

OELTON FERREIRA ROSA JUNIOR

EFEITO ISOLADO E COMBINADO DE *Pratylenchus brachyurus* e *Fusarium verticillioides* NO DESENVOLVIMENTO DE DOIS HÍBRIDOS DE MILHO

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
2010

OELTON FERREIRA ROSA JUNIOR

EFEITO ISOLADO E COMBINADO DE *Pratylenchus brachyurus* e *Fusarium verticillioides* NO DESENVOLVIMENTO DE DOIS HÍBRIDOS DE MILHO

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 26 de outubro de 2010.

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

UEMG

Prof. Dr. Césio Humberto de Brito

UFU

Prof. Dr. Ednaldo Carvalho Guimarães

UFU

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

ICIAG-UFU

(orientadora)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

AGRADECIMENTOS

À Deus, que me fez forte na busca do título de mestre, sem deixar os compromissos da Evangelização.

À minha mãe, parceira do dia-a-dia, mulher de todas as horas!

À orientadora Dr^a. Maria Amelia dos Santos, que trocou horas familiares pela correção deste trabalho. Minha sincera gratidão e admiração!

À Divisão Pioneer Sementes, pela confiança, incentivo e patrocínio.

À Elcio Alves, fitopatologista, amigo e tutor nos estudos e pesquisas das doenças de plantas.

SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1. INTRODUÇÃO	01
2. REFERENCIAL TEÓRICO	03
2.1 Interação entre fitopatógenos	04
2.1.1 Efeitos das interações na dinâmica das doenças	05
2.1.2 Efeitos das interações na produção da planta	05
2.2 O gênero <i>Pratylenchus</i>	07
2.3 <i>Pratylenchus brachyurus</i>	09
2.3.1 Biologia e ecologia	10
2.3.2 Patogenicidade	14
2.3.3 Medidas de controle	15
2.4 <i>Fusarium verticillioides</i>	17
2.4.1 Etiologia e taxonomia	18
2.4.2 Sintomatologia	18
2.4.3 Epidemiologia	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 Preparo de inóculo e inoculação de <i>Pratylenchus brachyurus</i>	23
3.2 Preparo de inóculo e inoculação de <i>Fusarium verticillioides</i>	23
3.3 Condução do ensaio	24
3.4 Avaliação do ensaio	26
3.5 Análise estatística	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Altura de planta	28
4.2 Altura de espiga	30
4.3 Diâmetro de colmo	31
4.4 Matéria fresca de colmo	32
4.5 Matéria seca de colmo	32
4.6 Matéria fresca de raiz	33
4.7 Matéria seca de raiz	33
5. CONCLUSÕES	40
6. REFERÊNCIAS	41

RESUMO

ROSA JR, OELTON FERREIRA. **EFEITO ISOLADO E COMBINADO DE *Pratylenchus brachyurus* e *Fusarium verticillioides* NO DESENVOLVIMENTO DE DOIS HÍBRIDOS DE MILHO.** 2010. 112 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de *Pratylenchus brachyurus* e/ou *Fusarium verticillioides* e sua relação no desenvolvimento de dois híbridos de milho (30F80 e 30K73). O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Centro de Pesquisa da Pioneer Sementes de Itumbiara-GO. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com 15 tratamentos/por híbrido (totalizando 30 tratamentos) e 10 repetições. Os tratamentos foram: testemunha (sem inoculações), inoculação de fungo nas sementes e no solo; inoculação de três populações de nematóide na semeadura e 30 dias após a semeadura (50, 100 e 500 nematóides/vaso), com e sem inoculação do fungo no solo; e três níveis populacionais de nematóides inoculados 30 dias após a semeadura, com o fungo inoculado na semente. Após a maturação (estádio R7), foram avaliadas as características: altura de planta e de espiga, diâmetro de colmo, matéria fresca e seca de raiz, matéria fresca e seca de colmo, fator de reprodução do nematóide e severidade de fusariose no colmo do milho. Observou-se que o híbrido de milho 30F80 obteve uma menor altura de planta e de espiga, diâmetro de colmo, matéria fresca de colmo e de raiz, quando as sementes foram inoculadas com a suspensão de conídios de *Fusarium verticillioides* e semeadura realizada no mesmo dia dessa inoculação. Os híbridos de milho 30F80 e 30K73 apresentaram o menor comprimento de raiz, matéria fresca e seca de colmo, e matéria fresca e seca de raiz, principalmente quando o solo foi inoculado com *Fusarium verticillioides*, semeou-se no mesmo dia e a inoculação do nematóide na população de 500 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus* realizada 30 dias após a semeadura. O híbrido de milho 30K73 obteve uma menor altura de planta e de espiga quando as sementes foram inoculadas com a suspensão de conídios de *Fusarium verticillioides* e semeadura realizada no mesmo dia dessa inoculação. Sementes de milho inoculadas com o fungo na semeadura diminuíram a altura de planta e de espiga e peso fresco de raiz e de parte aérea nos dois híbridos de milho. Diâmetro de colmo no híbrido 30F80 e comprimento de raiz no híbrido 30K73 também foram reduzidos. A inoculação do solo com o fungo na semeadura e nematóide inoculado 30 dias após (500) proporcionou menor comprimento de raiz e peso seco e fresco de raiz e colmo nos dois híbridos. Contudo, altura de planta foi reduzida somente no híbrido 30K73. Outros estudos de interações entre microrganismos, em especial de *Pratylenchus brachyurus* e *Fusarium verticillioides*, deverão ser realizados, a fim de melhor entender o efeito desta combinação no prejuízo das plantas.

Palavras-chave: nematóide das lesões radiculares, *Zea mays* L, podridão do colmo do milho, complexo de doenças.

Comitê orientador: Maria Amelia dos Santos – UFU (Orientadora)

ABSTRACT

ROSA JR, OELTON FERREIRA. **EFFECT OF *Pratylenchus brachyurus* AND *Fusarium verticillioides* ALONE AND COMBINED ON TWO MAIZE HYBRIDS**

This study evaluated the effect of *Pratylenchus brachyurus* and *Fusarium verticillioides*, and their relationship, on growth and development of two maize hybrids (30F80 and 30K73). The experiment was conducted in greenhouse conditions at Pioneer Hi-bred Research Center in Itumbiara, GO, Brazil. The experimental design was randomized blocks with 15 treatments and 10 replications. Treatments included a non-inoculated control; inoculation of *Fusarium* in the seed and in the soil; three populations levels of *Pratylenchus* at sowing and at 30 days after planting (50, 100 and 500 nematodes/plot), with and without the inoculation of *Fusarium* in the soil; and three populations levels of *Pratylenchus* inoculated 30 days after sowing with *Fusarium* inoculated in seed at sowing. At plant maturity the following variables were evaluated: plant height and ear length, stalk diameter, root fresh and dry matter, stalk fresh and dry matter, reproduction factor and fusariosis severity on the stalk. *Fusarium* stalk colonization was evaluated in a scale from 1 to 9. The 30F80 hybrid had lower plant height and ear length, stalk diameter, stalk and root fresh matter when the seeds were inoculated with the suspension of *Fusarium* and sowing immediately after inoculation. The maize hybrids 30F80 and 30K73, showed the lowest root length, stalk fresh and dry matter, and root fresh and dry matter mainly when the soil was inoculated with *Fusarium* and sown in the same day, and the inoculation with 500 juveniles and/or adults of *Pratylenchus*, was done 30 days after sowing. The maize hybrid 30K73 obtained lower plant height and ear length when seeds were inoculated with the suspension of *Fusarium* and sown in the same day. Maize seeds inoculated with *Fusarium verticillioides* at planting decreased plant height, ear length, and root and shoot fresh weight on both hybrids. Stalk diameter of 30K73 hybrid and root length of hybrid 30K73 were also reduced. Soil inoculation of *Fusarium verticillioides* at planting and *Pratylenchus brachyurus* inoculated 30 days after planting (500 nematodes/plot) decreased root elongation and stalk, and root dry weights on both hybrids. However, plant height was only reduced on 30K73 hybrid. Future research is needed to better understand the relationship between *Pratylenchus brachyurus* and *Fusarium verticillioides* on maize growth and development.

Keywords: root lesion nematode, *Zea mays* L, corn stalk rot, disease complexes.

Supervisor: Maria Amelia dos Santos – UFU.

1. INTRODUÇÃO

A ocorrência simultânea de dois ou mais patógenos na mesma planta hospedeira é freqüente em muitos sistemas de produção (KRANZ; JÖRG, 1989), particularmente nas regiões tropicais (WALLER; BRIDGE, 1984). Entretanto, pouco se sabe sobre o efeito combinado das doenças em termos de danos à produção, pois somente alguns estudos epidemiológicos têm sido conduzidos com essa finalidade (JESUS JUNIOR et al., 2003).

Os efeitos de interações são dependentes das combinações patógeno-hospedeiro e das condições climáticas (CAMPBELL; MADDEN, 1990), em particular, a temperatura (REYES; CHADHA, 1972). Além disso, a presença ou ausência de interações é dependente do inóculo inicial dos patógenos, das culturas e dos cultivares envolvidos (SIKORA; CARTER, 1987; TU; FORD, 1971; WEISCHER, 1993). Metodologias de experimentação e de quantificação de doenças também podem afetar os resultados de estudos relacionados às interações (HYDE, 1981; SIKORA; CARTER, 1987).

Os nematóides participam de complexos de doenças de diferentes modos: criação de portas de entrada para outros patógenos; modificação da rizosfera, favorecendo o crescimento de outros patógenos; atuação como vetores para vírus, bactérias e fungos; alteração da suscetibilidade do hospedeiro a outros patógenos por meio da indução de alterações fisiológicas no hospedeiro (BERGESON, 1971), causando senescência prematura (NICHOLSON et al., 1985) e indução de respostas sistêmicas nas plantas hospedeiras, conduzindo, muitas vezes ao aumento na suscetibilidade de outros órgãos da planta (FRIEDMAN; ROHDE, 1976; SITARAMAIAH; PATHAK, 1993).

Nas condições edafoclimáticas das regiões de cultivo de milho no Brasil, entre os principais fungos que infestam as cariopses do milho, em condições de campo de produção, está *Fusarium verticillioides* Sheldon, causador da podridão-da-espiga (PINTO, 1998). Vários patógenos podem estar associados a esta doença, sendo que o mais freqüente é o fungo *Fusarium verticillioides* e sua forma perfeita *Gibberella fujikuroi* (Sawada) Ito, Ito e Kimura] Wr. [sin. *Gibberella verticillioides* (Sheld.) Snyder.] (MUNKVOLD; DESJARDINS, 1997).

Dentre os fitonematóides de importância primária para o milho, destaca-se *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, considerado

também como de ocorrência muito significativa no Brasil em várias outras culturas (ASMUS, 2004; GIELFI; SANTOS; ATHAYDE, 2003; SILVA et al., 2004). Conforme Lordello e outros (1983, 1985), isto ocorre principalmente pelas seguintes características desse nematóide: patogenicidade, ampla distribuição geográfica e elevado número de indivíduos presentes nas populações de campo.

Um aspecto relevante para o conhecimento dos efeitos das interações entre as doenças sobre a produção é entender como as doenças atuam nos diferentes estádios de desenvolvimento do hospedeiro e seus reflexos sobre a produção, seja atuando individualmente ou em conjunto. Determinados patógenos podem infectar as plantas em fases iniciais de seu desenvolvimento, enquanto outros ocorrem no final do ciclo da cultura. A ocorrência de uma doença nas fases iniciais da cultura, de certa forma, pode predispor ou inibir o ataque de outros patógenos que venham ocorrer em sucessão.

O trabalho teve por objetivo avaliar o efeito isolado ou combinado de *Pratylenchus brachyurus* com *Fusarium verticillioides* nos híbridos de milho 30F80 e 30K73, na tentativa de identificar as combinações que mais interferem no desenvolvimento das plantas de milho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nos últimos anos, a produção de milho no Brasil vem experimentando aumentos expressivos, decorrentes da evolução do sistema de cultivo, da disponibilidade de genótipos mais produtivos e melhor adaptados às diferentes regiões, da mecanização, do aumento da área de plantio, do cultivo na segunda safra (safrinha) e do avanço da cultura para novas regiões do Centro Oeste e Nordeste. A produção da primeira safra de milho, 2009/10 foi de 34.079,2 milhões de toneladas, 1,25% maior do que foi colhido na safra 2008/09, que foi de 33.654,9 milhões de toneladas. Para a segunda safra, a produção foi de 22.045 milhões de toneladas, com um crescimento de 21,3% em relação a safra anterior, que foi de 17.349 milhões de toneladas. A produção total de milho na safra 2008/09 foi de 51.003,9 milhões de toneladas contra 56.124,2 milhões de toneladas da safra 2009/10, verificando um crescimento de 9,1% (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2010).

Dentre os fatores que, atualmente, contribuem para a baixa produtividade do milho no Brasil, as doenças são consideradas como um dos mais importantes (PEREIRA et al., 2005). Dentre elas, as podridões de colmo destacam-se entre as mais severas, e vem causando grande preocupação devido aos danos causados à cultura (BLUM et al., 2003). As podridões promovem danos diretos pela colonização dos tecidos vasculares do colmo pelos patógenos, reduzindo o enchimento dos grãos e causando a morte prematura das plantas. Podem também promover o tombamento das plantas, dificultando a colheita mecânica e deixando as espigas expostas à ação de roedores e podridões, devido o contato com o solo (CASELA; FERREIRA; PINTO, 2006). Como os patógenos causadores de podridões sobrevivem no solo e em restos culturais, plantios sucessivos, com ampla adoção do sistema plantio direto, sem rotação de culturas, favorecem a ocorrência das doenças pelo rápido acúmulo de inóculo na área de cultivo.

As podridões de colmo têm diferentes agentes etiológicos, como fungos e bactérias. No Brasil, os principais fungos são: *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G.W. Wils., *Stenocarpella maydis* (Berk) Sacc, *Stenocarpella macrospora* Earle, *Fusarium graminearum* Schwabe, *F. verticillioides* e *F. verticillioides* var. *subglutinans* Wr. & Reink (BALMER; PEREIRA, 1987). Apesar de muitos desses patógenos incidirem simultaneamente no milho, cada região pode apresentar um grupo deles associado à podridão do colmo diferente de outras regiões. A dominância de espécies e a sua

diversidade, também, podem ser alteradas tanto dentro das fases de desenvolvimento da cultura, como gradualmente através do tempo pelas mudanças de práticas culturais e introdução de novos híbridos (GATCH; MUNKVOLD, 2002).

2.1 Interação entre fitopatógenos

Interações entre doenças podem ter grandes implicações na quantificação dos danos, no diagnóstico de causa dos danos e na seleção de estratégias apropriadas de manejo, como na implementação de sistemas de previsão, modelagem e simulação de epidemias. Assim, o benefício que se quer obter com o controle de determinada doença, dependerá do nível das outras doenças na mesma cultura (JOHNSON; RADCLIFFE; TENG, 1986), de modo que a ocorrência de múltiplas doenças pode alterar significativamente o critério econômico de decisão em comparação com o de doenças isoladas (PINNSCHMIDT, 1991). A partir do momento em que os efeitos específicos da interação entre os patógenos são compreendidos, a questão que permanece é como manejar o hospedeiro em condições de ocorrência simultânea de várias doenças (JOHNSON, 1990).

Normalmente, as interações entre doenças ocorrem quando os patógenos afetam o mesmo órgão da planta. Entretanto, patógenos da parte aérea e do sistema radicular podem causar doenças simultaneamente na mesma planta. Waller e Bridge (1984) afirmam que, no caso deste tipo de interação, as doenças foliares são, por natureza, mais facilmente diagnosticadas e as perdas são prontamente atribuídas a elas. Entretanto, doenças do sistema radicular podem reduzir, por exemplo, a capacidade compensatória de crescimento das plantas.

As interações entre doenças de plantas podem interferir na própria dinâmica das doenças, e/ou diretamente, sobre a produção da planta. Algumas vezes, entretanto, não ocorre interação entre duas doenças em termos de danos à produção, embora um patógeno possa afetar o desenvolvimento do outro (SIMKIN; WHEELER, 1974). Para uma dada combinação de doença, o tipo de interação pode ser alterado de acordo com as diferentes condições climáticas e/ou nos sucessivos estádios do ciclo de vida dos patógenos envolvidos.

2.1.1 Efeitos das interações na dinâmica das doenças

As interações entre duas ou mais doenças em determinado hospedeiro podem produzir efeitos antagônicos, mutuamente exclusivos, aditivos ou sinérgicos. A interação é antagonística quando um patógeno inibe ou reduz o desenvolvimento do outro (LATCH; POTTER, 1977). A interação mutuamente exclusiva ocorre quando há redução no desenvolvimento dos patógenos envolvidos (JEDLINSKI; BROWN, 1965). A interação é aditiva quando o desenvolvimento de um patógeno não é alterado na presença de outro e vice-versa (GORDON; SCHMITTHENNER, 1969). Quando ocorre um melhor desenvolvimento de um ou mais patógenos, a interação é chamada de sinérgica (BEUTE, 1973).

Embora vários tipos de efeitos diretos de um organismo sobre outro possam ocorrer, efeitos indiretos por meio do hospedeiro parecem explicar a grande maioria dos casos de interação entre doenças (WALLER; BRIDGE, 1984).

2.1.2 Efeitos das interações na produção da planta

As interações entre doenças, em relação aos danos à produção vegetal, podem proporcionar: efeito aditivo (não ocorre interação), efeito maior que aditivo (interação sinérgica) e efeito menor que o aditivo (interação antagonística).

Interações sinérgicas são verificadas quando o dano causado por duas ou mais doenças ocorrendo simultaneamente na mesma planta é maior que a soma dos danos causados por essas doenças isoladamente. Este tipo de interação manifesta-se por meio do efeito na resistência do hospedeiro, que permite mais uma sucessão patológica do que um sinergismo direto entre os patógenos (WALLER; BRIDGE, 1984). Se o dano é menor que a soma dos danos causados pelos patógenos individualmente, a interação é dita antagonística. Estas interações podem resultar da competição entre as populações dos patógenos envolvidos ou do estímulo de mecanismos ativos de defesa do hospedeiro. Na ausência de interação entre os patógenos, diz-se que o efeito na produção da planta é meramente aditivo.

Bookbinder e Bloom (1980) verificaram um efeito sinérgico na combinação da ferrugem *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger e *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood sobre o peso das plantas de feijoeiro. Entretanto, considerando a dinâmica das doenças entre esses dois patógenos, observou-se uma relação

antagonística. Paula Junior (2002) também observou que o efeito da co-inoculação de *Rhizoctonia solani* (Frank) Kuhn e *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magnus) Briosi & Cavara ou *U. appendiculatus* em plantas de feijoeiro sobre a severidade da podridão-radicular e da antracnose ou da ferrugem e sobre a dinâmica populacional dos patógenos, foi diferente e, notadamente, sobre o crescimento vegetal.

Os mecanismos envolvidos nas interações antagonísticas, entre doenças de plantas ou entre fitopatógenos, incluem antibiose, competição, hiperparasitismo, predação e mecanismos de estímulo à defesa no hospedeiro (COOK, 1981). Segundo Harrison (1974) e Johnson, Radcliffe e Teng (1986), a competição, muitas vezes, está relacionada à redução da área foliar ou do vigor da planta. Vários patógenos ou seus metabólitos podem induzir alterações nos mecanismos bioquímicos do hospedeiro, os quais acabam redundando em maiores níveis de resistência contra outros patógenos. McIntyre e Dodds (1979), como também Gessler e Kúc (1982), descreveram exemplos de indução de resistência envolvendo doenças foliares e do sistema radicular, em ocorrência simultânea de seus patógenos.

O esclarecimento dos mecanismos de predisposição envolvendo patógenos atacando a mesma planta é praticamente difícil, considerando que reações de causa-efeito nem sempre são óbvias. Segundo Evans e Haydock (1993) e Powell (1971), incremento na suscetibilidade das plantas e aumento na atividade de patógenos ocorrendo na mesma planta podem ser explicados por vários mecanismos, sendo a transmissão de mensagens via hospedeiro, causando alterações metabólicas, modificações no nível de reguladores de crescimento, exsudatos e outras substâncias; redução do período de incubação do patógeno; alterações nutricionais das plantas e na composição celular da planta hospedeira, alguns deles.

Segundo Waller e Bridge (1984), muitas doenças foliares são mais severas em situações de estresse causadas por doenças radiculares. Entretanto, infecções viróticas foram observadas favorecendo patógenos radiculares, ou pelo menos acelerando o processo de infecção (CHANT; GBAJA, 1986; NITZANY; JOFEE; PALTI, 1973; PIECZARKA; ZITTER, 1981). Similarmente, a presença de fungos na rizosfera pode predispor as plantas à maior multiplicação de vírus na parte aérea (CHANT; GBAJA, 1986; GBAJA; CHANT, 1985).

2.2 O gênero *Pratylenchus*

O gênero *Pratylenchus* Filipjev é o mais conhecido entre os pertencentes à família Pratylenchidae Thorne, por conter diversas espécies, de ampla distribuição geográfica, e que são capazes de causar danos apreciáveis às culturas de importância econômica, tanto em países de clima tropical, como temperado (LUC, 1987). Esses fitonematóides são vulgarmente denominados de nematóides das lesões radiculares ou “root lesion nematodes” (GODFREY, 1929). No Brasil, tem sido considerado como o segundo grupo de fitonematóides mais importante à agricultura, em que a primeira posição é ocupada pelos nematóides de galhas do gênero *Meloidogyne* Goeldi (LORDELLO, 1981).

São parasitos obrigatórios de órgãos vegetais subterrâneos (principalmente de raízes, mas também de tubérculos, túberas, rizomas ou fruto hipógeo), migradores, de corpo fusiforme e tamanho microscópico, raramente, excedendo a 0,9 mm de comprimento. Isoladamente ou em interações com fungos ou bactérias, podem causar redução no volume do sistema radicular, levando a planta parasitada à manifestação de sintomas reflexos na parte aérea, que no geral são evidentes, mas inespecíficos.

No final da década de 1920, quando *Pratylenchus* não havia ainda sido formalmente estabelecido, foram publicadas, ao que tudo indica, as primeiras referências sobre ocorrência de espécies desse gênero no Brasil, no artigo pioneiro intitulado “Nematóides parasitas e semi-parasitas de diversas plantas culturais do Brasil” (RAHM, 1928, 1929). O trabalho incluiu menções a *Tylenchus coffeae*, *T. coffeae* var. *brevicauda* e *T. musicola* (= *P. coffeae*) e *T. penetrans* (= *P. penetrans*), encontradas associadas a raízes de cafeeiros, bananeiras ou laranjeiras cultivados no estado de São Paulo. Em todos os casos, o autor acentuou o caráter reservado que tais identificações deveriam merecer, devido ao fato de que os números de exemplares disponíveis para estudo foram sempre muito reduzidos (no geral de um a três) e porque praticamente não ocorreram espécimes machos nas amostras. Na verdade, esses e outros aspectos não autorizam a aceitação das identificações como seguras e válidas, conferindo ao trabalho um valor tão somente pelo lado histórico (CAFÉ FILHO; HUANG, 1988; LOOF, 1960).

Apenas cerca de 25 anos depois, com o gênero já proposto e consolidado, surgiram novos relatos de ocorrência. Lordello (1953), em um estudo de levantamento de nematóides de solo em várias regiões do estado de São Paulo, observou a presença

de *Pratylenchus* em áreas produtoras de arroz, soja, abacaxi e batata, localizadas em diferentes municípios do interior paulista, e também ocorreu, em amostra procedente de Santa Cruz do Sul (RS), de cultivo de algodão. Uma nova espécie, *P. steineri* parasita de batata, foi descrita subsequentemente (LORDELLO; ZAMITH; BOOCK, 1954), sendo hoje considerada sinonímia de *P. brachyurus*. A partir daí, intensificaram-se os registros de *P. brachyurus* e de outras espécies em diferentes partes do Brasil, associadas à plantas cultivadas e infestantes.

A importância das pratilencoses passou a ser destacada com mais frequência e entre os primeiros relatos de sintomas primários e reflexos causados por *Pratylenchus* às plantas, bem como das perdas decorrentes do parasitismo, figuram os relativos à cebola (LORDELLO, 1956) e ao milho (MONTEIRO, 1963).

Na área taxonômica, além de ocasionais descrições de novas espécies ou subespécies, as contribuições foram poucas, resumindo-se, no geral, a dados morfométricos isolados, obtidos a partir de exemplares coletados durante levantamentos nematológicos como foi feito por Rashid, Geraert e Sharma (1987) ou nos registros de situações de pratilencose inéditas para o Brasil (MOURA; MOURA, 1989). Vale destacar, todavia, a existência de relatos que possibilitaram conhecimento mais detalhado das variações morfológicas e morfométricas ocorrentes entre populações de diversas espécies oriundas de diferentes regiões brasileiras (CAFÉ FILHO; HUANG, 1988; 1989) ou da identificação de espécies como *P. brachyurus*, *P. penetrans* (Cobb) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, e *P. zae* (Graham) por meio de técnicas avançadas, como análises eletroforéticas de proteínas ou de DNA (GOUVÊA; LIMA; OLIVEIRA, 1997).

Quanto à distribuição geográfica das espécies de *Pratylenchus* no Brasil, *P. brachyurus*, *P. coffeae* (Zimmermann) Filipjev & Schuurmans Stekhoven e *P. zae* são as formas mais amplamente disseminadas, predominando nas regiões quentes, ao passo que *P. pseudopratensis* Seinhorst, *P. jordanensis* Hashim, Zeid e *P. pseudofallax* Café Filho e Huang ocorrem de modo mais restrito, mostrando-se melhor adaptadas às temperaturas mais amenas da região Sul (CAFÉ FILHO; HUANG, 1988). Outras espécies têm mostrado distribuição mais limitada, como *P. neglectus* (Rensch) Filipjev & S. Stekhoven, no estado do Rio Grande do Sul (LUZ, 1982), *P. vulnus* Allen & Jensen, nos estados de São Paulo e Minas Gerais (MONTEIRO; LORDELLO, 1976; ROSSI; CALDARI JUNIOR; MONTEIRO, 1997) e *P. penetrans*, nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul (CHARCHAR et al., 1980; FERRAZ;

MONTEIRO, 1983; MONTEIRO, 1980; MONTEIRO; COVOLO, 1985; SILVEIRA; CURI; TOLEDO, 1988).

Em relação aos aspectos bioecológicos, os estudos referem-se principalmente aos círculos de hospedeiros (CAFÉ FILHO; HUANG, 1988; CHARCHAR; HUANG, 1980; 1981 a, b), flutuação populacional (HUANG; TENENTE; REIS, 1978; STRADIOTO; FERRAZ; PITELLI, 1983) e sobrevivência no solo (CHARCHAR; HUANG, 1991) das principais espécies, com destaque para *P. brachyurus*. Métodos para axenização e multiplicação *in vitro* de espécies como *P. brachyurus* e *P. zae* também foram desenvolvidos e avaliados (CASTRO; FERRAZ, 1989 a, b; GOUVÊA; LIMA; OLIVEIRA, 1997).

Estudos de patogenicidade, em casa de vegetação ou em áreas de produção infestadas, tornaram-se mais freqüentes, dispondo-se de informações para a cana-de-açúcar (DINARDO-MIRANDA; FERRAZ, 1991; DINARDO-MIRANDA et al., 1996; NOVARETTI et al., 1988) e ao cafeeiro (INOMOTO et al., 1998), entre outras culturas.

Quanto ao controle de *Pratylenchus* spp., em especial de *P. brachyurus* e/ou *P. zae* nas culturas da cana-de-açúcar, do café e do milho, são encontrados trabalhos desenvolvidos no País, embora muitos tenham sido divulgados na forma de resumos ou em publicações de difícil acesso. Outro problema é que muitas vezes as estratégias avaliadas visavam não apenas o controle de espécies de *Pratylenchus*, mas também, primordialmente, de espécies de nematóides de galhas (*Meloidogyne* spp.). As técnicas mais estudadas têm sido a rotação de culturas, utilizando-se plantas antagonistas, como as crotalárias (SILVA; FERRAZ; SANTOS, 1989), ou cultivares resistentes ou tolerantes (DINARDO-MIRANDA; SPIRONELLO; MARTINS, 1996; LORDELLO et al., 1985) e a aplicação de produtos nematicidas, isoladamente ou associada ao emprego de matéria orgânica (LORDELLO et al., 1983; NOVARETTI, 1997; ORSI et al., 1998).

2.3 *Pratylenchus brachyurus*

Pratylenchus brachyurus possui a seguinte classificação: Domínio Eukaryota, Reino Metazoa, Filo Nematoda, Família Pratylenchidae. *Pratylenchus brachyurus* foi descrito pela primeira vez em 1929, a partir de amostras coletadas de raízes de abacaxi, em Kipapa, Havaí, E.U.A. (GODFREY, 1929) e foi colocado num grande gênero chamado *Tylenchus* e designado como *Tylenchus brachyurus*. Quando o gênero *Pratylenchus* foi instituído por Filipjev, em 1936, como espécie *P. pratensis*, os

nematóides que haviam sido colocados nos gêneros *Anguillulina* e *Tylenchus* foram nomeados incluindo as três primeiras letras da espécie *P. pratensis*, isto é: Pra + Tylenchus = *Pratylenchus*. Assim, *Tylenchus brachyurus* foi renomeado para *Pratylenchus brachyurus*. Desde então, a morfologia de *P. brachyurus* foi estudada por Sher e Allen (1953); Loof (1960, 1978); Brooks e Perry (1967); Roman e Hirschmann (1969); Corbett (1976) e também Tarjan e Frederick (1978).

A ocorrência crescente de *P. brachyurus* causando danos às culturas de soja e milho se dá pela ampla disseminação e alta incidência do patógeno em áreas produtoras do Estado de Mato Grosso que se destaca na produção dessas duas culturas. Conforme trabalho realizado por Silva e colaboradores (2004), *P. brachyurus* é o nematóide mais frequente nas áreas algodoceiras do estado do Mato Grosso, ocorrendo em 94% das 623 amostras coletadas em 18 municípios, representando 21.793 ha. Em Mato Grosso do Sul, levantamento feito por Asmus (2004), também constatou expressiva presença de *P. brachyurus* com 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 encontrando *P. brachyurus* em todos os municípios e em 79% das amostras (GIELFI; SANTOS; ATHAYDE, 2003).

Endo (1959) relatou que o milho é um bom hospedeiro de *P. brachyurus*. Olowe e Corbett (1976) demonstraram a sua patogenicidade em cultura monoxênica. Foi constatada a infecção de *P. brachyurus* em arroz de terras altas, mas a extensão do dano não foi conhecida (ICHINOHE, 1972). Quinze espécies de gramíneas foram, também, relatadas como hospedeiras de *P. brachyurus*, como: aveia, trigo, cevada, sorgo, arroz, centeio, capim napier (*Pennisetum purpureum* Schumach.), milho, capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk) e capim pangola (*Digitaria* sp.) (CHARCHAR; HUANG, 1980), capim Sudão (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf) (BRODIE; GOOD; JAWORSKI, 1970), capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.) (JENKINS, 1969), capim gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.) e capim Jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf) (LORDELLO; MELLO FILHO, 1969).

2.3.1 Biologia e ecologia

Uma fêmea de *P. brachyurus* pode depositar os seus ovos tanto no interior das raízes de uma planta atacada, como no solo. Assim que os juvenis eclodem, iniciam imediatamente o parasitismo (FERRAZ, 2006). Juvenis e adultos podem ser infectantes

em todo o período de cultivo da cultura. São facilmente reconhecíveis pela sua região labial esclerotizada, pela sobreposição das glândulas esofagianas e, geralmente, pelo conteúdo intestinal escuro. Os machos em *Pratylenchus brachyurus* são extremamente raros, visto que as fêmeas reproduzem-se por partenogênese. A duração do ciclo de vida varia em função de fatores do ambiente (temperatura, umidade), sendo de 3 a 6 semanas o período de ovo a ovo (FERRAZ, 2006).

A longevidade de *Pratylenchus brachyurus*, em solos de pousio, foi observada em regiões tropicais. A anidrobiose assume grande importância e deve ser considerada para o estabelecimento de estratégias de manejo (CASTILLO; VOVLAS, 2007). Em condições de casa de vegetação, *P. brachyurus* sobreviveu 21 meses em solo sem qualquer planta hospedeira e sem irrigação (FELDMESSER et al., 1960 citado por CASTILLO; VOVLAS, 2007). Níveis populacionais de *Pratylenchus brachyurus*, normalmente, diminuem em épocas secas e aumentam quando a umidade do solo torna-se mais alta (OLTHOF, 1971; TOWNSHEND, 1987). Na América do Sul, *Pratylenchus* spp. são comumente encontradas em raízes de gramíneas, onde sua reprodução ocorre enquanto outros hospedeiros não estão disponíveis (TIHOHOD, 2000). Os danos causados por *Pratylenchus brachyurus* às raízes das plantas hospedeiras são devidos à associação de três tipos de ação: mecânica – decorrente da migração típica realizada pelo nematóide no interior do córtex radicular; tóxica – resultante da injeção de secreções esofagianas no citoplasma das células selecionadas para o parasitismo; e espoliativa - representada pela remoção do conteúdo citoplasmático modificado das células atacadas pelo nematóide (FERRAZ, 2006).

P. brachyurus é um endoparasita migrador. Todos os juvenis e adultos podem invadir a raiz e podem migrar constantemente para dentro e para fora do tecido radicular. No entanto, os adultos parecem ser mais eficazes do que os juvenis no estabelecimento de infecções (SOUTHARDS, 1968). Embora *P. brachyurus* se alimenta da raiz do parasita, também pode se alimentar de outras partes subterrâneas do hospedeiro, como a casca do fruto de amendoim e tubérculos de batata. *P. brachyurus* penetra nos tecidos da planta através da epiderme e se move de uma célula para outra através do córtex ou do tecido subepidérmico parenquimático, penetrando nas paredes celulares. Também, invade os tecidos corticais de raízes, produzindo cavidades ou túneis, resultando em lesões (LINDSEY; CAIRNS, 1971).

Os sintomas causados pelos nematóides do gênero *Pratylenchus* freqüentemente estão associados a podridões e necroses do sistema radicular das plantas hospedeiras,

resultando em redução das radículas, e em muitos casos, perda da raiz pivotante. A parte aérea de plantas afetadas pode apresentar clorose ou murchamento durante a estação seca, refletindo em perda da produção. A desfolha total pode ocorrer quando o ataque é severo. Apesar da importância dos nematóides como um dos patógenos mais antigos causadores de doenças em culturas de exploração econômica, muitos deles, altamente patogênicos, ainda permanecem desconhecidos por muitos agricultores devido à dificuldade de diagnóstico dos danos por eles causados (CAMPOS, 1999).

Ensaio realizado por Inomoto e outros (2001) utilizando diferentes populações de *P. brachyurus* em duas cultivares de algodoeiro (IAC 20 e IAC 22) demonstraram que a altura final das plantas não foi dependente da densidade populacional do inóculo inicial do nematóide, e densidades populacionais mais altas, acima de 9.000 nematóides/planta, afetaram ligeiramente a massa fresca das raízes e a massa seca da parte aérea.

O ponto de penetração da raiz, muitas vezes, ocorre atrás da zona de alongamento (GODFREY, 1929). No amendoim, *P. brachyurus* penetra em qualquer lugar ao longo da raiz, caules ou vagens. No fumo, a penetração ocorreu dentro de 3-6 h após a inoculação com *P. brachyurus* (INAGAKI; POWELL, 1969).

P. brachyurus é monosssexual, com número de cromossomos somáticos de cerca de 30-32 e se reproduz por partenogênese mitótica (ROMAN; TRIANTAPHYLLOU, 1969). A reprodução foi mais rápida em temperaturas mais altas (26,7-32,2°C) (GRAHAM, 1965). Boswell (1968) relatou que 26°C seria a temperatura ideal para a reprodução desse fitonematóide.

A temperatura ótima para produção de ovos é de 35°C. Os ovos são colocados isoladamente nos tecidos de raízes e no solo e os juvenis sofrem quatro ecdises. A primeira ecdise ocorre no interior do ovo (ROMAN; HIRSCHMANN, 1969). O tempo para completar uma geração varia de acordo com o hospedeiro. Segundo Olowe e Corbett (1976), o tempo de geração no milho foi de 14 semanas a 15°C e 4 semanas a 30°C. A temperatura de 20°C é necessária para o bom desenvolvimento da raiz na cultura do milho e também para a penetração e desenvolvimento de *P. brachyurus*. A temperatura ótima para o desenvolvimento em citros é de 25°C (RADEWALD; O'BANNON; TOMERLIN, 1971) e na soja é de 30°C (ACOSTA; MALEK, 1981).

De acordo com Minton, Cairns e Smith (1960), as chuvas não teriam qualquer efeito sobre as populações de *P. brachyurus*. No entanto, Egunjobi (1974) observou o aumento do número de nematóides durante a estação chuvosa, e os danos ao milho com

o aumento da umidade do solo, também, foram significativos. Precipitação pluviométrica também teve uma influência positiva sobre a população desse nematóide em campos de abacaxi (DINARDO-MIRANDA; SPIRONELLO; MARTINS, 1997).

P. brachyurus foi predominante em solos pesados, em Maryland, E.U.A. (JENKINS et al., 1957). Na Carolina do Norte, essa espécie de nematóide multiplicou e locomoveu mais rapidamente em solo franco arenoso do que em franco ou franco-argiloso. Essa última situação também foi observada por Endo (1959) e Basu (1968). Kinkaid (1946) relacionou a maior movimentação no solo franco-arenoso com a presença de grandes poros formando mais canais em que os nematóides podem penetrar. A aeração também é maior na presença de areia com partículas mais grossas.

Densidades de população foram máximas de *P. brachyurus* em profundidades de 15-30 cm, em campos de soja na Flórida, E.U.A. (McSORLEY; DICKSON, 1990). Na Geórgia, E.U.A., Brodie (1976) encontrou as maiores densidades populacionais em profundidade de 45 a 47 cm e em solo composto por 78-79% de areia, 6% de silte e 15-16% de argila.

De acordo com Koen (1967), o pH não teve nenhum efeito sobre o desenvolvimento de *P. brachyurus*. No entanto, Sarah; Osséni e Hugon (1991) relataram que o pH baixo foi benéfico para o desenvolvimento desse nematóide em abacaxi. Resultados semelhantes foram relatados por Silva e outros (1997) que observaram menores níveis populacionais com o aumento do pH, sendo que a menor população foi observada em pH 6.

P. brachyurus pode sobreviver por vários meses sem uma planta hospedeira. Ele pode sobreviver por longos períodos no solo seco, bem como a exposição à temperaturas extremas (McGOWAN, 1978). Na Costa do Marfim, as populações de *P. brachyurus* em abacaxi foram capazes de sobreviver por 20-22 meses no solo em pousio com a presença de fragmentos de raízes remanescentes. Na ausência dessas raízes, sobreviveram por 7 meses. Ele, também, pode sobreviver em casca de frutos de amendoim armazenados a 24 °C por até 28 meses (GOOD; BOYLE; HAMMONS, 1958).

Em raízes de abacaxi armazenadas no laboratório, *P. brachyurus* sobreviveu por até 6 meses. Em casa de vegetação, *P. brachyurus* sobreviveu por 35 dias em solo muito seco e a temperaturas superiores a 43°C; e aqueles em pedaços de raízes sobreviveram por mais tempo (FELDMESSER; REBOIS, 1965).

2.3.2 Patogenicidade

Todas as espécies de *Pratylenchus* são endoparasitas migradoras (LOOF, 1990), embora ectoparasitismo já tenha sido relatado, eventualmente, em algumas espécies. Historicamente, a primeira evidência experimental de patogenicidade foi feita por Zimmermann (1898), que comprovou a redução no desenvolvimento de cafeeiros inoculados com *Pratylenchus coffeae*.

P. brachyurus em milho pode parasitar tanto o córtex radicular como o cilindro vascular, provocando intensa destruição e depósito de substâncias que acarretam o bloqueio dos vasos com parcial ou total supressão do transporte de líquidos (CORBETT, 1974; OLOWE; CORBETT, 1976).

Além das lesões causadas diretamente nos órgãos parasitados, cujas dimensões podem variar bastante, as plantas severamente infectadas exibem sistemas radiculares pouco desenvolvidos e mais superficiais, podendo isso ser verificado tanto no campo, como nos viveiros de mudas. Há de se destacar que, em relação à *Pratylenchus*, nem sempre altas populações implicam em evidência de necrose e danos severos às plantas parasitadas, ou baixas populações significam ausência de sintomas marcantes. Para cada associação planta hospedeira/espécie de *Pratylenchus*, existem diversos eventos peculiares a reger tanto a intensidade da ação patogênica do nematóide, como a natureza da reação da planta. Assim, ao proceder-se à avaliação dos danos causados em diferentes culturas, deve-se levar em consideração não apenas o desenvolvimento e o vigor das plantas, mas também o número de exemplares do parasito presentes nas raízes.

A patogenicidade de *Pratylenchus* spp. pode ser influenciada pela interação com outros patógenos, principalmente fungos habitantes de solo. As interações mais freqüentemente relatadas são com fungos causadores de murchas, dos gêneros *Fusarium* Link ex Fr. e *Verticillium*. Essas interações entre o nematóide e o fungo são consideradas sinérgicas, ou seja, a associação entre os dois patógenos resulta em danos maiores do que a soma dos danos de cada patógeno isolado (BACK; HAYDOCK; JENKINSON, 2002; CASTILLO; VOVLAS, 2007).

Vários estudos têm relatado que fungos micorrízicos arbusculares do gênero *Glomus* podem aumentar a tolerância da planta hospedeira a espécies de *Pratylenchus*. Em algodoeiro, o fungo micorrízico *Gigaspora margarita* Becker e Hall aumentou a tolerância a *P. brachyurus*. O nematóide não influenciou a reprodução e esporulação do

fungo e a reprodução do nematóide foi similar em plantas micorrizadas ou não-micorrizadas (HUSSEY; RONCADORI, 1978).

A patogenicidade de *Pratylenchus* é influenciada pela nutrição da planta hospedeira e por fatores edáficos e, nesse sentido, alguns aspectos podem ser ressaltados, como: números de exemplares de *Pratylenchus* nas raízes que normalmente são mais baixos em condições de deficiência nutricional da planta hospedeira; melhor nutrição da planta geralmente aumenta a tolerância ao ataque de *Pratylenchus*; o parasitismo por *Pratylenchus* reduz a absorção de água e nutrientes pelas raízes (MELAKEBERHAN; BIRD; GORE, 1997).

2.3.3 Medidas de controle

A primeira medida importante para o controle de *Pratylenchus brachyurus* é evitar a contaminação de áreas de cultivo, não utilizando-se de máquinas e implementos sem antes realizar a sua lavagem para retirada de torrões que podem conter o nematóide (TIHOHOD, 2000).

Métodos culturais como rotação de culturas e emprego de plantas antagônicas têm tido destaque dentre as novas alternativas recomendadas para o controle de fitonematóides. O efeito de plantas antagonistas é exercido pelos seus exsudatos radiculares tóxicos e/ou por mecanismos de resistência, que impedem o desenvolvimento e reprodução do nematóide no sistema radicular (PEACOCK, 1959).

Além disso, a decomposição da matéria orgânica incorporada favorece a proliferação de inimigos naturais, além de liberar substâncias, com efeito nematicida (BADRA; SALEH; OTEIFA, 1979). Algumas plantas contêm, na parte aérea, compostos nematicidas pré-formados, que podem contribuir para o controle de nematóides após a incorporação ao solo, além de atuarem contra patógenos de solo (RODRÍGUEZ-KÁBANA et al., 1994). As atividades de seus metabólitos têm papel ecológico freqüentemente associado com a sobrevivência e competição com outros organismos (HARBOURNE, 1988). Algumas dessas substâncias têm sido purificadas e identificadas, como ácido asparagúsico, 2,5-(diidroximetil)-3,4-diidroxipirrolidina, bursaermina, alfa-tertienil e da L-dopa, que foram isoladas de extratos das plantas de *Asparagus officinalis* L., *Lonchocarpus costaricensis* Pittier, *Bupleurum salicifolium* R. Brown, *Tagetes* spp. L. e *Mucuna aterrima* Merr., respectivamente (BARCELOS et al., 1997; GONZÁLEZ et al., 1994).

Mello, Machado e Inomoto (2007), estudaram o potencial de controle da erva-de-Santa-Maria sobre *Pratylenchus brachyurus*. Observaram que essa planta é mais útil no controle desse nematóide quando incorporada ao solo do que quando utilizada em rotação de culturas.

A utilização de culturas que não sejam hospedeiras de nematóides ou más hospedeiras, em rotação de culturas, é prática de manejo na redução dos danos causados por nematóides (SANTOS; RUANO, 1987). A utilização de *Crotalaria spectabilis* como adubo verde também tem-se mostrado eficiente no controle de *Pratylenchus brachyurus*, e muitas vezes, podendo ser considerada antagônica ao fitonematóide das lesões (ALCÂNTARA et al., 2000).

O pousio também se constitui em uma opção de manejo para o controle de *Pratylenchus brachyurus*, porém essa é uma prática de difícil aplicabilidade em razão do uso constante da mesma área e também pela necessidade de manter controle rigoroso de plantas infestantes. O pousio pode acarretar problemas de erosão e diminuição da fertilidade do solo pelo decréscimo de matéria orgânica, nutrientes e microrganismos benéficos. Contudo, o pousio, por um período de 6 a 12 meses, contribui para a redução das populações de nematóides no solo, porém a erradicação não é total.

A utilização de plantas resistentes seria a medida mais eficiente e econômica de controle, porém *Pratylenchus brachyurus* é capaz de se reproduzir em diversos híbridos comerciais de milho disponíveis no mercado.

O manejo de fitonematóides com produtos químicos denominados nematicidas é possível, mas sua eficiência tem se mostrado muito variável (INOMOTO et al., 2007) e não substitui outras estratégias de manejo (TIHOHOD, 2000). Para a cultura do milho, os nematicidas registrados para *Pratylenchus brachyurus* são: Avicta 500 FS (abamectina) para o tratamento de sementes na dose de 70 mL de p.c. para 60.000 sementes e Diafuran 50 (carbofurano) na dose de 60 kg de p.c. ha⁻¹ (AGROFIT, 2010).

Adubação verde com *Crotalaria paulina*, seguida de rotação de culturas com *Tagetes patula* e da aplicação de carbofurano, foi eficaz no controle de *P. brachyurus* em feijão e milho, nas condições de Cerrado. Os adubos verdes como *Indigofera hirsuta* L. e *Tagetes erecta* L. resultaram em menor população de *P. brachyurus* nas culturas subseqüentes (REDDI, 1983).

Plantas que tem exsudatos tóxicos, como é o caso de *Tagetes* para *Meloidogyne* e *Pratylenchus*, produzem o composto tertenil que é nematicida, ou atuam, atraindo juvenis e atrofiando seu sítio de alimentação, impedindo que se desenvolvam em

adultos, como é o caso da mucuna-preta e crotalária para *Meloidogyne* (TIHOHOD, 1991). Esse mesmo autor observou, em campo, que a mucuna-preta em rotação com outras culturas, causou o decréscimo nas populações de *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira e *Helicotylenchus dihystera* (Cobb,) Sher, mas provocou aumento populacional em *Pratylenchus brachyurus*.

A forma mais eficaz e econômica de controle das doenças em plantas é por meio de resistência genética do hospedeiro (TIHOHOD, 2000; YORINORI; VALE; ZAMBOLIM, 1997). Uma planta é resistente ao nematóide quando uma série de atributos que ela possui atua em detrimento do parasito, inviabilizando, por exemplo, sua penetração e/ou seu desenvolvimento no interior dos tecidos ou mesmo impedindo que ele se reproduza. Tolerância é a capacidade da planta desenvolver satisfatoriamente, apesar da infestação do nematóide ocorrer normalmente. 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, Dias e Garcia (2000), afirma que deve-se buscar fontes de resistência genética inicialmente em cultivares adaptados, para depois buscá-la no germoplasma selvagem e/ou por introduções de plantas. Em algumas situações, é possível recorrer a outras espécies vegetais do mesmo gênero.

2.4 *Fusarium verticillioides*

A ocorrência de *Fusarium verticillioides* em milho está associada a fatores diversos. Djakamihardia, Scott e Futrel (1970) citam que, nos EUA, este é o fungo que mais ocorre em áreas úmidas. Da mesma forma, Salama e Mishricky (1973), trabalhando com diferentes cultivares de milho no Egito, afirmaram que *Fusarium verticillioides* foi o fungo predominante em todos os materiais, embora houvesse variação de ocorrência entre os mesmos. *Fusarium verticillioides* tem uma ampla gama de hospedeiros. A resposta do milho à infecção de *F. verticillioides* depende do isolado fúngico (BACON; NELSON, 1994).

Este fungo é considerado um dos principais responsáveis pelas podridões de sementes e morte de plântulas, principalmente quando a semeadura é realizada em condições de estresse, como alta umidade e baixas temperaturas, comuns na região Sul do Brasil, nos primeiros cultivos de agosto e setembro (CASA et al., 1995; LUCCA FILHO, 1987; PEREIRA, 1997; PINTO, 1996). Nestas condições sub-ótimas, as

sementes germinam mais lentamente e ficam predispostas à infecção pelo fungo por mais tempo, resultando em baixas populações de plantas (REIS et al., 1995; TANAKA, 1976; TANAKA; BALMER, 1980). Uma vez que a população de plantas na cultura do milho está diretamente relacionada com o rendimento (REIS et al., 1995), a presença deste patógeno em associação com as sementes é considerada potencialmente prejudicial.

A produção de várias substâncias pelo gênero *Fusarium*, como ácido fusárico, fusarinas, giberelinas, moniliforminas e fumonisinas, aumenta sua importância como patógeno de milho (MUNKAVOLD; DESJARDINS, 1997; PEREIRA, 1997). Essas toxinas, além de prejudiciais à planta, podem causar doenças no homem e animais que consumirem o milho contaminado.

2.4.1 Etiologia e taxonomia

Os agentes causais desta podridão são *Fusarium verticillioides* e *Fusarium verticillioides* var. *subglutinans*. A fase perfeita corresponde a *Giberella verticillioides* (sin. *Giberella fujikuroi*). Os peritécios, raramente encontrados na natureza, produzem ascas com dimensões de 75-100 x 10-16 µm, que contém oito ascósporos retos, a maioria com um septo, medindo 4,5-7,0 x 12-17 µm. Os macroconídios de *F. verticillioides* são curvos com 3 a 7 septos, medindo de 2,4-4,9 x 15-60 µm. Os microconídios são abundantes, medindo de 2-3 x 5-12 µm, e produzidos em cadeia ou em falsas cabeças no micélio. Os macroconídios de *F. verticillioides* var. *subglutinans* são menos curvos do que os de *F. verticillioides* e, geralmente, possuem três septos. Os microconídios são produzidos em falsas cabeças, mas nunca em cadeia. No Brasil, *F. verticillioides* predomina em plantas de milho parasitadas ou sobrevivendo sobre resíduos culturais (TARR, 1962).

2.4.2 Sintomatologia

A doença ocorre, principalmente, após a polinização, quando esta fase é antecedida por período seco seguido por período chuvoso. Sua incidência aumentou muito de maneira generalizada no país. Plantios com estandes adensados requerem híbridos resistentes, pois este tipo de estresse é fator predisponente ao ataque e torna-se mais severo à medida que a planta atinge a maturação.

Os sintomas da podridão de *Fusarium* iniciam-se com a alteração da coloração externa da base do colmo, sendo que as plantas infectadas apresentam a medula de cor branco-rosada a rosa-salmão. Quando a infecção for severa, pode ocorrer a esporulação do patógeno, na parte externa do tecido afetado, na forma de uma massa de esporos de cor rosa-salmão. O apodrecimento afeta as raízes, base da planta e os entrenós inferiores, podendo levar a quebra do colmo e a maturação prematura. A podridão desse fungo pode ser diagnosticada pela ausência de peritécios sobre a superfície do tecido afetado, o que não ocorre com a podridão de giberela.

Em estádios mais avançados da doença, ocorre a formação de cavidades no interior da medula, podendo ocorrer a quebra do colmo, o que proporciona perdas diretas na produção. Tanto a coloração esbranquiçada, como a formação de cavidade são sintomas que distinguem a podridão de *Fusarium* da antracnose de colmo. O patógeno também pode atingir os internódios superiores e causar podridão da espiga. Neste caso, afeta o enchimento de grãos, com reflexo negativo no peso específico.

2.4.3 Epidemiologia

Esse patógeno é um fungo de solo capaz de sobreviver nos restos de cultura na forma de micélio e apresenta várias espécies vegetais como hospedeiras, o que torna a medida de rotação de culturas, pouco eficiente. Frequentemente, pode ser encontrado associado às sementes. A disseminação dos conídios se dá através do vento ou da chuva.

O fungo sobrevive, saprofiticamente, em restos culturais (COTTEN; MUNKVOLD, 1998). Sob condições favoráveis, podem infectar as raízes ou colmos diretamente ou através de ferimentos causados por insetos ou granizo.

Este é o patógeno de milho mais comumente encontrado associado às sementes, porém, a literatura cita que não deve ser a fonte de inóculo tão importante ao desenvolvimento da doença, como é o inóculo presente no solo. Os propágulos de *F. verticillioides*, depositados sobre as folhas pelo vento e chuva, são levados pela chuva, para dentro das bainhas onde infectam os nós.

Como *F. verticillioides* não produz clamidósporos, isto explica a sua baixa densidade de inóculo no solo. No entanto, tem sido demonstrado que este patógeno sobrevive saprofiticamente em fragmentos de tecidos do hospedeiro no solo.

A presença de clamidósporos é de fundamental importância não só no ciclo de vida do fungo, mas também para a identificação das espécies de *Fusarium*. Algumas não formam clamidósporos, enquanto que outras, raramente os formam em meio de cultura, mas geralmente induzem a sua formação quando em contato com extrato de solo (MEYERS; COOK, 1972), ou em meio pobre em nutriente como o SA (soil agar) (BURGESS et al., 1994). Os clamidósporos também são induzidos à formação quando o fungo cresce em meio líquido com pH baixo e quando incubam-se os macroconídios em água, ou quando as culturas do fungo são lavadas.

Algumas espécies de *Fusarium* podem formar a fase teleomórfica e produzem grande quantidade de peritécios em meios especiais de cultura, enquanto que outras espécies heterotáticas necessitam de pareamento. Um grande número de espécies não produzem peritécios em meio de cultura. Substratos naturais geralmente estimulam a formação de peritécios, destacando-se os pedaços de folha de cravo, trigo e meio V8-ágar (BURGESS et al., 1994). Alguns pesquisadores têm usado, em seus estudos de compatibilidade sexual e indução de peritécios, o meio de Cenoura-Ágar (CA) constituído de 5% (v/v) de suco de cenouras frescas e 2,3% de ágar (NIRENBERG; O'DONNELL, 1998).

A melhor forma de controle da doença é o uso de cultivares resistentes. No melhoramento genético, sabe-se que a resistência de um híbrido à podridão do colmo é proporcional ao número de linhagens resistentes que entram em sua síntese. É de grande importância que as técnicas usadas para a avaliação e seleção de linhagens estejam bem definidas, sendo capazes de detectar fontes de resistência (DJORDJEVIC; IVANOVIC, 1996; KAPPELMAN; THOMPSON, 1966).

Com relação aos mecanismos de resistência, verifica-se que tecidos do colmo com células em intenso metabolismo inibem a colonização por *F. verticillioides*. Isto está relacionado, entre outros fatores, com os teores de açúcares, sólidos solúveis, nitrogênio e substâncias fungistáticas (BEMILLER; PAPPELIS, 1964), teores estes que decrescem à medida que aumenta a senescência das plantas, aumentando, como consequência, a suscetibilidade ao fungo *F. verticillioides* (PINTO et al., 1997). Uma maior predisposição da planta às infecções no colmo ocorre quando ela se encontra sob condições de estresse, como deficiência hídrica, excesso de nitrogênio em relação ao potássio (FOLEY; WERNHAM, 1957) e alta incidência de manchas foliares.

Contribuem para o manejo dessas doenças: evitar altas densidades de semeadura; realizar adubações de acordo com as recomendações técnicas para evitar

desequilíbrios nutricionais nas plantas de milho. Cultivos de hospedeiros como arroz, cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), milho e sorgo não são recomendados quando da apresentação de histórico de *F. verticilliodis* na área (BOOTH, 1971).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o período de 09 de janeiro a 19 de maio de 2010, no Centro de Pesquisa da Divisão Pioneer Sementes de Itumbiara-GO, Du Pont do Brasil S.A., sob condições de casa de vegetação provida de cobertura sombrite (50%) sobreposta à camada de plástico transparente. Durante o período experimental, a temperatura variou de 23°C a 32°C.

Com base em estudos anteriores da Empresa Pioneer Sementes, foram selecionados dois híbridos com fatores de reprodução (FR) contrastantes para *Pratylenchus brachyurus* e com interesse comercial. Os híbridos de milho escolhidos foram 30F80 (FR = 4,0) e 30K73 (FR = 0,4), sendo considerados susceptível e resistente, respectivamente.

Vasos plásticos com capacidade para 5L foram preenchidos com substrato de solo, na proporção de 2:1 (solo argiloso: areia fina). O solo argiloso foi extraído de mata virgem com o auxílio de uma retroescavadeira acoplada a um trator, e colocado numa carreta. Todo o material coletado foi peneirado para a remoção de restos vegetais, pedras e de torrões de solo. A areia, extraída às margens do Rio Paranaíba em Itumbiara-GO, por empresa local, foi peneirada com o objetivo de uniformizar a granulometria. A mistura de solo e areia foi homogenizada para formar o substrato e pelo processo de revolvimentos semanais e exposição à radiação solar por 120 dias, foi esterilizada. Posteriormente, realizou-se a amostragem do substrato para análise química e, com o resultado, realizou-se a indicação de adubação e corretivo para a cultura do milho.

As sementes de milho foram adquiridas sem tratamento químico no Departamento de Expedição e Logística da Pioneer Sementes de Itumbiara-GO. Semeou-se três sementes por vaso e o desbaste ocorreu no estágio V₅/V₆, deixando-se apenas uma planta. Realizou-se uma irrigação por aspersão durante 45 min, um dia antes da semeadura e, ao longo do ensaio, adotou-se a irrigação pelo método de capilaridade. Diariamente, o prato de cada vaso foi preenchido com água que ficou em contato com o solo a ser irrigado propiciando condições de absorção de água pelas raízes.

Uma aplicação dos inseticidas Ciflutrina 10 g.kg⁻¹ (1% m.m⁻¹) e Imidacloprido 500 g.kg⁻¹ (50% m.m⁻¹) foi realizada para o controle de *Rhopalosiphum maidis* Fitch, (1856) (pulgão da folha do milho), em estágio V₁₂.

3.1 Preparo de inóculo e inoculação de *Pratylenchus brachyurus*

Para obtenção do inóculo, realizou-se o processamento de raízes de milho infectadas por *P. brachyurus*, coletadas na Fazenda Santa Maria de Baixo, da Du Pont do Brasil S.A. Para *P. brachyurus*, o teste de patogenicidade foi realizado com tomateiro Santa Cruz, lote 24882, Origem EUA, germinação de 92%, pureza de 100%, análise 02/2009 e validade: 02/2012. O fator de reprodução (FR) obtido foi de 36, mostrando boa hospedabilidade da planta ao nematóide. A calibração do inóculo foi feita usando-se a câmara de contagem de Peters sob microscópio ótico no Laboratório de Nematologia da Universidade Federal de Uberlândia. Três níveis populacionais iniciais no experimento foram preparados e corresponderam a 50, 100 e 500 juvenis e/ou adultos de *P. brachyurus* por vaso. Essas quantidades iniciais do nematóide foram veiculadas em suspensão de 10 mL de cada inóculo, e foram distribuídas em três orifícios de aproximadamente 3 cm de profundidade à 2 cm da haste da planta.

3.2 Preparo de inóculo e inoculação de *Fusarium verticillioides*

Na Fazenda Santa Maria de Baixo, pertencente a Du Pont do Brasil S.A., coletou-se amostras de colmos de milho infectados por *Fusarium verticillioides*. No Laboratório de Fitopatologia dessa mesma empresa, o fungo foi isolado em meio de cultura BDA (Batata Dextrose Agar) a partir dos colmos de milho, e posteriormente, foi realizada repicagem e posterior multiplicação desse isolado.

O teste de patogenicidade de *F. verticillioides* foi realizado no Centro de Pesquisa da Pioneer Sementes, com a inoculação do fungo em colmos de milho híbrido, cultivado no Bloco 2 parcela 12 da área experimental. A inoculação resultou em plantas com sintomas severos da fusariose.

O fungo foi inoculado de duas formas: diretamente no solo ou veiculado na semente, obedecendo aos tratamentos estabelecidos. O solo de cada vaso recebeu farelo de milho triturado e colonizado pelo fungo. As sementes foram pulverizadas com suspensão de conídios do fungo.

Para a inoculação de *F. verticillioides* no solo, em virtude da ausência de estruturas de sobrevivência do fungo, grãos de milho foram embebidos em água durante 15 h. O excesso de água foi descartado e 150 cm³ desses grãos foram colocados, separadamente, em frascos de Erlenmeyer, com capacidade de 250 mL para serem

autoclavados por duas vezes, com intervalo de 24 h. Após o resfriamento, foram transferidos para cada frasco, 10 discos de meio de cultura, medindo 5 mm de diâmetro e contendo o micélio do fungo. Os frascos foram incubados a 24° C, com 12 h de luz, durante 14 dias. Os grãos de milho foram retirados dos erlenmeyers e triturados no liquidificador, o que resultou na formulação usada para aplicação no solo. Para a inoculação do *F. verticillioides* no solo, cada vaso recebeu 15 g deste farelo que foi misturado manualmente e homogeneamente ao solo dos vasos conforme os tratamentos. Para a inoculação do *F. verticillioides* nas sementes, uma suspensão desse fungo foi obtida a partir do seu cultivo em meio de cultura de BDA. Foi utilizado o isolado da mesma amostra de colmo de milho coletado do campo. O micélio do fungo, em meio de cultura com idade de 15 dias, foi triturado em liquidificador. Posteriormente, esse triturado foi peneirado para a remoção das partículas grosseiras. Então, calibrou-se a suspensão do fungo pelo uso do hemacitômetro, para conter 10^6 conídios.mL⁻¹.

As sementes de milho espalhadas numa peneira foram aspergidas com a suspensão de conídios, de modo a cobrir toda a sua superfície. Após essa inoculação, as sementes foram colocadas para secar à sombra por 5 min e em seguida, realizou-se a semeadura nos vasos.

3.3 Condução do ensaio

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com 15 tratamentos e com 10 repetições, para dois híbridos de milho, totalizando 30 situações. Os tratamentos foram:

- Tratamento 1 (T): Testemunha (sem inoculações).
- Tratamento 2 (S.N30-50): semeadura do milho e inoculação do nematóide aos 30 dias após a semeadura, com a população inicial de 50 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*.
- Tratamento 3 (S.N30-100): semeadura do milho e inoculação do nematóide aos 30 dias após a semeadura, com a população inicial de 100 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*.
- Tratamento 4 (S.N30-500): semeadura do milho e inoculação do nematóide aos 30 dias após a semeadura, com a população inicial de 500 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*.

- Tratamento 5 (F.S.): Inoculação do solo com *Fusarium verticillioides* e semeadura de milho no mesmo dia e sem a inoculação do nematóide.
- Tratamento 6 (F.S.N30-50): Inoculação do solo com *Fusarium verticillioides*, semeadura de milho no mesmo dia e inoculação do nematóide 30 dias após a do fungo, com uma população inicial de 50 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*.
- Tratamento 7 (F.S.N30-100): Inoculação do solo com *Fusarium verticillioides*, semeadura de milho no mesmo dia e inoculação do nematóide 30 dias após a do fungo, com uma população inicial de 100 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*.
- Tratamento 8 (F.S.N30-500): Inoculação do solo com *Fusarium verticillioides*, semeadura de milho no mesmo dia e inoculação do nematóide 30 dias após a do fungo, com uma população inicial de 500 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*.
- Tratamento 9 (F.N.S.-50): Inoculação do solo com *Fusarium verticillioides*, semeadura do milho e inoculação do nematóide no mesmo dia, com uma população inicial de 50 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*.
- Tratamento 10 (F.N.S.-100): Inoculação do solo com *Fusarium verticillioides*, semeadura do milho e inoculação do nematóide no mesmo dia, com uma população inicial de 100 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*.
- Tratamento 11 (F.N.S.-500): Inoculação do solo com *Fusarium verticillioides*, semeadura do milho e inoculação do nematóide no mesmo dia, com uma população inicial de 500 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*.
- Tratamento 12 (FS.S.N30-50): Inoculação de *Fusarium verticillioides* em suspensão de conídios na semente e semeadura do milho no mesmo dia, e inoculação do nematóide 30 dias após a semeadura, com uma população inicial de 50 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*.
- Tratamento 13 (FS.S.N30-100): Inoculação de *Fusarium verticillioides* em suspensão de conídios na semente e semeadura do milho no mesmo dia, e inoculação do nematóide 30 dias após a semeadura, com uma população inicial de 100 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*.
- Tratamento 14 (FS.S.N30-500): Inoculação de *Fusarium verticillioides* em suspensão de conídios na semente e semeadura do milho no mesmo dia, e inoculação do nematóide 30 dias após a semeadura, com uma população inicial de 500 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*.

- Tratamento 15 (FS.S.): Inoculação de *Fusarium verticillioides* em suspensão de conídios na semente e semeadura no mesmo dia e sem a inoculação do nematóide.

3.4 Avaliação do ensaio

A infecção de *F. verticillioides* no colmo de milho foi avaliada 120 dias após a semeadura do milho (estádio R7), assim como foi realizada a quantificação de nematóides e determinação do fator de reprodução do nematóide. As características das plantas de milho avaliadas foram: altura de planta, altura de espiga, diâmetro de colmo, matéria úmida de colmo e de raiz, matéria seca da raiz e da parte aérea.

Para a determinação da altura da planta e da espiga de milho, realizou-se a medição com o auxílio de uma régua graduada em centímetros. Colocou-se a régua apoiada verticalmente na superfície do solo do vaso e mediu-se, até a ponta do pendão, a altura da planta e até a base da espiga, para altura de espiga.

Para a determinação do diâmetro de colmo, utilizou-se de um paquímetro. O local da medida desse diâmetro foi no centro do primeiro entre-nó visível a partir do solo.

Para a aplicação de notas à fusariose no colmo, adotou-se uma escala diagramática de 1 a 9, desenvolvida pela Pioneer Hi-bred International–USA. Esta escala é de fácil uso, aplicável a uma grande faixa de diferentes condições, sendo apresentada na Tabela 1. As plantas com a presença deste fungo foram submetidas ao plaqueamento, em meio de cultura de BDA, para identificação e confirmação do patógeno, e assim fechando os postulados de Koch.

Tabela 1: Escala diagramática* para avaliação de podridão da colmo por *Fusarium verticillioides* em colmos de milho.

Nota	Descrição
1	80% do colmo com sintomas
2	70% do colmo com sintomas
3	60% do colmo com sintomas
4	50% do colmo com sintomas
5	40% do colmo com sintomas
6	30% do colmo com sintomas
7	20% do colmo com sintomas
8	10% do colmo com sintomas
9	Sem sintomas de <i>Fusarium verticillioides</i> no colmo

* desenvolvida por Pioneer Hi-bred International-USA

As raízes foram imersas em balde contendo 4 L de água de torneira, para remoção de solo aderente (rizosfera), secas com papel-toalha, para retirada do excesso de água, e cortadas com tesoura em fragmentos de 2 cm. Após a trituração em liquidificador, a suspensão foi vertida nas peneiras de 20 mesh e 400 mesh. O resíduo da peneira de 20 mesh foi recolhido, colocado em papel-toalha que ficou à sombra por 30 min, para então obter o peso de matéria úmida. Após serem pesadas a fresco, as raízes foram colocadas em envelopes de papel tipo Kraft e mantidas em estufa, a 65°C, até alcançarem peso constante, quando então, foram pesadas novamente obtendo-se o peso de matéria seca. O resíduo da peneira de 400 mesh foi recolhido com jatos de água de uma pisseta e a suspensão obtida submeteu-se a técnica de Jenkins (1964), para clareamento dessa suspensão, e assim auxiliar na contagem dos nematóides.

O substrato solo foi processado por centrifugação para extração dos nematóides, conforme Jenkins (1964). A população final de *P. brachyurus* (Pf) foi obtida pela somatória de nematóides no solo e no sistema radicular, contados com o auxílio da câmara de Peters.

O fator de reprodução do nematóide (FR), segundo Cook e Evans (1987), foi calculado pela razão entre população final de *P. brachyurus*, aos 90 dias após a inoculação da planta ou 120 dias após a semeadura, e população inicial. Foram considerados resistentes aqueles que exibiram valor do $FR < 1$, e suscetíveis, aqueles com $FR > 1$.

Para obtenção da matéria úmida e seca do colmo, a planta de milho foi cortada rente ao solo do vaso e fragmentada em pedaços, para facilitar a pesagem. Esse material fresco, após ter sido pesado, foi acondicionado em saco de papel Kraft e mantido em estufa, a 65° C, até peso constante.

3.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância realizada pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000). As médias foram comparadas pelo Teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Altura de planta

Verificou-se que a menor altura de planta do híbrido de milho 30F80 (Tabela 2) foi encontrada quando as sementes foram inoculadas com a suspensão de conídios de *Fusarium verticillioides* e semeadura realizada no mesmo dia dessa inoculação. Por outro lado, plantas com porte maior foram encontradas quando o fungo foi inoculado no solo, semeadura do milho e inoculação do nematóide no mesmo dia em quantidades de 50, 100 e 500 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*. Segundo Métraux (2001), as plantas podem apresentar um potencial para reagir a microrganismos invasores, simbioses, ou mesmo epífitas e desencadear respostas de defesa. Isso ocorre quando os receptores vegetais, localizados muitas vezes na membrana plasmática das células, interagem com moléculas presentes na parede celular dos microrganismos ou com suas substâncias secretadas. Após o reconhecimento inicial do indutor pela planta, é desencadeada uma sequência de eventos associados com transdução de sinais intracelularmente e posterior ativação dos mecanismos de defesa.

Para o híbrido de milho 30K73, a altura de planta foi menor quando as sementes foram inoculadas com suspensão de *Fusarium verticillioides* e semeadura realizada no mesmo dia dessa inoculação e, também quando o solo foi inoculado com *Fusarium verticillioides* e a semeadura realizada no mesmo dia e com a inoculação do nematóide 30 dias após a do fungo, em uma população inicial de 500 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*. Estruturas como conídios em suspensão quando inoculadas possuem uma maior chance de se estabelecer do que estruturas de micélio ativo, como foi a formulação colocada no solo. Segundo Sousa et al (2008), que avaliaram a eficácia de procedimentos de inoculação de *Fusarium*, a maior incidência deste fungo foi constatada quando utilizou-se do método de imersão das sementes na suspensão de conídios. Quando se inoculou o fungo no solo com o incremento de nematóide na população de 500 juvenis e/ou adultos, verificou-se uma interação que potencializou um dano que proporcionou menor porte da planta. Houve um oportunismo do fungo, aproveitando de entradas formadas pelo nematóide. Esta relação sinérgica também foi observada por Gatch e Munkvold (2002) e Venard e Vaillancourt (2007), verificando maior incidência da antracnose do colmo do milho associada com ferimentos causados por insetos.

Tabela 2: Características de plantas de híbridos de milho 30F80 e 30K73, sob efeito de *Pratylenchus brachyurus* e/ou *Fusarium verticillioides*.

Tratamentos	Altura de planta (cm)		Altura de espiga (cm)		Diâmetro de colmo (cm)		Matéria fresca de colmo (g)		Matéria seca de colmo (g)		Matéria fresca de raiz (g)		Matéria seca de raiz (g)	
	30F80	30K73	30F80	30K73	30F80	30K73	30F80	30K73	30F80	30K73	30F80	30K73	30F80	30K73
T	205 Ad*	211 Ab	107 Ab	105 Ab	1,48 Ab	1,21 Ba	168,0 Ad	127,6 Bc	69,6 Ac	94,8 Bd	59,1 Ad	52,7 Ad	13,3 Af	12,6 Ad
S.N30-50	205 Ad	227 Bc	110 Ac	125 Bc	1,47 Ab	1,47 Ac	118,4 Ac	122,7 Ac	20,3 Ab	18,6 Ab	29,8 Ac	44,6 Bd	12,9 Af	12,2 Ad
S.N30-100	202 Ad	219 Bc	103 Ab	117 Bc	1,40 Aa	1,48 Ac	113,3 Ac	82,5 Ab	21,6 Ab	14,0 Aa	32,1 Ac	25,3 Ab	12,4 Af	1,8 Ba
S.N30-500	200 Ad	220 Bc	114 Ac	116 Ac	1,48 Ab	1,47 Ac	135,2 Ac	72,4 Ba	18,2 Ab	16,7 Ab	37,6 Ac	24,4 Bb	9,5 Ad	1,1 Ba
F.S.	197 Ad	209 Bb	112 Ac	108 Ab	1,46 Ab	1,45 Ac	133,6 Ac	117,0 Ac	24,5 Ab	36,3 Bc	34,1 Ac	29,4 Ab	13,7 Af	0,5 Ba
F.S.N30-50	182 Ac	207 Bb	99 Ab	119 Bc	1,30 Aa	1,33 Ab	91,5 Ab	109,3 Ac	18,4 Ab	12,3 Aa	23,1 Ab	36,9 Bc	8,2 Ac	9,5 Ac
F.S.N30-100	184 Ac	207 Bb	99 Ab	111 Ab	1,57 Ac	1,52 Ac	91,5 Ab	90,3 Ab	17,3 Ab	14,2 Aa	25,1 Ab	28,8 Ab	8,0 Ac	1,9 Ba
F.S.N30-500	163 Ab	198 Ba	90 Ab	103 Bb	1,59 Ac	1,47 Bc	40,3 Aa	52,3 Aa	9,1 Aa	10,3 Aa	17,6 Aa	19,2 Aa	1,0 Aa	0,8 Aa
F.N.S.-50	215 Ae	216 Ac	112 Ac	111 Ab	1,58 Ac	1,33 Bb	116,4 Ac	108,7 Ac	23,3 Ab	20,4 Ab	28,7 Ac	36,2 Ac	11,5 Ae	11,7 Ad
F.N.S.-100	204 Ae	217 Ab	130 Ad	111 Bb	1,58 Ac	1,47 Ac	152,1 Ad	85,7 Bb	20,0 Ab	13,1 Aa	35,8 Ac	26,1 Bb	11,0 Ae	1,3 Ba
F.N.S.-500	208 Ae	216 Ab	127 Ad	113 Bb	1,43 Aa	1,50 Ac	87,4 Ab	90,8 Ab	18,9 Ab	9,6 Ba	26,5 Ab	26,3 Ab	7,8 Ac	7,3 Ab
FS.S.N30-50	189 Ad	207 Bb	100 Ab	106 Ab	1,33 Aa	1,34 Ab	96,2 Ab	65,6 Aa	14,5 Aa	6,2 Aa	29,8 Ac	18,3 Ba	9,1 Ad	1,1 Ba
FS.S.N30-100	165 Ab	210 Bb	96 Ab	118 Bc	1,48 Ab	1,44 Ac	104,6 Ab	134,4 Ac	11,5 Aa	11,5 Aa	36,9 Ac	34,0 Ac	2,2 Aa	6,8 Bb
FS.S.N30-500	171 Ac	221 Bc	113 Ac	116 Ac	1,48 Ab	1,42 Ac	78,3 Ab	99,6 Ac	6,7 Aa	8,3 Aa	17,6 Aa	22,5 Ab	1,2 Aa	1,1 Aa
FS.S.	148 Aa	189 Ba	27 Aa	90 Ba	1,35 Aa	1,38 Ab	63,0 Aa	56,3 Aa	24,3 Ab	29,3 Ac	16,9 Aa	15,5 Aa	6,1 Ab	5,8 Ab
C.V.	7,25%		13,35%		7,52%		21,73%		43,84%		32,27%		21,73%	

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Tabela 3: Efeito de três níveis populacionais (50,100 e 500 espécimes de *Pratylenchus brachyurus* por vaso) nas características de plantas de milho.

Tratamentos	Altura de espiga (cm)		Diâmetro de colmo (cm)		Matéria fresca de colmo (g)		Matéria seca de colmo (g)		Matéria fresca de raiz (g)		Matéria seca de raiz (g)	
	30F80	30K73	30F80	30F80	30K73	30F80	30F80	30F80	30K73	30F80	30F80	30F80
T	107 Aa*	105 Aa	1,48 Aa	1,21 Ba	168,0 Ab	127,6 Bb	69,6 Ab	94,8 Bb	59,1 Ab	52,7 Ac	13,3 Ab	12,6 Ab
S.N30-50	110 Aa	125 Bb	1,47 Aa	1,47 Ab	118,4 Aa	122,7 Ab	20,3 Aa	18,6 Aa	29,8 Aa	44,6 Bb	12,9 Ab	12,2 Ab
S.N30-100	103 Aa	117 Bb	1,40 Aa	1,48 Ab	113,3 Aa	82,5 Ba	21,6 Aa	14,0 Ba	32,1 Aa	25,3 Ba	12,4 Ab	1,8 Ba
S.N30-500	114 Aa	116 Ab	1,48 Aa	1,47 Ab	135,2 Aa	72,4 Ba	18,2 Aa	16,7 Aa	37,6 Aa	24,4 Ba	9,5 Aa	1,1 Ba
C.V.	8,75%		8,63%		21,32%		26,43%		18,95%		15,21%	

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Plantas mais altas, que foram observadas quando inoculou-se o nematóide nas populações iniciais de 50, 100 e 500 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*, podem ser explicadas por um reflexo da ativação dos mecanismos de defesa da planta. Esse efeito pode ser resultado da ação do nematóide que ativa rotas de defesa no hospedeiro que levam à expressão de diversos genes de resistência (SOUZA et al., 2008). Segundo Shewry e Lucas (1997), muitos são os tipos de estresses que os vegetais podem enfrentar como oscilações drásticas de temperatura, umidade, radiação solar, ataque de pragas ou patógenos, dentre outros. Assim, as plantas conseguem mudar a constituição de compostos moleculares, como um mecanismo de resposta, e muitas dessas alterações podem estar diretamente relacionados com defesa e proteção.

É possível, também, verificar no híbrido de milho 30K73 que a altura de planta e de espiga, assim como várias das características estudadas, são igualmente influenciadas pelos três níveis populacionais de nematóides, quando inoculados isoladamente ao fungo (Tabelas 3 e 4).

Tabela 4: Efeito de três níveis populacionais (50,100 e 500 indivíduos de *Pratylenchus brachyurus* por vaso) na altura de planta de dois híbridos de milho.

Tratamentos	Altura de planta (cm)		
	30F80	30K73	Médias
T	205	211	208 A*
S.N30-50	205	227	216 A
S.N30-100	202	219	211 A
S.N30-500	200	220	210 A
Médias	203 a	219 b	
C.V.		5,87%	

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

4.2 Altura de espiga

Observou-se, pela Tabela 2, que altura de espiga dos híbridos de milho 30F80 e 30K73 foram menores quando submetidos à inoculação de *Fusarium verticillioides* em suspensão de conídios nas sementes e a semeadura realizada no mesmo dia da inoculação. Por outro lado, o híbrido 30F80 apresentou plantas maiores quando o solo recebeu o farelo de milho triturado e colonizado pelo fungo, semeadura e inoculação do nematóide no mesmo dia, em quantidades de 100 e 500 juvenis e/ou adultos.

No híbrido de milho 30K73, nota-se que, embora apresente fator de reprodução baixo (FR=0,6), a inoculação do nematóide em quantidades de 50, 100 e 500 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*, quando realizada 30 dias após a semeadura,

resultou em maior altura de espiga. Segundo Meera e outros (1994), fungos isolados a partir da rizosfera de gramíneas são capazes de aumentar o crescimento de várias plantas cultivadas. Isolados apresentando essa característica são denominados de fungos promotores de crescimento de plantas (FPCP). Pertencentes principalmente aos gêneros *Fusarium*, *Penicillium*, *Phoma* e *Trichoderma*, esses fungos estimulam alterações no metabolismo da planta, com aumento da atividade de quitinases, β -1,3 glucanases, peroxidases, polifenoloxidasas e fenilalanina amônia-liase. Existe uma competição entre o fungo e o nematóide, na tentativa de se estabelecer no tecido vegetal. Quando o fungo é veiculado na semente, no mesmo dia da semeadura e 30 dias após, ocorre a inoculação de nematóide em quantidades de 100 e 500 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*, funções metabólicas na planta são ativadas induzindo a um maior desenvolvimento da planta.

A altura de espiga reflete a mesma influência observada na altura de planta dos híbridos estudados, sendo observada, principalmente, no tratamento em que o fungo é veiculado nas sementes com a semeadura no mesmo dia.

4.3 Diâmetro de colmo

Verificou-se que o diâmetro de colmo foi maior quando as plantas foram expostas a presença dos dois patógenos (Tabela 2). No híbrido de milho 30F80, um pequeno acréscimo em seu diâmetro de colmo foi observado, principalmente, quando o solo foi inoculado com *Fusarium verticillioides* no dia da semeadura. Após 30 dias, foi introduzida a população inicial de 100 ou 500 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*. A interação destes patógenos pode causar severos danos ao sistema vascular da planta provocando uma vasodilatação que aumentou levemente, porém, significativamente, o diâmetro de colmo. Segundo White, Kuhen e Minor (1999), com a alteração na consistência do sistema vascular das plantas infectadas, há um comprometimento da translocação de água e nutrientes do solo para a parte aérea da planta, comprometendo morfológicamente as estruturas do colmo da planta. A mesma situação foi observada quando realizou-se a inoculação do fungo no solo, semeadura e inoculação do nematóide na população inicial de 50 e 100 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*, no mesmo dia.

Para o híbrido de milho 30K73, a testemunha absoluta, sem nenhuma inoculação de patógenos, foi a que apresentou menor diâmetro de colmo em relação a todos os

outros tratamentos. Verificou-se que este fato ocorreu principalmente quando as sementes foram inoculadas com a suspensão do fungo no mesmo dia da semeadura, sendo que, 30 dias após a semeadura, realizou-se a inoculação do nematóide nas populações iniciais de 100 e 500 juvenis e/ou adultos.

4.4 Matéria fresca de colmo

Verificou-se que menor matéria fresca de colmo nos híbridos de milho 30F80 e 30K73 ocorreu quando o solo foi inoculado com *Fusarium verticillioides* e semeado no mesmo dia, sendo inoculado o nematóide, na população inicial de 500 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*, 30 dias após a semeadura e também quando, as sementes foram inoculadas com suspensão de *Fusarium verticillioides* e semeadura realizada no mesmo dia dessa inoculação. Percebe-se que foi a mesma situação que resultou em um pequeno desenvolvimento de raiz. A inibição das raízes com a presença de *Fusarium* foi afirmado por Bacon e Nelson (1994). Além desses tratamentos serem significativamente atuantes na determinação da matéria fresca de colmo, no híbrido de milho 30K73, a inoculação de nematóide na população inicial de 500 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*, 30 dias após a semeadura ou quando as sementes foram inoculadas com suspensão de conídios de *Fusarium verticillioides*, e 30 dias após a semeadura inoculou-se o nematóide na população inicial de 50 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*, apresentando-se também como os tratamentos que proporcionaram os menores valores de matéria fresca de colmo para esse híbrido (Tabela 2).

4.5 Matéria seca de colmo

Para o híbrido de milho 30F80 (Tabela 2), o menor peso de colmo seco foi observado quando houve a inoculação do fungo no solo ou aplicado em suspensão de conídios na semente e semeadura do milho no mesmo dia, e 30 dias após a inoculação de 500 juvenis e/ou adultos do nematóide. A inoculação do fungo na semente, com a semeadura no mesmo dia e sem haver a inoculação do nematóide, também, proporcionou menor peso de colmo. A testemunha absoluta, sem nenhuma inoculação dos patógenos, foi a que apresentou maior peso de colmo seco.

Para o híbrido de milho 30K73 (Tabela 2), a diferença que ocorreu em relação ao outro híbrido foi que, no menor peso, ao invés de ser o tratamento com o fungo inoculado na semente, semeadura no mesmo dia e 30 dias após e a inoculação do nematóide no nível populacional de 500 juvenis e/ou adultos, o nível populacional do nematóide foi o de 50.

4.6 Matéria fresca de raiz

Verificou-se que o menor peso de matéria fresca do sistema radicular do milho híbrido 30F80 foi encontrado quando as sementes foram inoculadas somente com a suspensão de conídios do fungo e semeadas no mesmo dia, ou também, quando o nematóide foi inoculado após 30 dias da inoculação do fungo no solo ou na semente, com a população de 500 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*. O híbrido em questão proporcionou maior fator de reprodução do nematóide e, essa intensa instalação do nematóide favoreceu, também, o do fungo. Percebe-se que a potencialização de dano desses patógenos ocorreu por um efeito combinado. A testemunha absoluta, sem nenhuma inoculação dos patógenos, foi a que apresentou maior peso de raiz fresca.

Para o milho híbrido 30K73, que foi escolhido pelo fator de reprodução do nematóide muito baixo, vários tratamentos comportaram-se como afetando negativamente o desenvolvimento do milho. Por outro lado, quando a semeadura do milho e a inoculação do fungo ocorreram no solo e no mesmo dia, sem ter havido inoculação do nematóide, o maior peso de matéria fresca de raiz foi encontrado (Tabela 2).

4.7 Matéria seca de raiz

O mesmo comportamento observado para o híbrido de milho 30F80, quanto à matéria fresca de raiz, ocorreu para matéria seca, excluindo-se apenas o tratamento em que as sementes foram inoculadas com a suspensão de conídios do fungo no mesmo dia da semeadura, e 30 dias após o nematóide foi inoculado na população inicial de 50 juvenis e/ou adultos. Quanto ao outro híbrido, também, como na situação de matéria fresca de raiz, três tratamentos acrescidos aos observados, que proporcionaram menor peso do sistema radicular seco.

Quanto ao maior peso de raiz seca, acrescentou-se dois ou três tratamentos, conforme os híbridos 30K73 e 30F80, respectivamente, além do tratamento testemunha.

Pelos dados de comprimento de raiz, matéria fresca e seca de raiz e matéria fresca e seca de colmo dos híbridos de milho 30F80 e 30K73, observa-se que houve influência negativa, principalmente, quando procedeu-se a inoculação do fungo no solo e semeadura do milho no mesmo dia, e 30 dias após ocorreu a inoculação de 500 juvenis e/ou adultos do nematóide. O grande número de nematóides no sistema radicular da planta pode ter proporcionado aberturas para a entrada do fungo, potencializando os danos causados à planta.

Este efeito combinado, também foi verificado na altura de planta e de espiga desses híbridos, quando as sementes foram inoculadas com a suspensão de conídios do fungo e semeadura realizada no mesmo dia. Esta diferença existente entre efeito combinado e o isolado pode ser atribuída à maior severidade do fungo, no momento da formação do sistema radicular, pois a maior atividade do *Fusarium* na planta acontece bem posterior à atividade do nematóide.

Na Tabela 3, os níveis de populações iniciais de 50, 100 e 500 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*, por vaso, mostram que as populações, principalmente as de 100 e 500, atuam negativamente nas características das plantas estudadas, excetuando-se altura de planta (Tabela 4).

Ao analisar os três níveis populacionais de *Pratylenchus brachyurus* (Tabelas 5, 6 e 7), os dados apontam que, para o híbrido de milho 30F80, apenas as características de matéria seca de raiz e fator de reprodução do nematóide neste híbrido sofreram a influência da população de 500 juvenis e/ou adultos do nematóide, resultando em menor peso de raiz seca e menor fator de reprodução. Isto pode ser explicado pelo sucesso na competição de entrada na superfície do sistema radicular pelo nematóide. No híbrido de milho 30K73, as populações iniciais de 100 e, principalmente, a de 500 juvenis e/ou adultos do nematóide levaram aos menores comprimentos de raiz, pesos de matéria fresca e seca de colmo e matéria seca de raiz (Tabela 5). As demais características avaliadas (Tabelas 5, 6 e 7) não apresentaram diferenças significativas.

Tabela 5: Efeito dos três níveis populacionais 50,100 e 500 indivíduos de *Pratylenchus brachyurus*, por vaso, nas características da planta.

Tratamentos	Matéria fresca de colmo (g)		Matéria fresca de raiz (g)		Matéria seca de raiz (g)		FR	
	30F80	30K73	30F80	30K73	30F80	30K73	30F80	30K73
S.N30-50	118,4 Aa*	122,7 Ab	29,8 Aa	44,6 Bb	12,9 Ab	12,2 Ab	4,5 Ab	0,6 Ba
S.N30-100	113,3 Aa	82,5 Ba	32,1 Aa	25,3 Aa	12,4 Ab	1,8 Ba	4,5 Ab	0,7 Ba
S.N30-500	135,2 Aa	72,4 Ba	37,6 Aa	24,4 Ba	9,5 Aa	1,1 Ba	3,8 Aa	0,9 Ba
C.V.	25,28%		25,19%		16,77%		23,66%	

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Tabela 6: Efeito dos três níveis populacionais 50,100 e 500 indivíduos de *Pratylenchus brachyurus*, por vaso, nas características da planta.

Tratamentos	Altura de planta (cm)			Altura de espiga (cm)			Matéria seca de colmo (g)		
	30F80	30K73	Médias	30F80	30K73	Médias	30F80	30K73	Médias
S.N30-50	205	227	216	110	125	118	20,3	18,6	19,5
S.N30-100	202	219	211	103	117	110	21,6	14,0	17,8
S.N30-500	200	220	210	114	116	115	18,2	16,7	17,5
Médias	202 A*	222 B		109 A	119 B		20,0 A	16,4 B	
C.V.	6,06%			9,13%			34,06%		

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Tabela 7: Efeito dos três níveis populacionais 50,100 e 500 indivíduos de *Pratylenchus brachyurus*, por vaso, nas características da planta.

Tratamentos	Diâmetro de colmo (cm)		
	30F80	30K73	Médias
S.N30-50	1,47	1,47	1,47
S.N30-100	1,40	1,48	1,44
S.N30-500	1,48	1,47	1,48
Médias	1,45	1,47	
C.V.	9,47%		

Para as duas formas de inoculação de *Fusarium verticillioides* (Tabelas 8 e 9), pulverização de conídios nas sementes e introdução de farelo de milho colonizado pelo fungo no solo, observa-se que a suspensão do fungo nas sementes proporcionou menor altura de planta e de espiga, menor diâmetro de colmo, matéria fresca de raiz e de colmo.

Tabela 8: Efeito de dois métodos de inoculação de *Fusarium verticillioides* nas características de plantas de dois híbridos de milho.

Tratamentos	Altura de planta (cm)		Diâmetro de colmo (cm)		Matéria fresca de raiz (g)		Matéria seca de raiz (g)	
	30F80	30K73	30F80	30K73	30F80	30K73	30F80	30K73
T	205 Ab*	211 Ab	1,48 Ab	1,21 Ba	59,1 Ac	52,7 Bc	13,3 Ab	12,6 Ac
F.S.	197 Ab	209 Bb	1,46 Ab	1,45 Ab	34,1 Ab	29,4 Bb	13,7 Ab	0,5 Ba
FS.S.	148 Aa	189 Ba	1,35 Aa	1,38 Ab	16,9 Aa	15,5 Aa	6,1 Aa	5,8 Ab
C.V.	6,65%		7,03%		37,08%		14,58%	

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Tabela 9: Efeito de dois métodos de inoculação de *Fusarium verticillioides* nas características de plantas de dois híbridos de milho.

Trat.	Altura de espiga (cm)			Matéria fresca de colmo (g)			Matéria seca de colmo (g)		
	30F80	30K73	Méd.	30F80	30K73	Méd.	30F80	30K73	Méd.
T	107	105	106 b*	168,0	127,6	147,8 a	69,6	94,8	82,2 c
F.S.	112	108	110 b	133,6	117,0	125,3 b	24,5	36,3	30,4 b
FS.S.	27	90	59 a	63,0	56,3	59,7 c	24,3	29,3	26,8 a
Méd.	82 A	101 B		121,5A	100,3 B		36,5 A	53,5 B	
C.V.		21,55%			24,36%			18,95%	

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e de letras maiúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verificou-se que o *Fusarium* veiculado na semente é mais prejudicial para as características avaliadas do que o fungo inoculado diretamente no solo (Tabelas 10 e 11). Na Tabela 11, observa-se que a inoculação das sementes com a suspensão de conídios proporcionou, para os dois híbridos, maior severidade de podridão de colmo. Sousa e outros (2008), avaliando a eficácia de procedimentos de inoculação de *Fusarium*, verificaram maior incidência deste fungo quando as sementes foram inoculadas pelo método de imersão dessas em suspensão de conídios.

Na análise dos tratamentos que envolveram o efeito combinado de *Pratylenchus brachyurus* e *Fusarium verticillioides* (Tabela 12), os híbridos de milho 30F80 e 30K73 apresentaram menor comprimento de raiz. Segundo Back, Haydock e Jenkinson (2002) e Castillo e Vovlas (2007), a patogenicidade de *Pratylenchus* pode ser influenciada pela interação entre outros patógenos, principalmente fungos habitantes do solo. As interações mais frequentemente relatadas são com fungos causadores de murchas, dos gêneros *Fusarium* e *Verticillium*. Essas interações entre o nematóide e o fungo são consideradas sinérgicas, ou seja, a associação entre os dois patógenos resulta em danos maiores do que a soma dos danos de cada patógeno isolado. No híbrido de milho 30F80, o menor peso de colmo seco ocorreu em vários tratamentos (Tabela 12). O menor diâmetro de colmo do híbrido 30K73 ocorreu na testemunha absoluta.

Tabela 10: Efeito de dois métodos de inoculação de *Fusarium verticillioides* nas características da planta.

Tratamentos	Altura de planta (cm)		Matéria seca de colmo (g)		Matéria seca de raiz (g)	
	30F80	30K73	30F80	30K73	30F80	30K73
F.S.	197 Ab*	209 Ab	24,5 Aa	36,3 Ba	13,7 Ab	0,5 Ba
FS.S.	148 Aa	189 Ba	24,3 Aa	29,3 Ab	6,1 Aa	5,8 Ab
C.V.	7,38%		46,39%		16,51%	

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Tabela 11: Efeito de dois métodos de inoculação de *Fusarium verticillioides* nas características da planta.

Tratamentos	Altura de espiga (cm)			Diâmetro de colmo (cm)			Matéria fresca de raiz (g)			Nota de severidade de podridão			Matéria fresca de como (g)		
	30F80	30K73	Médias	30F80	30K73	Médias	30F80	30K73	Médias	30F80	30K73	Médias	30F80	30K73	Médias
F.S.	112	108	110 b*	1,46	1,45	1,46 a	34,1	29,4	31,8 a	8,2	8,2	8,2 a	133,6	117,0	125,3 a
FS.S.	27	90	58,5 a	1,35	1,38	1,36 a	16,9	15,5	16,2 b	4,2	5,8	5,0 b	63,0	56,3	59,7 b
Médias	70 A	99 A		1,41 A	1,42 A		25,5 A	22,5 A		6,2 A	7,0 A		98,3 A	86,6 A	
C.V.	31,4%			7,93%			32,03%			51,9%			33,25%		

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Tabela 12: Efeito combinado de *Fusarium verticillioides* e *Pratylenchus brachyurus*, em relação a testemunha, nas características da planta.

Tratamentos	Altura de planta (cm)		Altura de espiga (cm)		Diâmetro de colmo (cm)		Matéria fresca de colmo (g)		Matéria seca de colmo (g)		Matéria fresca de raiz (g)		Matéria seca de raiz (g)	
	30F80	30K73	30F80	30K73	30F80	30K73	30F80	30K73	30F80	30K73	30F80	30K73	30F80	30K73
T	205 Ac*	211 Aa	107 Ab	105 Aa	1,48 Ac	1,21 Ba	168,0 Ac	127,6 Bc	69,6 Ad	94,8 Bc	59,1 Ac	52,7 Ac	13,3 Ad	12,6 Ad
F.S.N30-50	182 Ab	207 Ba	99 Aa	119 Ba	1,30 Aa	1,33 Ab	91,5 Ab	109,3 Ac	18,4 Ac	12,3 Ba	23,1 Aa	36,9 Bb	8,2 Ab	9,5 Ac
F.S.N30-100	184 Ab	207 Ba	99 Aa	111 Aa	1,57 Ad	1,52 Ac	91,5 Ab	90,3 Ab	17,3 Ac	14,2 Aa	25,1 Aa	28,8 Aa	8,0 Ab	1,9 Ba
F.S.N30-500	163 Aa	198 Ba	90 Aa	103 Ba	1,59 Ad	1,47 Bc	40,3 Aa	52,3 Aa	9,1 Aa	10,3 Aa	17,6 Aa	19,2 Aa	1,0 Aa	0,8 Aa
F.N.S.-50	215 Ac	216 Aa	112 Ab	111 Aa	1,58 Ad	1,33 Bb	116,4 Ab	108,7 Ac	23,3 Ac	20,4 Ab	28,7 Ab	36,2 Ab	11,5 Ac	11,7 Ad
F.N.S.-100	204 Ac	217 Aa	130 Ac	111 Ba	1,58 Ad	1,47 Ac	152,1 Ac	85,7 Bb	20,0 Ac	13,1 Ba	35,8 Ab	26,1 Ba	11,0 Ac	1,3 Ba
F.N.S.-500	208 Ac	216 Aa	127 Ac	113 Ba	1,43 Ab	1,50 Ac	87,4 Ab	90,8 Ab	18,9 Ac	9,6 Ba	26,5 Aa	26,3 Aa	7,8 Ab	7,3 Ab
FS.S.N30-50	189 Ab	207 Ba	100 Aa	106 Aa	1,33 Aa	1,34 Ab	96,2 Ab	65,6 Aa	14,5 Ab	6,2 Ba	29,8 Ab	18,3 Ba	9,1 Ab	1,1 Ba
FS.S.N30-100	165 Aa	210 Ba	96 Aa	118 Ba	1,48 Ac	1,44 Ac	104,6 Ab	134,4 Ac	11,5 Ab	11,5Aa	36,9 Ab	34,0 Ab	2,2 Aa	6,8 Bb
FS.S.N30-500	171 Aa	221 Ba	113 Ab	116 Aa	1,48 Ac	1,42 Ac	78,3 Ab	99,6 Ac	6,7 Aa	8,3 Aa	17,6 Aa	22,5 Ab	1,2 Aa	1,1 Aa
C.V.	7,57%		12,23%		8,79%		37,2%		34,48%		34,27%		28,32%	

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Tabela 13: Efeito de *Pratylenchus brachyurus* sozinho ou com o *Fusarium verticillioides* no fator reprodução do nematóide (FR).

Tratamentos	FR	
	30F80	30K73
S.N30-50	4,5 Ac*	0,6 Ba
S.N30-100	4,5 Ac	0,7 Ba
S.N30-500	3,8 Ab	0,9 Ba
F.S.N30-50	3,8 Ab	0,7 Ba
F.S.N30-100	3,6 Ab	0,8 Ba
F.S.N30-500	3,3 Aa	0,2 Ba
F.N.S.-50	4,2 Ac	0,5 Ba
F.N.S.-100	4,2 Ac	0,6 Ba
F.N.S.-500	3,8 Ab	0,3 Ba
FS.S.N30-50	4,1 Ac	0,5 Ba
FS.S.N30-100	4,8 Ac	0,4 Ba
FS.S.N30-500	2,9 Aa	0,3 Ba
C.V.	26,72%	

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

O fator de reprodução do nematóide (Tabela 13), nas combinações com o fungo, não diferenciou para o híbrido 30K73, que é resistente a *Pratylenchus brachyurus*, alcançando valores que foram de 0,2 a 0,9. Para o híbrido de milho 30F80, os valores de FR foram de 2,9 a 4,8. Neste híbrido, percebe-se que quanto maior a população inicial de nematóide, menor foi o fator de reprodução. Castro e Santos (2008) observaram que não houve diferença significativa na reprodução deste fitonematóide quando inoculou-se populações iniciais de 10, 100 e 1000 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*.

Tabela 14: Efeito de *Pratylenchus brachyurus* sozinho ou com o *Fusarium verticillioides* na severidade da podridão de colmo do milho.

Tratamentos	Notas de severidade de podridão de colmo		
	30F80	30K73	Médias
F.S.	8,2	8,2	8,2 c*
F.S.N30-50	7,4	9,0	8,2 c
F.S.N30-100	8,2	7,4	7,8 c
F.S.N30-500	2,6	3,4	3,0 a
F.N.S.-50	9,0	9,0	9,0 c
F.N.S.-100	9,0	5,8	7,4 c
F.N.S.-500	6,6	6,6	6,6 c
FS.S.N30-50	8,2	8,2	8,2 c
FS.S.N30-100	9,0	9,0	9,0 c
FS.S.N30-500	5,8	7,4	6,6 c
FS.S.	4,2	5,8	5,0 b
Médias	7,1 A	7,3 A	
C.V.	40,98%		

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Não houve diferença significativa quanto ao efeito combinado do nematóide e do fungo na severidade da podridão de colmo do milho (Tabela 14). No entanto, maior severidade dessa doença (3,0) foi encontrada na inoculação do fungo no solo na forma de micélio em farelo de milho, semeadura no mesmo dia dessa inoculação, e após 30 dias, inoculação de nematóide na populacional de 500 juvenis e/ou adultos.

5. CONCLUSÕES

Sementes de milho inoculadas com suspensão de conídios de *Fusarium verticillioides* com semeadura no mesmo dia influenciaram negativamente altura de planta e de espiga, matéria fresca de colmo e matéria fresca de sistema radicular para os dois híbridos de milho estudados. O diâmetro de colmo do híbrido de milho 30F80 também foi negativamente afetado.

Inoculação do solo com farelo de milho triturado e colonizado com *Fusarium verticillioides* e semeadura no mesmo dia, com inoculação do nematóide na população de 500 juvenis e/ou adultos de *Pratylenchus brachyurus*, 30 dias após essa semeadura, influenciaram negativamente a matéria fresca e seca de colmo, matéria fresca e seca de raiz para os dois híbridos de milho testados, sendo que a altura de planta foi afetada somente para o híbrido de milho 30K73.

Outros estudos de interações entre microrganismos, em especial de *Pratylenchus brachyurus* e *Fusarium verticillioides*, deverão ser realizados, a fim de melhor entendimento do efeito desta combinação no desenvolvimento de plantas.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA, N.; MALEK R. B. Symptomatology and histopathology of soybean roots infected by *Pratylenchus scribneri* and *P. alleni*. **Journal of Nematology**, College Park, v. 13, n.1, p. 6-12, 1981.
- AGROFIT. 2010. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários: **Consulta de produtos formulados**. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 25 de setembro de 2010.
- ALCANTÁRA, F.A.; NETO, A.E.F.; PAULA, M.B.; MESQUITA, H.A.; MUNIZ, J.A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 35, p. 277-288, 2000.
- 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.
- BACK, M. A.; HAYDOCK, P. P. J.; JENKINSON, P. Nematodes and soilborne pathogens disease complexes involving plant parasitic nematodes and soil borne pathogens. **Plant Pathology**, London, v. 51, p. 683-697, 2002.
- BACON, C. W., NELSON, P. E. Fumonisin production in corn by toxigenic strains of *Fusarium verticillioides* and *Fusarium proliferatum*, **Journal of food protection**, Des Moines, Iowa, v. 57, p. 14-521, 1994.
- BADRA, T., SALEH, M.A.; OTEIFA, B.A. Nematicidal activity and composition of some organic fertilizers and amendments. **Revue Nématologie**, Paris, v.2, p. 29-36, 1979.
- BALMER, E.; PEREIRA, O. A. P. Doenças do milho. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G.P. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987, p. 595-634.
- BARCELOS, F.F.; BARBOSA, L.C.A.; DEMUNER, A.J., SANTOS, M.A.; WERLANG, R.C. Atividade nematicida de constituintes químicos de *Mucuna aterrima* em *Heterodera glycines*. XX Congresso Brasileiro de Nematologia, Gramado, **Resumos**, p.64. 1997.
- BASU, S. D. Eelworms: a progress report on a few more groups found in N.E. Indian Tea Soils. **Two and a Bud**, Assam, India, v. 15, p.70-71, 1968.
- BEMILLER, J.N.; PAPPELIS, A.J. Relationship of glycoside content to corn stalk rot resistance. **Phytopathology**, Saint Paul, Minnesota., v. 54, p. 888. 1964.
- BERGESON, G. B. Concepts of nematode-fungus associations in plant diseases complexes: a review. **Experimental parasitology**, San Diego, California v. 32, p. 301-314, 1971.

BEUTE, M. K. Increased leaf exudation enhances *Curvularia* leaf spot severity in virus-infected *Gladiolus*. **Phytopathology**, Saint Paul, Minnesota, v. 63, p. 1204-1205, 1973.

BLUM, L.E.B.; SANGOI, L.; AMARANTE, C.V.T. do; ARIOLI, C.J.; GUIMARÃES, L.S. Desfolha, população de plantas e precocidade do milho afetam a incidência e a severidade de podridões do colmo. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 33, n. 5, p. 805 - 811. 2003.

BOOKBINDER, M. G.; BLOOM, J. R. Interaction of *Uromyces phaseoli* and *Meloidogyne incognita* on bean. **Journal of Nematology**, College Park, v. 12, p. 177-182, 1980.

BOOTH, C. The genus *Fusarium*. Kew: **Commonwealth Mycological Institute**, 1971.

BRODIE, B. B. Vertical distribution of three nematode species in relation to certain soil properties. **Journal of Nematology**, College Park, v. 8, n. 3, p. 243-247, 1976.

BRODIE, B. B.; GOOD, J. M.; JAWORSKI, C. A. Population dynamics of plant nematodes in cultivated soil: Effect of summer cover crops in newly cleared land. **Journal of Nematology**, College Park, v. 2, n. 3, p. 217-222, 1970.

BROOKS, T. L.; PERRY, V. G. Pathogenicity of *Pratylenchus brachyurus* to citrus. **Plant Disease Reporter**, Washington, v. 51, p. 569-573, 1967.

BURGESS, L. W; SUMMERELL, B. A. A.; BULLOCK, S.; GOTT, K. P.; BACKHOUSE, D. **Laboratory manual for *Fusarium* research**. Sydney: University of Sydney, 1994.

CAFÉ FILHO, A. C.; HUANG, C. S. Description of *Pratylenchus pseudofallax* n. sp. with a key of the genus *Pratylenchus* Filipjev, 1936. **Revue Nématologie**, Paris, v. 12, p. 7-16, 1989.

CAFÉ FILHO, A. C.; HUANG, C. S. Nematóides do gênero *Pratylenchus* no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 13, p. 232-235, 1988.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**, New York: John Wiley & Sons, 1990.

CAMPOS, V. P. **Manejo de doenças causadas por fitonematóides**. Lavras: UFLA/ FAEPE, 1999.

CASA, R.T.; REIS, E.M.; MEDEIROS, C.A.; MOURA, F.B. Efeito do tratamento de sementes de milho com fungicidas, na proteção de fungos do solo, no Rio Grande do Sul. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.20, p.633-637, 1995.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. F.; PINTO, N. F. J. A. **Doenças na cultura do milho**. CNPMS, Sete Lagoas: EMBRAPA, 2006.

CASTILLO, P.; VOVLAS, N. ***Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): diagnosis, biology, pathogenicity and management**. Leiden: Brill, 2007.

- CASTRO, A. P.; SANTOS, M. A. Reprodução de *Pratylenchus brachyurus* em plantas de soja sob condições de casa de vegetação a partir de diferentes populações iniciais de ióculo. Universidade Federal de Uberlândia – ICIAG. **Artigo...** 2008.
- CASTRO, M. E. A.; FERRAZ, S. Multiplicação *in vitro* de *Pratylenchus brachyurus*, *P. zaei*, *Radopholus similis* e *Tylenchorhynchus* sp. em discos de cenoura. **Nematologia Brasileira**, Campinas, SP, v. 13, p. 31-38, 1989b.
- CHANT, S. R.; GBAJA, I. S. Effect of co-infection by *Fusarium oxysporum* and cowpea mosaic virus on the growth and colonization of cowpea seedlings (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Journal of phytopathology**, Berlim, v. 116, p. 81-87, 1986.
- CHARCHAR, J. M.; HUANG, C. S. Host range of *Pratylenchus brachyurus*. I. Gramineae. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 5, n. 3, p. 351-357, 1980.
- CHARCHAR, J. M.; HUANG, C. S. Círculo de hospedeiras de *Pratylenchus brachyurus* II. Hortaliças. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 6, p. 67-72, 1981a.
- CHARCHAR, J. M.; HUANG, C. S. Círculo de hospedeiras de *Pratylenchus brachyurus* III. Plantas diversas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 6, p. 469-473, 1981b.
- CHARCHAR, J. M.; HUANG, C. S. Sobrevivência de *Pratylenchus brachyurus* em fragmentos de raízes de capim gordura *Melinis minutiflora*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 16, p. 22-25, 1991.
- CHARCHAR, J. M.; HUANG, C. S.; MENEZES SOBRINHO, J. A.; LOPES, C. A. Nematóides fitoparasitas associados à planta de alho coletadas nos principais estados produtores do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 5, p. 105-114, 1980.
- COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Brasil). 2010. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2009/2010: Décimo Segundo Levantamento – Setembro/2010**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/7e05515f8222082610088f5a2376c6af..pdf>. Acesso em: 25 de setembro de 2010.
- COOK, J. Biological Control of Plant Pathogens: Overview. In: PAPAVIDAS, G.C.; (Ed.) **Biological Control in Crop Production** (BARC Symposium number 5). Totowa: Allanheld, Osmun., 1981. p. 23-44.
- COOK, R. J.; EVANS, K. Resistance and tolerance. In: Brown RH, Kerry BR (Eds.) **Principles and practice of nematode control in crops**. New York: Academic Press. pp. 179-231, 1987.
- COOK, R. J.; EVANS, K. Resistance and Tolerance. In **Principles and Practice of Nematode Control in Crops**. Edited by R.H. Brown and B.R. Kerry. **Academic Press**. USA. 1987.
- CORBETT, D. C. M. *Pratylenchus vulnus*. **C.I.H. Descriptions of Plant Parasitic Nematodes**. St. Albans, Inglaterra, GB, n. 37, p. 3, 1974.

CORBETT, D. C. M. *Pratylenchus brachyurus*. **C.I.H. Descriptions of Plant Parasitic Nematodes**, St. Albans, Inglaterra, GB, n. 89, p. 4, 1976.

COTTEN T. K.; MUNKVOLD G. P. Survival of *Fusarium moniliforme*, *F. proliferatum*, *F. subglutinans* in maize stalk residue. **Phytopathology**, Saint Paul, Minnesota, v. 88, p. 550–55, 1998.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; SPRONELLO, A.; MARTINS, A. L. M. Population dynamics of plant parasitic nematodes in pineapple cultivations. **Nematologia Brasileira**, Campinas, SP, v. 21, n. 1, p. 49-57, 1997.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FERRAZ, L. C. C. B. Patogenicidade de *Pratylenchus brachyurus* e *P. zae* a duas variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.). **Nematologia Brasileira**, Campinas, SP, v. 15, p. 9-16, 1991.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; SPIRONELLO, A.; MARTINS, A. L. M. Reação de variedades de abacaxizeiro a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Campinas, SP, n.20, v.1, p. 01-07, 1996.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; SPIRONELLO, A.; MARTINS, A. L. M. Reação de variedades de abacaxizeiro a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Campinas, SP, v. 20, p. 1-7, 1996a.

DJAKAMIHARDJA, G.; SCOTT, G.T.; FUTRELL, M.C. Seedling reaction of inbreds and single crosses of maize to *Fusarium moniliforme*. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v.54, p. 307-310, 1970.

DJORDJEVIC J. S.; IVANOVIC M. R. Genetic analysis for stalk lodging resistance in narrow-base maize synthetic population ZPS14. **Crop Science**, Madison, v. 36, p. 909-913, 1996.

EGUNJOBI, O. A. Nematodes and maize growth in Nigeria. I. Population dynamics of *Pratylenchus brachyurus* in and about the roots of maize and its effects on maize production at Ibadan. **Nematologica**, Leiden, Holanda, v. 20, n. 2, p. 181-186, 1974.

ENDO, B. Y. Responses of root-lesion nematodes. *Pratylenchus brachyurus* and *P. zae*, to various plants and soil types. **Phytopathology**, Saint Paul, Minnesota, v. 49, p. 417-421, 1959.

EVANS, K.; HAYDOCK, P. P. J. Interactions of Nematodes with Root-rot Fungi. In: KHAN, M. W. (Ed.). **Nematode interactions**. London: Chapman and Hall, 1993, p. 104-33.

FELDMESSER, J.; FEDER, W.A.; REBOIS, R. V.; HUTCHINS, P. C. Longevity of *Radopholus similis* and *Pratylenchus brachyurus* in the green-house. **Anat. Rec.**, v. 137, n. 3, p. 355, 1960.

FELDMESSER, J. W. A.; REBOIS, R. V. Temperature and moisture effects on *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologica**, Leiden, Holanda v. 11, n. 1, p. 37-38, 1965.

FERRAZ, L. C. C. B.; MONTEIRO, A. R. Nova ocorrência de *Pratylenchus penetrans* no Brasil. **Revista de Agricultura**, v. 58, p. 301-303, 1983.

FERRAZ, L. C. C. B. O nematóide *Pratylenchus brachyurus* e a soja sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 96, p. 23-27, 2006.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. pacote computacional).

FOLEY, D.C.; WERNHAM, C.C. The effect of fertilizers on stalk rot of corn in Pennsylvania. **Phytopathology**, Saint Paul, Minnesota, v. 47, p. 11-12. 1957.

FRIEDMAN, P. A.; ROHDE, R. A. Phenol levels in leaves of tomato cultivars infected with *Pratylenchus penetrans*. **Journal of Nematology**, College Park, v. 8, p. 285 (res.), 1976.

GATCH, E. W.; MUNKVOLD, G. P. Fungal species composition in maize stalks in relation to European corn borer injury and transgenic insect protection. **Plant Disease**, Quebec, v.86, p.1156-1162, 2002.

GBAJA, I. S.; CHANT, S. R. The effects of co-infection by Sunn-Hemp mosaic virus (SHMV) and *Fusarium oxysporum* on the growth of French bean. **Phytopathology**, Saint Paul, Minnesota, v. 113, p. 252-259, 1985.

GESSLER, C.; KÚC, J. Induction of resistance to *Fusarium* wilt in cucumber by root and foliar pathogens. **Phytopathology**, Saint Paul, Minnesota, v. 72, p. 1439-1441, 1982.

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. **Anais... CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO**, 4, 2003, Goiânia, GO. Goiânia: Fialgo e Embrapa Algodão, 2003. 1 CD-ROM

GODFREY, G. H. A destructive root disease of pineapples and other plants due to *Tylenchus brachyurus* n. sp. **Phytopathology**, Saint Paul, Minnesota, v. 19, p. 611-629, 1929.

GONZÁLEZ, J.A.; BRAUM, A.E.; REYES, R.E.; RAVELO, A.G. Inhibition of potato cyst nematode hatch by lignans from *Bupleurum salicifolium* (Umbeliferae). **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 20, p. 517-524. 1994.

GOOD, J. M.; BOYLE, L. W.; HAMMONS, R. O. Studies on *Pratylenchus brachyurus* on peanuts. **Phytopathology**, Saint Paul, Minnesota, v. 48, p. 530-535, 1958.

GORDON, D. T.; SCHMITTHENNER, A. F. Association of soybean mosaic virus with tobacco ringspot virus in soybean bud blight. **Phytopathology**, Saint Paul, Minnesota, v. 59, p. 1028 (res.), 1969.

GOUVÊA, C. M. C. P.; LIMA, M. M. A.; OLIVEIRA, A. R. de. Establishment of monoxenic cultures and electrophoretic analysis of protein and DNA of *Pratylenchus zae*, *P. penetrans* and *P. brachyurus*. **Summa Phytopathologica**, Jaguariuna, v. 23, n. 3/4, p. 243-247, 1997.

GRAHAM, T. W. Tobacco varieties used to show differential response to root lesion nematodes. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v. 49, p. 822-826, 1965.

HARBOURNE, J. B. (Ed.). **Introduction to Ecological Biochemistry**. London: Academic Press, p. 17, 1988.

HARRISON, M. D. Interactions between foliar sprays and soil fumigation in the yield response of potatoes. **Phytopathology**, Saint Paul, Minnesota, v. 64, p. 860-864, 1974.

HUANG, C. S.; TENENTE, R. C. V.; REIS, N. V. B. Flutuação da população de *Pratylenchus brachyurus* em capim gordura no Distrito Federal. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 3, p. 87-88, 1978.

HUSSEY, R. S.; RONCADORI, R. W. Interaction of *Pratylenchus brachyurus* and *Gigaspora margarita* on cotton. **Journal of Nematology**, College Park, v. 10, p. 16-20, 1978.

HYDE, P. M. The effects on wheat of inoculation with *Puccinia striiformis* and *Septoria nodorum* with respect to possible interactions. **Phytopathology**, Saint Paul, Minnesota, v. 100, p. 111-120, 1981.

ICHINOHE, M. Nematode Diseases of Rice. In: WEBSTER, J.M. Ed. **Economic Nematology**. New York, USA: Academic Press, 1972, p. 127-143.

INAGAKI, H.; POWELL, N.T. Influence of the root-lesion nematode on black shank symptom development in flue-cured tobacco. **Phytopathology**, Saint Paul, Minnesota, v. 59, p. 1350-1353, 1969.

INOMOTO, M. M.; OLIVEIRA, C. M. G.; MAZZAFERA, P.; GONÇALVES, W. Effects of *Pratylenchus brachyurus* and *P. coffeae* on seedlings of *Coffea arabica*. **Journal of Nematology**, College Park, v. 30, n. 3, p. 362-367, 1998.

INOMOTO, M. M.; ASMUS, G. L.; SILVA, R. A.; MACHADO, A. C. Z. **Nematóides: uma ameaça à cotonicultura brasileira**. São Paulo: Syngenta, 2007.

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.

JEDLINSKI, H.; BROWN, C. M. Cross-protection and mutual exclusion by three strains of barley yellow dwarf virus in *Avena sativa*. **Virology**, v. 26, p. 613-621, 1965.

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

JENKINS, W. R. Nematodes associated with lemon grass in Guatemala. In: SYMPOSIUM ON TROPICAL NEMATOLOGY, 1967, Puerto Rico, **Proceedings**... Puerto Rico: University of Puerto Rico, 1969, p. 80-83.

JENKINS, W. R.; TAYLOR, D. P.; ROHDE, R. A.; COURSEN, B. W. Nematodes associated with crop plants in Maryland. **Bulletin of the University of Maryland Agricultural Experimental Station**, College Park, v. 87, 1957.

JESUS JUNIOR, W. C. de; PAULA JUNIOR, T. J.; HAU, B.; BERGAMIN FILHO, A. Interactions among aerial pathogens: dynamics and crop loss. **Plant Protection**, Beersheva, 2003. No prelo.

JOHNSON, K. B. Assessing multiple pest populations and their effects on crop yield. **Crop loss assessment in rice**, Los Baños: IRRI, 1990, p. 203-14.

JOHNSON, K. B.; RADCLIFFE, E. B.; TENG, P. S. Effect of interacting populations of *Alternaria solani*, *Verticillium dahliae*, and the potato leafhopper (*Empoasca fabae*) on potato yield. **Phytopathology**, Saint Paul, Minnesota, v. 76, p. 1046-1052, 1986.

KAPPELMAN, A. J.; THOMPSON, D. L. Inheritance of resistance to Diplodia stalk-rot in corn. **Crop Science**, Madison, v. 6, p. 288-290. 1966.

KINKAID, R. R. Soil factors affecting incidence of root-knot. **Soil Science**, Silver Spring, v. 61, p. 101-109, 1946.

KOEN, H. Notes on the host range, ecology and population dynamics of *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologica**, Leiden, Holanda, v. 13, p. 118-24, 1967.

KRANZ, J.; JÖRG, E. The synecological approach a plant disease epidemiology. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 6, p. 27-38, 1989.

LATCH, G. C. M.; POTTER, L. R. Interaction between crown rust (*Puccinia coronata*) and two viruses of ryegrass. **Annals of applied biology**, Warwick, Inglaterra, v. 87, p. 139-142, 1977.

LINDSEY, D. W.; CAIRNS, E. J. Pathogenicity of the lesion nematode, *Pratylenchus brachyurus*, on six soybean cultivars. **Journal of Nematology**, College Park, v. 3, p. 220-226, 1971.

LOOF, P. A. A. Taxonomic studies on the genus *Pratylenchus* (Nematoda). **Tijdschr. Plantenziekten**, Wageningen, v. 66, p. 29-90, 1960.

LOOF, P. A. A. The genus *Pratylenchus* Filipjev, 1936 (Nematoda: Pratylenchidae): a review of its anatomy, morphology, distribution, systematics and identification. **Vaxtskyddsrapporter**, Jordbruk, v. 5, 1978.

LOOF, P. A. A. The family Pratylenchidae Thorne, 1949. In: NICKLE, W.R. (Ed.). **Manual of agricultural nematology**, New York: Marcel Dekker, 1990, p. 363-421.

LORDELLO, L. G. E; MELLO FILHO, A. T. Capins gordura e jaraguá, hospedeiros novos de um nematóide migrador. **O Solo**, Piracicaba, v. 61, p. 27-28, 1969.

LORDELLO, L. G. E. Contribuição ao conhecimento dos nematóides do solo de algumas regiões do Estado de São Paulo, 76 f. **Tese (doutorado)**..., Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1953.

LORDELLO, L. G. E. Sobre um nematóide do gênero *Pratylenchus* parasito das raízes de *Allium cepa*. **Revista Agricultura**, Piracicaba, v. 31, p. 181-188, 1956.

LORDELLO, L. G. E. **Nematóides das plantas cultivadas**. São Paulo, Nobel, 1981.

LORDELLO, L. G. E.; ZAMITH, A. P. L.; BOOCK, O. J. Novo nematódeo parasito da batatinha. **Bragantia**, Campinas, v. 13, p. 141-149, 1954.

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

LORDELLO, R. R. A.; SAWAZAKI, E.; LORDELLO, A. I. L.; ALOISI SOBRINHO, J. Controle de *Pratylenchus* spp. em milho com nematicidas sistêmicos e com torta de mamona. **Sociedade Brasileira de Nematologia**, Piracicaba, v. 7, p. 241-250, 1983.

LUC, M. A reappraisal of Tylenchina (Nemata): 7. The family Pratylenchidae Thorne, 1949. **Revue de nématologie**, Bondy, França, v. 10, p. 203-218, 1987.

LUCCA FILHO, O.A. Metodologia dos testes de sanidade de sementes. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.V.S. **Patologia de sementes**, Campinas: Fundação Cargill, 1987, p.176-198.

LUZ, W. C. Nematódeos fitoparasitas associados com trigo no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v. 17, p. 215-217, 1982.

McGOWAN, J. B. The lesion nematode, *Pratylenchus brachyurus* infecting citrus. Florida: **Florida Department of Agriculture and Consumer Services**, 1978.

MCINTYRE, J. L.; DODDS, J. A. Induction of localized and systemic protection against *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* by tobacco mosaic virus infection of tobacco hypersensitive to the virus. **Physiological Plant Pathology**, London, v. 15, p. 321-330, 1979.

McSORLEY, R.; DICKSON, D. W. Vertical distribution of plant-parasitic nematodes in sandy soil under soybean. **Journal of Nematology**, College Park, v. 22, n. 1, p. 90-96, 1990.

MEERA, M.S.; SHIVANNA, M. B. Kageyama K and Hyakumachi M. Plant growth-promoting fungi from zoysiagrass rhizosphere as potential inducers of systemic resistance in cucumbers. **Phytopathology**, Saint Paul, Minnesota, v. 84, p. 1399-1406, 1994.

MELAKEBERHAN, H.; BIRD, G. W.; GORE, R. Impact of plant nutrition on *Pratylenchus penetrans* infection of *Prunus avium* rootstocks. **Journal of Nematology**, College Park, v. 29, p. 381-388, 1997.

MELLO, A. F. S.; MACHADO, A. C. Z.; INOMOTO, M. M. Potencial de controle 18de Erva-de-Santa-Maria sobre *Pratylenchus Brachyurus*. **Fitopatologia brasileira**, v. 31, n. 5, Brasília, Sept./Oct., 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-41582006000500013&script=sci_arttext Acesso em: 23 fev. 2007.

MÉTRAUX, J. P. Systemic acquired resistance and salicylic acid: corrent state of knowledge. **European Journal of Plant Pathology**. Dordecht, v. 107, p. 13-18, 2001.

MEYERS, J. A.; COOK, R. J. Induction of chlamydospore formation in *Fusarium solani* by abrupt removal of the organic carbon substrate. **Phytopathology**, Saint Paul, Minnesota, v. 62, n. 10, p. 1148-53, 1972.

MINTON, N. A.; CAIRNS, E. J.; SMITH, A. L. Effect on root-knot nematode populations of resistant and susceptible cotton. **Phytopathology**, Saint Paul, Minnesota, v. 50, n. 11, p. 784-787, 1960.

MONTEIRO, A. R.; COVOLO, G. *Pratylenchus penetrans* parasita soja no Brasil. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 9, p. 14 (res.), 1985.

MONTEIRO, A. R.; LORDELLO, L. G. E. Nematóides parasitos associados à framboesa no Brasil. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.51, p. 122, 1976.

MONTEIRO, A. R. Pratilencose do milho. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 38, p. 177-187, 1963.

MONTEIRO, A. R. O nematóide *Pratylenchus penetrans* causa necrose em mandioquinha salsa no Brasil. **Sociedade Brasileira de Nematologia**, Piracicaba, v. 4, p. 59-63, 1980.

MOURA, R. M.; MOURA, A. M. Ocorrência da pratilencose do inhame no Estado da Paraíba. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v.13, p. 51-58, 1989.

MUNKVOLD, G.P.; DESJARDINS, A.E. Fumonisin in maize: can we reduce their occurrence? **Plant Disease**, Saint Paul, Minnesota, 81, p.556-565, 1997.

NICHOLSON, R. L.; BERGESON, G. B.; DEGENNARO, F. P. & VIVEIROS, D. M. Single and combined effects of the lesion nematode and *Colletotrichum graminicola* on growth and anthracnose leaf blight of corn. **Corn Phytopathology**, Lafayette, v. 75, p. 654-661, 1985.

NIRENBERG, H. I.; O'DONNELL, K. New *Fusarium* species and combinations within the *Gibberella fujikuroi* species complex. **Mycologia**, New York, v. 90, n. 3, p. 434-458, 1998.

NITZANY, F. E.; JOFEE, A. Z.; PALTI, J. Synergism between *Fusarium* spp. and cucumber mosaic virus. **Phytopahtology**, Saint Paul, Minnesota, Z., v. 76, p. 314-318, 1973.

NOVARETTI, W.R.T. Controle de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zeae* (Nematoda: Heteroderidae) em cana-de-açúcar associados ou não à matéria orgânica (Tese de Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 112 p. 1997.

NOVARETTI, W. R. T.; CARDERAN, J. O.; CARPANEZZI, A.; RODRIGUES, J. C. S. Comportamento de três variedades de cana-de-açúcar em relação ao nematóide das lesões, *Pratylenchus zeae* Graham, 1951. **Boletim técnico Copersucar**, São Paulo, v. 43, p. 19-24, 1988.

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

OLTHOF, T. H. A. Seasonal fluctuations in population densities of *Pratylenchus penetrans* under rye-tobacco rotation in Ontario. **Nematologica**, Leiden, v. 17, p. 453-459, 1971.

ORSI, F.; NOVARETTI, W. R. T.; BORGES, A.; PAPA, G. Efeito do nematicida Carbofuran 350 SC no controle de *Pratylenchus zeae* associado a diferentes doses de fertilizantes na cultura da cana-de-açúcar. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v. 16, p. 22-24, 1998.

PAULA JR., T. J. **Integrated management of bean *Rhizoctonia* root rot**. 2002. 72 f. Thesis (Ph, D.)- Universität Hannover, Hannover, 2002.

PEACOCK, F. C. The development of a technique for studying the host-parasite relationships of the root-knot nematode e *Meloidogyne incognita* under controlled conditions. **Nematologica**, Leiden, v. 4, p. 43-55, 1959.

PEREIRA, O.A.P. Doença do milho. In: Kimati, H., Amorim, I., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A.; Resende, J.A.M. **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**, 2ed. São Paulo: Agronômica Ceres, vol.2. p. 538-555. 1997.

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

PIECZARKA, D. J.; ZITTER, T. A. Effect of interaction between two viruses and *Rhizoctonia* to pepper. **Plant Disease**, Saint Paul, Minnesota, v. 65, p. 404-406, 1981.

PINNSCHMIDT, H. O. Effects of multiple pests on crop growth and yield. Philippine **Phytopathology**, Saint Paul, Minnesota, v. 21, p. 01-11, 1991.

PINTO, N. F. J. de A. **Patologia de sementes de milho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1998.

PINTO, N.F.J. de A. Tratamento fungicida de sementes de milho. In: SOAVE, J., OLIVEIRA, M.R.M.; MENTEN, J.O.M. (Eds.) **Tratamento químico de sementes**. Campinas: **Fundação Cargill**, 1996. p. 52-57.

PINTO, N.F.J.A., FERNANDES, F.T. & OLIVEIRA, E. **Milho (*Zea mays*) Controle de doenças**. In: Vale, F.C.R. do & Zambolim, L. (Eds.) Controle de doenças de plantas: grandes culturas. Viçosa - MG:UFV, Dep. de Fitopatologia; Brasília - DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 1997. pp. 821-857.

POWELL, N. T. Interaction between nematodes and fungi in disease complexes. **Annual review of phytopathology**, Palo Alto, v. 9, p. 253-274, 1971.

RADEWALD, J. D.; O'BANNON, J. H. & TOMERLIN, A. T. Temperature effects on reproduction and pathogenicity of *Pratylenchus coffeae* and *P. brachyurus* and survival of *P. coffeae* in roots of *Citrus jambhiri*. **Journal of Nematology**, College Park, v. 3, p. 390-394, 1971.

RAHM, G. Alguns nematodes parasitas e semi-parasitas das plantas culturaes do Brasil. **Archivos / Instituto de Biologia Andina**, Lima, v. 1, p. 239-252, 1928.

RAHM, G. Nematodes parasitas e semi-parasitas de diversas plantas culturaes do Brasil. **Archivos / Instituto de Biologia Andina**, Lima, v. 2, p. 67-136, 1929.

RASHID, F.; GERAERT, E.; SHARMA, R.D. The genus *Peltamigratus* Sher, 1964 with description of two news species (Nematoda: Tylenchida). **Revue de Nématologie**, Bondy, v. 10, n.1, p.3-21, 1987.

REDDI, C. K. Nitrogen fixation and nematode resistance of 13 tropical legumes. **Dissertation-Abstracts International**, Ann Arbor, v. 44, n. 2, p. 380B, 1983.

REIS, A. C.; REIS, E. M. CASA, R. T. Erradicação de fungos patogênicos associados à semente de milho e proteção de fungos de solo pelo tratamento com fungicida. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 20, p. 585-591. 1995.

REYES, A. A.; CHADHA, K. C. Interaction between *Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans* and turnip mosaic virus in *Brassica campestris* var. *chinensis* seedlings. **Phytopathology**, Saint Paul, Minnesota, v. 62, p. 1424-8, 1972.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; KOKALISBURELLE, N.; ROBERTSON, D.G.; KING, P.S.; WELLS, L.W. Rotations with coastal bermudagrass, cotton, and bahiagrass for management of *Meloidogyne arenaria* and southern blight in peanut. **Journal of Nematology**, College Park, v. 26, p. 665- 668, 1994.

ROMAN, J.; HIRSCHMANN, H. Morphology and Morphometrics of six species of *Pratylenchus*. **Journal of Nematology**, College Park, v. 1, p. 363-386, 1969.

ROMAN, J.; TRIANTAPHYLLOU, A. C. Gametogenesis and Reproduction of Seven Species of *Pratylenchus*. **Journal of Nematology**, College Park, v. 1, p. 357-362, 1969.

- ROSSI, C. E.; CALDARI JÚNIOR, P.; MONTEIRO, A. R. Ocorrência de *Pratylenchus vulnus* em roseira no Estado de Minas Gerais. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 21, p. 26-27, 1997.
- SALAMA, A.M.; MISHRICKY, A.G. Seed transmission of maize wilt fungi with special reference to *Fusarium moniliforme*. **Phytopathologische Zeitschrift**, Berlin, v.77, p.356-362, 1973.
- SANTOS, M. A. DOS; RUANO, O. Reação de plantas usadas como adubos verdes a *Meloidogyne incognita* raça 3 e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.11, p. 184-197, 1987.
- SARAH, J. L.; OSSÉNI, B.; HUGON, R. Effect of soil pH on development of *Pratylenchus brachyurus* population in pineapple roots. **Nematropica**, Bradenton, v. 21, n. 2, p. 211-216, 1991.
- SHER, S. A.; ALLEN, M. W. Revision of the genus *Pratylenchus* (Nematoda: Tylenchidae). **Univ. Calif. Berkely Publ. Zool.**, California, v. 57, p. 441-470, 1953.
- SHEWRY, P. R.; LUCAS, J. A. Plant proteins that confer resistance to pests and pathogens. **Advances In Botanical Research Incorporating Advances In Plant Pathology**, San Diego, v. 26, p. 135-192, 1997.
- SIKORA, R. A.; CARTER, W. W. Nematode Interaction with Fungal and Bacterial Plant Pathogens – Fact or Fantasy. In: VEECH, J. A.; DICKSON, D. W. (Ed.). **Vistas on Nematology**. Maryland: Society of Nematologists, 1987. p. 307-312.
- SILVA J.F.V.; DIAS, W.P.; MANZONE, U.; GOMES, J. Produção de grãos em ambientes com nematóides de galhas. VI Seminário Nacional de Milho Safrinha. **Resumos...** Londrina: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2001.
- SILVA, G. S.; FERRAZ, S.; SANTOS, J. M. Resistência de espécies de *Crotalaria* a *Pratylenchus brachyurus* e *P. zae*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 13, p. 81-86, 1989.
- SILVA, J. F. V.; GARCIA, A.; PEREIRA, J.E.; HIROMOTO, D. Nematóide de cisto da soja (*Heterodera glycines* Ichinohe). Resultados de pesquisa da Embrapa – soja 1996. **EMBRAPA** - CNPSo, Londrina. 217p. 1997.
- 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, n. 3, p. 337, 2004.
- SILVEIRA, S. G. P.; CURI, S. M.; TOLEDO, A. C. D. Ocorrência do nematóide *Pratylenchus penetrans* em solo de crisântemo no estado de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 13, p. 71-72, 1988.

SIMKIN, M. B.; WHEELER, B. E. J. Effects of dual infections of *Puccinia hordei* and *Erysiphe graminis* on barley, cv. Zephyr. **Ann. Appl. Biol.**, v. 78, p. 237-250, 1974.

SITARAMAIAH, K.; PATHAK, K. N. Nematode Bacterial Disease Interaction, In: KHAN, M. W. (Ed.) **Nematode Interactions**. London, Chapman and Hall. p. 232-250, 1993.

SOUZA, M. V.; MACHADO, J. C.; PFENNING, L. H.; KAWASAKI, V. H.; ARAUJO, D. V.; SILVA, A. A.; NETO, A. M. Métodos de inoculação e efeitos de *Fusarium oxysporum* f. sp. *Vasinfectum* em sementes de algodoeiro. **Tropical Plant pathology**, Brasília, v. 33, 1, p. 041-048, 2008.

SOUTHARDS, C. J. The influence of the stage of development of lesion nematodes on population dynamics and subsequent host response. **Nematologica**, Leiden, v. 14, p. 15-16, 1968.

STRADIOTO, M. F.; FERRAZ, L. C. C. B.; PITELLI, R. A. Dinâmica populacional de *Pratylenchus brachyurus* em cultura de milho infestada por plantas daninhas. **Sociedade Brasileira de Nematologia**, Piracicaba, v. 7, p. 99-116, 1983.

TANAKA, M.A.S. **Fatores influenciando a germinação de sementes de milho (*Zea mays* L.) em presença de *Fusarium moniliforme* Sheldon**. 113 f. Tese (Mestrado). Piracicaba. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", **Universidade de São Paulo**. 1976.

TANAKA, M.A.S.; BALMER, E. Efeito da temperatura e dos microorganismos associados ao tombamento na germinação de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.5, p.87-93, 1980.

TARJAN, A. C.; FREDERICK, J. J. Intra-specific morphological variation among populations of *Pratylenchus brachyurus* and *P. coffeae*. **Journal of Nematology**, College Park, v. 10, p. 152-160, 1978.

TARR SAJ., 1962. **Diseases of Sorghum, Sudan Grass and Broom Corn**. London: Commonwealth Mycological Institute, Kew, 1962, 380 p.

TIHOHOD, D. Controle de nematóides parasitos do algodoeiro através de sequência de culturas e avaliação de métodos de amostragem e extração, 1991. 117f. **Tese...** (Doutorado em Agronomia) Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal-SP, 1991.

TIHOHOD, D. Nematologia agrícola aplicada. **Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"**. Jaboticabal: FUNEP, p. 473, 2000.

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

TU, J. C.; FORD, R. E. Maize dwarf mosaic virus predisposes corn to root rot infection. **Phytopathology**, Saint Paul, Minnesota, v. 61, p. 800-803, 1971.

VENARD, C.; VAILLANCOURT, L. Penetration and colonization of unwounded maize tissues by the maize anthracnose pathogen *Colletotrichum graminicola* and the related nonpathogen *C. sublineolum*. **Mycologia**, New York, v. 99, n.3, p. 368-377, 2007.

WALLER, J. M.; BRIDGE, J. Effects of Pathogen Interactions on Tropical Crop Production. In: WOOD, R. H. S.; JELLIS, G. L. (Ed.). **Plant Diseases: Infection, Damage and Loss**. Oxford, Blackwell Scientific Publications, p. 311-20, 1984.

WEISCHER, B. Nematode-virus Interactions. In: KHAN, M. W. (Ed.). **Nematode Interactions**. London: Chapman e Hall, p. 217-231, 1993.

WHITE, B.N. ; KUHEN, M.M.; MINOR, J.E. An examination of hybridization between the cattail species *Typha latifolia* and *Typha angustifolia* using random amplified polymorphic DNA and chloroplast DNA markers. **Molecular Ecology**, Oxford, v. 8, p. 1981-1990, 1999.

YORINORI, J. T.; VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. **Soja: Controle de doenças**. Controle de doenças de plantas: Grandes culturas, Viçosa: v. 2, UFV, 1997.

ZIMMERMANN, A. De nematoden der Koffiewortels. **Mededeelingen uit' s lands plantentuin**, Buitenzorg, v. 27, p. 1-64, 1898.