
MSOY109	9,92	2	5
MSOY8866	10,11	2	4
PHI014	10,13	2	5
PHI018	10,24	2	5
PHI020	10,64	2	5
DM309	10,71	2	5
DM339	10,79	2	4
PHI004	12,04	2	5
BRSGO CHAPADÕES	12,54	2	5
PHI015	12,90	2	4
PHI021	12,93	2	5
PHI008	13,18	2	4
PHI005	15,62	2	5
PHI001	17,74	3	5
PHI003	18,05	3	4
DM247	18,15	2	5
PHI032	18,54	3	7
PHI030	22,83	2	5
BRSGO IPAMERI	24,69	2	5
BRS AURORA	27,95	3	4

*Os valores de População Final foram transformados em Raiz quadrada ($x+0,5$) para efeito de análise estatística.

A linhagem PHI013 apresenta o pior desenvolvimento radicular, nota 1, porém com um bom desenvolvimento de parte aérea, nota 5, e baixa população final, 1,60 nematóides.g⁻¹ de raízes. Para a linhagem PHI032 com o melhor desenvolvimento de parte aérea, nota 7 e ótimo desenvolvimento do sistema radicular, nota 3, houve a promoção da população final, 18,54 nematóides.g⁻¹ de raízes. A alta população final observada em materiais com melhor desenvolvimento radicular pode ser explicada devido à abundância de raízes à disposição do fitonematóide e a migração de *P. brachyurus*, de uma parte do sistema radicular da planta que já não mais apresenta

disponibilidade de tecido vegetal para outra com maior disponibilidade, uma vez que esse nematóide é migrador.

De acordo com Ferraz (1995), mesmo sob condições mais propícias ao desenvolvimento, plantas de soja de cultivares tidas como hospedeiras eficientes de *P. brachyurus* podem sofrer reduções significativas no desenvolvimento do sistema radicular e parte aérea, quando expostas a nível populacional inicial da ordem de 1 espécime. cm^{-3} de solo. No campo, desde que o tipo de solo seja propício ao desenvolvimento do nematóide, danos expressivos poderão resultar de níveis ainda mais baixos, pois fatores climáticos e outros problemas sanitários comumente agravam os efeitos de sua ação.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, o fitonematóide *Pratylenchus brachyurus* demonstrou capacidade de multiplicar-se em todas as linhagens de soja testadas. Os genótipos PHI022, PHI007, PHI027 e PHI031 (linhagens do Programa de Melhoramento de Soja da Pioneer Sementes) e apresentaram menor população final, com 0,70 nematóides. g⁻¹ de raízes.

Não foi possível correlacionar os parâmetros desenvolvimento de sistema radicular, desenvolvimento de parte aérea e população final. g⁻¹ de raízes.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA, N., MALEK, R.B. Influence of temperature on population development of eighth species of *Pratylenchus* on soybean. **Journal of Nematology**, v.11, p.229-232, 1979.
- ADEMOLA, I.A; AKEM, C.N.; DASHIELL, K.E. Plant parasitic nematodes of soybeans in Nigeria. **Afro-Asian Journal of Nematology**, v.6, p.191-194, 1996.
- Agência Estado in: <http://www.ae.com.br>, 07 de março de 2008 – 15:46 horas.
- AGU, C.M. Effect of *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus brachyurus* on leaf growth of sweet potato. **Tropical Science**, v.48, p.48-50, 2004.
- AL-BANNA, L., WILLIAMSON, V., GARDNER, S.L. Phylogenetic analysis of nematodes of the genus *Pratylenchus* using nuclear 26S rDNA. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v.7, p.94-102, 1997.
- ALMEIDA et al., Doenças da soja (*Glycine max* (L) Merrill), p. 642-664. In: KIMATI, H et al. **Manual de Fitopatologia**. São Paulo Agronômica Ceres, 1997. V. 2.
- ANDRÉS, M.F. et al. Detection and analysis of inter and intraespecific diversity of *Pratylenchus* spp. using isoenzyme markers. **Plant Pathology**, v.49, p.640-649, 2000.
- ALEXANDER, M. **Introduction to soil microbiology**. New York, John Wiley, 1977, 467 p.
- ANWAR, S.A. GORSI, S.D., SHAKOOR, A. Effect of *Longidorus elongates*, *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus brachyurus* on peanut growth. **Pakistan Journal of Nematology**, Pakistan, v.11, p.115-124, 1993.
- ANWAR, S.A., RAUF, C.A., GORSI, S.D. Weeds as alternate hosts of phytonematodes. **Afro-Asian Journal of Nematology**, v.2, p.41-47, 1992.
- ARANTES, N.E., SOUZA, P.I.M., **Cultura da Soja nos Cerrados**, Piracicaba, Potafós, 1993, p.334.
- ASMUS, G.L. Ocorrência de nematóides fitoparasitos em algodoeiro no Estado de Mato Grosso do Sul. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v.28, n.1, p.77-86, 2004.
- BARKER, K.R., CLAYTON, C.N. Nematodes attacking cultivars of peach in North Carolina. **Journal of Nematology**, v.5, p.265-271, 1973
- BAUDIN, P. & HUU-HAI, V. Les maladies du tabac à Madagascar. **Agronomic Tropicale II**, v.28, p.189-207, 1973.
- BELL, N.I., WATSON, R.N. & SARATHCHANDRA, S.U. Suppression of plant parasitic nematodes in pastoral soils amended with chitin. **New Zealand Plant Protection**, v.53, p.44-47, 2000.

BRIDGE, J., HUNT, D.J. & HUNT, P. Plant parasitic nematodes of crops in Belize. **Nematropica**, v.26, p.111-119, 1996.

BROADLEY, R.A. Distribution and control of root-knot and root lesion nematodes on peanuts in north Queensland. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.21, p.223-226, 1981.

BRODIE, B.B., MURPHY, W.S. Population dynamics of plant nematodes as affected by combinations of fallow and cropping sequence. **Journal of Nematology**, v.7, p.91-921, 1975.

BRODIE, B.B. Vertical distribution of three nematode species in relation to certain soil properties. **Journal of Nematology**, v.8, p.243-247, 1976.

CASTILLO, P., VOCLAS, N. & JIMÉNEZ-DÍAZ, R.M. Pathogenicity and histopathology of *Pratylenchus thornei* populations on selected chickpea genotypes. **Plant Pathology**, v.47, p.370-376, 1998.

CHARCHAR, J. M.; HUANG, C. S. Círculo de hospedeiros de *Pratylenchus brachyurus* III. Plantas diversas. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.06, p.469-473, 1981.

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.

COLBRAN, R.C. Nematodes: important pests of peanuts. Queensland: Advisory Leaflet No. 955, 1968, 5p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra 2005/2006**: Sétimo levantamento. Brasília, DF, 2006. 20p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Avaliação da safra agrícola 2006/2007**: Décimo segundo levantamento. Brasília, DF, Setembro/2007.

CONN, K.L., LAZAROVITS, G. Impact of animal manures on *Verticilium wilt*, potato scab, and soil microbial populations. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v.21, p.81-92, 1999.

COSTA, D.C., FERRAZ, S., Avaliação da resistência de cultivares de linhagens de soja a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v.13, p. 4-5, 1989.

COSTA, I. F. D., Controle de doenças de final de ciclo na cultura da soja, **Tese (Doutorado)**-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

COYNE, D.L., PLOWRIGHT, R.A., TWUMASI, J., HUNT, D.J. Prevalence of plant parasitic nematodes associated with rice in Ghana with a discussion of their importance. **Nematology**, v.1, 1999, p.399-405.

- DE GOEDE, R.G.M., BONGERS, T. **Nematode communities of northern temperature grassland ecosystems**. Giessen, Germany, Focus Verlag, 1998, 338 p.
- DE LUCA, F., FANELLI, E., DI VITO, M., REYES, A., DE GIORGI, C. Comparison of the sequences of the D3 expansion of the 26S ribosomal genes reveals different degrees of heterogeneity in different populations and species of *Pratylenchus* of the Mediterranean region. **European Journal of Plant Pathology**, v.110, p.949-957, 2004.
- DE WAELE, D., JORDAAN, E.M. Plant parasitic nematodes on field crops in South Africa. 1. Corn. **Revue de Nematologie**, v.11, p.65-74, 1988.
- DICKERSON, O.J. The effects of temperature on *Pratylenchus scribneri* and *P. alleni* populations on soybeans and tomatoes. **Journal of Nematology**, v.11, p.23-26, 1979.
- DINARDO-MIRANDA, L. L.. Hospedabilidade de oito variedades de cana-de- açúcar a *Pratylenchus brachyurus* e *P. zae*. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 18, p.67-72, 1994.
- DINARDO-MIRANDA, L.L.; SPIRONELLO, A.; MARTINS, A.L.M. Reação de variedades de abacaxizeiro a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, DF, n.20, v.1, p-01-07, 1996.
- DI VITO, M., GRECO, N., SAXENA, M.C. Effectiveness of soil solarization for control of *Heterodera ciceri* and *Pratylenchus thornei* on chickpea in Syria. **Nematologia Mediterranea**, v.19, p.109-111, 1991.
- DMOWSKA, E., ILIEVA, K. The effect of prolonged diverse mineral fertilization on nematodes inhabiting the rhizosphere of spring barley. **European Journal of Soil Biology**, v.31, p.189-198, 1995.
- DUNCAN, L.W., INSERRA, R.N., THOMAS, W.K., DUNN, D., MUSTIKA, L., FRISSE, MENDES, M.L., MORRIS, K. & KAPLAN, D.T. Molecular and morphological analysis of isolates of *Pratylenchus coffeae* and closely related species. **Nematropica**, v.29, p.61-80, 1999.
- EMBRAPA Soja. **A cultura da soja no Brasil**. Londrina, 2000, 179p.
- EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja** – região central do Brasil – 2007. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados, (Embrapa Agropecuária Oeste), 2007, 225p.
- ENDO, B.Y. Responses of root-lesion nematodes, *Pratylenchus brachyurus* e *P. zae*, to various plants and soil types. **Phytopathology**, v.49, p.417-421, 1959.
- ENDO, B.Y., ZUNKE, U. & WERGIN, W.P. Ultrastructure of the female reproductive system of the lesion nematode, *Pratylenchus penetrans* (Nemata: Pratylenchidae). **Journal of the Helminthological Society of Washington**, v.66, p.155-174, 1999.

- FELDMESSER, J., FEDER, W.A., REBOIS, R.V. & HUTCHINS, P.C. Longevity of *Radopholus similis* and *Pratylenchus brachyurus* in the greenhouse. **Anatomical Record**, v.137, p.355, 1960.
- FERNANDEZ DIAZ-SILVEIRA, M. & ORTEGA HERRERA, J. Na overview of nematological problems in Cuba. **Nematropica**, v.28, p.151-164, 1998.
- FERRAZ, L.C.C.B. Patogenicidade de *Pratylenchus brachyurus* a três cultivares de soja. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 01-08, 1995.
- FERRAZ, L.C.C.B. Reações de genótipos de soja a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v.20, n.1, p.22-31, 1996.
- FERRAZ, L.C.C.B. O nematóide *Pratylenchus brachyurus* e a soja sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 96, 2006.
- FERREIRA, D.F. Análises Estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2000. p.255-258..
- FERREIRA et al., **Doenças da Soja no Brasil**. Embrapa-CNPSo, 1979, 41 p.
- FILIPJEV, I.N., SCHUURMANS STEKHOVEN JR, J.H. **A manual of agricultural helminthology**. Leiden, The Netherlands, 1941, 878 p.
- FORGE, T.A., BITTMAN, S., KOWALENKO, C.G. Impacts of sustained use of dairy manure slurry and fertilizers on populations of *Pratylenchus penetrans* under tall fescue. **Journal of Nematology**, v.37, 2005, p.207-213.
- FOURIE, H., MC DONALD, A.H., LOOTS, G.C. Plant parasitic nematodes in Field crops in South África. 6. Soybean. **Nematology**, v.3, 2001, p.447-454, 2001.
- FLORINI, D.A. LORIA, R., KOTCON, J.B. Influence of edaphic factors and previous crop on *Pratylenchus* spp. Population densities in potato. **Journal of Nematology**, v.19, p.85-92, 1987.
- FRANCE, R.A., BRODIE, B.B. Differentiation of two New York isolates of *Pratylenchus penetrans* based on their reaction on potato. **Journal of Nematology**, v.27, p.339-345, 1995.
- FRECKMAN, D.W., CASWELL, E.P. The ecology of nematodes in agroecosystems. **Annual Review of Phytopathology**, v.23, p.275-296, 1985.
- GAZZONI, L. P.; YORINORI, J. T. Manual de identificação de doenças e pragas da soja. Brasília, **Embrapa-SPI**, 128 p., 1995.
- GERMANI, G., MUGNIER, J., DOMMERGUES, Y. Influence of pathogenic nematodes on nodulation and seed yield of soybeans in Senegal. **Revue de Nématologie** v.7, p.335-340, 1984.

GIELFI, F.S.; SANTOS, J.M.; ATHAYDE, M.L.F. Reconhecimento das espécies de fitonematóides associados ao algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) no Estado de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia, Goiânia: Fialgo e Embrapa Algodão, 2003. 1 CD-ROM. Anais...

GLAZER, J., ORION, D. Studies on anhidrobiosis of *Pratylenchus thornei*. **Journal of Nematology**, v.15, p.333-338, 1983.

GODFREY, G.H. A destructive root disease of pineapple and other plants due to *Tylenchus brachyurus*. **Phytopathology**, v.19, p.611-629, 1929.

GOMES, P. **A soja**. São Paulo, Nobel, 1976, 152p.

GOULART, A.M.C.; Reprodução de danos causados por *Pratylenchus brachyurus* (Nemata: *Pratylenchidae*) em cultivares de algodão. 1996, 56p. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, **Universidade de São Paulo**, Piracicaba.

GRIFFIN, G.D. Importance of soil texture to the pathogenicity of plant-parasitic nematodes on rangeland grasses. **Nematropica**, v.26, p.27-37, 1996.

HACKENBERG, C., MUEHLCHEN, A., FORGE, T., VRAIN, T. *Pseudomonas chlororaphis* strains sm3, bacterial antagonist of *Pratylenchus penetrans*. **Journal of Nematology**, v.32, p.183-189, 1988.

HERMAN, M., HUSSEY, R.S., BOERMA, H.R. Interactions between *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus brachyurus* on soybean. **Journal of Nematology**, v.20, p.79-84, 1988.

HERVE, G., BERTRAND, B. VILLAIN, L., LICARDIE, D., CILAS, C. Distribution analyses of *Meloidogyne* spp. And *Pratylenchus coffeae* sensu lato in coffee plots in Costa Rica and Guatemala. **Plant Pathology**, v.54, p.471-475, 2005.

HUSSEY, R.S., BARKER, K.R. Influence of nematodes and light sources on growth and nodulation of soybean. **Journal of Nematology**, v.8, p.48-52, 1976.

INAGAKI, H., POWELL, N.T. Influence of root-lesion nematode on black shank symptom development in flue-cured tobacco. **Phytopathology**, v.59, p.1350-1355, 1969.

INOMOTO, M.M.; GOULART, A.M.C.; MACHADO, A.C.Z.; MONTEIRO, A.R. Effect of population densities of *Pratylenchus brachyurus* on the growth of cotton plants. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.26, n.2, p.192-196, 2001.

INGRAM, E.G., RODRIGUEZ-KÁBANA, R. Nematodes parasitic on peanuts in Alabama and evaluation of methods for detection and study of population dynamics. **Nematropica**, v.10, p.21-30, 1980.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA: **Modelagem de expansão da soja na Bacia Amazônica**. Belém, 2006. Disponível em; <<http://www.ipam.org.br/web/programas/cenários/agroindústria.php>. Acesso Em: 12 jan. 2007.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, v.48, p.692, 1964.

JOHSON, A.W.; NUSBAUM, C.J. The activity of *Tylenchorhynchus claytoni*, *Trichodorus chistiei*, *Pratylenchus brachyurus*, *P. zaeae*, and *Helicotylenchus dihystra* in single and multiple inoculations on corn and soybean. **Nematologica**, p.149, 1968.

JORDAAN, E.M., VAN DEN BERG, E., DE WAELE, D. Plant parasitic nematodes on field crops in South Africa. 5. Wheat. **Fundamental and Applied Nematology**, v.15, p.531-537, 1992.

KATAN, J. Solar heating (solarization) of soil for control of pests. **Annual Review of Phytopathology**, v.19, p.211-236, 1981.

KIMPINSKI, J., DUNN, R.A. Effect of low temperatures in the field and laboratory on survival of *Pratylenchus penetrans*. **Plant Disease**, v.69, p.526-527, 1985.

KHEIRI, A., BAROOTI, S., KARIMIPOUR, H. Tylenchida associated with field crops in Tehran and Central Provinces of Iran. **Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen**, v.67, p.707-713.

KO, M.P., BERNARD, E.C., SCHIMITT, D.P., SIPES, B.S. Occurrence of *Pasteuria* like organisms on selected plant-parasitic nematodes of pineapple in the Hawaiian Islands. **Journal of Nematology**, v.27, p.395-408, 1995.

KOEN, H., HOGEWIND, W.L. Symptoms and characteristics of *Pratylenchus brachyurus* infestation on stored potatoes. **South Africa Journal of Agricultural Science**, v.10, p.543-550, 1967.

KOEN, H. Notes of the host range, ecology and population dynamics of *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologica**, v.13, p.118-124, 1967.

KOENNING, S.R., BARKER, K.R. Influence of poultry litter applications on nematode communities in cotton agroecosystems. **Journal of Nematology**, v.36, p.524-533, 2004.

LEHMAN, P.S.; ANTONIO, K.R.; BARKER K.R. Ocorrência de nematóides em soja nos estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. In: REUNIÃO DE NEMATOLOGIA, 2, Piracicaba, 1977. **Trabalhos apresentados**. Piracicaba, 1977, p.29-32.

LOOF, P.A.A. The family *Pratilenchidae* Thorne, 1949. In: NICKLE, W.R. (Ed). **Manual of agricultural nematology**. New York, NY, USA, Marcel Dekker, p. 363-421. 1991.

- LOOF, P.A.A. Taxonomy studies of the genus *Pratylenchus* (Nematoda). **Tijdschrift over Plantenziekten**, v.66, p.29-90, 1960.
- LOPEZ, R., SALAZAR, L. Morfologia de algunos *Pratylenchus* spp. (Nemata: Pratylenchidae) encontrados em Costa Rica, vista com el microscópio electrónico de rastreo. **Agroномia Costarricense**, v.14, p.189-195, 1990.
- LORDELLO, L.G.E. **Nematóides das plantas cultivadas**. 8. ed. São Paulo: Nobel, 1984.
- LORDELLO, L.G.E. Nematóides associados a uma doença do cacauero. **Revista de Agricultura**, v.43, p.1, 1968.
- LORDELLO, L.G.E., MEHLO FILHO, A.T. Capins gordura e Jaraguá, hospedeiros novos de um nematóide migrador. **Revista O Solo**, v.61, p.27, 1969.
- LORDELLO, L.G.E., MENDONÇA, M.M. Nematodes associated with roots of sugar cane in Piauí, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v.30, p.617-618, 1970.
- LORDELLO, L.G.E. , ZAMITH, A.P.L., ARRUDA, H.V. Nematodes parasites of soybean and cotton roots and its implication in crop rotation. **Revista de Agricultura** v.33, p.161-166, 1958.
- LORDELLO, R.R.A., LORDELLO, A.I.L., SAWAZAKI, E. Flutuação e controle de *Pratylenchus* spp. em milho. **Summa Phytopathologica**, v.18, p.146-152.
- MACHADO, A.C.Z.; BELUTI, D.B.; SILVA, R.A.; SERRANO, M.A.S.; INOMOTO, M.M. Avaliação de danos causados por *Pratylenchus brachyurus* em algodoeiro. **Fitopatologia Brasileira**. Fortaleza, v.31, n.1, p.11-16, 2006.
- MACGUIDWIN, A.E., FORGE, T.A. Winter survival of *Pratylenchus scribneri*. **Journal of Nematology**, v.23, p.198-204, 1991.
- MACGUIDWIN, A.E., STANGER, B.A. Changes in vertical distribution of *Pratylenchus scribneri* under potato and corn. **Journal of Nematology**, v.23, p.73-81, 1991.
- MAUZA, B.E., WEBSTER, J.M. Supression of alfafa growth by concomitant populations of *Pratylenchus penetrans* and two *Fusarium* species. **Journal of Nematology**, v.14, p.364-367, 1982.
- McINTYRE, J.L., MILLER, P.M. Protection of tobacco against *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* by cultivar-nonpathogenic races, cell-free sonicates, and *Pratylenchus penetrans*. **Phytopathology**, v.68, p.235-239, 1978.
- McSORLEY, R., DICKSON, D.W. Effects and dynamics of a nematode community on corn. **Journal of Nematology**, v.21, p.462-471, 1989.

- McSORLEY, R., DICKSON, D.W. Vertical distribution of plant-parasitic nematodes in sandy soil under soybean. **Journal of Nematology**, v.22, p.90-96, 1990.
- McSORLEY, R., DICKSON, D.W. Vertical distribution of plant-parasitic nematodes in sandy soil under corn. **Plant and Soil**, v.123, p.95-100, 1990.
- MEHTA, U.K., SUNDARAJ, P. Distribution of seven species of *Pratylenchus* in sugarcane fields of Tamil Nadu. **Indian Journal of Nematology**, v.20, p.211-213, 1990.
- MEJIA-ANAYA, R., CANTO, SAENZ, M. Interaction between *Pratylenchus flakkensis* and *Pseudomonas solanacearum* race 3 on potato. **Nematropica**, v.15, 1985, 120p.
- MIAN, J.H., GODOY, G., SHELBY, R.A., RODRÍGUEZ-KÁBANA, R., MORGAN-JONES, G. Chitin amendments for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil. **Nematropica**, v.12, 1982, p.71-84.
- MINAGAWA, N., AIBA, S., KATAYAMA, K., MIURA, K. Effect of Field solarization on control of soil nematodes. **Bulletin of the National Agricultural Research Center**, v.4, 2004, p.25-34.
- MONTEIRO, A.R., LORDELLO, L.G.E. Nematóides parasitos do abacaxizeiro. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.47, 1972, 163p.
- MORGAN, G.T., MACLEAN, A.A. Influence of soil pH on introduced population of *Pratylenchus penetrans*. **Nematologica**, v.14, 1968, p.311-312.
- NAKASONO, K., TSURUMACHI, M., TERUYA, R. Plant parasitic nematodes associated with vegetables and sugarcane in the subtropical region of Japan. Okinawa Miyako and Ishigaki islands. **Proceedings of the Association for Plant Protection of Kyushu**, v.30, 1984, p.126-129.
- NEHMI, I.M.D., **Agrianual 2004**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2003.
- NOMBELA, G., NAVAS, A. & BELLO, A. Spatial and temporal variation of the nemato fauna in representative soils of the central region of Iberian península. **Nematologica**, v.39, 1993, p.81-91.
- OLTHOF, T.H.A. Seasonal fluctuations in population densities of *Pratylenchus penetrans* under a rye-tobacco rotation in Ontario. **Nematologica**, v.17, 1971, p.453-459.
- OSSENI, B., SARAH, J.L., HUGON, R. Effect of soil pH on the population development of *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) in pineapple roots and the growth and yield of the plant. **Acta Horticulture**, v.425, 1997, p.423-433.
- OSTREC, L.J., GRUBISIC, D. Effects of soil solarization on nematodes in Croatia. **Journal of Pesticide Science**, v.76, 2003, p.139-144.

PINOCHET, J., CENIS, J.L., FERNANDEZ, C., DOUCET, M., MARULL, J. Reproductive fitness and random amplified polymorphic DNA variation among isolates of *Pratylenchus vulnus*. **Journal of Nematology**, v.26, 1994, p.271-277.

PITCHER, R.S. The role of plant parasitic nematodes in bacterial diseases. **Phytopathology**, v.53, 1963, p.35-39.

PORTER, I.J., MERRIMAN, P.R. Evaluation of soil solarization for control of root diseases of row crops in Victoria. **Plant Pathology**, v.34, 1985, p.108-118.

RIEDEL, R.M., ROWE, R.C., MARTIN, M.J. Differential interactions of *Pratylenchus crenatus*, *P. penetrans*, and *P. scribneri* with *Verticillium dahliae* early dying disease. **Phytopathology**, v.75, 1985, p.419-422.

RILEY, I.T., KELLY, S.J. Endoparasitic nematodes in cropping soils of Western Australia. **Australia Journal of Experimental Agriculture**, v.42, 2002, p.49-56.

ROBBINS, R.T., RIGGS, R.D., VON STEEN, D. Results of annual phytoparasitic nematode surveys of Arkansas soybean fields, 1978-1986. **Annals of Applied Nematology**, v.1, 1987, p.50-55.

ROBBINS, R.T., RIGGS, R.D., VON STEEN, D. Phytoparasitic nematode surveys of Arkansas cotton fields, 1986-88. **Journal of Nematology**, v.21, p.619-623, 1989.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. Organic and inorganic nitrogen amendments to soil as nematode suppressants. **Journal of Nematology**, v.18, 1986, p.129-135.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R., MORGAN JONES, G., CHET, I. Biological control of nematodes: Soil amendments and microbial antagonists. **Plant and Soil**, v.100, p.237-247, 1987.

ROSSNER, J. Einfluss der Austrocknung des Bodens auf wandernde Wurzelnematoden. **Nematologica**, v.17, p.127-144, 1971.

ROTENBERG, D., MACGUIDWIN, A.E., SAEED, I.A.M., ROUSE, D.I. Interaction of spatially separated *Pratylenchus penetrans* and *Verticillium dahliae* on potato measured by impaired photosynthesis. **Plant Pathology**, v.53, p.294-302, 2004.

ROWE, R.C., POWELSON, M.L. Potato early dying: management challenges in a changing production environment. **Plant Disease**, v.86, p.1184-1193.

RYSS, A.Y. **World fauna of the root parasitic nematodes of the family Pratylenchidae (Tylenchida)**. Leningrad, 1988, 367 p.

SANTOS, J.J.; DIAS ARIEIRA, C.R.; TESSMAN, D.J.; SOUTO, E.R.; VIDA, J.B. BRASIL, D.B.; COSTA, H.M.O.R. Nematóides associados a cultura da cana-de açúcar (*Saccharum* spp.) na região Noroeste do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.32, suppl., 2007, p.322, 2007.

- SAKWE, P.N. & GERARERT, E. Species of the genus *Pratylenchus* Filipjev, 1936 (Nematoda: Tilenchida) from Cameroon. **Fundamental and Applied Nematology**, v.17, 1994, p.161-173.
- SARATHCHANDRA, S.U., GHANI, A., YEATES, G.W., BURCH, G., COX, N.R. Effect of nitrogen and phosphate fertilizers on microbial and nematode diversity in pasture soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v.33, 2001, p.953-964, 2001.
- SAYRE, R.M. Cold-hardiness of nematodes. I. Effects of rapid freezing on the eggs and larvae of *Meloidogyne incognita* and *M. hapla*. **Nematologica**, 1964, v.10, p.168-179.
- SHER, S.A., ALLEN, M.W. Revision of the genus *Pratylenchus* (Nematoda: Tilenchidae). **University of California Publications in Zoology**, v.57, 1953, p.441-447.
- SHER, S.A. & BELL, A.H. The effect of soil type and soil temperature on root lesion nematode disease of roses. **Plant Disease Reporter**, v.49, 1965, p.849-851.
- SILVA, R.A.; SERRANO, M.A.S.; GOMES, A.C.; BORGES, D.C.; SOUZA, A.A.; ASMUS, G.L.; INOMOTO, M.M. Ocorrência de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne incognita* na cultura do algodoeiro no Estado do Mato Grosso. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.29, 2004, p.337.
- SINCLAIR, J.B.; BACKMAN, P.A. **Compendium of soybean disease**. 3 ed. St Paul: APS Press, 1989, 106p.
- SITARAMAIAH, K., PATHAK, K.N. Nematode bacterial disease interactions. In: Khan, M.W. (Ed.). **Nematode interactions**. London, UK, Chapman & Hall, 1993, p.232-250.
- SMITH, G.S. The role of phosphorus nutrition in interactions of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi with soilborne nematodes and fungi. **Phytopathology**, v.78, 1998, p.371-374.
- STANTON, J.M., SIDDIQI, M.R., LENNE, J.M. Plant parasitic nematodes associated with tropical pastures in Colombia. **Nematropica**, v.19, 1989, p.169-175.
- STAPLETON, J.J. & DEVAY, J.E. Thermal components of soil solarization as related to changes in soil and root microflora and increased growth response. **Phytopathology** v.74, 1984, p.255-259.
- SUMNER, D.R., MINTON, N.A. Interaction of *Fusarium wilt* and nematodes in Cobb soybean. **Plant Disease**, v.71, 1987, p.20-23.
- SUNDARAJU, P., JEYABASKARAN, K.J. Evaluation of different soil types on multiplication of *Pratylenchus coffeae* and growth of banana seedlings var, Nendran. **Nematologica Mediterranea**, v.31, 2003, p.151-153.
- TAHERI, A., HOLLAMBY, G.J., VANSTONE, V.A. & NEATE, S.M. Interaction between root lesion nematode, *Pratylenchus neglectus* (Rensch 1924) Chitwood and

Oteifa 1952, and root rotting fungi of wheat. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v.22, 1994, p.181-185.

THOMAS, S.H. Population densities of nematodes, under seven tillage regimes. **Journal of Nematology**, v.10, 1978, p.24-27.

TIHOHOD, D. Comportamento de cultivares e linhagens de soja frente a duas populações de *Meloidogyne javanica* e sua interação com *M. incognita*, Raça 3, e *Pratylenchus brachyurus*. 1985. 50f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1985.

TIHOHOD, D., FERRAZ, L.C.C.B. & BARBOSA, J.C. Manejo de fitonematóides do algodoeiro 1. Comparação entre métodos de amostragem. **Nematologia Brasileira**, v.15, p.112-120, 1991.

TOWSHEND, J.L. & WEBBER, L.R. Movement of *Pratylenchus penetrans* and the moisture characteristics of three Ontario soils. **Nematologica**, v.17, p.47-57, 1971.

TOWSHEND, J.L. Inoculum densities of five plant parasitic nematodes in relation to alfafa seedling growth. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v.6, 1984, p.309-312.

TOWSHEND, J.L. Anhydrobiosis in *Pratylenchus penetrans* and *Tylenchorhynchus* n. sp. In cultivated cropped to winter rye. **Journal of Nematology**, v.19, 1987, p.164-171.

Uniregistro Cidades, 2006. Disponível em: <http://www.uniregistro.com.br>, acesso em 25 fev 2008.

VAN DAM, N.M., RAAIJMAKERS, C.E. & VAN DER PUTTEN, W.H. Root herbivory reduces growth and survival of the shoot feeding specialist *Pieris rapae* on *Brassica nigra*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.115, 2005, p.161-167.

VAN DEN BERG, E. & DE WAELE, D. Further observations on nematodes associated with rice in South Africa. **Phytophylactica**, v.21, 1989, p.125-130, 1989.

VAN DEN BERG, E., MARAIS, M., KANDJI, S., MOUNPORT, D., N'DIAYE, B. & CADET, P. Plant parasitic nematodes associated with corn-bean intercropping systems in Kenya. **African Plant Protection**, v.7, p.81-84, 2001.

VAN GUNDY, S.D. Factors in survival nematodes. **Annual Review of Phytopathology**, v.3, 1965, p.43-68, 1965.

VERSCHOOR, B.C., DE GOEDE, R.G.M., DE HOOP, J.W. & DE VRIES, F.W. Seasonal dynamics and vertical distribution of plant-feeding nematode communities in grasslands. **Pedobiologia**, v.45, 2001, p.213-233.

VIGLIERCHIO, D.R. Response of *Pinus ponderosa* seedlings to stylet-bearing nematodes. **Journal of Nematology**, v.11, 1979, p.377-387.

- VRAIN, T.C., FORCE, T.A., YOUNG, R.D. Population dynamics of *Pratylenchus penetrans* parasitizing raspberry. **Fundamental and Applied Nematology**, v.2, 2000, p.135-142.
- YAMASHITA, O.M., SILVA, J.F.V., DIAS W.P., GOULART, A.M.C., Reação de genótipos de soja tipo alimento ao nematóide de cisto de soja, *Heterodera glycines* e ao nematóide de galha, *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v.23 n.1, 1999, p.17-24.
- YIN, K.C. The identification of *Pratylenchus* species in Guangdong Province. **Plant Quarantine**, v.5, 1991, p.253-254.
- YORINORI, J.T.; Doenças da Soja no Brasil. In: **Fundação Cargill**. Soja no Brasil Central, 3ª ed. Campinas. FUNDAÇÃO CARGILL, 1986, p. 301-363.
- YORINORI, J.T. Situação atual das doenças potenciais no cone sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Londrina: Embrapa CNPSoja, 2002, p.171-187.
- WALLACE, H.R. **Nematode ecology and plant disease**. London, UK, Edward Arnold, 1973, 228 p.
- WILLIS, C.B. Effects of soil pH on reproduction of *Pratylenchus penetrans* and forage yield of alfafa. **Journal of Nematology**, v.4, p.291-295, 1972.