

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**TRATAMENTO DE SEMENTES DE HÍBRIDOS DE MILHO  
COM PRODUTOS QUÍMICOS NO CONTROLE DOS  
NEMATOIDES-CHAVE DA CULTURA**

**Samira Scaff Neves**

Engenheira Agrônoma

**Jaboticabal-SP-Brasil**

**2013**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**TRATAMENTO DE SEMENTES DE HÍBRIDOS DE MILHO  
COM PRODUTOS QUÍMICOS NO CONTROLE DOS  
NEMAOTIDES-CHAVE DA CULTURA**

**Samira Scaff Neves**

**Orientador: Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares**

**Coorientador: Prof. Dr. Jaime Maia dos Santos**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal)

**Jaboticabal-SP-Brasil**

**2013**

N514r Neves, Samira Scaff  
Tratamento de sementes de híbridos de milho com produtos químicos no controle dos nematoides-chave da cultura/ Samira Scaff  
Neves. -- Jaboticabal, 2013  
x, 45 f.; 29 cm

Dissertação (Mestrado) apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, 2010  
Orientador: Pedro Luiz Martins Soares  
Co-Orientador: Jaime Maia dos Santos  
Banca examinadora: Marineide Mendonça Aguilera, Rita de Cássia Panizzi  
Bibliografia

1. Tratamento sementes. 2. *Zea mays* 3. *Meloidogyne* spp. 4. *Pratylenchus* spp. 5. Abamectina, Thiamethoxam, Fludioxonil I. Título. II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 632.95:633.15

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

## DADOS CURRICULARES DO AUTOR

**SAMIRA SCAFF NEVES** - nasceu em 21 de agosto de 1984, na cidade de Campinas-SP. Iniciou o curso de graduação em Engenharia Agrônômica na Universidade Estadual Paulista – Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Câmpus de Jaboticabal/SP, em 2006. Foi bolsista PIBIC/Reitoria de 2009 a 2010. Estagiou na Empresa Syngenta® Seed Care, no ano de 2009, desenvolvendo trabalho de mapeamento de nematoides a nível nacional. Em 2010, fez o estágio curricular no Instituto Agronômico de Campinas (IAC) realizando pesquisas na área de nematoides em diversas culturas. Desenvolveu seu trabalho de conclusão de curso intitulado “CONTROLE BIOLÓGICO DE *Meloidogyne javanica* EM TOMATEIRO POR FUNGOS NEMATÓFAGOS EM VASOS NA CASA DE VEGETAÇÃO”, sob a orientação do Prof. Dr. Jaime Maia dos Santos e coorientação do Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares. Graduou-se em 2010 e iniciou, em 2011, o curso de Mestrado em Agronomia pelo Programa de Produção Vegetal, na Universidade Estadual Paulista – Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Câmpus de Jaboticabal/SP com a dissertação na área de Nematologia. Obteve bolsa da Empresa Syngenta® ao longo de todo o período de mestrado.

“O êxito da vida não se mede pelo caminho que você conquistou, mas sim pelas dificuldades que superou no caminho.”

***Abraham Lincoln***

## **DEDICO ESTE TRABALHO**

À Deus pela minha vida.

À minha família:

Minha mãe, Maria de Fátima Scaff Neves, e meu pai, Marcos das Neves pelo amor, dedicação, sacrifício e apoio em todos os momentos da minha vida...

Minhas irmãs, Simone Scaff Neves e Camila Scaff Neves, pelo carinho e atenção... amo muito vocês...

Ao meu avô, Jonas Scaff, "*in memoriam*": sempre em meu coração, agradeço por ter sido um avô presente e carinhoso, meu incentivador e maior exemplo de vida...

À minha avó, Terezinha das Neves, "*in memoriam*": apesar da pouca convivência, agradeço pelo carinho e atenção...

À minha avó, Nair: pelo carinho e orações dedicadas a mim...

Ao meu Avô, Pedro Sebastião das Neves: pelo amor e consideração...

## **OFEREÇO ESTE TRABALHO**

Ao meu namorado Caio Franco Rezende...

Pelo apoio e paciência nos dois anos de Mestrado...

Pelo carinho e por sempre acreditar em mim...

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu Orientador Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares, pela orientação, ensinamentos e oportunidade de realizar o trabalho.

Ao meu Coorientador Prof. Dr. Jaime Maia dos Santos, pelo apoio e incentivo.

À Faculdade de Ciências Agrária e Veterinárias de Jaboticabal (UNESP/FCAV), pela infraestrutura fornecida durante o curso.

À Syngenta® pelo financiamento da pesquisa, concessão da bolsa de mestrado e tratamento dos materiais.

À Monsanto por ceder os híbridos de milho.

Ao Henrique Ferreira (Syngenta®) e ao Fernando Koshima (Monsanto) pelo suporte no desenvolvimento do trabalho.

Aos membros da banca examinadora do Exame Geral de Qualificação, Prof. Dr. José Carlos Barbosa e Profa. Dra. Rita de Cássia Panizzi.

Aos membros da banca examinadora da Defesa de Dissertação, Profa. Dra. Rita de Cássia Panizzi e Profa. Dra. Marineide Mendonça Aguilera.

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos funcionários e colegas do Laboratório de Nematologia Sandra, Valmir e André, pela ajuda durante esses dois anos de mestrado.

Aos amigos Bruno e Vanessa pela grande ajuda e por sanar as dúvidas em alguns momentos.

À amiga Franciele pelo apoio no desenvolvimento do trabalho.

Aos amigos Franciele, Vanessa, Júnior e Suelen pela convivência, dedicação e risadas...Obrigada pela amizade de vocês...

Às colegas Andreza e Ilana pelo dia a dia e oportunidade de conhecê-las melhor.

À minha velha e melhor amiga Ângela, pela amizade verdadeira desde sempre, apesar da distância que estamos hoje.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	iii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
CAPÍTULO 1 – DISPOSIÇÕES GERAIS.....	1
1.1. Acultura do milho.....	1
1.2. Nematoides na cultura do milho.....	2
1.3. Tratamento de sementes para controle de nematoides.....	3
REFERÊNCIAS.....	5
CAPÍTULO 2 - REAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO TRATADOS COM PRODUTOS QUÍMICOS À AÇÃO DE <i>Meloidogyne javanica</i> E <i>Meloidogyne incognita</i> raça 3.....	8
RESUMO.....	8
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
2.1. Obtenção, multiplicação e preparo dos inóculos de <i>Meloidogyne javanica</i> e <i>M. incognita</i> raça 3.....	12
2.2. Implantação dos ensaios.....	13
2.3. Avaliações.....	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4. CONCLUSÕES.....	24
REFERÊNCIAS.....	25

CAPÍTULO 3 – AÇÃO DE DUAS ESPÉCIES DE NEMATOIDES DAS LESÕES RADICULARES ( <i>Pratylenchus brachyurus</i> E <i>Pratylenchus zaeae</i> ) SOBRE HÍBRODOS DE MILHO TRATADOS COM PRODUTOS QUÍMICOS.....	28
RESUMO.....	28
1. INTRODUÇÃO.....	29
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
2.1. Multiplicação e preparo das suspensões de <i>Pratylenchus zaeae</i> e <i>P. brachyurus</i> .....	31
2.2. Implantação dos ensaios.....	32
2.3. Avaliações.....	33
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4. CONCLUSÕES.....	41
REFERÊNCIAS.....	42

## LISTA DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 2 - REAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO TRATADOS COM PRODUTOS QUÍMICOS À AÇÃO DE <i>Meloidogyne javanica</i> E <i>Meloidogyne incognita</i> raça 3.....	8
Tabela 1. Análise de variância e teste de comparação de médias para fatores biométricos e multiplicação de <i>Meloidogyne</i> spp. em híbridos de milho tratados com Avicta® Completo aos 60 dias após a inoculação (Jaboticabal-SP, 2012). ....	16
Tabela 2. Desdobramento das interações entre híbridos de milho e tratamentos para a média do comprimento dos três primeiros internódios (MCI) aos 60 dias após a inoculação de <i>Meloidogyne javanica</i> e <i>M. incognita</i> R3 (Jaboticabal-SP, 2012). ....	17
Tabela 3. Análise de variância e teste de comparação de médias de fatores biométricos e multiplicação de <i>Meloidogyne</i> spp. em híbridos de milho tratados com Avicta® Completo aos 110 dias após a inoculação (Jaboticabal-SP, 2012). ....	19
Tabela 4. Desdobramento das interações entre nematoides ( <i>Meloidogyne javanica</i> e <i>M. incognita</i> R3) e híbridos de milho para a média do comprimento dos três primeiros internódios (MCI) aos 110 dias após a inoculação (Jaboticabal-SP, 2012) .....	20
Tabela 5. Desdobramento das interações entre nematoides ( <i>Meloidogyne javanica</i> e <i>M. incognita</i> R3) e tratamentos em relação ao número de internódios (NI) aos 110 dias após a inoculação (Jaboticabal-SP, 2012). ....	22

Tabela 6. Desdobramento das interações entre híbridos de milho e tratamentos para o número de nematoides nas raízes (NNR) aos 110 dias após a inoculação de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* R3 (Jaboticabal-SP, 2012). .....22

Tabela 7. Desdobramento das interações entre nematoides (*Meloidogyne javanica* e *M. incognita* R3), híbridos de milho e tratamentos para o número de nematoides por grama de raízes (NN/ g R) aos 110 dias após a inoculação (Jaboticabal-SP, 2012).....23

CAPÍTULO 3 – AÇÃO DE DUAS ESPÉCIES DE NEMATOIDES DAS LESÕES RADICULARES (*Pratylenchus brachyurus* e *Pratylenchus zaeae*) SOBRE HÍBRIDOS DE MILHO TRATADOS COM PRODUTOS QUÍMICOS.....28

Tabela 1. Análise de variância e teste de comparação de médias de fatores biométricos de híbridos de milho sobre a ação de duas espécies de *Pratylenchus* aos 100 dias após a inoculação (Jaboticabal-SP, 2012). .....35

Tabela 2. Desdobramento da interação entre nematoides (*Pratylenchus zaeae* e *P. brachyurus*) e tratamentos para número de nematoides nas raízes (NNR) aos 90 dias após a inoculação (Jaboticabal - SP, 2012). .....37

Tabela 3. Desdobramento da interação entre nematoides (*Pratylenchus zaeae* e *P. brachyurus*) e tratamentos para número de nematoides por grama de raízes (NN/g R) aos 90 dias após a inoculação (Jaboticabal - SP, 2012). .....37

Tabela 4. Análise de variância e teste de comparação de médias de fatores biométricos de híbridos de milho sobre a ação de duas espécies de *Pratylenchus* aos 134 dias após a inoculação (Jaboticabal - SP, 2012).

.....39

Tabela 5. Desdobramento da interação entre nematoides (*Pratylenchus zae* e *P. brachyurus*) e híbridos para o número de nematoides por grama de raízes (NN/g R) aos 134 dias após a inoculação (Jaboticabal - SP, 2012).

.....40

## LISTA DE ABREVIATURAS

APA – Altura da parte aérea das plantas

NI – Número de internódios

MCI – Média do comprimento dos três primeiros internódios

DC – Diâmetro de colmo

NF – Número de folhas

IC – Índice de clorofila

MFPA – Matéria fresca de parte aérea

MFR – Matéria fresca de raízes

NNR – Número de nematoides nas raízes

NN/g R – Número de nematoides por grama de raízes

MFE – Massa fresca das espigas

EXP1–Híbrido experimental

## TRATAMENTO DE SEMENTES DE HÍBRIDOS DE MILHO COM PRODUTOS QUÍMICOS NO CONTROLE DOS NEMATOIDES-CHAVE DA CULTURA

**RESUMO** - Considerando o aumento nas áreas de produção do milho e a alta ocorrência dos nematoides de maior importância para esta cultura, o presente trabalho objetivou avaliar a reação de híbridos de milho, com e sem tratamento de sementes, quanto à ação de *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus* spp. Avaliaram-se altura da parte aérea da planta; número de internódios; média do comprimento dos três primeiros internódios; diâmetro do colmo; número de folhas; índice de clorofila; massa fresca das partes aéreas; massa fresca das raízes; número de nematoides nas raízes e por grama de raízes para: DKB390 PRO, DKB350 PRO, DKB250 PRO, AS1572 PRO, AG8061 PRO e EXP1 (híbrido experimental), nos tratamentos com Avicta® Completo e duas testemunhas, com e sem nematoides, aos 60 e 110 dias após a inoculação de *Meloidogyne* spp. e, aos 90 e 134 DAI de *Pratylenchus* spp. *Meloidogyne javanica* foi mais patogênico e comprometeu o desenvolvimento da média do comprimento dos três primeiros internódios e o índice de clorofila, aos 60 dias, e o diâmetro do colmo, aos 110 dias, quando comparado com *M. incognita*. Já *M. incognita* multiplicou-se menos em todos os híbridos (DKB390 PRO, DKB350 PRO, DKB250 PRO, AS1572 PRO, AG8061 PRO e EXP1), porém prejudicou mais o número de internódios, aos 110 dias e, o número de folhas e a massa fresca de raízes, aos 60 dias, em relação a *M. javanica*. Avicta® Completo incrementou a média do comprimento dos três primeiros internódios no híbrido DKB390 PRO, aos 60 dias, e forneceu suporte ao desenvolvimento de todos os híbridos quanto ao número de internódios, quando inoculados com *M. javanica*, aos 110 dias. Nesse mesmo período, Avicta® Completo agiu suprimindo a multiplicação das duas espécies de nematoides de galha no híbrido DKB390 PRO e de *M. javanica*, por grama de raízes, no híbrido DKB350 PRO. Com referência os nematoides das lesões radiculares *Pratylenchus zaei* se multiplicou mais em relação a *P. brachyurus* nos híbridos avaliados (DKB390 PRO, DKB350 PRO, DKB250 PRO, AS1572 PRO, AG8061 PRO e EXP1), aos 90 dias, e comprometeu mais o diâmetro do colmo aos 134 dias. *Pratylenchus brachyurus* foi o que mais comprometeu o desenvolvimento da planta quanto à altura da parte aérea, número de internódios, número de folhas e massa fresca de raízes, aos 90 dias, e a média do comprimento dos três primeiros internódios e índice de clorofila, aos 134 dias, em comparação à *P. zaei*, evidenciando ser mais agressivo. Os híbridos se comportaram de maneira diferente quanto à multiplicação de ambas as espécies de nematoides, uma vez que *P. zaei* se multiplicou mais no DKB350 PRO, DKB250 PRO e no AS1572 PRO em comparação à *P. brachyurus*. Os híbridos reagiram diferentemente quanto a todas as variáveis biométricas avaliadas, exceto para matéria fresca de parte aérea. Avicta® Completo não teve ação sobre os fatores biométricos avaliados; contudo, proporcionou controle para ambas as espécies de nematoides, nos dois períodos de avaliação, em relação aos híbridos não tratados. Quanto às duas espécies de nematoides das lesões radiculares, Avicta® Completo foi mais eficiente para *P. brachyurus* do que *P. zaei*, aos 90 dias após a inoculação. Os seis híbridos avaliados se comportaram de maneira diferente, frente a todas as características avaliadas. O nematicida apresenta diferenças na eficiência de controle para diferentes espécies de nematoides e híbridos.

**Palavras chave:** *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*, *Pratylenchus brachyurus*, *Pratylenchus zaeae*, tratamento de sementes, *Zea mays* L.

## SEED TREATMENT OF CORN HYBRIDS WITH CHEMICAL PRODUCTS ON THE CONTROL OF NEMATODES-KEY OF CULTURE

**ABSTRACT** - Considering the corn production increase and the high occurrence of greatest importance nematodes to this culture, this study aimed to evaluate the reaction of maize hybrids with and without seed treatment, under the action of *Meloidogyne* spp. and *Pratylenchus* spp.. Were evaluated plant height, internodes number, length of first three internodes, stem diameter, leaves number, chlorophyll content, aerial part fresh weight, roots fresh weight, nematodes number on the roots and per gram of roots for, nematodes number on the roots and per gram of roots for DKB390 PRO, DKB350 PRO, DKB250 PRO, AS1572 PRO, AG8061 PRO and EXP1 (experimental hybrid), in treatments with Avicta® Complete and two controls, with and without nematodes at 60 and 110 days after *Meloidogyne* spp inoculation and 90 and 134 DAI of *Pratylenchus* spp. *Meloidogyne javanica* was more pathogenic and undertook the development of the average length of the first three internodes and chlorophyll content at 60 days, and stem diameter at 110 days compared to *M. incognita*. *Meloidogyne incognita* has multiplied less in all hybrids (DKB390 PRO, DKB350 PRO, DKB250 PRO, AS1572 PRO, AG8061 PRO and EXP1) but harmed more number of internodes at 110 days, the leaves number, and the roots fresh weight at 60 days when compared to *M. javanica*. Avicta® Complete has increased the length average of the first three internodes in hybrid DKB390 PRO at 60 days and had supported development to all hybrids concerning internodes number, when were inoculated with *M. javanica*, at 110 days. In the same period, Avicta® Complete acted suppressing the multiplication the two species of *Meloidogyne* in the hybrid DKB390 PRO and *M. javanica* per gram of roots in hybrid DKB350 PRO. With reference to roots lesion nematode, *Pratylenchus zaeae* has multiplied more in relation to *P. brachyurus* on evaluated hybrids (DKB390 PRO, DKB350 PRO, DKB250 PRO, AS1572 PRO, AG8061 PRO and EXP1), at 90 days and committed more stem diameter to 134 days. *Pratylenchus brachyurus* was the most harmful to plant development on the plant height, internodes number, leaf number and roots fresh weight at 90 days and the average length of the first three internodes and chlorophyll content, at 134 days, when compared to *P. zaeae*, showing be more aggressive. Hybrids behaved differently about the multiplication of both nematodes species, once *P. zaeae* has multiplied more in the DKB350 PRO, DKB250 PRO and AS1572 PRO, when compared to *P. brachyurus*. Hybrids reacted differently for all biometric variables assessed, except for plant fresh weight. Avicta® Complete had no action on biometric factors assessed, however, controlled both species of nematodes in both evaluation periods, compared to untreated hybrids. For both species of root lesion nematodes, Avicta® Complete was more effective for *P. brachyurus* than *P. zaeae*, 90 days after inoculation. The six hybrids evaluated

behaved differently for all traits. The nematicide shows differences in control efficiency for different nematode species and hybrids.

**Keywords:** *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*, *Pratylenchus brachyurus*, *Pratylenchus zaeae*, seed treatment, *Zea mays* L.

## **CAPÍTULO 1 – DISPOSIÇÕES GERAIS**

### **1.1. A cultura do milho**

O milho (*Zea mays* L.) teve sua origem nos planaltos do México há aproximadamente 7 mil anos. Os astecas, maias e incas o utilizavam como alimento além de ter uma relação religiosa com o grão (FRANK JUNIOR, 2007). É uma das plantas mais cultivadas no mundo, devido sua utilização como fonte de alimento para o homem e para vários animais, e também por sua ampla adaptação aos mais variados ecossistemas atingindo regiões de climas tropicais, subtropicais e temperados (PATERNIANI; CAMPOS, 1999). Segundo Duarte et al. (2006) a utilização de milho para alimentação animal é de grande importância pois representa cerca de 70% do consumo no mundo e de 70 a 80% do que é produzido no Brasil. Em nosso país, essa cultura se destaca por representar uma das maiores áreas cultivadas em relação aos principais grãos produzidos (MELO FILHO; RICHETTI, 1997) e caracteriza-nos como terceiro maior produtor mundial deste cereal, ficando apenas atrás de Estados Unidos, maior produtor, e China (DUARTE et al., 2006).

A produção de milho no Brasil é dividida em duas épocas, a safra de verão ou primeira safra, que se caracteriza pelo plantio na época chuvosa a qual compreende o final de agosto e vai até outubro/novembro, dependendo do estado e a segunda safra ou “safrinha”, na qual o plantio é realizado entre os meses de fevereiro e março. Esse grão é produzido praticamente em todo o território brasileiro, concentrando mais nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. De acordo com o nono levantamento da safra brasileira de grãos 2012/2013, a produção foi 34,84 milhões de toneladas, apresentando incremento de cerca de 3% quando comparada à da safra anterior. Em relação à segunda safra, a Região Centro-Sul é a principal produtora do país com 41606,8 mil toneladas. No geral, a produção consolidada observada neste levantamento atingiu o montante de 78,46 milhões de toneladas, contra 72,97 representando incremento percentual de 7,5%, quando comparado ao exercício anterior (CONAB, 2013).

## 1.2. Nematoides na cultura do milho

Alguns fatores podem afetar a produção de milho como a ocorrência de doenças, plantas daninhas, insetos pragas e nematoides, juntos ou individualmente, afetando significativamente o potencial produtivo da planta e, no caso dos nematoides, mais de 40 espécies em 12 gêneros foram citadas como parasitos de raízes de milho em todas as áreas do mundo onde esse cereal é cultivado (PINTO, 2006). As espécies de *Pratylenchus* Filipjev ocupam o segundo lugar em importância entre todos os nematoides parasitos de plantas (GOULART, 2008). No Brasil, duas espécies do gênero mencionado a saber, *P. brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Schuurmans Stekhoven e *P. zaeae* (Graham), têm grande importância para a cultura do milho devido à distribuição e patogenicidade (SAWAZAKI; LORDELLO; LORDELLO, 1987).

As evidências vêm demonstrando que, dentre as espécies dos nematoides das lesões radiculares, *P. brachyurus* vem sendo considerada como nematoide-chave de muitas culturas, para as quais o milho entra no sistema de produção (RIBEIRO; DIAS; SANTOS, 2010). As nossas principais culturas de soja (*Glycine max* L.), algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) podem ser citadas como exemplos.

Em relação ao gênero *Meloidogyne* (Goeldi), *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood e *M. javanica* (Treb) Chitwood são as espécies mais frequentes na cultura em questão, segundo Brito e Antonio (1990), Lordello, Lordello e Sawazaki (2001), Wilcken et al. (2006), Carneiro et al., 2007, citado por Paes (2012). O sintoma mais frequente decorrente do parasitismo de espécies de *Meloidogyne* é a presença de galhas nas raízes das plantas, embora esse não seja um sintoma obrigatório na interação planta-nematoide (RIBEIRO et al., 2002). Ainda segundo Ribeiro et al. (2002), nos últimos anos, a frequente ocorrência dos nematoides de galha tornou-se motivo de grande preocupação, no sentido de viabilizar o uso agrícola das áreas infestadas. Isso devido à polifagia desses indivíduos que atacam desde plantas de importância econômica até plantas daninhas dificultando a viabilização de medidas de controle por parte dos agricultores (SILVA et al., 2001; MANZOTTE et al., 2002).

A predominância na Região Oeste do Brasil de sistemas de produção embasados no cultivo de soja, na maioria das vezes caracterizado pelo monocultivo, tem favorecido a disseminação e o agravamento dos danos causados por *M. javanica* (ASMUS; ANDRADE, 1997). A partir dos primeiros relatos de *Meloidogyne* parasitando plantas de milho, feitos por Teixeira e Moura (1985) e Lordello et al. (1986), trabalhos têm sido conduzidos com o intuito de observar a reação dos materiais de milho especialmente quanto a *M. incognita*, segundo Felli e Monteiro (1987) e Lordello, Lordello e Sawazaki (1989) citado por Asmus e Andrade (1997). De acordo com estes autores, Britto e Antonio (1989) e Lordello, Lordello e Sawazaki (1989) relataram que os cultivares de milho apresentam grande variabilidade em relação à *M. javanica*, caracterizando-os desde altamente resistentes até suscetíveis.

Sasser e Freckman (1987) estimaram no mundo, na cultura do milho, perdas médias anuais da ordem de 10,2% devido ao ataque de nematoides. No Brasil, Lordello (1976) estimou perdas de até 5% na produção dessa cultura. Em geral, a cultura de milho em uma área infestada com determinadas espécies de nematoides, aumenta significativamente as populações ainda que não apresente sintoma visual na parte aérea e nas raízes, contudo, se a cultura subsequente for hospedeira sofrerá grandes perdas na produtividade e deixará a área ainda mais infestada, podendo até inviabilizá-la para o cultivo das nossas principais culturas. Diante do exposto, o manejo de nematoides utilizando o tratamento de sementes se torna uma importante ferramenta de controle que, aliada às outras práticas, poderão diminuir consideravelmente os danos causados na cultura do milho, assim como em outras culturas no Brasil e no mundo.

### **1.3. Tratamento de sementes para controle de nematoides**

As principais práticas utilizadas no controle dos nematoides são a utilização de cultivares/híbridos resistentes, rotação de culturas, destruição dos restos culturais e controle químico (LORDELLO et al. 1982; FERRAZ et al., 2010). Dessas, o controle químico é o que tem menos informações disponíveis na literatura. Segundo

a Associação Europeia de Sementes - ESA (2007) foi somente no fim do século 19 que o aumento da compreensão da química e da biologia permitiu a proteção eficaz da cultura com a ajuda de substâncias ativas. Desde então, o tratamento direto da semente tornou-se particularmente eficaz na melhoria do crescimento das plantas, evitando ou limitando pragas e doenças, para atingir rendimentos mais elevados, conseqüentemente, com a utilização de grandes quantidades de substâncias. Com o tempo, o desafio de manter a capacidade da semente para germinar foi conseguido, protegendo-a contra patógenos e pragas. Hoje, o tratamento de sementes de alta tecnologia é uma das estratégias-chave para a agricultura sustentável contemporânea, proteção das culturas, e aumento da produtividade.

Alguns trabalhos com tratamento de sementes podem ser encontrados e trazem respostas positivas como o de Lordello et al. (1983), que relatam o controle eficiente de *P. brachyurus* e *P. zea* na cultura do milho. Kubo, Machado e Oliveira (2012), avaliaram o tratamento de sementes em duas cultivares de algodoeiro, para controle de *Rotylenchulus reniformis* (Linford & Oliveira) e concluíram que houve alta eficiência para o controle desse nematoide. Para Bessi, Sujimoto e Inomoto (2010), o relativo sucesso na redução da penetração de *M. incognita* em algodoeiro, como demonstrado nos seus ensaios, confirmou que o tratamento de sementes com abamectina é uma valiosa ferramenta de controle.

Sendo o milho a principal cultura utilizada no sistema de rotação de culturas no país, principalmente pelas suas vantagens comerciais, além da recuperação do solo, são de suma importância os estudos que abordam o manejo dos nematoides, notadamente buscando-se reduções de suas populações para níveis inferiores aos de dano econômico, uma vez que a completa erradicação desses organismos de uma área infestada é praticamente impossível. Portanto, a aplicação de um produto via tratamento de sementes, que tem ação nematicida, tem a função de proteger o sistema radicular do milho principalmente na fase inicial de desenvolvimento da cultura, pode ser uma estratégia de grande relevância para a redução das perdas causadas por esses nematoides, já que, geralmente, os danos causados por nematoides são tanto maiores quanto mais cedo ocorrer a infecção das raízes.

## REFERÊNCIAS

ASMUS, G. L.; ANDRADE, P. J. M. Reprodução de *Meloidogyne javanica* em cultivares de milho. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 21(2), 1997.

BESSI, R.; SUJIMOTO, F. R.; INOMOTO, M. M. Seed treatment affects *Meloidogyne incognita* penetration, colonization and reproduction on cotton. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p. 1428-1430, 2010.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**, nono levantamento. Brasília: CONAB, 2013. 31p. Acesso em: 04 de Jul. de 2013. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_06\\_06\\_09\\_09\\_27\\_boletim\\_graos\\_junho\\_2013.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_06_06_09_09_27_boletim_graos_junho_2013.pdf)>

DUARTE, J. D.; CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J.; **Sistemas de produção**, 1 ISSN 1679-012X Versão eletrônica. 2º ed. 2006. Acesso em: 06 de Mai. de 2012. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho\\_2ed/economia.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/economia.htm)>

EUROPEAN SEED ASSOCIATION. **Better Regulation for Plant Protection Products for Seed Treatment and Minor Uses. The European seed industry's view on the revision of Directive 91/414/EC**. ESA\_07.0160ES, 6 p., 2007.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A.; DIAS-ARIEIRA, C. R. **Manejo sustentável de fitonematoides**. Viçosa: Editora UFV, 304 p., 2010.

FRANK JUNIOR, M. D. **A origem do Milho**. 2007. Acesso em: 06 de Mai. de 2012. Disponível em: <[http://www.cubbrasil.net/index.php?option=com\\_content&task=view&id=94&Itemid=88](http://www.cubbrasil.net/index.php?option=com_content&task=view&id=94&Itemid=88)>

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

KUBO, R. K.; MACHADO, A. C. Z.; OLIVEIRA, C. M. G.; Efeito do tratamento de sementes no controle de *Rotylenchulus reniformis* em dois cultivares de algodão. **Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, n. 2, p. 239-245, 2012.

LORDELLO, L. G. E. Perdas causadas por nematoides. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 51, n. 3/4, p. 222, 1976.

LORDELLO, A. I. L.; LORDELLO, R. R. A.; TREVISAN, W. T.; SOLFERINI, O. B. Efeito do carbofuran sobre uma população de *Pratylenchus* spp. em raiz de milho. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 5, p. 35-39, 1982.

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

LORDELLO, R. R. A.; LORDELLO, A. I. L.; SAWAZAKI, E.; TREVISAN, W. L. Nematoides das galhas danifica lavoura de milho em Goiás. **Nematologia Brasileira**. Piracicaba, v. 10, p. 145-149, 1986.

MANZOTTE, U.; DIAS, W. P., MENDES, M. DE L.; SILVA, J. F. V. DA; GOMES, J. Reação de híbridos de milho a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**. Piracicaba, v. 26 (1), p. 105-108, 2002.

MELO FILHO, G.A., RICHETTI, A. Aspectos socioeconômicos do milho. In: Centro de pesquisa Agropecuário do Oeste. **Milho: informações técnicas**. CPAO, Dourados, MS. p.13-38 (Circular Técnica, 5), 1997.

PAES, V. S. **Respostas biométricas e fotossintética de plantas de milho a *Pratylenchus* spp. e avaliação da resistência de genótipos de milho e sorgo a esses nematoides e a *Meloidogyne* spp.** 2012. 97 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Entomologia Agrícola) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do milho. In: BORÉN, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, p. 429-485, 1999.

PINTO, N. F. J. A.; **Sistemas de produção**, 1 ISSN 1679-012X Versão eletrônica. 2º ed. 2006. Acesso em: 06 de Mai. de 2012. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho\\_2ed/doencasnematoides.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/doencasnematoides.htm)>.

RIBEIRO, N. R.; DIAS, W. P.; SANTOS, J. M. Distribuição de fitonematoides em regiões produtoras de soja do estado de Mato Grosso. **Boletim de Pesquisa de Soja 2010**. Rondonópolis: Fundação MT, p. 289-296, 2010.

RIBEIRO, N. R.; SILVA, J. F. V.; MEIRELLES, W. F.; CRAVEIRO, A. G.; PARENTONI, S. N.; SANTOS, F. G. DOS. Avaliação da resistência de genótipos de milho, sorgo e milheto a *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* raça 3. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas, v.1, n.3, p.102-103, 2002.

SASSER, J. N.; FRECKMAN, D. W. A world perspective on nematology; the role of the society. In: VEECH, J.A.; DICKSON, D.W. **Vistas on nematology**. Hyattsville: E.O. Painter Printing Co, p. 7-14, 1987.

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

SILVA, J. F. V; DIAS, W. P.; MANZOTE, U.; GOMES, J. Produção de grãos em ambientes com nematoides de galhas. Londrina: Embrapa Soja: Fapeagro, 15 p., 2001. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n. 168).

TEIXEIRA, L. M. S.; MOURA, R. M. Desenvolvimento larval pós-infecção de três raças de *Meloidogyne incognita* (Nematoda: Heteroderidae) em diferentes espécies botânicas. **Nematologia Brasileira**. Piracicaba, v. 9, p. 73-105, 1985.

## CAPÍTULO 2 - REAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO TRATADOS COM PRODUTOS QUÍMICOS À AÇÃO DE *Meloidogyne javanica* E *Meloidogyne incognita*

**RESUMO** - Considerando o aumento nas áreas de produção do milho e a alta ocorrência dos nematoides de maior importância para esta cultura, o presente trabalho objetivou avaliar a reação de híbridos de milho, com e sem tratamento de sementes, quanto à ação de *Meloidogyne* spp.. Os nematoides foram previamente multiplicados e inoculados logo na semeadura do milho. Avaliaram-se biometria, índice de clorofila, número de nematoides nas raízes e por grama de raízes para: DKB390 PRO2, DKB350 PRO, DKB250 PRO, AS1572 PRO, AG8061 PRO e EXP1 (híbrido experimental), nos tratamentos com Avicta® Completo e duas testemunhas, com e sem nematoides. A pesquisa foi desenvolvida em casa de vegetação do Departamento de Fitossanidade, UNESP/FCAV. O delineamento experimental foi em DIC, no arranjo fatorial 2x3x6 (dois nematoides, três tratamentos, seis híbridos, respectivamente) com 6 repetições por período e os dados submetidos ao Teste F com médias comparadas por Tukey a 5% de probabilidade. Os valores de número de nematoides foram transformados em  $\text{Log}(x+5)$ . *Meloidogyne javanica* foi mais patogênico comprometendo o desenvolvimento da média do comprimento dos três primeiros internódios e o diâmetro do colmo, além do índice de clorofila, quando comparado com *M. incognita*. Este mesmo nematoide multiplicou-se menos em todos os híbridos (DKB390 PRO, DKB350 PRO, DKB250 PRO, AS1572 PRO, AG8061 PRO e EXP1), porém prejudicou mais o número de internódios, número de folhas e a massa fresca de raízes em relação a *M. javanica*. Os seis híbridos avaliados se comportaram de maneira diferente, frente a todas as características avaliadas. Avicta® Completo incrementou a média do comprimento dos três primeiros internódios no híbrido DKB390 PRO e forneceu suporte ao desenvolvimento de todos os híbridos quanto ao número de internódios, quando inoculados com *M. javanica*. O produto também agiu suprimindo a multiplicação das duas espécies de nematoides de galha no híbrido DKB390 PRO e de *M. javanica*, por grama de raízes, no híbrido DKB350 PRO. O nematicida avaliado apresenta

diferenças na eficiência de controle para diferentes espécies de nematoides e híbridos.

**Palavras chave:** Abamectina, Fitonematoides, Fludioxonil, Nematoides, Thiamethoxan, *Zea mays* L.

## 1. Introdução

O Brasil se tornou um dos maiores e mais importantes produtores e exportadores de grãos e fibras do mundo, sendo os de maior representatividade para o agronegócio brasileiro a soja (*Glycine max* L.), o milho (*Zea mays* L.) e o algodão (*Gossypium hirsutum* L.). De acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2013) o Brasil foi o terceiro maior produtor mundial de milho, com 53,2 milhões de toneladas na safra 2009/2010 e está entre os países que terão aumento significativo nas exportações. Esse crescimento será obtido por meio de ganhos de produtividade visto que a produção de milho está projetada para crescer 2,67% ao ano, nos próximos anos, e a área plantada 0,73%. Segundo dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2010) o mundo terá que aumentar em 70% a produção de alimentos para suprir a população de nove bilhões em 2050. Juntamente com o aumento da produção e produtividade, é importante a manutenção da qualidade e para isso é imprescindível associar práticas que minimizem perdas decorrentes do baixo desenvolvimento das culturas, por influência das condições ambientais, doenças e/ou pragas. Neste contexto, ressaltamos a importância dos nematoides parasitos de plantas que vem aumentando a cada dia, uma vez que apresentam ampla gama de hospedeiros e podem causar perdas significativas na produtividade das nossas principais culturas.

Os nematoides não podem ser vistos a olho nu, em geral, mas podem ser facilmente observados em microscópio e seus sintomas de infecção aparecem tanto nas raízes quanto na parte aérea das plantas (AGRIOS, 2005). Os sintomas de ataque de nematoides, na maioria das vezes, são confundidos com os de deficiência nutricional fato citado por LORDELLO et al. (1983). Entretanto, a confirmação definitiva da presença de nematoides requer amostragem de solo e raízes para as análises laboratoriais. Trabalhos a partir de 1985 têm evidenciado que algumas cultivares de milho, mesmo sem mostrar sintomas visíveis, apresentam suscetibilidade às espécies de *Meloidogyne* (ASMUS & ANDRADE, 1997). Na cultura do milho, os nematoides considerados de maior importância são *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Schuurmans Stekhoven; *P. zae*

Grahan (LORDELLO et al., 1981); *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood e *M. javanica* (Treub) Chitwood (CAMPOS & ROCHA, 1999), por causar danos e/ou infestar muito a área, podendo prejudicar a cultura seguinte. O primeiro relato de nematoides de galha atacando a cultura do milho, no Brasil, foi feito por LORDELLO et al. (1986), os quais encontraram *M. incognita* raça 3 em plantações de milho no município de Santa Helena – GO e relataram baixo desenvolvimento e morte de plantas o que afetou diretamente a produtividade da cultura.

Em vista da necessidade de se obter incremento na produtividade, principalmente através da redução de danos causados por nematoides, houve estímulo no desenvolvimento e emprego de novas tecnologias. Visando este objetivo, o tratamento de sementes é uma técnica que vem sendo cada vez mais adotada por produtores no mundo inteiro. Tal técnica se tornou essencial à agricultura moderna, pois aumenta a produtividade e protege as culturas através da aplicação de pequenas quantidades de produtos, minimiza os riscos com intoxicações pela baixa exposição e proporciona um menor impacto ambiental, além de oferecer bom retorno econômico (ESA, 2007). Alguns trabalhos mostram os resultados positivos do tratamento de sementes como o de MONFORT et al. (2006) que utilizaram a abamectina no tratamento de sementes de algodoeiro no controle de *M. incognita*, e relataram a supressão da infecção, o que resultou em menores danos nas raízes no início de desenvolvimento das plantas e menor multiplicação desse nematoide. SILVA (2010), trabalhando com as interações entre o nematoide das lesões radiculares, *P. penetrans* Cobb/Filipjev & Schuurmans Stekhoven e fungos oomicetos causadores de doenças na cultura do milho, ressaltou os efeitos significativos do tratamento de sementes sobre a sanidade das raízes das plantas em relação ao não tratado. No entanto, a tecnologia de tratamento de sementes ainda é um segmento que demanda muita pesquisa, uma vez que são poucos os dados disponíveis na literatura. Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar a reação de diferentes híbridos de milho com e sem tratamento de sementes sobre a ação de *M. incognita* e *M. javanica*.

## 2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Laboratório de Nematologia, Departamento de Fitossanidade da UNESP/FCAV, Câmpus de Jaboticabal/SP, no período de 23/12/2011 a 14/04/2012, com as médias das temperaturas máxima, mínima e média, nesse período, de 30,3; 18,9 e 23,7°C, respectivamente.

### 2.1. Obtenção, multiplicação e preparo dos inóculos de *M. javanica* e *M. incognita*

Uma sub-população de *M. javanica* obtida de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L.) em Piacatu-SP e outra de *M. incognita* obtida de algodoeiro em Barreiras-BA, foram mantidas em raízes de berinjela (*Solanum melongena* L.) em vasos na casa de vegetação do referido laboratório.

Ambas as espécies foram identificadas com base nos caracteres morfológicos do padrão perineal, preparado conforme TAYLOR & NETSCHER (1974), na morfologia da região labial dos machos (EISENBACK et al., 1981) e no fenótipo isoenzimático para esterase, obtido pela técnica de ESBENSHADE & TRIANTAPHYLLOU (1990), utilizando-se de um sistema tradicional de eletroforese vertical Mini Protean II da BIO-RAD. As plantas foram removidas dos vasos e as raízes lavadas e trituradas em liquidificador com solução de hipoclorito de sódio a 0,5%, de acordo com a técnica de HUSSEY & BARKER (1973). Em seguida, a suspensão foi vertida em peneira de 200 mesh sobre outra de 500 mesh e a população, estimada ao microscópio fotônico com auxílio da câmara de contagem de Peters (SOUTHEY, 1970).

Mudas de berinjela 'Nápoli', formadas em bandejas com substrato orgânico Plantmax<sup>®</sup>, com 27 dias após a germinação, foram transplantadas para vasos de plástico de seis litros, preenchidos com substrato a base de solo e areia (1:2) previamente autoclavado. Para obtenção de alta população do nematoide foram inoculados 20.000 ovos e J2 (juvenis de segundo estágio) igualmente distribuídos em duas plantas por vaso, tendo sido preparados 15 vasos para cada espécie de

*Meloidogyne*. O período de multiplicação dos nematoides foi de 120 dias e logo após foi realizado um novo processamento de raízes e estimativa de cada população através das técnicas descritas anteriormente. As suspensões foram ajustadas, separadamente, para 500 ovos e J2 de *M. javanica* e *M. incognita*/mL.

## 2.2. Implantação dos ensaios

Foram utilizados os híbridos de milho: DKB390 PRO, DKB350 PRO, DKB250 PRO, AS1572 PRO, AG8061 PRO e EXP1 (híbrido experimental), que apresentam suscetibilidade aos nematoides, cedidos pela equipe da Monsanto. As sementes foram tratadas pela equipe da Syngenta® de acordo com as recomendações técnicas. Os tratamentos avaliados foram: T1 = testemunha sem nematoides; T2 = testemunha com nematoides e T3 = com nematoides e Avicta® Completo (120 mL de Thiamethoxam (350 g/L) + 70 mL de Abamectina (500 g/L) + 30 mL de Fludioxonil (25 g/L)/60.000 sementes). Os vasos utilizados foram de plástico preto, com capacidade de 10 L, contendo mistura de terra e areia (1:2) autoclavada. A primeira adubação ocorreu em solo nu com a fórmula 13-13-15 (Nutriverde - Fertilizante Mineral Misto da VITAPLAN) e as demais, ao longo do ensaio, foram realizadas conforme necessidade das plantas. Cada vaso recebeu duas sementes de milho, para posterior desbaste de uma planta, e no momento da semeadura foram inoculados, em vasos separados, 10 mL da suspensão contendo 5.000 ovos e J2 de cada uma das espécies. Para a irrigação das plantas, duas vezes ao dia, durante 15 minutos por período, foi utilizado um sistema de aspersão semi-automático.

## 2.3. Avaliações

As avaliações ocorreram aos 60 e 110 dias após a inoculação (DAI) e constaram da determinação da altura da parte aérea da planta (APA), estabelecida do colo até a última folha totalmente desenvolvida; número de internódios (NI);

média do comprimento dos três primeiros internódios (MCI); diâmetro do colmo (DC); número de folhas (NF); índice de clorofila (IC) obtido com o aparelho ClorofiLOG/Falker; massa fresca das partes aéreas (MFPA); massa fresca das raízes (MFR); número de nematoides nas raízes (NNR); número de nematoides por grama de raízes (NN/g R) e massa fresca da espiga (MFE). O processamento das raízes e a estimativa da população foram realizados através das técnicas de HUSSEY & BARKER (1973) e SOUTHEY (1970), respectivamente. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC) em arranjo fatorial 2 x 3 x 6 (duas espécies de nematoides, três tratamentos e seis híbridos, respectivamente) com seis repetições por período de avaliação. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e quando significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o número de nematoides nas raízes e por grama de raízes realizou-se a transformação em Log (x+5), e para as análises dos dados foi utilizado o programa estatístico SAS (2001).

### 3. Resultados e Discussão

Nas avaliações realizadas aos 60 DAÍ (Tabela 1), para nematoides, a análise de variância e o teste de comparação de médias evidenciaram diferenças significativas com menores médias para a média do comprimento dos três primeiros internódios (MCI) e índice de clorofila (IC), quando inoculadas com *M. javanica*; enquanto que para o número de folhas (NF) e massa fresca de raízes (MFR), quando inoculadas com *M. incognita*, evidenciando variabilidade da agressividade da espécie dependendo da variável avaliada. Essas variáveis estão diretamente relacionadas aos tipos de sintomas que os nematoides podem causar nas culturas. Dificilmente são encontrados trabalhos sobre nematoides analisando fatores biométricos sendo um dos poucos encontrados o de LEVY et al. (2009) que avaliaram *M. paranaensis* Carneiro; Carneiro; Abrantes; Santos & Almeida e *M. incognita*, em genótipos de milho, para a MFR e APA e constatou a maior agressividade de *M. paranaensis* em relação a *M. incognita*.

Com os híbridos avaliados (Tabela 1), os fatores biométricos APA, MCI, DC, NF, IC e MFR apresentaram diferença estatística significativa enquanto que para as demais variáveis biométricas não. No entanto, para uma mesma característica biométrica avaliada, é possível observar certo padrão na sequência dos materiais entre a primeira e a segunda avaliação, independente do resultado de significância para híbridos e nematoides. Ocorreu apenas alternância de posição, de pelo menos dois dos três primeiros híbridos, na tabela. As maiores médias foram obtidas por DKB250 PRO para APA; DKB390 PRO para MCI e IC; DKB350 PRO para DC e NF; EXP1 para MFR. Os materiais se comportaram de modo diferente em relação aos fatores avaliados, sendo essas diferenças, respostas das características intrínsecas dos genótipos (PAES, 2012 e FONSECA, 2012) e até dos fenótipos. No presente estudo, os híbridos não apresentaram diferenças significativas para número de nematoide nas raízes (NNR) e por grama de raízes (NN/g R). Todavia, FONSECA (2012), verificou diferentes reações dos materiais de milho utilizados em relação a *P. brachyurus*.

Em relação aos tratamentos, os dados não diferiram entre si para nenhuma das variáveis avaliadas, contudo, houve interação com os híbridos, a 5% de probabilidade, apenas em relação à média do comprimento dos três primeiros internódios (Tabela 1). No desdobramento dessa interação, foi possível observar diferença significativa entre os tratamentos somente no DKB390 PRO, sendo que Avicta® Completo foi o que proporcionou a maior média do comprimento dos três primeiros internódios (Tabela 2).

**Tabela 1.** Análise de variância e teste de comparação de médias para fatores biométricos e multiplicação de *Meloidogyne* spp. em híbridos de milho tratados com Avicta® Completo aos 60 dias após a inoculação (Jaboticabal - SP, 2012).

	APA (cm)	NI	MCI (cm)	DC (mm)	NF	IC	MFPA (g)	MFR (g)	NNR	NN/g R
<b>Nematoide</b>										
<i>M. incognita</i>	61,88	7,07	8,49 a	15,30	8,91 b	35,69 a	133,75	36,60 b	3397,33	87,82
<i>M. javanica</i>	62,70	6,50	7,31 b	14,51	9,54 a	33,39 b	138,21	43,69 a	4229,86	100,29
<b>Teste F</b>	0,07 <sup>NS</sup>	3,48 <sup>NS</sup>	11,35**	1,67 <sup>NS</sup>	9,78**	4,17*	0,31 <sup>NS</sup>	3,69*	1,38 <sup>NS</sup>	0,01 <sup>NS</sup>
<b>Híbrido</b>										
<b>DKB 390 PRO</b>	68,78 ab	6,72	10,19 a	14,23 b	8,89 bc	40,57 a	144,64	43,75 ab	3387,50	61,55
<b>DKB 350 PRO</b>	49,28 c	7,49	4,86 d	17,56 a	10,71 a	32,60 bc	125,30	42,65 ab	5730,44	144,77
<b>EXP1</b>	56,97 bc	6,50	6,64 c	14,79 ab	9,65 b	35,51 ab	156,11	55,46 a	3634,62	72,20
<b>DKB 250 PRO</b>	70,68 a	6,91	7,83 bc	14,02 b	8,86 bc	28,68 c	122,88	35,77 b	3800,00	97,88
<b>AS 1572 PRO</b>	68,69 ab	6,97	8,50 b	14,57 ab	8,86 bc	35,03 ab	143,70	33,29 b	3649,58	110,53
<b>AG 8061 PRO</b>	58,87 abc	6,19	9,10 ab	14,32 b	8,36 c	35,19 ab	121,47	28,63 b	2687,50	80,04
<b>Teste F</b>	6,42**	1,25 <sup>NS</sup>	20,05**	2,94*	11,69**	7,55**	2,58 <sup>NS</sup>	5,09**	0,56 <sup>NS</sup>	0,46 <sup>NS</sup>
<b>Tratamento</b>										
<b>Test. sem nematoides</b>	62,48	6,77	7,79	14,78	9,32	35,52	136,20	34,16	-	-
<b>Test. com nematoides</b>	62,33	6,62	7,76	14,51	9,21	34,56	134,42	42,04	3624,52	92,30
<b>Avicta® Completo</b>	62,06	7,00	8,13	15,43	9,14	33,60	137,21	43,56	3976,39	95,41
<b>Teste F</b>	0,01 <sup>NS</sup>	0,47 <sup>NS</sup>	0,24 <sup>NS</sup>	0,78 <sup>NS</sup>	0,29 <sup>NS</sup>	1,02 <sup>NS</sup>	0,05 <sup>NS</sup>	1,97 <sup>NS</sup>	0,52 <sup>NS</sup>	0,22 <sup>NS</sup>
<b>N x H</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>N x T</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>H x T</b>	-	-	1,99*	-	-	-	-	-	-	-
<b>N x H x T</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>CV (%)</b>	32,53	33,51	31,48	31,10	15,98	24,89	40,56	64,95	42,91	42,09

Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>Não significativo; \*Diferença significativa a 5% de probabilidade; \*\*Diferença significativa a 1% de probabilidade. Dados transformados em Log(x+5). EXP1= híbrido experimental; APA= altura da parte aérea da planta (do colo até a última folha totalmente desenvolvida); NI= n° de internódios; MCI= média do comprimento dos 3 primeiros internódios; DC= diâmetro do colmo; NF= n° de folhas; IC= índice de clorofila (ClorofiLOG-Falker); MFPA= massa fresca das partes aéreas; MFR= massa fresca das raízes; NNR= n° de nematoides nas raízes; NN/g R= n° nematoides por grama de raízes

**Tabela 2.** Desdobramento das interações entre híbridos de milho e tratamentos para a média do comprimento dos três primeiros internódios (MCI) aos 60 dias após a inoculação de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* R3 (Jaboticabal – SP, 2012).

	DKB390 PRO	DKB350 PRO	EXP1	DKB250 PRO	AS1572 PRO	AG8061 PRO	Teste F
<b>Test. sem nematoides</b>	8,32 AB b	5,48 C	6,51 BC	8,34 AB	7,86 ABC	9,75 A	4,94**
<b>Test. com nematoides</b>	10,33 A ab	4,74 C	5,93 BC	8,24 AB	9,06 A	8,39 AB	8,97**
<b>Avicta® Completo</b>	11,92 A a	3,97 C	7,26 B	6,98 B	8,62 B	9,15 B	15,06**
<b>Teste F</b>	6,72**	1,29 <sup>NS</sup>	0,99 <sup>NS</sup>	1,34 <sup>NS</sup>	0,81 <sup>NS</sup>	0,96 <sup>NS</sup>	-

Letras iguais maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>Não significativo; \*\* Diferença significativa a 1% de probabilidade; EXP1= híbrido experimental

Na segunda avaliação (110 DAI), *M. incognita* interferiu significativamente proporcionando menores médias no número de internódios (NI), MFR, NNR e NN/g R, evidenciando ser mais agressivo que *M. javanica*, apesar da menor população encontrada nas raízes. *Meloidogyne javanica* interferiu significativamente no DC proporcionando média inferior em relação ao outro nematoide de galha em estudo (Tabela 3). BELAN et al. (2011), constataram que *M. javanica* em genótipos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* L.) cereja, reduziu o diâmetro de colmo e a área foliar dos genótipos testados.

Os híbridos reagiram da mesma maneira em relação à primeira avaliação, demonstrando a ação de suas características genóticas e fenotípicas, evidenciadas pela diferença significativa. Os materiais que apresentaram maiores médias significativas foram DKB250 PRO para APA; EXP1 para NI, NF e MFPA; DKB390 PRO para MCI; DKB350 PRO para DC e MFR e AG8061 PRO para IC (Tabela 3).

A média do comprimento dos três primeiros internódios (MCI) foi a única variável que diferiu estatisticamente em relação aos tratamentos, onde a testemunha sem nematoides proporcionou a maior média e o Avicta® Completo a menor. A mesma variável também apresentou interação significativa entre nematoides e híbridos (N x H) (Tabela 3). A diferença estatística entre os híbridos aconteceu para os dois nematoides avaliados, sendo que *M. incognita* prejudicou o desenvolvimento de DKB350 PRO, EXP1 e AS1572 PRO; e *M. javanica*, o de DKB350 PRO, os quais apresentaram menores médias de MCI. Em relação aos nematoides, a significância dos dados foi observada nos híbridos AS1572 PRO e AG8061 PRO, com *M. incognita* e *M. javanica* se mostrando mais agressivos e reduzindo os valores de MCI, respectivamente. Esse fato demonstra a diferença na reação dos híbridos de milho frente às variáveis biométricas e as espécies de nematoide avaliadas (Tabela 4).

**Tabela 3.** Análise de variância e teste de comparação de médias de fatores biométricos e multiplicação de *Meloidogyne* spp. em híbridos de milho tratados com Avicta® Completo aos 110 dias após a inoculação (Jaboticabal - SP, 2012).

	APA (cm)	NI	MCI (cm)	DC (mm)	NF	IC	MFPA (g)	MFR (g)	NNR	NN/g R	MFE (g)
<b>Nematoide</b>											
<i>M. incognita</i>	126,89	10,73 b	9,00	13,76 a	10,78	30,95	166,53	39,59 b	7468,57 b	196,75 b	66,17
<i>M. javanica</i>	131,13	11,31 a	8,58	12,94 b	10,87	32,68	164,32	54,17 a	18419,02 a	328,25 a	65,58
Teste F	1,67 <sup>NS</sup>	12,14*	1,69 <sup>NS</sup>	13,86**	0,28 <sup>NS</sup>	1,26 <sup>NS</sup>	0,02 <sup>NS</sup>	15,80**	7,58**	4,04*	0,03 <sup>NS</sup>
<b>Híbrido</b>											
DKB 390 PRO	141,38 a	10,94 b	10,06 a	12,80 b	10,47 b	30,63 ab	171,67 ab	37,30 c	11699,32	256,13	71,50
DKB 350 PRO	106,96 c	11,25 b	6,32 c	14,34 a	12,16 a	30,45 ab	161,08 b	76,81 a	13569,32	251,30	61,62
EXP1	135,49 a	12,09 a	8,14 b	13,68 ab	12,46 a	31,78 ab	208,14 a	64,60 ab	11221,79	196,25	74,57
DKB 250 PRO	142,15 a	10,83 bc	9,17 ab	13,35 ab	10,19 bc	31,79 ab	153,72 b	32,75 c	11226,36	196,30	60,68
AS 1572 PRO	131,91 ab	11,03 b	9,73 a	13,00 b	10,21 bc	28,42 b	153,24 b	44,18 bc	10334,67	138,12	62,53
AG 8061 PRO	117,18 bc	10,03 c	9,33 ab	12,84 b	9,47 c	37,84 a	144,75 b	29,06 c	19924,14	520,96	59,86
Teste F	12,23**	10,73**	14,97**	4,75**	33,84**	2,81*	3,85**	13,67**	0,45 <sup>NS</sup>	1,76 <sup>NS</sup>	0,60 <sup>NS</sup>
<b>Tratamento</b>											
Test. sem nematoides	131,32	10,94	9,25 a	13,25	10,69	31,11	174,99	47,65	-	-	73,28
Test. com nematoides	129,68	10,89	8,85 ab	13,09	10,82	31,34	157,41	44,88	15298,74	300,58	63,46
Avicta® Completo	126,18	11,25	8,22 b	13,67	10,99	33,11	163,64	48,63	10891,76	229,89	60,82
Teste F	0,69 <sup>NS</sup>	1,65 <sup>NS</sup>	3,72*	2,57 <sup>NS</sup>	1,10 <sup>NS</sup>	0,65 <sup>NS</sup>	1,13 <sup>NS</sup>	0,45 <sup>NS</sup>	0,54 <sup>NS</sup>	1,19 <sup>NS</sup>	1,79 <sup>NS</sup>
N x H	-	-	4,46**	-	-	-	-	-	-	-	-
N x T	-	3,40*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H x T	-	-	-	-	-	-	-	-	2,76*	-	-
N x H x T	-	-	-	-	-	-	-	-	2,32*	2,60*	-
CV (%)	18,88	10,91	23,78	12,17	11,35	35,88	39,86	61,24	30,35	44,57	66,67

Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>Não significativo; \*Diferença significativa a 5% de probabilidade; \*\*Diferença significativa a 1% de probabilidade; Dados transformados em Log(x+5). EXP1= híbrido experimental; APA= altura da parte aérea da planta (do colo até a última folha totalmente desenvolvida); NI= n° de internódios; MCI= média do comprimento dos 3 primeiros internódios; DC= diâmetro do colmo; NF= n° de folhas; IC= índice de clorofila (ClorofiLOG-Falker); MFPA= massa fresca das partes aéreas; MFR= massa fresca das raízes; NNR= n° de nematoides nas raízes; NN/g R= n° nematoides por grama de raízes; MFE= massa fresca das espigas

**Tabela 4.** Desdobramento das interações entre nematoides (*Meloidogyne javanica* e *M. incognita* R3) e híbridos de milho para a média do comprimento dos três primeiros internódios (MCI) aos 110 dias após a inoculação (Jaboticabal – SP, 2012).

	DKB390 PRO	DKB350 PRO	EXP1	DKB250 PRO	AS1572 PRO	AG8061 PRO	Teste F
<i>M. incognita</i>	10,39 A	6,11 B	7,24 B	8,16 AB	7,22 B b	10,45 A a	7,55**
<i>M. javanica</i>	9,72 AB	5,86 C	7,38 BC	8,76 AB	10,22 A a	8,21 ABC b	5,96**
Teste F	0,51 <sup>NS</sup>	0,08 <sup>NS</sup>	0,03 <sup>NS</sup>	0,43 <sup>NS</sup>	10,53**	5,71**	-

Letras iguais maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>Não significativo; \*\* Diferença significativa a 1% de probabilidade; EXP1= híbrido experimental

Com a variável NI, houve interação entre os nematoides e tratamentos (N x T) a 5% de probabilidade (Tabela 3). No desdobramento dessa interação não houve diferença entre os tratamentos para ambos os nematoides (letras maiúsculas na tabela) e sim, entre *M. incognita* e *M. javanica* para a testemunha com nematoides e o Avicta® Completo. A significância dos dados demonstrou que *M. incognita* atuou de forma negativa, reduzindo as médias do NI nesses dois tratamentos (Tabela 5). Para NNR a interação foi significativa para híbridos e tratamentos (H x T) e a diferença estatística entre os tratamentos foi observada somente no híbrido DKB390 PRO, o qual proporcionou menor multiplicação dos nematoides em questão, quando tratado com Avicta® Completo (Tabela 6).

Para o NN/g R, resultou em interação entre nematoides, híbridos e tratamentos (N x H x T), onde foi constatada a maior multiplicação de *M. javanica* no híbrido AG8061 PRO, em relação à *M. incognita* e também aos outros híbridos, para a testemunha com nematoides. Nessa mesma interação foi possível observar a ação positiva do produto para tratamento de sementes utilizado nesse estudo, o qual reduziu a multiplicação de *M. javanica* por grama de raízes no híbrido DKB350 PRO (Tabela 7).

O estudo da tecnologia de tratamento de sementes, para controle de nematoides nas principais culturas, ainda é recente e com poucos dados disponíveis. Contudo, o presente trabalho mostrou a eficiência do produto no incremento de fatores essenciais à planta devido ao seu modo de ação, protegendo a cultura no início do desenvolvimento e oferecendo condições para que tolerem os nematoides.

**Tabela 5.** Desdobramento das interações entre nematoides (*Meloidogyne javanica* e *M. incognita* R3) e tratamentos em relação ao número de internódios (NI) aos 110 dias após a inoculação (Jaboticabal – SP, 2012).

	Test. sem nematoides	Test. com nematoides	Avicta® Completo	Teste F
<i>M. incognita</i>	10,13	9,81 b	9,42 b	0,61 <sup>NS</sup>
<i>M. javanica</i>	10,62	11,39 a	11,00 a	0,67 <sup>NS</sup>
<b>Teste F</b>	0,58 <sup>NS</sup>	5,70**	5,94**	-

Letras iguais maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>Não significativo; \*\* Diferença significativa a 1% de probabilidade.

**Tabela 6.** Desdobramento das interações entre híbridos de milho e tratamentos para o número de nematoides nas raízes (NNR) aos 110 dias após a inoculação de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* R3 (Jaboticabal – SP, 2012).

	DKB390 PRO	DKB350 PRO	EXP1	DKB250 PRO	AS1572 PRO	AG8061 PRO	Teste F
<b>Test. com nematoides</b>	17507,25 a	8753,22	8102,56	19837,89	2996,27	32721,27	1,81 <sup>NS</sup>
<b>Avicta® Completo</b>	4729,80 b	17903,80	14029,10	4180,56	18427,90	7127,00	0,50 <sup>NS</sup>
<b>Teste F</b>	5,75*	0,49 <sup>NS</sup>	0,09 <sup>NS</sup>	0,69 <sup>NS</sup>	0,94 <sup>NS</sup>	0,05 <sup>NS</sup>	-

Dados transformados em Log (x + 5). Letras iguais maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>Não significativo; \* Diferença significativa a 5% de probabilidade; EXP1= híbrido experimental

**Tabela 7.** Desdobramento das interações entre nematoides (*Meloidogyne javanica* e *M. incognita* R3), híbridos de milho e tratamentos para o número de nematoides por grama de raízes (NN/ g R) aos 110 dias após a inoculação (Jaboticabal – SP, 2012).

		DKB390 PRO	DKB350 PRO	EXP1	DKB250 PRO	AS1572 PRO	AG8061 PRO	Teste F
<b>Test. com nematoides</b>	<i>M. incognita</i>	257,65	83,85	168,20	115,50	22,01	58,50 A b	1,69 <sup>NS</sup>
	<i>M. javanica</i>	385,91 AB	129,64 AB	112,68 B	516,41 AB	77,16 AB	1342,73 A a	2,75*
<b>Teste F</b>		0,13 <sup>NS</sup>	0,11 <sup>NS</sup>	0,90 <sup>NS</sup>	1,66 <sup>NS</sup>	1,67 <sup>NS</sup>	8,31**	-
<b>Avicta® Completo</b>	<i>M. incognita</i>	95,04	622,08 a	400,51	9,62	145,93	252,97	2,24 <sup>NS</sup>
	<i>M. javanica</i>	259,65	26,12 b	139,17	138,99	271,26	318,89	1,45 <sup>NS</sup>
<b>Teste F</b>		0,62 <sup>NS</sup>	7,71**	2,49 <sup>NS</sup>	2,61 <sup>NS</sup>	1,35 <sup>NS</sup>	0,31 <sup>NS</sup>	-

Dados transformados em Log (x + 5). Letras iguais maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>Não significativo; \* Diferença significativa a 5% de probabilidade; \*\*Diferença significativa a 1% de probabilidade; EXP1= híbrido experimental

#### 4. Conclusões

Nas condições do presente estudo pode-se concluir que:

- *Meloidogyne javanica* é mais patogênico comprometendo o desenvolvimento da média do comprimento dos três primeiros internódios e o índice de clorofila, aos 60 dias, e o diâmetro do colmo, aos 110 dias, quando comparado com *M. incognita*;

- *Meloidogyne incognita* multiplica-se menos em todos os híbridos (DKB390 PRO, DKB350 PRO, DKB250 PRO, AS1572 PRO, AG8061 PRO e EXP1) porém prejudica mais o número de internódios, aos 110 dias e, o número de folhas e a massa fresca de raízes, aos 60 dias, em relação a *M. javanica*;

- Os seis híbridos avaliados se comportam de maneira diferente, frente a todas as características avaliadas;

- Avicta® Completo incrementa a média do comprimento dos três primeiros internódios no híbrido DKB390 PRO, aos 60 dias, e fornece suporte ao desenvolvimento de todos os híbridos quanto ao número de internódios, quando inoculados com *M. javanica*, aos 110 dias;

- Aos 110 dias, Avicta® Completo age suprimindo a multiplicação das duas espécies de nematoides de galha no híbrido DKB390 PRO e de *M. javanica*, por grama de raízes, no híbrido DKB350 PRO;

- O nematicida avaliado apresenta diferenças na eficiência de controle para diferentes espécies de nematoides e híbridos.

## REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. Burlington, MA: Elsevier Academic, 2005. 922p.

ASMUS, G. L.; ANDRADE, P. J. M. Reprodução de *Meloidogyne javanica* em cultivares de milho. **Nematologia Brasileira**. Piracicaba, v. 21(2), 1997.

BELAN, L. L.; ALVES, F. R.; COSTA, D. da C.; FONSECA, S. O. da; MORAES, W. B.; SOUZA, A. F. de; JESUS JUNIOR, W. C. de. Efeitos de Densidades Crescentes de Inóculo de *Meloidogyne javanica* no Desenvolvimento Vegetativo de Genótipos de Tomateiro Cereja. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**. Chapadinho, v. 5, n. 1, p. 22, 2011.

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

EISENBACK, J.D.; HIRSCHMANN, H.; SASSER, J.N.; TRIANTAPHYLLOU, A.C. **A guide to the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species) with a pictorial key**. Raleigh: The Departments of Plant Pathology and Genetics of North Carolina State University and United States Agency for International Development, 1981. 48 p.

ESBENSHADE, P.R.; TRIANTAPHYLLOU, A.C. Isozyme phenotypes for the identification of *Meloidogyne* species. **Journal of Nematology**. Lawrence, v. 22, n. 1, p. 10-15, 1990.

EUROPEAN SEED ASSOCIATION. **Better Regulation for Plant Protection Products for Seed Treatment and Minor Uses. The European seed industry's view on the revision of Directive 91/414/EC**. ESA\_07.0160ES, 2007. 6 p.

FAO, 2010 <<https://www.fao.org.br/download/notaInformativaDMA2009p.pdf>> Acesso dia 14 de Janeiro de 2013.

FONSECA, R. G. **Comportamento de híbridos de milho em sucessão à soja, ao nematoide *Pratylenchus brachyurus***. 2012. 48 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

HUSSEY, R. S.; BARKER, K. R. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. **Plant Disease Reporter**. Washington, v. 57, n. 12, p. 1025-1028, 1973.

LEVY, R. M., HOMECHIN, M., SANTIAGO, D. C., CADIOLI, M. C., BAIDA, F. C. Reação de genótipos de milho ao parasitismo de *Meloidogyne incognita* raça 1 e a *M. paranaensis*. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 31, n. 4, p. 575-578, 2009.

LORDELLO, A. I. L.; LORDELLO, R. R. A.; TREVISAN, W. L.; SOLFERINI, O. B. Efeito de carbofuran sobre uma população de *Pratylenchus* spp. em raiz de milho. **Nematologia Brasileira**. Piracicaba, n. 5, p. 35-39, 1981.

LORDELLO, R. R. A.; LORDELLO, A. I. L.; SAWAZAKI, E.; TREVISAN, W. L. Nematoides das galhas danifica lavoura de milho em Goiás. **Nematologia Brasileira**. Piracicaba, v. 10, p. 145-149, 1986.

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

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Acesso em 14 de Janeiro de 2013. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho>>.

MONFORT, W.S.; KIRKPATRICK, T. L.; LONG, D. L.; RIDEOUT, S. Efficacy of a Novel Nematicidal Seed Treatment against *Meloidogyne incognita* on Cotton. **Journal of Nematology**. Lawrence, v. 38, n. 2, p. 245–249, 2006.

PAES, V. S. **Respostas biométricas e fotossintética de plantas de milho a *Pratylenchus* spp. e avaliação da resistência de genótipos de milho e sorgo a esses nematoides e a *Meloidogyne* spp.** 2012. 97 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Entomologia Agrícola) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.

SILVA, M. P. d. **Interactions between lesion nematodes and corn pathogens.** 2010. 115 p. Dissertations (Master of Science) - Iowa State University, Ames, 2010.

SOUTHEY, J. F. **Laboratory methods for work with plant and soil nematodes.** 5 ed. London: Minist. Agric. Fisch. Fd., 1970. 148 p. (Bulletin, 2).

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS system:** SAS/STAT. version 9.0 (software), Cary: SAS Institute, 2001. (CD-ROM).

TAYLOR, A.L.; NETSCHER, C. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. **Nematologica**. Leiden, v. 20, p. 268-269, 1974.

### **CAPÍTULO 3 – AÇÃO DE DUAS ESPÉCIES DE NEMATOIDES DAS LESÕES RADICULARES (*Pratylenchus brachyurus* E *Pratylenchus zaeae*) SOBRE HÍBRIDOS DE MILHO TRATADOS COM PRODUTOS QUÍMICOS**

**RESUMO** – Os nematoides das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus* e *P. zaeae*) tem sido frequentemente encontrados causando danos nas nossas principais culturas. O objetivo do estudo foi avaliar o tratamento de sementes com Avicta® Completo de seis híbridos de milho sob a ação de *P. brachyurus* e *P. zaeae*. O ensaio foi conduzido em casa de vegetação de 02/02/12a 14/06/2012, do Departamento de Fitossanidade – FCAV/UNESP. O experimento foi um fatorial 2x6x3, com 6 repetições por avaliação aos 90 e 134 dias após a inoculação, distribuídos em DIC. Os dados de contagem foram transformados em Log (X+5), submetidos a análise de variância pelo Teste F e quando significativa as médias foram comparadas por Tukey a 5%. *Pratylenchus zaeae* se multiplicou mais em relação a *P. brachyurus* nos híbridos avaliados (DKB390 PRO, DKB350 PRO, DKB250 PRO, AS1572 PRO, AG8061 PRO e EXP1), porém, *P. brachyurus* foi o que mais comprometeu o desenvolvimento das plantas para todas as variáveis biométricas avaliadas, evidenciando ser mais agressivo, com exceção do diâmetro de colmo. Os híbridos se comportaram de maneira diferente quanto à multiplicação de ambas as espécies de nematoides, uma vez que *P. brachyurus* se multiplicou mais no AG8061 PRO em comparação à *P. zaeae* e, reagiram diferentemente a todas as variáveis biométricas avaliadas, exceto para matéria fresca de parte aérea. Avicta® Completo não tem ação sobre os fatores biométricos avaliados, contudo, proporciona controle para as duas espécies de nematoides e é mais eficiente para *P. brachyurus* do que *P. zaeae*.

**Palavras chave:** Abamectina, Fitonematoide, Fludioxonil, Nematicida, Thiamethoxam, *Zea mays* L.

## 1. Introdução

A cultura do milho (*Zea mays* L.) teve sua origem nos planaltos do México há aproximadamente sete mil anos. Os astecas, maias e incas o utilizavam como alimento além de ter uma relação religiosa com o grão (FRANK JUNIOR, 2007).

O Brasil se caracteriza por ser o terceiro maior produtor deste cereal, ficando atrás apenas dos Estados Unidos (maior produtor) e China. O milho é insumo para produção de centenas de produtos, porém na alimentação animal há uma grande importância, representando cerca de 70% do consumo no mundo (DUARTE et al., 2006). De acordo com o décimo segundo levantamento da safra de grãos 2011/2012, a produtividade foi de 4.480 kg/ha. Para a segunda safra é previsto valores de 5.116 kg/ha, 40,5% superior à obtida no mesmo período do ano passado, superando os números obtidos na chamada primeira safra. É uma tendência que vem crescendo a cada ano, aproveitando as áreas já exploradas, ou seja, duas ou mais safras na mesma área cultivada (CONAB, 2012).

Alguns fatores podem afetar a produção de milho como a ocorrência de doenças, plantas daninhas, insetos pragas e nematoides, juntos ou individualmente, afetando significativamente o potencial produtivo da planta e, no caso dos nematoides, mais de 40 espécies de 12 gêneros foram citadas como parasitos de raízes de milho em todas as áreas do mundo onde esse cereal é cultivado (PINTO, 2006). Em especial espécies de *Pratylenchus* Filipjev ocupam o segundo lugar em importância entre todos os nematoides parasitos de plantas (GOULART, 2008). No Brasil, duas espécies do gênero mencionado a saber, *Pratylenchus zae* (Graham) e *P. brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Schuurmans Stekhoven tem grande importância para a cultura do milho devido à distribuição e patogenicidade (SAWAZAKI et al., 1987). SASSER & FRECKMAN (1987) estimaram que os nematoides causassem no mundo perdas médias anuais na cultura de milho da ordem de 10,2%. No Brasil LORDELLO (1976) estimou perdas de até 5% na produção de milho.

Em geral, a cultura de milho em uma área infestada com determinadas espécies de nematoides, aumenta significativamente as populações e não apresenta sintoma visual na parte aérea e nas raízes (GOULART, 2008), contudo, se a cultura

subsequente for hospedeira sofrerá grandes perdas na produtividade e deixará a área ainda mais infestada, podendo até inviabilizar o local para o cultivo das nossas principais culturas.

As principais práticas utilizadas no controle de nematoides são utilização de cultivares/híbridos resistentes, rotação de culturas, destruição dos restos culturais e controle químico (LORDELLO et al. 1982; FERRAZ, 2010). Dessas o controle químico é o que tem menos informações disponíveis na literatura. De acordo com LORDELLO et al. (1983) com o uso dessa tecnologia, houve um controle eficiente de *P. brachyurus* e *P. zaeae* na cultura do milho. KUBO et al. (2012) avaliaram o efeito do tratamento de sementes em duas cultivares de algodoeiro no controle de *Rotylenchulus reniformis* (Linford & Oliveira) e concluiu que essa tecnologia foi eficiente para o controle desse nematoide.

O milho é a principal cultura utilizada no sistema de rotação de culturas no país, principalmente pelas suas vantagens comerciais, além de outras como a recuperação do solo. Por conseguinte, são de suma importância os estudos que abordam o manejo dos nematoides, notadamente buscando-se reduções de suas populações para níveis inferiores aos de dano econômico, uma vez que a completa erradicação desses organismos de uma área infestada é praticamente impossível. Portanto, a aplicação de um produto sobre as sementes, que tenha ação nematicida, protegendo o sistema radicular do milho principalmente na fase inicial de desenvolvimento da cultura, pode ser uma estratégia de grande relevância para a redução das perdas causadas por esses patógenos, já que, geralmente, os danos causados por nematoides são tanto maiores quanto mais cedo ocorrer à infecção das raízes.

No Brasil, de acordo com LORDELLO et al. (1983), a primeira constatação da ocorrência de *Pratylenchus* sp. em milho foi de LORDELLO & ZAMITH (1960). Em relação às perdas causadas por *P. zaeae*, estas podem chegar à uma diminuição de 50% no rendimento da produção de milho, como relatado no Quênia na safra 1994, BRIDGE (1994) citado por KAGODA et al. (2010). Em relação à *P. brachyurus*, sua incidência tem aumentado muito em grandes áreas produtoras de milho no Brasil, principalmente no estado do Mato Grosso, na qual utiliza esse grão principalmente na segunda safra e, posteriormente, há o plantio da soja na qual

também é hospedeira, causando um maior aumento populacional (MENDONÇA FILHO et al., 2012).

O objetivo do estudo foi avaliar o tratamento de sementes com Avicta® Completo de seis híbridos de milho sob a ação de *P. brachyurus* e *P. zaeae*.

## **2. Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nematologia, Departamento de Fitossanidade da UNESP/FCAV, Câmpus de Jaboticabal/SP, em casa de vegetação. O ensaio ocorreu durante o período 02/02/2012 a 14/06/2012, com as médias das temperaturas máxima, mínima e média de 28,9, 17,3 e 22,4°C, respectivamente.

### **2.1. Multiplicação e preparo das suspensões de *Pratylenchus zaeae* e *P. brachyurus***

Uma sub-população de *P. brachyurus* foi recuperada de plantas de soja da região de Nova Mutum-MT, e a de *P. zaeae*, obtida de plantas de cana-de-açúcar da cidade de Pontalinda-SP, foram mantidas em plantas de soja e milho em vasos na casa de vegetação, respectivamente. Para ambas as espécies foram montadas lâminas temporárias contendo fêmeas que foram previamente identificadas com base na morfologia utilizando a chave dicotômica proposta por GONZAGA & SANTOS (2005).

A técnica utilizada para multiplicação e obtenção de sub-populações puras das espécies de *Pratylenchus* foi a de cilindros de cenoura, desenvolvida e modificada de acordo com GONZAGA & SANTOS (2010).

Inicialmente as cenouras foram imersas em hipoclorito de sódio a 0,5%, durante 30 minutos, em seguida foram seccionadas em 3-4 segmentos, com um bisturi devidamente flambado, ficando com 4 cm de comprimento aproximadamente. Após o término, foram transferidas para a câmara de fluxo laminar, na qual foram submersas em álcool etílico comercial (92,8°), flambadas e através de um

perfurador, também flambado, foram retirados os cilindros centrais. Estes foram colocados, individualmente, em vidros previamente vedados com papel alumínio e filme de PVC, autoclavados a 120°C e 1 atm, por 20 minutos. Aguardou-se o período de uma semana para diagnosticar possíveis contaminações.

Seguindo com o procedimento, utilizou-se recipientes do tipo BPI, autoclavados a 120°C e 1 atm por 20 minutos, contendo 200 µL de água destilada e Tween 80, na concentração de 2 gotas por litro, para a adição de 20 nematoides, um a um, mantendo as espécies separadas. Estes foram submetidos a uma solução de ampicilina a 0,1% durante 20 minutos. Após o término desse período, o excesso da solução foi retirado com o auxílio de uma micropipeta e a água destilada mais o Tween 80 foram adicionados, repetindo esse processo 3 vezes para garantir a remoção completa da ampicilina. Posteriormente, os nematoides axenizados foram devidamente inoculados nos cilindros de cenouras, sob condições assépticas, e conduzidos para as câmaras de crescimento do tipo B.O.D., a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , durante 150 dias. Ao fim deste período, as extrações dos cilindros foram realizadas utilizando-se a flotação centrífuga em solução de sacarose com adição de caulim (COOLEN & D'HERDE, 1972) e a população estimada segundo SOUTHEY (1970) através de câmara de contagem de Peters em um microscópio fotônico. Os valores foram ajustados para 950 ovos e diferentes estádios em 10 mL de suspensão de cada espécie avaliada.

## **2.2. Implantação dos ensaios**

Nos ensaios então realizados, foram utilizados os materiais DKB390 PRO, DKB350 PRO, DKB250 PRO, AS1572 PRO, AG8061 PRO e EXP1 (híbrido experimental). Os tratamentos avaliados foram os seguintes: T1 = testemunha sem nematoides; T2 = testemunha com nematoides e T3 = com nematoides e Avicta® Completo [120 mL de Thiamethoxam (350g/L) + 70 mL de Abamectina (500g/L) + 30 mL de Fludioxonil (25g/L)/60.000 sementes].

Os vasos utilizados na condução do ensaio foram de plástico preto com 10 L de capacidade, os quais foram preenchidos com a mistura de terra e areia (1:2),

previamente autoclavada, por 1 hora a 120°C e 1 atm de pressão. A adubação ocorreu em solo nu com a fórmula 13-13-15 (Nutriverde - Fertilizante Mineral Misto da VITAPLAN), em seguida foi realizada a semeadura dos materiais e inoculação de 10 mL de suspensão contendo 950 ovos e diferentes estádios de *P. brachyurus* e *P. zaeae*, as demais adubações foram realizadas conforme a necessidade das plantas. Foram semeadas 2 sementes por vaso e transcorridos 21 dias após a semeadura, foi realizado o desbaste, mantendo apenas uma planta em cada vaso. Os vasos foram irrigados duas vezes ao dia, sendo 15 minutos em cada período, até o final do experimento, através de um sistema semi-automático de aspersão. Aos 90 e 134 dias após a inoculação (DAI), a parte aérea das plantas foi cortada e separada das raízes, ambas as partes foram etiquetadas e conduzidas ao laboratório para as avaliações.

### **2.3. Avaliações**

Foram avaliados a altura da parte aérea (APA) estabelecida do colo da planta até a última folha totalmente desenvolvida; número de internódios (NI); média do comprimento dos três primeiros internódios (MCI); diâmetro do colmo (DC); número de folhas (NF); índice de clorofila (IC) obtido com o aparelho ClorofilLOG/Falker; matéria fresca das partes aéreas (MFPA); matéria fresca das raízes (MFR); número de nematoides nas raízes (NNR); número de nematoides por grama de raízes (NN/g R), massa fresca da espiga (MFE) e porcentagem de controle.

Os nematoides foram extraídos das raízes pelo método da flotação centrífuga em solução de sacarose com caulim (COOLEN & D'HERDE, 1972) e a população estimada segundo SOUTHEY (1970), em câmara de contagem de Peters e microscópio fotônico.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), em arranjo fatorial 2 x 3 x 6 (duas espécies de nematoides, três tratamentos e seis híbridos, respectivamente) com seis repetições por período de avaliação. Para as análises estatísticas dos dados de número de nematoides nas raízes e por grama de raízes utilizou-se a transformação em Log (x+5). Os dados foram submetidos à análise de

variância pelo teste F, e quando significativa, as médias foram comparadas por Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o SAS (2001).

### 3. Resultados e Discussão

Na primeira avaliação, realizada aos 90 dias após a inoculação (DAI), *P. brachyurus* proporcionou maior agressividade significativa às plantas, que apresentaram menores médias para altura da parte aérea (APA), número de internódios (NI), número de folhas (NF) e matéria fresca de raízes (MFR) em relação a *P. zea*. Barbosa (2012), também relatou essa maior agressividade na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). Entretanto, *P. zea* apresentou maior média do número de nematoides nas raízes (NNR) e por grama de raízes (NN/g R) e diferiu significativamente de *P. brachyurus* (Tabela 1). ANDRADE(2010), também constatou essa diferença na mesma cultura. Os híbridos apresentaram diferenças significativas quanto à APA, média do comprimento dos três primeiros internódios (MCI), NF e MFR, onde as maiores médias foram observadas para AS1572 PRO, AG8061 PRO, DKB350 PRO e híbrido experimental, respectivamente e diferiram de pelo menos um híbrido. Essas diferenças podem ser explicadas devido às características genótípicas e fenotípicas que cada material possui (Tabela 1). PAES (2012) também observou diferenças nas reações dos híbridos de milho avaliados devido às características genótípicas que os mesmos possuem.

**Tabela 1.** Análise de variância e teste de comparação de médias de fatores biométricos de híbridos de milho sobre a ação de duas espécies de *Pratylenchus* aos 90 dias após a inoculação (Jaboticabal - SP, 2012).

Nematoide	APA (cm)	NI	MCI	DC (mm)	NF	IC	MFPA (g)	MFR (g)	NNR	NN/g R
<i>P. zeae</i>	111,60 a	9,74 a	8,24	8,95	9,89 a	40,11	152,33	32,88 a	415,33 a	139,77 a
<i>P. brachyurus</i>	95,82 b	8,85 b	7,93	8,99	8,77 b	41,79	131,30	24,98 b	127,86 b	12,08 b
<b>Teste F</b>	10,15**	11,64**	1,35 <sup>NS</sup>	0,00 <sup>NS</sup>	24,06**	1,17 <sup>NS</sup>	4,02 <sup>NS</sup>	5,12*	19,10**	7,60**
<b>Híbrido</b>										
<b>DKB 390 PRO</b>	108,62 ab	8,92	9,53 ab	8,92	8,69 c	38,55	139,73	33,65 ab	74,76	14,10
<b>DKB 350 PRO</b>	90,30 b	9,45	5,92 d	10,36	10,28 a	38,88	131,94	30,18 ab	606,07	27,62
<b>EXP1</b>	104,09 ab	9,50	7,06 cd	10,20	10,13 ab	40,88	163,41	39,18 a	119,29	13,54
<b>DKB 250 PRO</b>	107,50 ab	9,11	7,73 bc	8,11	8,97 c	43,15	124,00	22,10 b	307,50	22,91
<b>AS 1572 PRO</b>	117,03 a	9,89	8,69 abc	8,12	9,10 bc	42,54	155,72	24,27 ab	277,86	18,19
<b>AG 8061 PRO</b>	95,21 ab	8,77	9,97 a	8,12	8,59 c	41,32	135,00	23,86 ab	158,93	325,05
<b>Teste F</b>	2,36*	1,13 <sup>NS</sup>	11,83**	3,18 <sup>NS</sup>	6,52**	1,10 <sup>NS</sup>	0,71 <sup>NS</sup>	2,54*	1,86 <sup>NS</sup>	2,42 <sup>NS</sup>
<b>Tratamento</b>										
<b>Test. sem nematoides</b>	101,61	9,31	8,00	8,43	9,28	40,20	146,19	28,98	-	-
<b>Test. com nematoides</b>	102,11	9,09	7,91	9,11	9,16	41,09	139,25	26,56	406,49 a	25,11 b
<b>Avicta® Completo</b>	106,84	9,40	8,31	9,46	9,49	41,77	137,75	30,28	135,95 b	115,24 a
<b>Teste F</b>	0,57 <sup>NS</sup>	0,37 <sup>NS</sup>	0,77 <sup>NS</sup>	1,40 <sup>NS</sup>	0,52 <sup>NS</sup>	0,39 <sup>NS</sup>	0,08 <sup>NS</sup>	0,18 <sup>NS</sup>	25,15**	10,70**
<b>N x H</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>N x T</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	11,07**	10,70**
<b>H x T</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>N x H x T</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>CV (%)</b>	33,89	17,61	30,21	37,69	16,71	26,64	64,39	81,95	50,15	41,17

Dados transformados em Log (x+5). Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>Não significativo; \*Diferença significativa a 5% de probabilidade; \*\*Diferença significativa a 1% de probabilidade; EXP1= híbrido experimental; APA= altura da parte aérea; NI= n° de internódios; MCI= média do comprimento dos 3 primeiros internódios; DC= diâmetro do colmo (do colo até a última folha totalmente desenvolvida); NF= n° de folhas; IC= índice de clorofila (ClorofiLOG-Falker); MFPA= matéria fresca das partes aéreas; MFR= matéria fresca das raízes; NNR= n° de nematoides nas raízes; NN/g R= n° nematoides por grama de raízes.

Em relação ao tratamento utilizado, para o NNR aos 90 DAI, o produto Avicta® Completo proporcionou menor multiplicação dos nematoides nas raízes em relação à testemunha com nematoides, conferindo uma porcentagem de controle de 67%. Enquanto, que para o NN/g R, o menor valor significativo foi observado para a testemunha com nematoides e o maior para o produto Avicta® Completo. Uma provável hipótese para tal fato é o suporte inicial que este produto fornece às raízes das plantas, favorecendo o seu desenvolvimento mais sadio e, conseqüentemente, disponibilizando mais alimento para os nematoides. KUBO et al. (2012) relataram em seu trabalho a resposta positiva do tratamento de sementes para controle de *R. reniformis* no algodoeiro, reduzindo a penetração deste nematoide aos 22 dias após a inoculação. Segundo FASKE & STARR (2007), a proteção da cultura do algodoeiro contra *M. incognita* e *R. reniformis*, proporcionada pelo tratamento de sementes, está limitada ao desenvolvimento inicial do sistema radicular. Para a MFR não houve diferença significativa entre os tratamentos. LOVATO et al. (2007), verificaram significativa redução de *R. reniformis* nas raízes do algodoeiro, devido ao tratamento com o mesmo produto. Segundo KUBO et al. (2012), o uso de nematicidas para o tratamento de sementes tem efeito significativo na diminuição dos prejuízos causado por *R. reniformis*, na mesma cultura. STEFFEN et al. (2011) e BRANCALION & LORDELLO (1982) também demonstraram em suas pesquisas que o uso dessa tecnologia proporcionou redução dos danos causados por *M. graminicola* Golden & Birchfield, na cultura do arroz irrigado e *P. brachyurus* na cultura do milho, respectivamente. Houve interação significativa entre nematoides e tratamentos, para o NNR, onde *P. zae* apresentou a maior média de multiplicação na testemunha com nematoides (Tabela 2). Tal fato é devido ao maior potencial biótico de *P. zae* (OLOWE & CORBETT, 1976; BARBOSA 2012). No caso de NN/g R, também foi significativa a interação entre nematoides e tratamentos, onde *P. zae* evidenciou a maior média no tratamento com Avicta® Completo e *P. brachyurus* a menor média (Tabela 3). Isso demonstra uma maior eficiência do produto sobre *P. brachyurus*.

**Tabela 2.** Desdobramento da interação entre nematoides (*Pratylenchus zae* e *P. brachyurus*) e tratamentos para número de nematoides nas raízes (NNR) aos 90 dias após a inoculação (Jaboticabal - SP, 2012).

	<i>P. zae</i>	<i>P. brachyurus</i>	Teste F
<b>Testemunha com nematoides</b>	589,14	254,29 a	0,02 <sup>NS</sup>
<b>Avicta® Completo</b>	270,48 A	1,43 Bb	34,13**
<b>Teste F</b>	0,13 <sup>NS</sup>	39,98**	-

Dados transformados em Log (x+5). Letras iguais maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>Não significativo; \*\* Diferença significativa a 1% de probabilidade.

**Tabela 3.** Desdobramento da interação entre nematoides (*Pratylenchus zae* e *P. brachyurus*) e tratamentos para número de nematoides por grama de raízes (NN/g R) aos 90 dias após a inoculação (Jaboticabal - SP, 2012).

	<i>P. zae</i>	<i>P. brachyurus</i>	Teste F
<b>Testemunha com nematoides</b>	17,12	21,08 a	0,13 <sup>NS</sup>
<b>Avicta® Completo</b>	211,83 A	0,14 Bb	18,16**
<b>Teste F</b>	0,00 <sup>NS</sup>	21,39**	-

Dados transformados em Log (x+5). Letras iguais maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>Não significativo; \*\* Diferença significativa a 1% de probabilidade

Na segunda avaliação realizada aos 134 DAI, para os materiais avaliados *P. zae* proporcionou o menor diâmetro de colmo (DC) e manteve sua maior multiplicação, diferindo significativamente em relação a *P. brachyurus*. Como já observado na primeira avaliação, apesar da menor multiplicação, *P. brachyurus* comportou-se como mais agressivo devido às menores médias significativas para APA, NI, MCI, IC, MFPA, MFR e massa fresca da espiga (MFE), como pode ser observado na Tabela 4. LEVY et al. (2009), avaliaram *Meloidogyne incognita* Kofoid & White/ Chitwood e *M. paranaensis* Carneiro; Carneiro; Abrantes; Santos & Almeida na cultura do milho, e constataram maior agressividade deste último nematoide para MFR e APA em relação a *M. incognita*.

Os híbridos apresentaram diferenças significativas quanto à APA, NI, MCI, DC, NF e IC. As maiores médias foram observadas para AS1572 PRO em relação à APA e IC, EXP1 para NI e NF, DKB390 PRO para MCI e APA e DKB350 PRO para DC. Também, houve diferenças significativas quanto ao NN/g R, sendo DKB250 PRO aquele que proporcionou a maior média (Tabela 4). O fato dos materiais apresentarem essas diferenças é devido às características intrínsecas de cada material também. De fato FONSECA (2012) constatou que houve diferenças nas reações dos híbridos de milho avaliados, em relação à multiplicação de *P. brachyurus*.

Com relação aos tratamentos, o produto Avicta® Completo se mostrou eficiente em relação ao número de nematoides nas raízes, com controle de 89%, e por grama de raízes, quando comparado à testemunha com nematoides (Tabela 4). Foi observada interação significativa entre nematoides e híbridos, para NN/g R, sendo que *P. zae* multiplicou significativamente mais em DKB 250 PRO, AS1572 PRO e DKB 350 PRO, respectivamente, em relação aos demais híbridos e em comparação com *P. brachyurus* (Tabela 5).

O volume de dados sobre o uso de tratamento de sementes para controle de nematoides ainda é escasso, necessitando de várias contribuições para melhor entendimento e uso dessa nova tecnologia. Sendo assim, o presente trabalho, vem acrescentar um resultado favorável do uso de nematicidas para tratamento de sementes, uma vez que foi observado o controle desses patógenos na cultura do milho.

**Tabela 4.** Análise de variância e teste de comparação de médias de fatores biométricos de híbridos de milho sobre a ação de duas espécies de *Pratylenchus* aos 134 dias após a inoculação (Jaboticabal - SP, 2012).

	APA (cm)	NI	MCI	DC (mm)	NF	IC	MFPA (g)	MFR (g)	NNR	NN/g R	MFE (g)
<b>Nematoide</b>											
<i>P. zeae</i>	121,12 a	9,95 a	8,55 a	8,46 b	9,29	24,46 a	159,15 a	38,20 a	1610,95 a	64,69 a	85,51 a
<i>P. brachyurus</i>	101,68 b	8,93 b	7,34 b	9,20 a	9,69	21,14 b	107,95 b	22,14 b	82,50 b	10,90 b	61,28 b
<b>Teste F</b>	23,46**	25,82**	19,63**	3,66 <sup>NS</sup>	2,92 <sup>NS</sup>	6,68*	21,45**	33,71**	76,33**	48,23**	14,61**
<b>Híbrido</b>											
<b>DKB 390 PRO</b>	120,03 a	9,06 bc	10,08 a	7,88 c	8,97 c	22,68 ab	126,94	28,88	380,00	20,43 ab	64,00
<b>DKB 350 PRO</b>	98,78 b	9,78 ab	5,75 c	10,57 a	10,31 ab	18,99 b	128,53	33,33	2036,43	48,92 ab	75,50
<b>EXP1</b>	112,51 ab	10,08 a	6,36 c	9,90 ab	10,39 a	24,96 ab	157,82	38,54	397,14	13,04 b	84,16
<b>DKB 250 PRO</b>	116,03 ab	9,70 ab	7,77 b	7,83 c	9,29 bc	24,92 ab	113,70	26,62	1099,29	73,34 a	68,91
<b>AS 1572 PRO</b>	121,09 a	9,30 abc	9,09 ab	7,96 c	9,13 c	27,67 a	128,47	25,73	870,00	54,45 ab	73,77
<b>AG 8061 PRO</b>	100,82 ab	8,64 c	9,27 a	8,47 bc	8,73 c	18,22 b	146,06	27,16	297,50	18,76 b	74,30
<b>Teste F</b>	4,13**	4,82**	26,99**	7,44**	6,68**	4,39**	1,20 <sup>NS</sup>	2,06 <sup>NS</sup>	2,52 <sup>NS</sup>	3,75**	0,81 <sup>NS</sup>
<b>Tratamento</b>											
<b>Test. sem nematoides</b>	110,73	9,43	8,13	8,84	9,42	23,24	134,46	30,64	-	-	73,90
<b>Test. com nematoides</b>	112,34	9,52	8,09	8,87	9,57	21,59	135,12	28,89	1519,76 a	58,26 a	72,09
<b>Avicta® Completo</b>	110,97	9,41	7,62	8,78	9,49	23,67	132,89	31,36	173,69 b	16,90 b	75,35
<b>Teste F</b>	0,04 <sup>NS</sup>	0,03 <sup>NS</sup>	0,79 <sup>NS</sup>	0,06 <sup>NS</sup>	0,10 <sup>NS</sup>	1,09 <sup>NS</sup>	0,00 <sup>NS</sup>	0,39 <sup>NS</sup>	37,30**	37,10**	0,15 <sup>NS</sup>
<b>N x H</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,65**	-
<b>N x T</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>H x T</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>N x H x T</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>CV (%)</b>	26,53	15,46	24,33	29,64	16,47	47,17	62,54	66,54	43,55	37,01	66,59

Dados transformados em Log (x+5). Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>Não significativo; \*Diferença significativa a 5% de probabilidade; \*\*Diferença significativa a 1% de probabilidade; EXP1= híbrido experimental; APA= altura da parte aérea; NI= n° de internódios; MCI= média do comprimento dos 3 primeiros internódios; DC= diâmetro do colmo (do colo até a última folha totalmente desenvolvida); NF= n° de folhas; IC= índice de clorofila (ClorofilOG-Falker); MFPA= matéria fresca das partes aéreas; MFR= matéria fresca das raízes; NNR= n° de nematoides nas raízes; NN/g R= n° nematoides por grama de raízes; MFE= massa fresca das espigas

**Tabela 5.** Desdobramento da interação entre nematoides (*Pratylenchus zae* e *P. brachyurus*) e híbridos para o número de nematoides por grama de raízes (NN/g R) aos 134 dias após a inoculação (Jaboticabal - SP, 2012).

	DKB390 PRO	DKB350 PRO	EXP1	DKB250 PRO	AS1572 PRO	AG8061 PRO	Teste F
<i>P. zae</i>	24,88 B	85,28 Aa	23,66 B	128,78 Aa	112,13 AB a	16,14 B	6,66**
<i>P. brachyurus</i>	15,53	5,94 b	3,234	17,90 b	2,52 b	21,63	0,74 <sup>NS</sup>
<b>Teste F</b>	2,98 <sup>NS</sup>	27,95**	3,08 <sup>NS</sup>	16,92**	15,52**	0,04 <sup>NS</sup>	-

Dados transformados em Log (x+5). EXP1= híbrido experimental; Letras iguais maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.  
<sup>NS</sup>Não significativo; \*\* Diferença significativa a 1% de probabilidade.

#### 4. Conclusões

Nas condições do presente estudo:

- *Pratylenchus zae* se multiplica mais em relação a *P. brachyurus* nos híbridos avaliados (DKB390 PRO, DKB350 PRO, DKB250 PRO, AS1572 PRO, AG8061 PRO e EXP1), aos 90 dias, e compromete mais o diâmetro do colmo aos 134 dias;

- *Pratylenchus brachyurus* é o que mais compromete o desenvolvimento da planta quanto à altura da parte aérea, número de internódios, número de folhas e massa fresca de raízes, aos 90 dias, e a média do comprimento dos três primeiros internódios e índice de clorofila, aos 134 dias, em comparação à *P. zae*, evidenciando ser mais agressivo;

- Os híbridos se comportam de maneira diferente quanto à multiplicação de ambas as espécies de nematoides, uma vez que *P. zae* se multiplica mais no DKB350 PRO, DKB250 PRO e no AS1572 PRO em comparação à *P. brachyurus*;

- Os híbridos reagem diferentemente quanto a todas as variáveis biométricas avaliadas, exceto para matéria fresca de parte aérea;

- Avicta® Completo não tem ação sobre os fatores biométricos avaliados; contudo, proporciona controle para ambas as espécies de nematoides, nos dois períodos de avaliação, em relação aos híbridos não tratados;

- Quanto às duas espécies de nematoides das lesões radiculares, Avicta® Completo é mais eficiente para *P. brachyurus* do que *P. zae*, aos 90 dias após a inoculação.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, E.P.de. **Caracterização molecular de espécies de *Pratylenchus* que ocorrem no Brasil e a reação de acessos de milho a *P. zeae* e a *P. brachyurus*.** 2010. 82f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

BARBOSA, B.F.F. **Agressividade comparada de *Pratylenchus brachyurus* com *P. zeae* e eficácia de métodos de controle de nematoides em cana-de-açúcar.** 2012. 120f. Tese (Doutorado em Nematologia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.

BRANCALION, A.M; LORDELLO,L.G.E. Emprego de aldicarb e carbofuran no controle de nematoides em cultura de milho. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.5, n.5, p.197-202, 1982.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira:** grãos, décimo segundo levantamento. Brasília: CONAB, 2012. 30p. Acesso em: 31 de maio de 2012. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_09\\_06\\_09\\_18\\_33\\_boletim\\_gaos\\_setembro\\_2012.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_09_06_09_18_33_boletim_gaos_setembro_2012.pdf)>.

COOLEN, W.A.; D'HERDE, C.J. **A method for the quantitative extration of nematodes from plant tissue.** Ghent: Nematology and Entomology Research Station, 1972.77p.

DUARTE, J. D.; CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J.; **Sistemas de produção**, 1 ISSN 1679-012X Versão eletrônica. 2º ed. 2006. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho\\_2ed/economia.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/economia.htm)>. Acesso em: 06 de maio de 2012.

FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.A.; DIAS-ARIEIRA, C.R. **Manejo sustentável de fitonematoides.** Viçosa: Editora UFV, 304p., 2010.

FONSECA, R. G. **Comportamento de híbridos de milho em sucessão à soja, ao nematoide *Pratylenchus brachyurus***. 2012. 48f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

FASKE, T. R.; STARR, J. L. Cotton root protection from plant-parasitic nematodes by abamectin-treated seed. **Journal of Nematology**, Riverside, v. 39, n. 1, p. 29-30, 2007.

FRANK JUNIOR, M.D. **A origem do Milho**. 2007. Disponível em: <[http://www.cubbrasil.net/index.php?option=com\\_content&task=view&id=94&Itemid=88](http://www.cubbrasil.net/index.php?option=com_content&task=view&id=94&Itemid=88)>. Acesso em: 06 de maio de 2012.

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

GONZAGA, V.; SANTOS, J. M. Estudo comparativo da multiplicação In vitro de seis espécies de *Pratylenchus* em cilindros de cenoura. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 34, n.4, p.226-230, 2010.

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

KAGODA, F.; DERERA, J.; TONGOONA, P.; COYNE, D. L.; Awareness of plant-parasitic nematodes, and preferred maize varieties, among smallholder farmers in East and Southern Uganda: implications for assessing nematode resistance breeding needs in African maize. **International Journal of Pest Management**, Abingdon, v.56, n.3. p. 217-222, 2010.

KUBO, R.K.; MACHADO, A.C.Z.; OLIVEIRA, C.M.G.; Efeito do tratamento de sementes no controle de *Rotylenchulus reniformis* em dois cultivares de algodão. **Instituto Biológico**, São Paulo, v.79, n.2, p.239-245, 2012.

LEVY, R. M., HOMECHIN, M., SANTIAGO, D. C., CADIOLI, M. C., BAIDA, F. C. Reação de genótipos de milho ao parasitismo de *Meloidogyne incognita* raça 1 e a *M. paranaensis*. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 4, p. 575-578, 2009.

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

LORDELLO, A. I. L.; LORDELLO, R. R. A.; TREVISAN, W. T.; SOLFERINI, O. B. Efeito do carbofuran sobre uma população de *Pratylenchus* spp. em raiz de milho. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 5, p. 35-39, 1982.

LORDELLO, L.G.E. Perdas causadas por nematoides. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.51, n.3/4, p.222, 1976.

LORDELLO, L.G.E.; ZAMITH, A.P.L. Incidência de nematoides em algumas culturas de importância econômica. **Divulgação Agrônômica Shell**, Rio de Janeiro, v. 2, p. 27-33, 1960.

LOVATO, B.V.; NASCIMENTO, A.C.J.; BUZZERIO, N.F.; MARTINHO, L. Eficiência do nematicida abamectina (avicta® 500 fs) para o controle de *Rotylenchulus reniformis* em algodoeiro *Gossypium hirsutum* através do tratamento de sementes, In: VI Congresso Brasileiro do Algodão, 6, 2007, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Embrapa Algodão, p.1-5, 2007.

MENDONÇA FILHO, M. A. M.; PINHO, R. G. V.; FONSECA, R. G.; NASCIMENTO, M. S.; SANTOS, A. O.; Reação de Híbridos de Milho ao Nematóide *Pratylenchus brachyurus*, Cultivados na Safrinha do Estado do Mato Grosso. In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29, 2012, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, p. 854-859, 2012.

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

PAES, V.S. **Respostas biométricas e fotossintética de plantas de milho a *Pratylenchus* spp. e avaliação da resistência de genótipos de milho e sorgo a esses nematoides e a *Meloidogyne* spp.** 2012. 96f. Dissertação (Mestrado em Nematologia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.

PINTO, N. F. J. A.; **Sistemas de produção**, 1 ISSN 1679-012X Versão eletrônica. 2º ed. 2006. Acesso em: 06 de maio de 2012. Disponível em:<[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho\\_2ed/doencasnematoides.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/doencasnematoides.htm)>.

SASSER, J. N.; FRECKMAN, D. W. A world perspective on nematology; the role of the society. In: VEECH, J. A.; DICKSON, D. W. **Vistas on nematology**. Hyattsville: E.O. Painter Printing Co, p. 7-14, 1987.

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

SOUTHEY, J. F. **Laboratory methods for work with plant and soil nematodes**. 5 ed. London: Minist. Agric. Fisch. Fd., 148 p., (Bulletin, 2), 1970.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS system**: SAS/STAT. version 9.0 (software), Cary: SAS Institute, 2001. (CD-ROM).

STEFFEN, R.B.; ANTONIOLLI, Z.I.; STEFFEN, G.P.K.; JACQUES, R. J. S.; ECHKARDT, D.P.; Efeito da abamectina e carbofuran no controle de danos causados por *Meloidogyne graminicola* em plantas de arroz irrigado. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.18, n.2, p. 56-59, 2011.