

## **Curso de Tecnologia em Biocombustíveis**

### **AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MILHO E SORGO AO NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES *Pratylenchus brachyurus* E *P. zae***

**HERICK KOICHI CARASKI NIKUMA**

**Orientadora: Msc. Vanessa dos Santos Paes**

**Coorientadores: Prof.º Dr.º Pedro Luiz M. Soares**

**Prof.º Msc. Celso A. Jardim**

**Trabalho apresentado a Faculdade de Tecnologia  
de Jaboticabal - Fatec, para obtenção do título de  
Tecnólogo em Biocombustíveis.**

Nikuma, Herick Koichi Caraski

N694a Avaliação da resistência de genótipos de milho e sorgo ao nematoide das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus* E *P. zaei*/ Herick Koichi Caraski Nikuma.— Jaboticabal : Fatec, 2012.  
28f.

Orientadora: Vanessa dos Santos Paes

Coorientadores: Pedro Martins Soares

Celso Antônio Jardim

Trabalho (graduação) – Apresentado ao Curso de Tecnologia em Biocombustíveis, Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal, 2012.

1. Nematóide das lesões radiculares. 2. *Sorghum bicolor*. 3 *Zea mays*.

I. PAES, V.S. II. Título.

CDU 631.461::633.15/.17

## Curso de Tecnologia em Biocombustíveis

### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO:** AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MILHO E SORGO AO NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES *Pratylenchus brachyurus* E *P. zae*

**AUTOR:** HERICK KOICHI CARASKI NIKUMA

**ORIENTADORA:** MSC. VANESSA DOS SANTOS PAES

**COORIENTADORES:** PROF.º DR.º PEDRO LUIZ MARTINS SOARES

PROF.º MSC. CELSO ANTÔNIO JARDIM

Trabalho de Graduação aprovado pela Banca Examinadora como parte das exigências para conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Biocombustíveis, apresentado à FATEC-JB para a obtenção do título de Tecnólogo.

**VANESSA DOS SANTOS PAES**

**RIVANILDO JUNIOR FERREIRA**

**MARIA BENINCASA VIDOTTI**

Data da apresentação: 19 de Dezembro de 2012.

---

Vanessa dos Santos Paes

# DEDICATÓRIA

À Deus,  
por ter a certeza de que Ele esteve  
presente em todos os momentos dessa  
jornada, e me deu força para  
continuar até nos momentos mais  
difíceis de minha vida. Aos meus  
pais Shogi Nikuma e Tânia Regina  
Caraski Nikuma, por  
serem minha maior fonte de força e inspiração.  
A minha namorada Erica por ter me ajudado  
e estar sempre ao meu lado.  
A orientadora Vanessa dos Santos Paes,  
pela sabedoria na orientação e por sua  
compreensão e auxílio para alcançarmos  
a primeira de muitas vitórias.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela força espiritual para a realização desse trabalho.

Aos meus pais Shogi e Tânia, pelo eterno orgulho de nossa caminhada, pelo apoio, compreensão, ajuda, e, em especial, por todo carinho ao longo deste percurso que não foi nada fácil.

À minha irmã Hianka, pelo carinho, compreensão.

À Erica, pessoa com quem amo partilhar a vida. Com você tenho me sentido mais vivo de verdade. Obrigado pelo carinho, a paciência e por sua capacidade de me trazer paz na correria de cada semestre.

Aos meus amigos e colegas de curso, pela cumplicidade, ajuda, companheirismo e amizade.

A todos os professores que dedicaram seu tempo e sua sabedoria para a minha formação tanto pessoal quanto profissional e especialmente para a minha orientadora Vanessa, que sempre me apoiou e me ajudou.

Finalmente, a todos que fizeram parte dessa longa jornada, os meus sinceros agradecimentos.

Muito obrigado!

Antes de chorar sobre os limites que  
possuí, antes de reclamar de suas  
inadequações, e fadar o seu destino ao  
fim, aceita o desafio de pousar os olhos  
sobre este aparente estado de fraqueza, e  
ouse acreditar, que mesmo em estradas  
de pavimentações precárias, há sempre  
um destino que poderá nos levar ao local  
onde o sol se põe tão cheio de beleza.

Fabio de Melo

## RESUMO

### AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MILHO E SORGO A *Pratylenchus brachyurus* E *P. zaeae*

O milho e sorgo são frequentemente utilizados em rotações de culturas e podem servir como fonte de matéria-prima para produção de etanol e biocombustíveis. Um dos maiores problemas do cultivo são os nematoide das lesões radiculares, a saber *Pratylenchus brachyurus* e *P. zaeae*, são os encontrados em altas populações, causando perdas significativas para estas culturas. Este estudo foi conduzido, para avaliar a resistência de 11 genótipos de milho e quatro de sorgo à *P.brachyurus* e *P. zaeae*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições cada. Como resultados, para *P. brachyurus*, observou-se que os genótipos de milho GNZ 2005, BRS 1030, IAC 8390 e PR 1150 e também BRS 330 (genótipo de sorgo) são moderadamente resistente à este nematóide. Os genótipos de milho BRS 1040, BRS 2022, RP 80745, os genótipos de sorgo AP 737, BRS 310 e 401 PR são pouco resistentes e os genótipos de milho BRS 3025, PR 27D28 e 27D29 PR são suscetíveis. Para *P. zaeae*, observou-se que todos os genótipos são suscetíveis.

**Palavras-chave:** Manejo de nematoide. Nematoide das lesões radiculares. *Sorghum bicolor*. *Zea mays*.

## **ABSTRACT**

### ***EVALUATION OF CORN AND SORGHUM GENOTYPES RESISTANCE TO Pratylenchus brachyurus and P. zaeae***

*Corn and sorghum are often used in succession/rotation schemes and can serve as feedstock source for ethanol production. Pratylenchus brachyurus and P. zaeae (root lesion nematode), have been found in high populations causing significant losses to these crops. This study was conducted in order to evaluate the resistance of 11 maize genotypes and four of sorghum to P. brachyurus. The experiment was carried out in a greenhouse in a completely randomized design containing six repetitions. As results, was observed that the corn genotypes GNZ 2005, BRS 1030, IAC 8390 and PR 1150, and also BRS 330 (sorghum genotype) are moderately resistant to this nematode. The corn genotypes BRS 1040, BRS 2022, RP 80745, the sorghum genotypes AP 737, BRS 310 and PR 401 are less resistant and the corn genotypes BRS 3025, PR 27D28 and PR 27D29 are susceptible. To P. zaeae, it was observed that all genotypes are susceptible.*

**Key words:** Zea mays. Sorghum bicolor. root lesion nematode. nematode management.

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS.....	10
3. DESENVOLVIMENTO.....	11
3.1. Revisão bibliográfica.....	11
3.1.1. Milho e nematoides.....	11
3.1.2. Biodiesel.....	12
3.1.3. Espécies de <i>Pratylenchus</i> .....	13
3.2. Materiais e métodos.....	14
3.2.1. Obtenção, multiplicação e preparo do inóculo.....	15
3.2.2. Obtenção das plântulas, inoculação dos genótipos de milho e sorgo e condução do ensaio.....	16
3.2.3. Avaliações.....	17
3.3 Resultados e Discussão.....	17
4. CONCLUSÕES.....	24
5. REFERÊNCIAS.....	25

## 1. INTRODUÇÃO

O milho desponta como uma das principais fontes de matéria-prima para a produção de etanol. O sorgo por sua vez, particularmente o sorgo sacarino, tem ganhado destaque na produção de etanol, principalmente na entressafra da cana-de-açúcar. Os nematoides causam consideráveis perdas durante o período de desenvolvimento dessas culturas no campo, e podem agravar os danos às plantas sob outras condições de estresse, bem como contribuir para redução da produção e conseqüentemente de biocombustível (McDONALD e NICOL, 2005).

De fato, quando presentes na área de produção, não há como eliminá-los, e o produtor precisa conviver com este problema, com o agravante, de safra após safra, perder paulatinamente sua produtividade. Até o presente momento, a resistência genética tem sido uma das principais táticas de manejo de nematoides, pois efetivamente reduz as populações no campo tornando possível o plantio de outras subseqüentes (FERRAZ *et al.*, 2010).

Na literatura ainda há escassez de informações quanto à reação dos genótipos de milho frente a espécies de *Pratylenchus* (LORDELLO *et al.* 1985; ANDRADE, 2010). Quando se refere ao sorgo as informações são ainda mais limitadas (INOMOTO *et al.* 2006). Lordello *et al.* (1985) foram os primeiros a avaliar a resistência de alguns genótipos de milho no Brasil, em condições de campo infestado com os nematoides *P. brachyurus* e *P. zaeae*. Disso decorre a necessidade de mais estudos na área, sobretudo aqueles que visam encontrar nos genótipos de milho ou sorgo potenciais fontes de resistência, pois além de manejar esses nematoides, estaremos reduzindo as perdas na produção de etanol.

## 2. OBJETIVOS

O Objetivo desse estudo foi avaliar genótipos de milho e sorgo quanto à resistência a *Pratylenchus brachyurus* e *P. zae* em casa de vegetação e selecionar os melhores materiais de milho e sorgo que não hospedem ambas as espécies para utilização a campo como estratégia de manejo em áreas infestadas.

## 3. DESENVOLVIMENTO

### 3.1 Revisão bibliográfica

#### 3.1.1. Milho e nematoides

Os nematoides são vermes que parasitam o homem, os animais e as plantas. Os nematoides parasitas de plantas ou fitoparasitas são vermes microscópios caracterizados pela presença de uma estrutura chamada estilete, com o qual sugam o conteúdo das células vegetais e injetam toxinas nas plantas. Assim podem também ser chamados de fitonematoides (OTOBONI, 1998).

O milho, comumente utilizado em rotação ou sucessão com a cultura da soja, é suscetível ao nematoide das lesões radiculares, a saber, *Pratylenchus* spp. O uso de variedades resistentes ou tolerantes de milho pode ser uma das estratégias de manejo desses nematoides em áreas de plantio de soja onde se tem observado elevadas populações (FERREIRA *et al.*, 2009).

As injúrias por nematoides variam com o gênero e a população do nematoide envolvido, condições do solo e a idade da planta de milho. De forma geral, os sistemas radiculares parasitados por nematoides são prejudicados apresentando limitação na absorção de água e nutrientes da solução do solo. Uma planta parasitada por nematoide tem seu crescimento reduzido, apresenta sintomas de deficiências minerais e em consequência a produção é reduzida. Alguns sintomas que a cultura do milho apresenta na parte aérea quando atacada por nematoides são; plantas pouco desenvolvida e cloróticas (anêmicas), sintomas de murcha durante os dias quentes, com recuperação à noite e espigas pequenas e mal granadas. Esses sintomas dão à cultura do milho uma aparência de irregularidade, podendo aparecer em reboleiras ou em grandes extensões. (PINTO, 2008).

Quando esses sintomas, observados na parte aérea, são causados por nematoides, as raízes apresentam os seguintes sintomas: encurtamento e engrossamento das raízes quando infestadas por; *Trichodorus* spp., *Longidorus* spp. e *Belonolaimus* spp; sistema radicular praticamente destituído de radículas em função da infestação de *Xiphinema* spp., *Tylenchorhynchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Belonolaimus* spp. e *Macroposthonia* spp.

sistema radicular praticamente destituído de radicelas e com lesões radiculares e raízes apodrecidas devido à *Pratylenchus* spp., *Xiphinema* spp., *Hoplolaimus* spp. e *Helicotylenchus* spp.; sistema radicular com pequenas galhas devido à infestação por *Meloidogyne* spp. (PINTO, 2008).

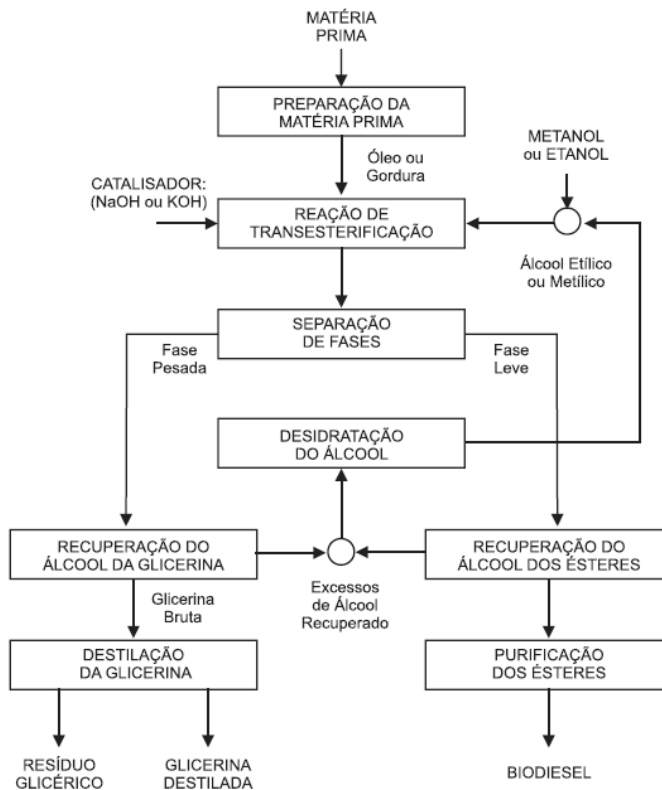
### **3.1.2. Biodiesel**

Biodiesel é uma alternativa ao óleo diesel devido a suas vantagens em reduzir as emissões durante a combustão. É um combustível renovável, biodegradável e ambientalmente correto, sucedâneo do óleo diesel mineral, constituído de uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, obtidos da reação de transesterificação de qualquer triglicerídeo com um álcool de cadeia curta, metanol ou etanol (PARENTE, 2004).

O Brasil tem uma grande extensão de terras agricultáveis, combinada com diferentes padrões climáticos, o que lhe confere perfeitas condições para ser referência na produção e exportação de energia de biomassa. O êxito com o álcool leva a certeza de que o biodiesel também pode ser produzido competitivamente, especialmente considerando os patamares atuais de preço do petróleo, mas algumas restrições devem ser respeitadas (VIEIRA, 2004).

A produção de biodiesel através da transesterificação envolve as etapas de preparação da matéria prima, reação, separação de fases, recuperação e desidratação do álcool, e purificação dos ésteres e da glicerina (Figura 1).

**FIGURA 1.** Etapas do processo de obtenção do biodiesel. Fonte: Parente (2003).



### 3.1.3. Espécies de *Pratylenchus*

As pesquisas apontam que os principais causadores de perdas na produção agrícola são os nematoides dos gêneros *Pratylenchus* e *Meloidogyne* e são os principais responsáveis pelas maiores perdas da cultura do milho (MOURA; OLIVEIRA, 2009).

Existe mais de 60 espécies de *Pratylenchus* descritas, esse grupo é considerado o segundo em maior importância, sendo superado somente por espécies de *Meloidogyne*. Os membros desse grupo são referidos comumente como “nematoides das lesões radiculares”, devido à sintomatologia nas raízes. O nematoide *P. zae* parasita comumente em gramíneas, cultivadas ou invasoras, especialmente milho e cana-de-açúcar, mas causa danos também ao fumo (TIHOHOD, 2000).

Estes nematoides podem causar danos significativos às culturas como o milho, o arroz, o algodão, a cana, o feijão, entre outras. É de difícil controle devido ao seu tamanho e a sua capacidade de polifagia, ou seja, a capacidade que este nematoide tem de parasitar e se

reproduzir em plantas hospedeiras de diferentes famílias. Outra característica importante é o fato deste gênero ter uma alta taxa de infestação e vasta distribuição geográfica, pois se encontra disseminado por todo território brasileiro (ESPÍNDOLA e MINARÉ, 2010).

As fêmeas de *Pratylenchus* spp. depositam seus ovos dentro dos tecidos das plantas atacadas ou no solo. Todos os estádios se alimentam no córtex das raízes e, em razão do aumento da população e da migração inter e intracelular nos tecidos corticais ocorre a morte celular produzindo as lesões necróticas. Daí o nome comum de nematoides das lesões radiculares. Além disso, como são nematoides migradores não formam sítios de alimentação permanentes como as espécies de *Meloigogyne*, mas se alimentam enquanto migram, entre ou dentro das células do hospedeiro (MOENS e PERRY, 2009).

A presença desse nematoide no sistema radicular das plantas causa vários sintomas, como o escurecimento das raízes em virtude do rompimento, necrose do córtex da raiz, entre outros. Na parte aérea da planta, ocorre o nanismo, em função da deficiência nutricional causada pelo dano radicular (ANDRADE *et al.*, 2010).

Nos últimos anos, por causa do monocultivo de cultivares suscetíveis e ou de rotação de cultura mal planejada, tem sido frequente nas lavouras de milho e soja brasileiras a ocorrência de danos causados pelos nematoides das lesões. A identificação de cultivares de milho que não multipliquem *P. brachyurus* e *P. zaeae* fundamentais para as recomendações do manejo (RIBEIRO *et al.*, 2009).

Dentre as estratégias de manejo, a utilização de resistência é, sem dúvida umas das alternativas mais desejáveis, considerando sua compatibilidade com outras práticas de manejo e por não ser prejudicial ao meio ambiente (FERREIRA *et al.*, 2009).

### **3.2 Materiais e métodos**

Para o presente estudo dez genótipos de milho e quatro de sorgo, foram avaliados em um ensaio conduzido, em condições de casa de vegetação, localizada no Departamento de Fitossanidade da Universidade Estadual Paulista ‘Julio Mesquita Filho’, Câmpus de Jaboticabal, entre 17 de agosto a 07 de novembro de 2011. Nesse período, a média das temperaturas máximas e das mínimas na casa de vegetação foram, respectivamente, 32,2 °C e 18,2 °C. Os genótipos de milho avaliados foram: BRS 1030, BRS 1040, BRS 2022, BRS

3025, IAC 8390, PR 1150, PR 80745, PR27D28, PR27D29 e GNZ 2005, este último foi considerado resistente a *P. brachyurus* devido à observação em ensaios prévios. Os genótipos de sorgo utilizados foram: AP 737, PR 401, BRS 310, BRS 330. A empresa Sementes Vitória Ltda. cedeu-nos gentilmente as sementes, visto seu interesse em averiguar entre esses materiais, possíveis fontes de resistência para cada nematoide.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado distribuídos em esquema fatorial 14x2, ou seja, 14 genótipos e dois nematoides, a saber: *P. brachyurus* e *P. zaeae*, sendo que para todos os procedimentos foram utilizado seis repetições. Além disso, como padrão de suscetibilidade, para atestar a viabilidade do inóculo de *P. brachyurus* foi utilizado o material de soja TMG 115, e para *P. zaeae* o material de milho BRS 4103, sabidamente suscetível e como padrão de resistência para ambos os nematoides foi utilizada a *C. spectabilis*.

### **3.2.1. Obtenção, multiplicação e preparo do inóculo**

O inóculo inicial de *P. brachyurus* foi extraído de plantas de cana-de-açúcar de área comercial localizada no Município de Onda Verde – SP e foi mantido em casa de vegetação em plantas de soja. A subpopulação de *P. zaeae* foi extraída da mesma cultura, de amostras de raízes provenientes de área de produção comercial localizada no Município de Pacaembú – SP, e mantidas em casa de vegetação em plantas de milho. Os nematoides foram extraídos das raízes pelo método da flotação centrífuga em solução de sacarose com caulim (COOLEN e D'HERDE, 1972).

A subpopulação de cada espécie foi identificada, com base na morfologia de fêmeas adultas, utilizando-se da chave dicotômica proposta por GONZAGA e SANTOS (2005). Dez fêmeas de cada espécie foram colocadas em lâminas temporárias, para estudo morfológico ao microscópio fotônico. Foram fotomicrografadas em uma câmera Olympus DP 72 acoplada ao microscópio fotônico Olympus BX 50. A câmera estava ligada a um microcomputador e as imagens obtidas foram registradas com auxílio do software Image Pro-Plus 6.3 (Media Cybernetics, Inc.).

Ambas as espécies foram multiplicadas *in vitro* em cilindros de cenoura para obtenção de subpopulações puras, de acordo com a técnica citada por GONZAGA e SANTOS (2010), modificada por PAES (2012). Nesta técnica as cenouras são previamente imersas em

hipoclorito de sódio a 0,05%, por 30 minutos. Contudo, no presente estudo a concentração utilizada foi de 0,5% por 40 minutos. Posteriormente, as cenouras foram cortadas em 3-4 segmentos de aproximadamente 4 cm com uma faca flambada, e colocadas para câmara de fluxo laminar onde foram colocadas em álcool etílico comercial (92,8°), flambadas e, com a ajuda de um perfurador, também flambado, foram retirados os cilindros centrais. Individualmente, esses cilindros foram postos em posição vertical, em vidros previamente vedados com papel alumínio, e autoclavados a 120° C e 1atm de pressão, por 20 minutos (PAES, 2012).

Em um litro de água destilada foram colocadas duas gotas de tween 80, seguida de autoclavagem a 120°C a 1atm de pressão por 30 minutos. Em vidros do tipo BPI, contendo 200 µL de água destilada autoclavada + tween 80, foram colocados aproximadamente 40 indivíduos de cada espécie um a um, individualmente. O tween foi utilizado porque se verificou que muitos nematoides ficavam aderidos às paredes da ponteira, sendo essa, mais uma modificação da técnica acima citada (PAES, 2012).

Os nematoides foram axenizados em solução de ampicilina a 0,1% por 20 minutos. Posteriormente o excesso da solução foi retirado e adicionou-se água destilada autoclavada + tween 80, sendo este último procedimento repetido três vezes. Após a axenização os nematoides foram inoculados nos cilindros de cenoura, os quais foram mantidos em câmaras de crescimento do tipo B.O.D. à temperatura de  $28 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 75 dias. Decorrido este período, os nematoides foram extraídos pela técnica de COOLEN e D'HERDE (1972).

Os indivíduos recuperados foram quantificados sob microscópio fotônico e a suspensão obtida foi ajustada para 100 espécimes.mL<sup>-1</sup>.

### **3.2.2. Obtenção das plântulas, inoculação dos genótipos de milho e sorgo e condução do ensaio**

Foram plantadas 30 sementes de cada genótipo de milho e sorgo em células individuais de bandejas de poliestireno expandido, contendo um substrato orgânico comercial.

No presente ensaio foram utilizados vasos de cerâmica com capacidade de 6 litros, contendo uma mistura de areia e terra na proporção de 2:1, previamente autoclavada por 1 hora a 120°C e 1atm de pressão.

Dezessete dias após a germinação foram selecionadas e coletadas seis plântulas de cada genótipo e removidas das células com o substrato aderido às raízes. No ato do transplântio dessas plântulas para os vasos de cerâmica, foram inoculadas 10 mL da suspensão de *P. brachyurus* ou *P. zaeae*, de acordo com o tratamento, contendo 100 espécimes.mL<sup>-1</sup> diretamente sobre o sistema radical das plântulas, de modo a prover 1000 espécimes/planta.

As plantas inoculadas foram irrigadas manualmente com uma mangueira, duas vezes ao dia. Também foram realizadas duas adubações de cobertura com monofosfato de amônio (MAP), aos 10 e aos 40 dias após inoculação dos nematoides.

### 3.2.3. Avaliações

Aos 82 dias após a inoculação a parte aérea de cada planta foi cortada e descartada. As raízes foram cuidadosamente extraídas dos vasos e separadas do substrato, sendo etiquetadas e transportadas para o laboratório para posterior avaliação.

A seguir, foi determinada a massa da matéria fresca de cada sistema radical e a extração de *Pratylenchus* spp. se deu pela técnica de COOLEN e D'HERDE (1972), sendo processado, individualmente, todo sistema radical de cada planta.

Nas suspensões obtidas foram realizadas as contagens sob microscópio fotônico, com auxílio de uma câmara de Peters. Então, foram estimadas as populações finais e fator de reprodução [população final (Pf)/população inicial (Pi)], conforme OOSTENBRINK (1966). Conforme DIAS *et al.* (2010) e com base no teste de separação de médias, cada genótipo foi classificado como altamente resistente (Fator de reprodução:  $FR < 1$ ), moderadamente resistente ( $1 < FR \leq 2$ ), pouco resistente ( $2 < FR \leq 4$ ) e suscetível ( $FR > 4$ ).

Os dados obtidos para as populações finais foram transformados em  $(\log x + 5)$  e submetidos à análise de variância pelo Teste F e as médias foram comparadas pelo teste de

Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008).

### 3.3 Resultados e Discussão

A análise de variância pelo teste F apontou diferença significativa a 1% de probabilidade entre os genótipos, nematoides e interação genótipo x nematoides, para a população final de *P. brachyurus* e *P. zae* (Tabela 1).

**TABELA 1.** Análise de variância e teste de comparação de médias da população final (PF) dos nematoides *Pratylenchus brachyurus* e *P. zae* para os genótipos de milho e sorgo avaliados. Jaboticabal – SP, 2011.

<b>Genótipo</b>	<b>PF</b>	
BRS 1030	5.211,81 <sup>2</sup>	bcd <sup>1</sup>
BRS 1040	2.912,50	bcd
BRS 2022	5.004,17	bcd
BRS 3025	5.853,17	cd
IAC 8390	5.980,83	bcd
PR 1150	5.697,92	bcd
PR 80745	4.562,50	bcd
PR 27D28	6.571,52	cd
PR 27D29	6.475,00	cd
GNZ 2005	2.493,42	b
AP 737	2.992,92	bc
PR 401	3.738,89	bcd
BRS 310	3.554,17	bcd
BRS 330	2.991,66	bc
<i>C. spectabilis</i>	78,33	a
Padrões <sup>3</sup>	8.766,67	d
Teste F	36,42**	
<b>Nematoide</b>		
<i>P. brachyurus</i>	3044,27	a
<i>P. zae</i>	6066,41	b
Teste F	47,59**	
<b>Teste F (G x N)</b>	3,44**	
<b>CV</b>	9,01	

<sup>1</sup>Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>2</sup> Médias de dados transformados em log x+5, <sup>3</sup>Padrões de Suscetibilidade para *P. brachyurus* a soja TMG 115 e para *P. zae* o material de milho BRS 4103. \*\* Significativo a 1% pelo teste F.

Entre os padrões de suscetibilidade de inóculo e a *C. spectabilis* empregada como padrão de resistência observaram-se diferenças significativas. O genótipo de milho GNZ 2005 apresentou uma diminuição na população. Este material tem sido reportado como resistente. Entretanto, no presente estudo a população final dos nematoides nesse genótipo sobrepujou a inicial. Todavia pode se notar que este foi o material que apresentou a menor média de população final de ambos os nematoides em relação aos padrões de suscetibilidade (Tabela 1).

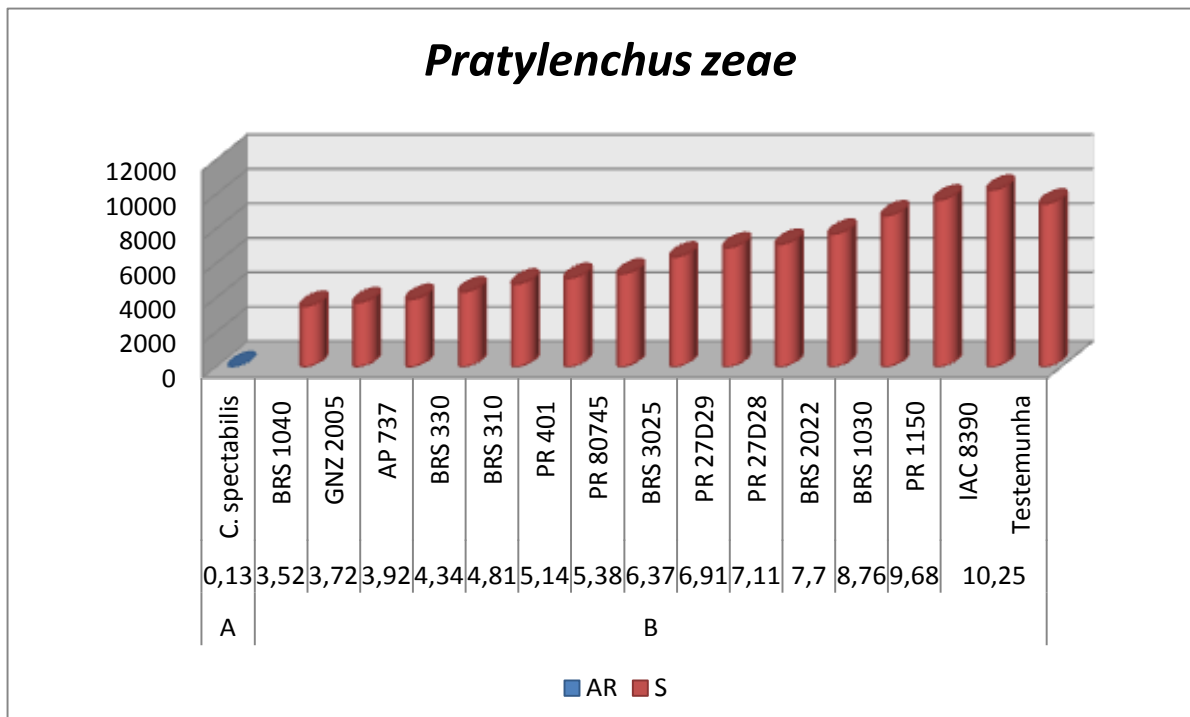
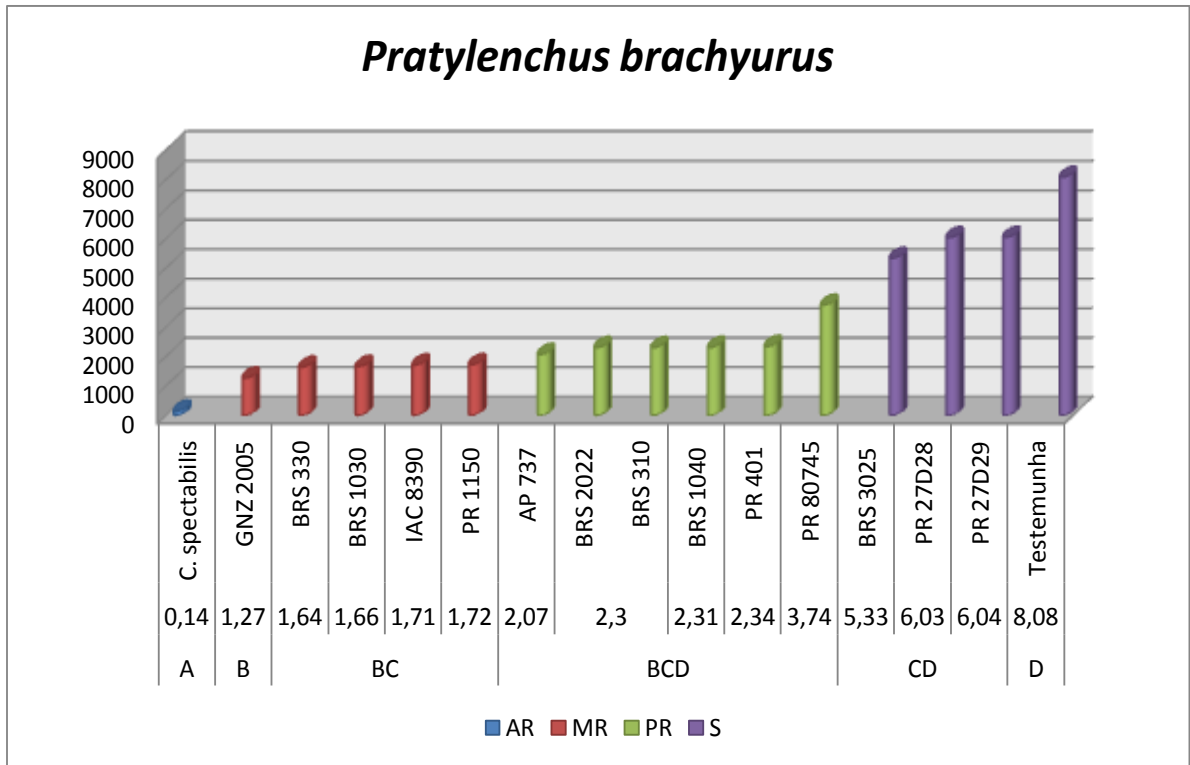
Os nematoides também apresentaram diferença entre si, onde *P. zae* demonstrou maior multiplicação. ANDRADE (2010) também observou maior multiplicação de *P. zae* em relação a *P. brachyurus* em milho. De acordo com OLOWE e CORBETT (1976) mencionado por KIMENJU *et al.* (1998) a dominância de *P. zae* sobre *P. brachyurus* pode ser em função do seu maior potencial biótico.

Os fatores de reprodução e a reação dos materiais de milho e sorgo estão demonstrados na FIGURA 2.

O teste estatístico das populações finais de *P. brachyurus* permitiu separar os materiais em quatro categorias quanto à resistência conforme o sistema proposto por DIAS *et al.* (2010). Os genótipos de milho GNZ 2005, BRS 1030, IAC 8390 e PR 1150, bem como o genótipo de sorgo BRS 330 foram classificados como moderadamente resistentes, os genótipos de milho BRS 1040, BRS 2022 e PR 80745 e os de sorgo AP 737, BRS 310 e PR 401, foram pouco resistentes. Os genótipos de milho BRS 3025, PR 27D28 e PR 27D29, obtiveram os maiores valores de FR observados variando de 5,33 a 6,04 e foram então classificados como suscetíveis.

Para *P. zae*, o teste estatístico não acusou diferença significativa para nenhum dos materiais testados, sendo estes, portanto, classificados como suscetíveis. Contudo, todos diferiram da *C. spectabilis* (Figura 2).

**FIGURA 2.** Reação dos genótipos de milho e sorgo avaliados quanto ao fator de reprodução (FR) dos nematoides *Pratylenchus brachyurus* e *P. zaeae*. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de separação de médias de Tukey a 5%.



Geralmente, a resistência para nematoides ectoparasitas ou endoparasitas migradores é mais difícil de encontrar em relação aos sedentários (DALE e POTTER, 1998). Este fato pode ser relacionado principalmente, ao hábito alimentar destes nematoides. Esse grupo de fitonematoides é considerado polífago e pouco especializado quando comparado aos nematoides de hábito sedentário (TRUDGIL, 1991).

Em seus estudos BARBOSA *et al.*, (2007), avaliaram 7 híbridos de milho para verificar a reação frente a *P. brachyurus* e observaram que todos foram suscetíveis. Já ANDRADE (2010) avaliou 18 linhagens e 2 híbridos de milho em condições de casa de vegetação; BRS 1055 e BRS 3025, sendo o último também avaliado no presente estudo, onde observou que a maioria dos materiais se comportou como resistente tanto a *P. brachyurus* quanto a *P. zaeae* incluindo o híbrido BRS 3025. Porém, o genótipo BRS 3025 no presente estudo apresentou FR de 5,33 e 6,37 para *P. brachyurus* e *P. zaeae*, respectivamente contrariando o exposto por Andrade (2010). Esta diferença pode ter ocorrido em relação ao tempo de avaliação que, naquela ocasião foi aos 62 dias e no presente a avaliação se deu aos 82 dias após a inoculação. Provavelmente, um tempo maior, após a inoculação poderia ter discriminado a melhora dos materiais.

O maior número de *P. brachyurus*/sistema radical foi encontrado na soja TMG 115 cujo FR foi de 8,08. INOMOTO *et al.* (2007) também avaliaram algumas poáceas e utilizaram a soja como padrão de suscetibilidade tendo apresentado significativa reprodução de *P. brachyurus*. Resultados semelhantes foram descritos por Dias- Arieira *et al.* (2008) onde a soja foi constatada a melhor hospedeira de *P. brachyurus* do que as poáceas avaliadas.

A *C. spectabilis* suprimiu a multiplicação de ambos os nematoides e proporcionou FR inferior aos demais materiais. De fato esta espécie tem sido relatada como má hospedeira de *Pratylenchus* spp. (INOMOTO *et al.*, 2007; FERRAZ *et al.*, 2010).

INOMOTO *et al.* (2007) reafirmaram a importância da variável FR na escolha de genótipos para inclusão nos esquemas de manejo de fitonematoides, pois representa o efeito da planta hospedeira no seu aumento populacional ou na sua supressão. A cultura precedente, utilizada em rotação, deve suprimir a multiplicação dos nematoides sem causar aumento de outras que por ventura possam causar danos futuros (JOHNSON, 1985). Neste contexto, em relação a *P. zaeae*, nenhum dos materiais avaliados neste estudo é indicado para manejo desses nematoides, visto o risco potencial de aumento populacional e danos à cultura subsequente, caso esta seja também uma hospedeira desse nematoide.

A possibilidade de utilizar a crotalaria no esquema de rotação ou sucessão a fim de minimizar os danos futuros é neste contexto essencial. De fato, a dificuldade em encontrar genótipos das culturas comerciais com resistência a espécies de *Pratylenchus* torna ainda mais difícil a adoção de práticas de manejo da população desses nematoides, pois limita as opções dos produtores ao uso de plantas que não oferecem retorno econômico.

Em não havendo materiais altamente resistentes ( $FR < 1$ ) deve-se preferir o emprego daqueles cujo FR foram menores, tais como GNZ 2005, BRS 1030, IAC 8390, PR 1150 e o sorgo BRS 330 classificados no presente estudo como moderadamente resistentes a *P. brachyurus*.

De acordo com GEORGI *et al.* (1983) e LORDELLO *et al.* (1985) existe variabilidade genética em milho quanto à resistência a *Pratylenchus* spp. o que possibilita o emprego de genótipos resistentes como método de controle. Embora, no presente estudo tenha sido verificada variabilidade apenas em relação a *P. brachyurus*.

#### 4. CONCLUSÕES

Os genótipos de milho GNZ 2005, BRS 1030, IAC 8390 e PR 1150, bem como o genótipo de sorgo BRS 330 são moderadamente resistentes a *P. brachyurus*. Os genótipos de milho BRS 1040, BRS 2022 e PR 80745 e os de sorgo AP 737, BRS 310 e PR 401 são pouco resistentes a esse nematoide e os genótipos de milho BRS 3025, PR 27D28 e PR 27D29 são suscetíveis. Todos os genótipos de milho e sorgo testados são suscetíveis a *P. zea*. Além disso, foi observada maior taxa de multiplicação de *P. zea* em relação a *P. brachyurus*.

Para que ocorra uma melhor produtividade dessas culturas, para a produção do biodiesel no caso, a melhor escolha seria a de um genótipo moderadamente resistente, visto que não foi encontrado nenhum material que fosse resistente.

## 5. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E.P.DE. **Caracterização molecular de espécies de *Pratylenchus* que ocorrem no Brasil e a reação de acessos de milho a *P. zaeae* e a *P. brachyurus***. 2010. 82f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília.
- ASMUS, G.L. Ocorrência de nematoides fitoparasitos em algodoeiro no Estado de Mato Grosso do Sul. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p.77-86, 2004.
- BARBOSA, B.F.F.; SOARES, P.L.M.; BARBOSA, J.C.; SANTOS, J.M.; MARTINELLI, P.R.P.; OLIVEIRA, C.A.V.M. Resistência de híbridos de milho a *Pratylenchus brachyurus*. In: XXX Congresso paulista de fitopatologia, 2007, Jaboticabal. **Summa Phytopatologica (suplemento)**, Botucatu, v. 33, p.53-53, 2007.
- CASTILLO, P.; VOVLAS, N. (Eds). **Pratylenchus (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis, Biology, Pathogenicity and Management: Nematology monographs and perspectives**. 6.ed. Leiden: BRILL. 2007.529p.
- COOLEN, W.A.; D'HERDE, C.J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent: Nematology and Entomology Research Station, 1972. 77p.
- DALE, A.; POTTER, J.W.; Strawberry cultivars vary in their resistance to northern lesion nematode. **Journal of Nematology**, Raleigh, v. 30, p.577–580, 1998.
- DIAS, W.P.; FREITAS, V.M.; RIBEIRO, N.R.; MOITA, A.W.; CARNEIRO, R.M.D.G. Reação de genótipos de milho a *Meloidogyne mayaguensis* e *M. ethiopica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.34, n.2, p.98-105, 2010.
- DIAS-ARIEIRA, C.R.; FERRAZ, S.; RIBEIRO, R.C.F. Reação de gramíneas forrageiras a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v.33, p.90-93, 2008.
- ESPÍNDOLA, S.M.C.G.; MINARÉ, V.A. **Verificação de resistência entre algmas variedades de soja em resposta ao *Pratylenchus brachyurus***. IX Jornada Científica da FAZU, 2010.
- FAO. **Statistics**. Disponível em: < <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 22 mar. 2011.
- FERRAZ, L.C.C.B. **SOBRE OS NEMATÓIDES**. Disponível em: <http://docentes.esalq.usp.br/sbn/nemata.htm>. Acesso: 07/11/2012.
- FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.A.; DIAS-ARIEIRA, C.R. **Manejo sustentável de fitonematoides**. Viçosa: Editora UFV, 2010. 304p.
- FERREIRA, A.D.; ROCHA, M.R.; BARBORA, K.A.G.; ALVES, T.G.; SANTOS, L.C. ARAÚJO, F.G.; TEIXEIRA, R.A. **Reação de variedades de milho a *Pratylenchus* sp. em área naturalmente infestada**. XXVIII Congresso brasileiro de nematologia, p.313, 2009.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

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

GONZAGA, V.; SANTOS, J. M. Estudo comparativo da multiplicação In vitro de seis espécies de *Pratylenchus* em cilindros de cenoura. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 34, n.4, 2010.

GONZAGA, V.; SANTOS, J.M. Chave ilustrada para as espécies de *Pratylenchus* no Brasil com ênfase na distinção entre *P. jaehni* e espécies estreitamente relacionadas. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p.117-118, 2005.

GOULART, A. M. C. **Aspéctos gerais sobre os nematoides das lesões radiculares (gênero *Pratylenchus*)**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008, 30p.

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

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

JOHNSON, A.W. Specific crop rotation effects combined with cultural practices and nematicides. In: SASSER, J.N.; CARTER, C.C. (ed). **An Advanced Treatise on *Meloidogyne*. VI - Biology and Control**. North Caroline State University Graphics, Raleigh, p.283-301. 1985.

KIMENJU, J.W.; WAUDO, S.W.; MWANG'OMBE, A.W.; SIKORA, R.A.; SCHUSTE, R.P. Distribution of lesion nematodes associated with maize in kenya and susceptibility of maize cultivars to *Pratylenchus zae*. **African Crop Science Journal**, Uganda, v.6, p. 367-375, 1998.

LORDELLO, R.R.A; LORDDELLO, A.I.L.; SAWAZAKI, E.; ALOISI-SOBRINHO, J. Reação de genótipos de milho a *Pratylenchus* spp. em campo. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.9, p.163-173, 1985.

LUC, M. et al. **Plant parasitic nematodes in subtropical e tropical**. Wallingford: CABI, 1990. p. 629.

McDONALD, A.H., NICOL, J.M. Nematode Parasites of Cereals. In: LUC, M.; SIKORA, R.A.; BRIDGE, J. **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. 2. ed. Wallingford: CABI Publishing, 2005. p.131-192.

MOENS, M.; PERRY, R.N. **Migratory plant endoparasitic nematodes: A group rich in contrasts and divergence**. **Annual Review of Phytopathology**, Palo alto, v. 47, n.3, p.313-332, 2009.

MOURA, R. M. **Gênero Meloidogyne e a meloidoginose**. Parte I. Revisão Anual de Patologia de Plantas, Passo Fundo, v. 4, p. 209-245, 1996.

MOURA, R. M.; OLIVEIRA, I. S. Controle populacional de *Pratylenchus zeae* em cana-de-açúcar em dois ambientes edáficos no nordeste do Brasil. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33(1), p. 67-73, 2009.

LOWE, T.; CORBETT, D.C.M. Aspects of the biology of *Pratylenchus brachyurus* and *P. zeae*. **Nematologica**, Leiden, v.22, n.2, p. 202-211, 1976.

OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mededelingen Landbouwhogeschool**, Wageningen, v.66, n.4, p.1-46, 1966.

OTOBONI, C.E.M. **Nematóide: o inimigo invisível da agricultura**. 1998. Disponível em: <http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=23191>. Acesso: 09/11/2012.

PAES, V.S. **Respostas biométricas e fotossintética de plantas de milho a *Pratylenchus spp.* e avaliação da resistência de genótipos de milho e sorgo a esses nematoides e a *Meloidogyne spp.*** 2012. Dissertação (Mestrado) – Entomologia Agrícola, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP/FCAV- Campus de Jaboticabal, 2012.

PARENTE, E.J., **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza, TECBIO, 2003, p. 1-66.

PARENTE, S.J.E. **Biodiesel no plural: oportunidades e ameaças para um programa nacional**. Cadernos de altos estudos. Biodiesel e inclusão social. 2004, Brasília p. 155.

PINTO, F.J.A. **Doenças Causadas Por Nematóides**. 2008. Disponível em: [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho\\_4ed/doencasnematoides.htm#topo](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_4ed/doencasnematoides.htm#topo)

RIBEIRO, N.R.; BEZERRA, F.F.; SILVEIRA, T.F.; LIMA, C.P.; SILVA, C.S.; SILVA, A.P.L. **AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MILHO (*Zea mays* L.) AO NEMATÓIDE *Pratylenchus brachyurus***. XXVIII Congresso brasileiro de nematologia, p.309, 2009.

ROESE, A. D. et al. **Levantamentos de doenças na cultura da soja *Glycine max* (L.) Merrill, em Municípios da região Oeste do Paraná**. Acta Scientiarum, Maringá, v. 23, p. 1293-1297, 2001.

SAWAZAKI, E.; LORDELLO, A.I.L, LORDELLO, R.R.A. Herança da resistência de milho a *Pratylenchus spp.* **Bragantia**, Campinas, v.46, n.1, p.27-33, 1987.

SHEWALE, S.D. **Studies in the enzymatic depolymerisation of natural polisaccharides**. 2008. 268f. Thesis (Ph.D. Degree in Chemical Engineering) – University of Mumbai, Mutunga, 2008.

SILVA, J. F. V. **Problemas fitossanitários da soja no Brasil com ênfase em nematoides**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 20., 1998, Maringá. Anais... Maringá: Universidade Estadual de Maringá. p. 20-21, 1998.

SILVA, R.A.; SERRANO, M.A.S.; GOMES, A.C.; BORGES, D.C.; SOUZA, A.A.S.; ASMUS, G.L.; INOMOTO, M.M. **Ocorrência de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne incognita* na cultura do algodoeiro no estado do Mato Grosso**. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v.29, n.3, p. 337, 2003.

STARR, J.L.; BRIDGE, J.; COOK, R. Resistance to plant parasitic nematodes: History, current use and future potential. In: STARR, J.L.; COOK, R.; BRIDGE, J. (Eds.). **Plant resistance to parasitic nematodes**. New York: CABI Publishing. 2002. p.1-22.

TIHOHOD, D. Principais fitonematóides de importância para as culturas econômicas no Brasil. O gênero *Pratylenchus*: nematóide das lesões radiculares. In: **Nematologia Agrícola Aplicada**. 2 ed. Jaboticabal: Fapesp. 2000. p. 388-392.

TRUDGILL, D.L. Resistance to and tolerance of plant parasitic nematodes in plants. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.29, p.167-192, 1991.

VIEIRA, S.N.J. **O biodiesel e o desafio da inclusão social**. Cadernos de altos estudos. 2004, Brasília, 149p.