

Curso de Tecnologia em Biocombustíveis

NEMATOIDES ASSOCIADOS À CULTURA DO MILHO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO

ALAIANE REGINA VENDRAMINI

**Orientadora: MSc. Tatiana Pagan Loeiro da Cunha
Coorientador: Prof. Msc. Celso Antônio Jardim
Coorientador: Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares**

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

**Jaboticabal-SP
2º Semestre/2012**

Vendramini, Alaiane Regina

V453n Nematoides associados à cultura do milho em sistemas de produção. / Alaiane Regina Vendramini.— Jaboticabal : Fatec, 2012. 42f.

Orientador: Msc.Tatiana Pagan Loeiro da Cunha.

Coorientador: Prof. Msc. Celso Antônio Jardim.

Coorientador: Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares.

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

1. *Meloidogyne incognita*. 2. Sucessão de culturas. 3. *Pratylenchus brachyurus*. 4. *Zea mays*. I. Cunha, T.P.L.da. II. Título.

CDU 632+633.15

Curso de Tecnologia em Biocombustíveis

CERTIFICADODEAPROVAÇÃO

TÍTULO: NEMATOIDES ASSOCIADOS À CULTURA DO MILHO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO

AUTOR: ALAIANE REGINA VENDRAMINI

ORIENTADORA: MSc.Tatiana Pagan Loeiro da Cunha

CO-ORIENTADOR: Prof.Msc.Celso Antônio Jardim

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares

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

MSc. TATIANA PAGAN LOEIRO DA CUNHA

PROFº. Dr. FÁBIO CAMILOTTI

MSc. FERNANDO MARCELO CHIAMOLERA

Data da apresentação: 18 de dezembro de 2012.

Presidente da Comissão Examinadora

Dedico este trabalho aos meus pais e aos meus irmãos,

Pela confiança que depositaram em mim!

In memoriam ao meu avô Atílio que continua sempre presente na minha memória e no meu coração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem Ele nada seria possível.

Agradeço aos meus pais e aos meus irmãos pela força e o apoio que me deram durante essa caminhada.

A minha orientadora Tatiana, pela amizade, apoio, paciência e conhecimento que me trouxe durante essa parceria.

Aos meus co-orientadores Celso Antônio Jardim e Pedro Luiz Martins Soares pela forma como me ajudaram e me incentivaram com esse trabalho.

Agradeço a todos os professores da Fatec-Jaboticabal pelos conhecimentos que pude adquirir, pois sem eles não seria possível que chegasse até aqui.

Agradeço à FCAV/UNESP por disponibilizar suas instalações para que fosse possível a realização dos experimentos, em especial ao Laboratório de Nematologia.

Aos amigos que conquistei ao longo do estágio, e aos que me ajudaram nos momentos difíceis, principalmente na retirada do experimento.

Agradeço aos amigos e colegas de graduação que me proporcionaram momentos de distração, risadas para que a jornada se tornasse mais leve.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que estiveram e estão ao meu lado, e que acreditaram em mim!

“Eu gostaria de lhe agradecer pelas inúmeras vezes que você me enxergou melhor do que eu sou. Pela sua capacidade de me olhar devagar, já que nessa vida muita gente já me olhou depressa demais.”

Padre Fábio de Melo

RESUMO

NEMATOIDES ASSOCIADOS À CULTURA DO MILHO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO

O milho é uma opção para a produção de bicompostíveis, mas está sujeito a problemas fitossanitários, como os nematoides. Uma das alternativas mais eficientes e de baixo custo econômico no manejo destes patógenos é a rotação de culturas com plantas resistentes. O objetivo deste trabalho foi avaliar os nematoides associados ao milho e o seu desempenho agrônomico em dois sistemas de produção, sob cinco doses residuais de nitrogênio aplicado em cobertura na cultura antecessora (feijoeiro) em sistema plantio direto. O experimento foi instalado em área com solo argiloso e naturalmente infestado, sendo conduzido em blocos casualizados, constituído de dois sistemas de produção. Cada sistema foi composto por 15 tratamentos, com três repetições e as subparcelas foram compostas por cinco doses de nitrogênio aplicado em cobertura no feijoeiro (0; 40; 80; 120 e 160 kg N ha⁻¹). A população de nematoides foi estimada no solo e no sistema radicular do milho e *Urochloa ruziziensis*. As características agrônomicas avaliadas no milho foram: altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga, diâmetro do colmo, matéria fresca e seca da parte aérea de plantas, peso fresco e seco das espigas e peso de raízes. A altura de inserção da primeira espiga foi influenciada por doses de N, enquanto o diâmetro do colmo por sistemas de cultivo. Houve interação entre sistemas de cultivo × doses de N para massa das raízes. A população de nematoides no solo foi afetada apenas para *M. incognita*, em relação aos sistemas de produção, sendo o consórcio milho + *U. ruziziensis* menos favorável ao aumento da população deste nematoide, sendo uma alternativa para o manejo do patógeno.

Palavras-chave: *Meloidogyne incognita*. *Pratylenchus brachyurus*. *Zea mays*. Sucessão de culturas.

ABSTRACT

NEMATODES ASSOCIATED IN CORN CROP PRODUCTION SYSTEMS

Corn is an option for the production of biofuels, but is subject to phytosanitary problems, such as nematodes. An alternative more efficient and cost-effective economic management in these pathogens is crop rotation with plants resistant. The objective of this study was to evaluate the nematodes associated with maize, their agronomic performance in two cropping systems, under five levels of residual nitrogen applied in covering previous crop (bean) in no-tillage system. The experiment was conducted in an area with clay soil and naturally infested, and a randomized block design, consisting of two cropping systems. Each system consisted of 15 treatments with three replication and sub plots consisted of five doses of nitrogen applied to cover the beans (0, 40, 80, 120 and 160 kg N ha⁻¹). The population of nematodes was determined in the soil and root system of corn and *Urochloa ruziziensis*. The agronomic traits in maize were: plant height and first ear, stem diameter, fresh and dry weight of the shoots and fresh and dry weight of ears, weight of roots. The main variable ear height was influenced by N dose, while stem diameter by cropping systems. There was interaction between cropping systems × N rates forms of roots. The population of nematodes in the soil was affected only for *M. incognita* in relation to production systems, and the consortium corn + *U. ruziziensis* less favorable to the increase of the population of this nematode, and an alternative for the management of the pathogen.

Keywords: *Meloidogyne incognita*. *Pratylenchus brachyurus*. *Zea mays*. Crop succession.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1. Altura da inserção da espiga de milho ‘DKB PRO2’, em função das doses residuais de nitrogênio aplicadas no cultivo antecessor sob sistema de plantio direto, cultivados no verão 2012 em Jaboticabal, SP 11
- FIGURA 2. Desdobramento da interação sistemas de cultivo \times doses residuais de nitrogênio para massa das raízes da planta de milho ‘DKB PRO2’ sob plantio direto, cultivados no verão 2012 em Jaboticabal, SP 12
- FIGURA 3. Peso seco da espiga de milho ‘DKB PRO2’, em função das doses residuais de nitrogênio aplicadas no cultivo antecessor sob sistema de plantio direto, cultivados no verão 2012 em Jaboticabal, SP 14

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1. Comparação entre as médias da altura de plantas, altura de inserção da espiga principal, diâmetro de colmo e massa de raízes do milho ‘DKB PRO2’ exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis* em função das doses residuais de nitrogênio aplicadas no cultivo antecessor sob sistema de plantio direto, cultivados no verão 2012 em Jaboticabal, SP..... 10
- TABELA 2. Comparação entre as médias da massa fresca e seca de planta; peso fresco e seco de espiga do milho ‘DKB PRO2’ exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis* em função das doses residuais de nitrogênio aplicadas no cultivo antecessor sob sistema de plantio direto, cultivados no verão 2012 em Jaboticabal, SP 13
- TABELA 3. Comparação entre as médias da população de nematoides no solo coletados no sistema milho ‘DKB PRO2’ exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis* em função das doses residuais de nitrogênio aplicadas no cultivo antecessor sob sistema de plantio direto, cultivados no verão 2012 em Jaboticabal, SP 15
- TABELA 4. Comparação entre as médias da população de nematoides no solo(100 cm³) presentes no milho exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis* em função das doses residuais de nitrogênio aplicadas no cultivo antecessor sob sistema de plantio direto, cultivados no verão 2012 em Jaboticabal, SP 16
- TABELA 5. Comparação entre as médias da população de nematoides no sistema radicular (20g) presentes no milho exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis* em função das doses residuais de nitrogênio aplicadas no cultivo antecessor sob sistema de plantio direto, cultivados no verão 2012 em Jaboticabal, SP 17

TABELA 6. Comparação entre as médias da população de nematoides no sistema radicular (20g) presentes no milho exclusivo e consorciado com <i>U. ruziziensis</i> em função das doses residuais de nitrogênio aplicadas no cultivo antecessor sob sistema de plantio direto, cultivados no verão 2012 em Jaboticabal, SP	19
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

<i>P. brachyurus</i>	<i>Pratylenchus brachyurus</i>
<i>P. zaeae</i>	<i>Pratylenchus zaeae</i>
kcal	Quilocaloria
SPD	Sistema plantio direto
<i>Spp</i>	espécie
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
MS	Mato Grosso do Sul
FEPE	Fazenda de ensino, pesquisa e extensão
FCAV/UNESP	Faculdade de Ciências Agrária e Veterinárias de Jaboticabal/ Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
N	Nitrogênio
m	Metros
m ²	Metro quadrado
kg	Quilograma
ha	Hectare
V ₆	50% das plantas com seis folhas completamente expandidas
V ₁₀	50% das plantas com dez folhas completamente expandidas
P ₂ O ₅	Pentóxido de fósforo
K ₂ O	Óxido de potássio
cm ³	Centímetros cúbicos
g	Gramas
°C	Graus Celsius
cm	Centímetros
mm	Milímetros

<i>U. ruzizensis</i>	<i>Urochloa ruzizensis</i>
Zn	Zinco
Mo	Molibdênio
<i>R. reniformis</i>	<i>Rotylenchus reniformis</i>
<i>H. dhystera</i>	<i>Helicotylenchus dhystera</i>
<i>M. incognita</i>	<i>Meloidogyne incognita</i>
CV	Coefficiente de variação
DMS	Diferença mínima significativa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVO	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
4 MATERIAL E MÉTODOS	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

A produção mundial de etanol não se restringe a utilização da biomassa proveniente da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), tendo o milho (*Zea mays* L.) como alternativa para exploração. Nos últimos anos países como Brasil, China, Espanha, Estados Unidos, França e Suécia têm se destacado no emprego dessas matérias-primas para o desenvolvimento de seus programas de fontes alternativas de energia, onde cada país procura a melhor solução, levando em conta questões climáticas e oferta de produto (MARCOCCIA, 2007).

O mercado mundial do milho vem se reestruturando, visando atender a crescente demanda por alimentos, sendo uma alternativa para a produção de biocombustível na entressafra da cana-de-açúcar. Esse cereal, segundo Sologuren (2007), tornou-se uma das principais fontes para produção de etanol, tendo em 2006, a produção mundial atingido 13,5 milhões de galões que comportam aproximadamente 3,785 litros, sendo que o Brasil contribuiu com 33,3% desse volume, produzindo etanol a partir da cana-de-açúcar, enquanto que os Estados Unidos produziram 36,3%, a partir do milho (ANDREOLI e SOUZA, 2006). Em 2009, o Brasil foi o terceiro produtor dessa *commodity*, superado por Estados Unidos e China (TONIN e PERON, 2009). Apenas 5% do milho produzido no país destinam-se ao consumo *in natura*, 65% são utilizados na alimentação animal e 30% são processados na indústria, sendo os maiores produtores nacionais os Estados do Paraná e de Mato Grosso (CONAB, 2012).

Mas como qualquer cultura, o milho também está associado a problemas fitossanitários, como os nematoides sendo que muitas espécies têm sido relatadas parasitando raízes de milho, todavia, as mais frequentes e importantes são dos gêneros: *Pratylenchus* (Filipjev, 1936), *Helicotylenchus* (Steiner, 1945) e *Meloidogyne* (Goeldi, 1889) (NEVES *et al.*, 2010). Dentro do gênero *Pratylenchus*, as espécies mais importantes ao milho, no Brasil, em função de sua patogenicidade, distribuição geográfica e elevado número de plantas hospedeiras, são *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey, 1929; Filipjev; Stekhoven, 1941) e *Pratylenchus zae* (Graham, 1951) (SAWAZAKI *et al.*, 1987).

Os sintomas são inespecíficos, podendo ser erroneamente interpretados como sintomas causados por outros patógenos, deficiências nutricionais ou estresse hídrico, em função da redução no sistema radicular e no desenvolvimento da parte aérea das plantas (LORDELLO, 1984; GOULART, 2008). Os efeitos sobre o crescimento e, conseqüentemente, sobre a

produção vegetal, são resultantes de desordens e mau funcionamento dos processos de crescimento de raízes e exploração do solo para obtenção de água e nutrientes (LOOF, 1991).

Lordello *et al.* (1992) afirma que o milho é severamente atacado por *P. brachyurus* e *P. zaeae*, ocorrendo perdas significativas, estimadas em 28,5% na Nigéria (EGUNJOBI, 1974). Há relatos de aumento da produção de grãos de 10 a 54% nos Estados Unidos (BERGESON, 1978; NORTON *et al.*, 1978) e 100% no Brasil (LORDELLO *et al.*, 1983), com a aplicação de nematicidas na cultura.

Porém o controle químico dos nematoides depende da disponibilidade de produtos registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), bem como da análise econômica da utilização desta tecnologia (PINTO, 2012). O emprego de nematicidas tem sido cada vez mais limitado em função da alta toxicidade, risco de contaminação ambiental, elevado custo, baixa disponibilidade em países em desenvolvimento e baixa eficácia de controle depois de repetidas aplicações (DONG e ZHANG, 2006).

O uso de cultivares resistentes é visto como uma das principais estratégias para o manejo integrado de nematoides, no entanto, há carência no mercado de materiais com esta característica genética (DIAS-ARIEIRA e CHIAMOLERA, 2011). Outra importante estratégia é a rotação de culturas com plantas antagonistas, como mucuna-preta [*Mucuna pruriens* (L.) DC.], crotalárias (*Crotalaria juncea* L. e *Crotalaria spectabilis* Roth), feijão de porco (*Canavalia ensiformis* DC.) e guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.], as quais reduzem as populações desses patógenos (RODRÍGUEZ-KÁBANA *et al.*, 1992; SILVEIRA e RAVA, 2004; OBICI *et al.*, 2011; SANTANA *et al.*, 2012).

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o nível populacional de nematoides associados ao milho e o desempenho agronômico da cultura em dois sistemas de produção, sob cinco doses residuais de nitrogênio aplicado em cobertura na cultura antecessora (feijoeiro) em sistema plantio direto.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Atualmente o cenário mundial apresenta uma demanda energética elevada, necessitando produzir energia através de fontes alternativas, provenientes da agricultura e fontes renováveis. O bicomcombustível é a principal fonte de energia renovável produzida através da biomassa de produtos vegetais e animais. As principais matérias-primas para a produção são a cana-de-açúcar, beterraba branca (*Beta Vulgaris L.*), sorgo (*Sorghum bicolor L.*), dendê (*Elaeis guineensis Jacq.*), girassol (*Helianthus annuus L.*), mamona (*Ricinus communis L.*), milho (*Zea mays*), mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), soja [*Glycine max (L.) Merrill*], copaíba (*Copaifera langsdorffii Desf.*), lenha, resíduos florestais, entre outras (CERQUEIRA, 2010).

Estima-se que, nos próximos anos, as fontes alternativas de energia provenientes da biomassa movimentarão expressivos volumes de recursos nas transações agrícolas internacionais (GONÇALVES JUNIOR *et al.*, 2009). Assim, o mercado mundial do milho vem se reestruturando, visando atender a crescente demanda por combustíveis renováveis, além da produção de álcool para bebidas e fins industriais, tornando uma das principais fontes para produção de etanol (SOLOGUREN, 2007).

Em 2009, o Brasil foi o terceiro produtor dessa *commodity*, perdendo apenas para os Estados Unidos e China (TONIN e PERON, 2009). No mercado interno, o setor vem se preocupando com uma possível falta de oferta deste produto agrícola, uma alternativa para minimizar esse problema e para controlar a oscilação de preço é investimento em redes de armazenamento do cereal, a fim de armazenar grandes quantidades, permitindo uma estabilidade no estoque. Portanto, é de grande importância o plantio de áreas com a cultura do milho, não apenas para alimentação humana e animal, mas como forma de energia limpa através do desenvolvimento sustentável, além de complementar a renda do produtor e suprir a demanda do mercado consumidor.

A justificativa para a produção de etanol a partir do milho, servindo como produto a fortalecer o setor energético mundial, é por ser um ótimo substituto aos combustíveis fósseis, além de ser menos poluente quando comparado aos derivados do petróleo. Os Estados Unidos

são os maiores produtores de etanol a partir do milho, devido a grandes áreas disponíveis para o cultivo desse cereal (BRANCO, 2012).

Por ser um cereal facilmente cultivado em diferentes climas, e ainda apresentar um ciclo curto, permitindo a obtenção rápida do produto para a produção de etanol, economicamente, acredita-se que essa é uma alternativa para reduzir a dependência americana do petróleo importado do Oriente Médio (BRANCO, 2012).

As vantagens desse produto estão cada vez maiores, porém há aspectos negativos a serem considerados. Os críticos alegam que para esse processo ocorrer, serão necessárias grandes quantidades de energia, afirmam ainda, que a quantidade de carvão queimado aumentará as emissões de gases do efeito estufa. Contudo, deve-se avaliar a viabilidade econômica desse procedimento, antes de considerá-lo apenas vantajoso (BRANCO, 2012).

O balanço energético para a produção de etanol a partir do milho é negativo, pois para cada um kcal de energia fornecida pelo etanol, são gastos 29% a mais de energia fóssil para produzir o etanol. Quando comparado à cana-de-açúcar, esta produz três vezes mais que o milho e gasta quatro vezes menos energia. O custo com a produção de etanol a partir do milho é 62% maior em relação a cana-de-açúcar, sendo que a emissão de gás do efeito estufa é maior quando a produção é através do milho (REVISTA RURAL, 2008).

Para serem alternativas viáveis, os combustíveis devem apresentar alto ganho de energia líquida, benefícios ecológicos, serem economicamente competitivos e produzirem em largas escalas sem prejudicar o abastecimento de alimentos. No Brasil, a melhor solução ainda, é a produção de etanol a partir da cana-de-açúcar, porém, nos Estados Unidos o milho como matéria-prima é viável, pois recebe por intermédio de políticas públicas um subsídio de 4,1 bilhões de dólares para o cultivo do mesmo (REVISTA RURAL, 2008).

Nos últimos anos, o sistema plantio direto (SPD), tornou-se uma alternativa que contribui para a obtenção de elevadas produtividades. É uma técnica de cultivo conservacionista na qual mantém o solo sempre coberto por plantas em desenvolvimento e/ou por resíduos vegetais, mantendo seus recursos naturais (STONE *et al.*, 2006). É definido como o processo de semeadura sem revolvimento do solo, sendo a semente colocada em sulcos ou covas, com largura e profundidade suficientemente adequadas para a cobertura e contato das mesmas com o solo (STONE *et al.*, 2006). No ano agrícola 2001/2002, aproximadamente 14 milhões de hectares foram cultivados em plantio direto no Brasil, correspondendo a 30% da área total utilizada com culturas anuais (STONE *et al.*, 2006). Atualmente, a área cultivada

em SPD no Brasil é de aproximadamente 35 milhões de hectares, sendo 28% (5 milhões) localizadas no Cerrado (CARVALHO, 2012).

Na agricultura o SPD diversifica as atividades reduzindo as tarefas que utilizam mão de obra desde o preparo do solo até os tratos culturais. Esse sistema contribui fortemente para: reduzir a erosão do solo, aumentar a retenção de água, recuperar suas propriedades físicas, químicas e biológicas, reduzir o intervalo de semeadura das culturas, maior eficiência no aproveitamento dos nutrientes e maior controle de plantas daninhas (STONE *et al.*, 2006). Além disso, permite racionalizar os custos, o uso de equipamentos e o tempo, e melhorar os atributos do solo (SALTON *et al.*, 1998).

Nos dias atuais esse sistema é importante para a agricultura brasileira sendo que ano após ano ocorre considerável aumento em áreas que utilizam esta técnica, principalmente as produtoras de grãos. O sucesso do SPD depende da adoção de culturas que privilegiem a produção e manutenção de resíduos culturais na superfície do solo, (BASSO *et al.*, 2000) elevando o teor de matéria orgânica do solo, melhorando o manejo de fertilizantes químicos, principalmente os adubos nitrogenados (GONÇALVES e CERETTA, 1999).

Porém, o SPD deve ser manejado de forma a diminuir problemas de compactação (REICHERT *et al.*, 2008; SILVEIRA *et al.*, 2008; COLLARES *et al.*, 2008), que repercutem nas máquinas agrícolas (ROSA, 2007), pela maior demanda de tração; as plantas, pela maior resistência oferecida a penetração das raízes (STRECK *et al.*, 2004; COLLARES *et al.*, 2008) e, em problemas de deficiência hídrica em épocas de secas no verão, que é quando as plantas estão em pleno período vegetativo (ROSA, 2009).

O SPD é influenciado por características edafoclimáticas da região. É importante a aceitação do agricultor por esse sistema, para que novas alternativas sejam implantadas resolvendo os problemas (CRUZ *et al.*, 2012). O resultado obtido na implantação desse sistema depende da gestão do produtor e de sua experiência no manejo das culturas que serão usadas nos sistemas de rotação e ou sucessão de culturas, envolvendo muitas vezes agricultura e pecuária (CRUZ *et al.*, 2012).

A alta produtividade não se consegue de um ano para o outro, mas de forma gradual, e para obter altas produtividades, além de manejar corretamente a matéria orgânica do solo, deve-se manter palhadas em elevadas quantidades e de qualidade no solo. O produtor deve utilizar sistemas de integração lavoura pecuária, visando o aumento no teor de matéria orgânica e a qualidade do solo (CRUZ *et al.*, 2006).

Como qualquer cultura, o milho também está associado a problemas fitossanitários, como os nematoides. Nematoides são vermes que são encontrados no solo e necessitam de plantas hospedeiras para sua reprodução e multiplicação, através do parasitismo do seu sistema radicular. O nível de infestação na cultura pode afetar diretamente a produtividade, podendo causar redução quantitativa e qualitativa (ASMUS, 2012).

A busca por alternativas nas áreas infestadas, as plantas antagônicas cultivadas em rotação ou sucessão de culturas, tem se mostrado uma alternativa viável (FERRAZ e VALLE, 1997), reduzindo às populações de nematoides no solo, abaixo do limite que causa dano econômico a cultura, sem oferecer riscos ao ambiente (FERRAZ e VALLE, 1995). O uso de culturas resistentes a determinadas espécies de nematoides confere vantagem adicional ao sistema de rotação em SPD, por permitir a quebra do ciclo de vida dos nematoides e consequentemente a redução da população no solo (ASMUS, 2012).

As culturas de cobertura são estabelecidas na entressafra visando o interesse econômico, de forma que o aumento populacional de nematoides na cultura de cobertura possa interferir na cultura subsequente (GALLAHER *et al.*, 1988). Deve-se considerar ainda que os esquemas de rotação promovem melhoria nas características físicas e químicas do solo (CARDOSO, 1993), além de ajudar no desenvolvimento de organismos do solo que são inimigos naturais dos nematoides e competem por espaço com os mesmos.

Existem poucos relatos sobre a população de nematoides no sistema de plantio direto. Os nematoides de galha (*Meloidogyne spp.*), estão entre os principais problemas fitossanitários de várias culturas de importância econômica (ASMUS, *et al.*, 2005).

As espécies de nematoides, tais como o nematoide das lesões radiculares (*P. brachyurus*), a disponibilidade de raízes de gramíneas usadas como culturas de cobertura pode ser um dos principais motivos da crescente expansão de problemas causados por esta espécie em cultivos de soja e algodoeiro no Brasil Central (ASMUS, 2012).

O *P. brachyurus* permanece no interior das raízes degradando completamente as mesmas, tornando-as deficientes e necrosadas. Para que o sistema de plantio direto tenha resultados satisfatórios, é de grande importância realizar um levantamento da população de nematoides na área que será implantado, para assim, proceder corretamente na escolha das plantas de cobertura, evitando o aumento da população desses parasitas na área (ASMUS, 2012).

A cultura do milho é hospedeira de diferentes espécies de nematoides. De acordo a

EMBRAPA, mais de 40 espécies de 12 gêneros têm sido observadas nas raízes do milho em todas as partes do mundo onde o cereal é cultivado. Os nematoides de maior impacto para a cultura do milho no Brasil, devido sua patogenicidade, distribuição e gama de hospedeiros, são *P. brachyuruse* *P. zaeae*, como mostram os trabalhos de Monteiro (1963), Lordello *et al.* (1982) e Brancalion e Lordello (1982).

O controle químico, devido às altas doses de nematicidas exigidas, é economicamente limitado e ambientalmente indesejável (STARR, 1998). Neste contexto, cultivares resistentes de milho, milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown] e sorgo apresentam grande potencial, pois além de propiciarem retorno econômico, também permitem a redução de nematoides no solo, minimizando as perdas nas culturas seguintes (BRITO e ANTÔNIO, 1989).

Dependendo do nível de infestação dos nematoides que atacam a cultura do milho, é comum que ocorra a falta de vigor nas espigas colhidas, redução no porte das plantas e no tamanho das folhas, além de quedas vertiginosas na produção final (FERRAZ, 2012). Isso faz com que o resultado da produtividade tenha uma redução significativa e preocupante.

Os maiores prejuízos estão sendo registrados na região Central do Brasil. Já na região Sul, os problemas se tornam menores pelo fato de terem alguns fatores como as temperaturas amenas durante parte do ano, a adoção da prática da rotação de culturas e o maior acúmulo de matéria orgânica no solo. Um meio para solucionar este problema seria consorciar o milho com culturas distintas e que sejam antagonistas e resistentes para que se diminua a incidências dos nematoides (FERRAZ, 2012).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área da FEPE (21°15'S; 48°18'W; altitude média de 595 m) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), Câmpus de Jaboticabal, Estado de São Paulo. O clima da região segundo Köppen é classificado como Aw, subtropical, com verões quentes e úmidos, e invernos frios e secos. O solo da área experimental é do tipo LATOSSOLO VERMELHO Distrófico Típico, com textura argilosa (EMBRAPA, 2006).

O experimento foi instalado em área naturalmente infestada com *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White, 1919) Chitwood, 1949, *P. brachyurus*, *Rotylenchulus reniformis* Lindford e Oliveira, 1940, e *Helicotylenchus dihystera* (Cobb, 1893) Sher, 1961, conduzido em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com três repetições, em área total de 1.152 m² (80,00 × 14,40 m), com área útil de 607,50 m².

As parcelas principais foram representadas por dois sistemas de produção (consórcio milho + *Urochloa ruziziensis* e milho exclusivo), sucedendo o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). A sementeira foi realizada no dia 21/01/2012 com a população inicial estimada de 65 mil plantas ha⁻¹, com espaçamento entre linhas de 0,80 m, totalizando cinco plantas por metro. As subparcelas foram constituídas por cinco doses de nitrogênio (0; 40; 80; 120 e 160 kg N ha⁻¹) aplicado em cobertura no feijoeiro no estágio fenológico V₄₋₄, utilizando-se como fonte a uréia, totalizando 30 unidades experimentais de 20,25 m² cada.

Nos dois sistemas de produção foi utilizado o híbrido simples 'DKB 390PRO2' (ciclo precoce). A adubação de sementeira para ambos os sistemas foi constituída por 336 kg ha⁻¹ do formulado comercial 04-14-08 (N-P₂O₅-K₂O). As adubações de cobertura foram realizadas 25 dias após a emergência, aplicando-se 80 kg ha⁻¹ de N (formulado 20-00-20: N-P₂O₅-K₂O), no estágio fenológico V₆ e após 12 dias, foi realizada a segunda aplicação de cobertura com 112,5 kg ha⁻¹ de N via uréia (estádio fenológico V₁₀) seguindo as recomendações de Raij e Cantarella (1997) e Fornasieri Filho (2007). No sistema consorciado foi utilizada *U. ruziziensis* Germain & Evrard, semeada simultaneamente ao milho, com duas linhas da forrageira entre fileiras do milho.

Após 104 dias da sementeira, foi avaliada a população de nematoides, por meio da

coleta de seis amostras, cada qual composta por quatro subamostras de solo e raízes retiradas ao acaso em cada unidade experimental. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Nematologia da FCAV/UNESP. Os nematoides foram extraídos de 100 cm³ de solo, por meio da metodologia proposta por Jenkins (1964), e do sistema radicular das plantas (20 g), de acordo com a metodologia de Coolen e D'Herde (1972). No sistema consorciado, foi calculada a média dos nematoides encontrados nas raízes de ambas as culturas. Após as extrações, as populações de nematoides foram estimadas nas suspensões em lâmina de Peters sob microscópio óptico. As espécies foram identificadas através da montagem de lâminas temporárias com espécimes e comparadas com a descrição original das mesmas.

Na cultura do milho foram realizadas as seguintes avaliações:

Altura de plantas e inserção da primeira espiga: no final do ciclo da cultura, foi aferida a distância entre a superfície do solo e a inserção da folha bandeira; a altura de inserção da primeira espiga foi determinada medindo-se a distância entre o solo e a inserção da espiga no colmo, utilizando uma fita métrica graduada. Para tal avaliação foram utilizadas cinco plantas por subparcela experimental;

Diâmetro do colmo: na colheita considerou-se o diâmetro do segundo entrenó a partir da base em cinco plantas por subparcela, mensurado com uso de paquímetro digital;

Matéria fresca e seca da parte aérea de plantas e peso fresco e seco de espigas: ao final do ciclo da cultura, foram coletadas em local pré-determinado na área útil de cada subparcela, cinco plantas e suas respectivas espigas, as quais foram pesadas, acondicionadas em sacos de papel e levados para secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura média de 60 °C, até atingir peso constante;

Massa fresca de raízes: Após a colheita das plantas, foram realizados o corte, lavagem em água corrente, secagem e pesagem das raízes.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por teste F e quando significativa as médias dos tratamentos foram comparadas por teste Tukey a 5%.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura de plantas não foi influenciada pelos sistemas de produção e doses de N, com média de 234 cm (Tabela 1), cerca de 20 cm maior ao observado por Shioga et al. (2010), na avaliação estadual de milho na safra 2009/2010, onde cultivaram o híbrido DKB 390YG, sob densidade populacional média de 64 mil plantas por hectare, em diferentes condições edafoclimáticas das principais regiões produtoras de milho no Estado do Paraná.

A altura de inserção da espiga principal foi influenciada por doses de N (Tabela1), apresentado média de 131,68 cm (Figura 1), semelhante à média relatada por Shioga *et al.* (2010). Além de ser uma característica determinada geneticamente (GROTTA *et al.*, 2006), a altura de inserção da espiga é influenciada pela população de plantas, pois esta característica será maior quanto maior a população, devido ao efeito combinado da competição intra-específica por luz, com conseqüente estímulo da dominância apical das plantas (ARGENTA *et al.*, 2001) e (SANGOI *et al.*, 2002). Segundo Gross *et al.* (2006) a adubação nitrogenada feita em cobertura, em aplicação única ou parcelada, influência na inserção da espiga proporcionando incremento significativo na produtividade de grãos de milho, enquanto Silva et al. (2003) concluíram que o aumento da dose de N e a redução da densidade de plantio aumentaram a altura de inserção, o número e o peso de espigas comercializáveis, com e sem palha.

O diâmetro de colmo foi influenciado pelos sistemas de produção (Tabela 1), no qual, o sistema consorciado foi superior, diferentemente ao resultado observado por Borghi et al. (2006), que trabalhando com diferentes espaçamentos (0,90 e 0,45 m) e dois sistemas de produção (milho exclusivo e consorciado com *U. brizantha*), o milho exclusivo apresentou maior diâmetro de colmo quando comparado ao consorciado. Outro trabalho, avaliando consórcio de milho pipoca com feijão, observou redução no diâmetro de colmo, devido à maior competição interespecífica com o feijão (ANDRADE et al., 2001).

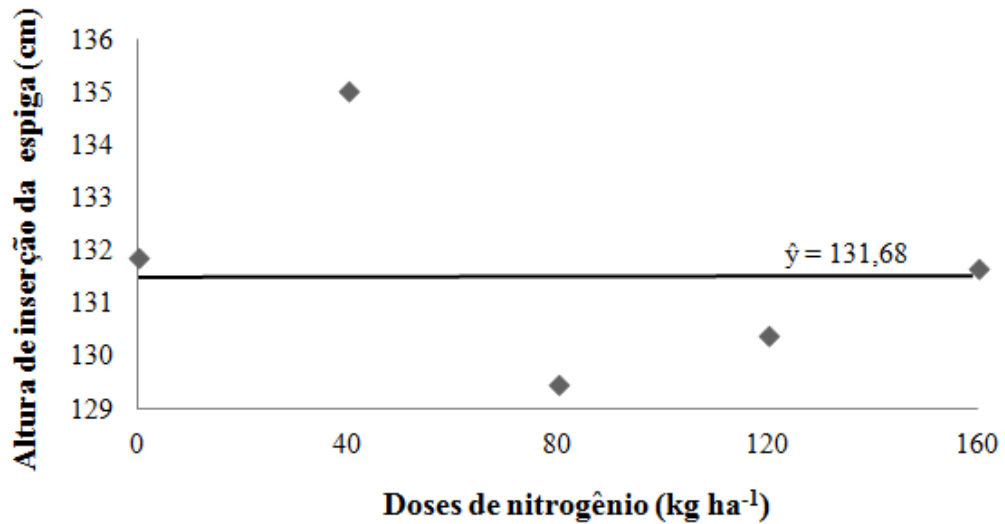
TABELA 1 – Comparação entre as médias da altura de plantas, altura de inserção da espiga principal, diâmetro de colmo e massa de raízes do milho ‘DKB PRO2’ exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis* em função de doses residuais de nitrogênio aplicadas no cultivo antecessor sob sistema de plantio direto, cultivados no verão 2012 em Jaboticabal, SP

Sistemas de produção	Altura de plantas	Inserção da espiga principal	Diâmetro de colmo	Massa fresca de raízes
	----- cm -----	----- mm -----	----- g -----	
Milho exclusivo	231,65	130,29	21,64 b	125,81 b
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	236,79	132,95	21,98 a	149,24 a
Teste F (Blocos)	0,80 ^{ns}	0,32 ^{ns}	24,212*	17,897 ^{ns}
Teste F (Sistemas)	4,04 ^{ns}	10,46 ^{ns}	27,436*	38,305*
DMS (5%)	10,99	3,53	0,28	16,29
CV (%)	2,99	1,71	0,82	7,54
Doses de N (kg N ha⁻¹)				
0	232,60	131,87 ab	22,01	136,00 ab
40	238,33	135,03 a	22,42	116,46 b
80	233,63	129,47 b	22,52	141,80 ab
120	232,40	130,37 b	21,71	110,75 b
160	234,13	131,67 ab	21,40	182,63 a
Teste F (Doses)	0,596 ^{ns}	5,22**	0,526 ^{ns}	5,903**
DMS (5%)	13,52	4,02	2,44	50,58
CV (%)	3,26	1,73	6,33	20,79
Interação (SP×DN)	0,342 ^{ns}	0,569 ^{ns}	0,066 ^{ns}	6,776**

Médias seguidas de mesma letra na coluna para cada fator, não diferem entre si por teste Tukey a 5%.

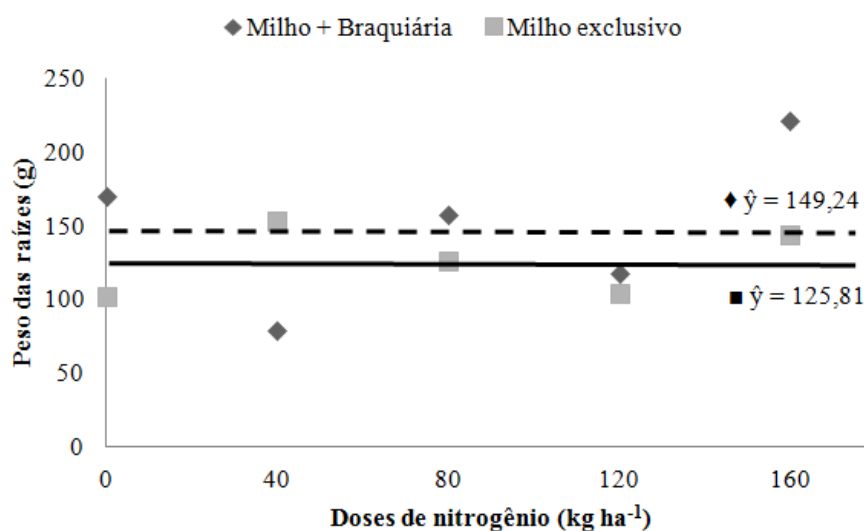
CV: coeficiente de variação (%); ** e n.s. = significativo a 1% e não significativo a 5% respectivamente.

FIGURA 1. Altura da inserção da espiga de milho 'DKB PRO2', em função das doses residuais de nitrogênio aplicadas no cultivo antecedente sob sistema de plantio direto, cultivados no verão 2012 em Jaboticabal, SP



Quanto à massa das raízes houve interação sistemas de cultivo \times doses de N (Tabela 1). O desdobramento da interação apresentou média de 149,24 g e 125,81, para consórcio milho + *U. ruziziensis* e milho exclusivo, respectivamente (Figura 2). Pesquisas realizadas pela Embrapa (2008) mostram que a massa de raízes do milho consorciado com *Urochloa* foi 61% superior ao milho exclusivo, indicando a contribuição da *Urochloa* na massa total de raízes do milho, não interferindo no seu rendimento.

FIGURA 2 - Desdobramento da interação sistemas de cultivo \times doses residuais de nitrogênio para massa das raízes da planta de milho 'DKB PRO2' sob plantio direto, cultivados no verão 2012 em Jaboticabal, SP



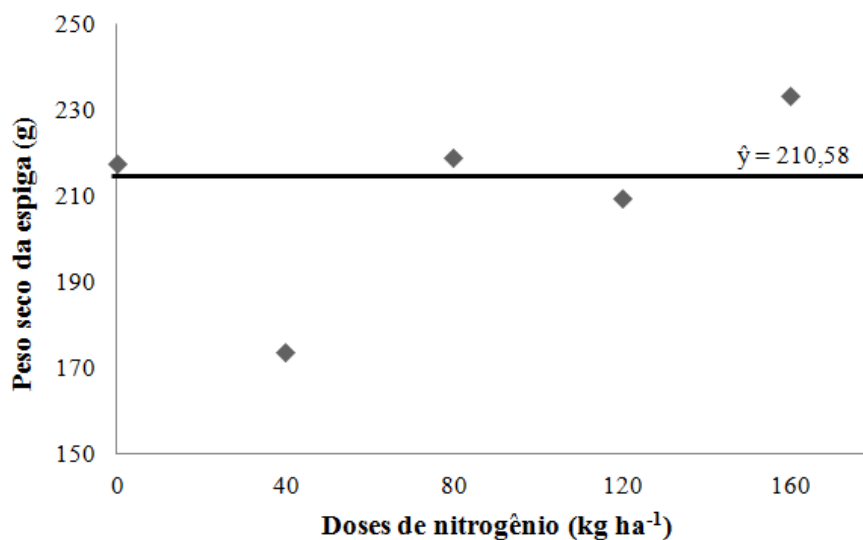
Para as variáveis massa fresca e seca da planta, e peso fresco e seco de espiga, houve efeito de doses de N, apenas para peso seco de espiga (Tabela 2), onde o desdobramento desta variável para doses de N apresentou média de 210,58 g (Figura 3). Em função do manejo de N adotado, houve interação entre as variáveis estudadas, nas avaliações massa seca total, massa seca de espigas e massa seca de colmo mais folhas e os desdobramentos, podendo ainda observar que em relação às doses de N apenas quando se utilizou zero e 25% a fontes de N não apresentaram efeito na massa seca total, e para fitomassa seca da espiga nas doses zero, 50 e 75% (PEDRAZZI e BINOTTI, 2012). Testando os nutrientes N, Zinco (Zn), Molibdenio (Mo) constataram que o peso das espigas com e sem palha, foram influenciadas positivamente apenas pelas doses de N e não responderam aos demais elementos (FERREIRA et al., 2001). Lembrando que o N é um dos principais responsáveis pela formação dos grãos nas espigas.

TABELA 2 – Comparação entre as médias da massa fresca e seca de planta; peso fresco e seco de espiga do milho ‘DKB PRO2’ exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis* em função das doses residuais de nitrogênio aplicadas no cultivo antecedente sob sistema de plantio direto, cultivados no verão 2012 em Jaboticabal, SP

Sistemas de produção	Massa fresca	Massa seca de	Peso fresco da	Peso seco da
	de planta	planta	espiga	espiga
----- g -----				
Milho exclusivo	506,66	207,04	307,59	217,26
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	488,60	209,35	287,26	203,90
Teste F (Blocos)	4,213 ^{ns}	8,812 ^{ns}	6,092 ^{ns}	6,854 ^{ns}
Teste F (Sistemas)	2,905 ^{ns}	0,149 ^{ns}	6,469 ^{ns}	6,078 ^{ns}
DMS (5%)	45,60	25,79	34,38	23,32
CV (%)	5,83	7,89	7,36	7,05
Doses de N (kg N ha⁻¹)				
0	506,03	204,60	301,20	217,48 ab
40	445,17	187,64	264,85	173,83 b
80	501,52	207,26	313,09	218,95 a
120	496,58	214,33	287,91	209,55 ab
160	538,83	227,13	320,07	233,08 a
Teste F (Doses)	1,595 ^{ns}	1,121 ⁿ	2,145 ^{ns}	4,652*
DMS (5%)	115,55	59,06	64,89	44,66
CV (%)	13,12	16,03	12,33	11,99
Interação (SP × DN)	1,338 ^{ns}	0,754 ^{ns}	2,203 ^{ns}	2,577 ^{ns}

Médias seguidas de mesma letra na coluna para cada fator, não diferem entre si por teste Tukey a 5%.
CV: coeficiente de variação (%); ** e n.s. = significativo a 1% e não significativo a 5% respectivamente.

FIGURA 3 - Peso seco da espiga de milho 'DKB PRO2', em função das doses residuais de nitrogênio aplicadas no cultivo antecessor sob sistema de plantio direto, cultivados no verão 2012 em Jaboticabal, SP



A população de *M. incognita* no solo foi influenciada pelos sistemas de cultivo, sendo que no sistema milho exclusivo foi encontrada a maior população (Tabela 3). Esse resultado deve-se ao fato de que em sistema de produção consorciado com *U. ruzizensis*, a incidência da população de nematoides são menores em comparação ao milho exclusivo, pois a *Urochloa* não é hospedeira dessa espécie de nematoide, reduzindo a população.

A população de *R. reniformis* e *H. dhystera* no solo, não foram influenciados por sistemas de produção e dose de N (Tabela), discordando dos resultados encontrados por Leandro e Asmus (2012), que avaliando o efeito do cultivo do milho, *Urochloa*, crotalária e soja sobre a população deste nematoide no solo, observaram redução das mesmas com *Urochloa* (FR = 0,79) e crotalária (FR = 0,86), que diferiram de soja e milho.

TABELA 3 – Comparação entre as médias da população de nematoides no solo coletado nos sistemas de milho 'DKB PRO2' e consorciado com *U. ruziziensis* em função das doses residuais de nitrogênio aplicadas no cultivo antecessor sob sistema de plantio direto, cultivados no verão 2012 em Jaboticabal, SP

Sistemas de produção	<i>Meloidogyne incognita</i>^(‡)	<i>Rotylenchulus reniformis</i>^(‡)	<i>Helicotylenchus dhystera</i>^(‡)
Milho exclusivo	395 b	694	1.464
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	201 a	1.760	9.540
Teste F (Blocos)	1,53 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Teste F (Sistemas)	32,62*	4,72 ^{ns}	1,63 ^{ns}
CV (%)	10,27	32,48	31,72
Doses de N (kg N ha⁻¹)			
0	354	1.658	5.514
40	354	1.105	4.076
80	124	1.678	2.248
120	239	1.122	3.567
160	419	574	12.107
Teste F (Dose)	2,87 ^{ns}	2,61 ^{ns}	0,97 ^{ns}
CV (%)	18,77	18,58	25,20
Interação (SP × DN)	1,57 ^{ns}	2,16 ^{ns}	0,77 ^{ns}

^(‡) Dados originais; para análise, os dados foram transformados em log (x+5). Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si, por Tukey a 5%. **, * e n.s. = significativo a 1%; 5% e não significativo a 5%, respectivamente.

Com relação as populações de *P. zae* e *P. brachyurus* presentes no solo, ambos não foram significativos para os fatores estudados (Tabela 4), diferindo do estudo realizado por Inomoto et al. (2007), que observaram reação de *Urochloa* spp. e *Panicum maximum* Jacq ao nematoide *P. brachyurus*, havendo diferença entre o fator reprodução e as populações nas raízes. Estas observações foram realizadas para validar a informação de que algumas espécies

de gramíneas forrageiras podem aumentar a incidência desse nematoide e conseqüentemente causar danos a cultura do milho, entre outras, tornando necessária a substituição das espécies mais suscetíveis e/ou hospedeiras por espécies resistentes ou tolerantes nos esquemas de rotação de culturas (INOMOTO *et al.*, 2007).

TABELA 4 – Comparações entre as médias da população de nematoides no solo(100 cm³) presentes no milho exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis* em função das doses residuais de nitrogênio aplicadas no cultivo antecessor sob sistema de plantio direto, cultivados no verão 2012 em Jaboticabal, SP

Sistemas de produção	<i>Pratylenchus zae</i> ^(‡)	<i>Pratylenchus brachyurus</i> ^(‡)
Milho exclusivo	0	1.187
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	17	766
Teste F (Blocos)	1,00 ^{ns}	0,31 ^{ns}
Teste F (Sistema)	14,26 ^{ns}	0,71 ^{ns}
CV (%)	36,76	20,14
Dose de N (kg N ha⁻¹)		
0	1	907
40	5	1.020
80	11	1.317
120	14	780
160	11	857
Teste F (Dose)	1,10 ^{ns}	0,92 ^{ns}
CV (%)	25,93	14,61

Interação (S × D)	1,10 ^{ns}	0,07 ^{ns}
-------------------	--------------------	--------------------

^(‡) Dados originais; para análise, os dados foram transformados em $\log(x+5)$. Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si, por teste Tukey a 5%. **: * e n.s. = significativo a 1%; 5% e não significativo a 5%, respectivamente.

Para a população de *M. incognita*, *R. reniformis* e *H. dhystera*, no sistema radicular (10g) de milho exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis*, houve efeito de sistemas de produção apenas para *R. reniformis* (Tabela 5), sendo que este nematoide não se reproduz ou causa danos em gramíneas em geral.

Considerando que os nematoides não estão uniformemente distribuídos no solo, mas em vez disso seguem um padrão de distribuição negativa (Goodell e Ferris, 1980; Barker e Campbell, 1981), as variações observadas nos dados podem estar mais relacionadas a esse fato que a influência direta dos sistemas de manejo adotados.

TABELA 5 - População de nematoides no sistema radicular presentes no milho exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis* em função das doses residuais de nitrogênio aplicadas no cultivo antecessor sob sistema de plantio direto, cultivados no verão 2012 em Jaboticabal, SP

Sistemas de produção	<i>Meloidogyne incognita</i> ^(‡)	<i>Rotylenchulus reniformis</i> ^(‡)	<i>Helicotylenchus dhystera</i> ^(‡)
Milho exclusivo	363	0 a	126
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	66	61 b	243
Teste F (Blocos)	0,25 ^{ns}	1,00 ^{ns}	0,74 ^{ns}
Teste F (Sistemas)	7,16 ^{ns}	22,67*	2,92 ^{ns}
CV (%)	33,21	34,96	39,82
Doses de N (kg N ha⁻¹)			
0	132	38	158

40	557	23	110
80	108	7	160
120	93	0	124
160	180	83	370
Teste F (Dose)	0,33 ^{ns}	1,12 ^{ns}	1,61 ^{ns}
CV (%)	44,15	51,03	28,76
Interação (SP × DN)	0,56 ^{ns}	1,12 ^{ns}	2,00 ^{ns}

^(*) Dados originais; para análise, os dados foram transformados em $\log(x+5)$. Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si, por teste Tukey a 5%. **, * e n.s. = significativo a 1%; 5% e não significativo a 5%, respectivamente.

As populações de *P. zae*, *P. brachyurus* e ovos presentes no sistema radicular do milho exclusivo e consorcio com *U. ruziziensis* não foram significativos para sistemas de produção e doses de N (Tabela 6). No Quênia, estudo realizado por Kimenju *et al.* (1998), os nematoides do gênero *Pratylenchus* foram encontrados em 73,3% das áreas avaliadas cultivadas por milho, sendo *P. zae* a espécie predominante presente em 72,5 % das amostras, enquanto *P. brachyurus* foi encontrado em 6,7%. Dias-Arieira *et al.* (2009) observaram que o milho mostrou ser hospedeiro superior para *P. brachyurus* em comparação com as gramíneas forrageiras, com média de 8.317 nematoides por sistema radicular e FR igual a 5,9.

TABELA 6 – Comparação entre as médias da população de nematoides no sistema radicular(20g) presentes no milho exclusivo e consorciado com *U. ruziziensis* em função das doses residuais de nitrogênio aplicadas no cultivo antecessor sob sistema de plantio direto, cultivados no verão 2012 em Jaboticabal, SP

Sistemas de produção	<i>Pratylenchus</i>	<i>Pratylenchus brachyurus</i> ^(*)	Ovos ^(*)
----------------------	---------------------	---	---------------------

<i>zea</i> ^(*)			
Milho exclusivo	61	5.276	2.731
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	64	3.778	3.230
Teste F (Blocos)	0,33 ^{ns}	10,02 ^{ns}	1,42 ^{ns}
Teste F (Sistemas)	1,27 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,34 ^{ns}
CV (%)	52,29	4,08	28,97
Doses de N (kg N ha⁻¹)			
0	135	3.501	1.364
40	147	2.507	1.013
80	0	4.808	3.163
120	27	6.253	5.766
160	7	5.566	3.593
Teste F (Dose)	0,78 ^{ns}	1,04 ^{ns}	2,36 ^{ns}
CV (%)	69,45	17,07	22,90
Interação (SP × DN)	0,60 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,35 ^{ns}

^(*) Dados originais; para análise, os dados foram transformados em $\log(x+5)$. Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si, por teste Tukey a 5%. **, * e n.s. = significativo a 1%; 5% e não significativo a 5%, respectivamente.

6 CONCLUSÃO

A variável inserção da espiga principal foi influenciada por doses de N, enquanto o diâmetro do colmo por sistemas de cultivo.

Houve interação entre sistemas de produção × doses de N para massa das raízes.

A população de nematoides no solo foi afetada apenas para *M. incognita* em relação aos sistemas de produção, sendo o milho consorciado o mais favorável para a redução do referido nematoide.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. J. B. et al. Avaliação de sistemas de consórcio de feijão com milho-pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 242-250, 2001.
- ANDREOLI, C.; SOUZA, S. P. Cana-de-açúcar: a melhor alternativa para conversão da energia solar e fóssil em etanol. **Economia e Energia**, Belo Horizonte, v. 2, n. 59, p. 27-33, 2006.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/22384>>. Acesso em: 15 ago. 2012.
- ASMUS, G. L. **Nematoides em sistema plantio direto**. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/870056/1/SistemaPlantioDiretoeNematoidesGuilhermeAsmus.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2012.
- ASMUS, G. L. *et al.* Reação de algumas culturas de cobertura utilizadas no sistema plantio direto a *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 29, n. 1, p. 47-52, 2005.
- BARKER, K. R.; CAMPBELL, C. L. Sampling Nematode populations. In: Zulkerman, B. W.; ROHBE, R. A. **Plant parasitic nematodes**. New York: Academic Press, p.451, 1981.
- BASSO, C. J.; CERETTA, C. A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 905-915, 2000.
- BERGESON, G. N. Control of the lesion nematode (*Pratylenchus* spp.) in corn with carbofuran. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, v. 62, n. 4, p. 295-297, 1978.
- BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; COSTA, C. Desenvolvimento da cultura do milho em consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema de plantio direto. **Energia Agrícola**, Botucatu, v. 21, n. 3, p. 19-33, 2006.
- BRANCALION, A. M.; LORDELLO, L. G. E. Emprego de aldicarb e carbofuran no controle de nematóides em cultura de milho. In: Reunião Brasileira de Nematologia, 5., 1981, Londrina. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Nematologia, p.197-202, 1981.
- BRANCO, R. **Produção de etanol a partir do milho**. Disponível em: <<http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/conteudo/4263-producao-de-etanol-a-partir-do-milho>>. Acesso em: 14 ago. 2012.
- BRITO, J. A.; ANTÔNIO, H. Resistência de genótipos de milho a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.13, p. 129-137, 1989.

CARDOSO, A. N. Manejo e conservação do solo na cultura da soja. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. (Eds.). **A cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafós, p.71-104, 1993.

CARVALHO, A. M. **Plantio direto com qualidade no Cerrado**. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=21098&secao=Artigos%20Especiais>>. Acesso em: 18 out. 2012.

CERQUEIRA, W. E F.. **Biocombustíveis**. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/biocombustiveis.htm>>. Acesso em: 15 ago. 2010.

COLLARES, G. L. I *et al.* Compactação de um Latossolo induzida pelo tráfego de máquinas e sua relação com o crescimento e produtividade de feijão e trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 933-942, 2008.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**, nono levantamento, junho de 2012. Brasília, 2012.

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent: State Agricultural Research Center, 1972.

CRUZ, J. C. *et al.* **Manejos de solos: sistema plantio direto**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 19 set. 2012.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. **Cultivares de milho disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2005/06**. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA/CNPMS, 2005. 24p. (Circular Técnica, 62), 2005.

DIAS-ARIEIRA, C. R.; CHIAMOLERA, F. M. Cresce a incidência de nematoides em milho e soja. **Revista Campo & Negócios**, Uberlândia, v.9, n. 97, p. 18-21, 2011.

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

DONG, L. Q.; ZHANG, K. Q. Microbial control of plant-parasitic nematodes: a five-party interaction. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 288, n. 1, p. 31-45, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11104-006-9009-3>>.

EGUNJOBI, O. A. Nematodes and maize growth in Nigeria. 1. Population dynamics of *Pratylenchus brachyurus* in and about the roots of maize and its effects on maize production at Ibadan. **Nematologica**, Leiden, v. 20, n. 2, p. 181-186, 1974. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1163/187529274X00159>>.

EMBRAPA. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento: Trigo**. Passo Fundo, 2008. Acesso em: 24 nov. 2012. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br>>.

FERRAZ, L. C. **Problemas com nematoides em milho se agravam no Centro-Oeste**. Disponível em: <<http://nematologia.com.br/2011/12/problemas-com-nematoides-em-milho->

se-agravam/#more-2952>. Acesso em: 19 ago. 2012.

FERRAZ, S.; VALLE, L. A. C. **Controle de Fitonematóides por Plantas Antagônicas**. Editora da UFV, 73 p., 1997.

FERRAZ, S.; VALLE, L. A. C. Utilização de plantas antagônicas no controle de fitonematoides. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE NEMATOLOGIA, 1995, **Anais...** Rio Quente, p. 257, 1995.

FERREIRA, A. C. B. *et al.* Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 131-138, 2001.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 576 p., 2007.

GALLAHER, R. N. *et al.* Tillage and multiple cropping systems and population dynamics of phytoparasitic nematodes. **Annals of Applied Nematology**, v. 2, p. 90-94, 1988.

GONÇALVES JUNIOR, C. A. *et al.* Um estudo das deliberações da Câmara Setorial do Açúcar e do Alcool, usando análise de correspondência. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 47, n. 1, p.183-210, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032009000100007>>.

GONÇALVES, C. N.; CERETTA, C. A. Plantas de cobertura de solo antecedendo o milho e seu efeito sobre o carbono orgânico do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 307-313, 1999.

GOODELL, P.B.; FERRIS, H. Plant parasitic nematode distributions in an alfalfa field. **Journal of Nematology**, DeLeon Springs, V.12, p.136-141, 1980.

GOULART, A. M. C. **Aspectos gerais sobre nematoides das lesões radiculares** (gênero *Pratylenchus*). Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 30 p. (Documentos 219).

GROSS, M. R.; PINHO, R. G. V.; BRITO, A. H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 387-393, 2006.

GROTTA, D. C. C. *et al.* Cultura do milho em diferentes profundidades de deposição de adubo sobre duas culturas de cobertura. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 65-71, 2006.

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

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes from Soil. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, v. 48, n. 1, p. 692, 1964.

- KIMENJU, J. W. *et al.* Distribution of lesion nematodes associated with maize in Kenya and susceptibility of maize cultivars to *Pratylenchus zae*. **African Crop Science Journal**. v. 6, n. 3, p. 367-375, 1998.
- LEANDRO, H. M.; ASMUS, G. L. Efeito do cultivo de milho, braquiária, crotalária e soja sobre a população do nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) em solo naturalmente infestado. In: Jornada de Iniciação à Pesquisa da Embrapa, 2012, Dourados. **Resumos...** Dourados: EMBRAPA, 2012.
- LOOF, P. A. A. The family Pratylenchidae Thorne, 1949. In: NICKLE, W. R. **Manual of agricultural nematology**. New York: Marcel Dekker, p. 363-421, 1991.
- LORDELLO, A. I. L. *et al.* Efeito do Carbofuran sobre uma população de *Pratylenchus* spp. em raiz de milho. In: Reunião Brasileira de nematologia, 5., 1981, Londrina. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Nematologia, p. 35-39, 1982.
- LORDELLO, L. G. E. **Nematoides das plantas cultivadas**. 8. ed. São Paulo: Nobel, 1984.
- LORDELLO, R. R. A.; LORDELLO, A. I. L.; SAWAZAKI, E. Flutuação e controle de *Pratylenchus* spp. em milho. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 18, n. 2, p. 146-152, 1992.
- LORDELLO, R. R. A. *et al.* Controle de *Pratylenchus* spp em milho com nematicidas sistêmicos e com torta de mamona. In: REUNIÃO DE NEMATOLOGIA, 7., Brasília. **Resumos...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Nematologia, p. 241-250, 1983.
- MARCOCCIA, R. **A participação do etanol brasileiro em uma nova perspectiva na matriz energética mundial**. 2007. 95 f. Dissertação (Mestrado - Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia) - EP/FEA/IEE/IF, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- MONTEIRO, A. R. Pratylenose do milho. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 38, p. 177-187, 1963.
- NEVES, W. S.; PARRELLA, N. N. L. D.; PARREIRA, D. F. **Nematoides que atacam a cultura do milho**. Viçosa: Virtual Gráfica, 2010.
- NORTON, D. C. *et al.* Corn yield increases relative to non-fumigant chemical control of nematodes. **Journal of Nematology**, Marceline, v. 10, n. 2, p. 160-166, 1978.
- OBICI, L. V. *et al.* Efeito de plantas leguminosas sobre *Pratylenchus zae* e *Helicotylenchus dihystera* em solos naturalmente infestados. **Nematropica**, Auburn, v. 41, n. 2, p. 215-222, 2011.
- PEDRAZZI, A. Q.; BINOTTI, F. F. S. **Produção de fitomassa de milho silagem em função do manejo de nitrogênio**. 2012.

PINTO, N. F. J. A. **Doenças causadas por nematoides**. In: Cultivo do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. Disponível em: <www.cnpms.embrapa.br>. Acesso em: 25 jun. 2012.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. Milho para grão e silagem. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997, p. 56-59. (Boletim Técnico, 100), 1997.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: CERETTA, C.A.; SILVA, L.S.; REICHERT, J.M. (Orgs.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, v. 5, p. 49-134, 2008.

REVISTA RURAL. **Biocombustíveis - uso do milho encarece a produção de etanol**. Disponível em: <<http://www.revistarural.com.br>>. 24 ago. 2012.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. *et al.* Crop rotation studies with velvet bean (*Mucuna deeringiana*) for the management of *Meloidogyne* spp. **Journal of Nematology**, Marceline, v. 24, n. 4S, p. 662-668, 1992.

ROSA, D. P. **Comportamento dinâmico e mecânico do solo sob níveis diferenciados de escarificação e compactação**. 2007. 122 f. Dissertação (Mestrado em Eng. Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

ROSA, V. T. **Tempo de implantação do sistema plantio direto e propriedade físico-mecânicas de um Latossolo**. 2009. 101 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

SALTON, J. C.; HERNANI, L.; FONTES, C. Z. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa-SPI; Embrapa-CPAO, 1998.

SANGOI, L. *et al.* Response of Brazilian maize hybrids from different eras to changes in plant density. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 79, n. 1, p. 39-51, 2002a. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4290\(02\)00124-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4290(02)00124-7)>.

SANTANA, S. M. *et al.* Manejo de *Pratylenchus zeaepor* plantas antagonistas, em solos de áreas de cultivo de cana-de-açúcar. **Nematropica**, Auburn, v. 42, n. 1, p. 63-71, 2012.

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. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87051987000100004>>.

SHIOGA, P. S. *et al.* **Avaliação estadual de cultivares de milho: safra 2009/2010**. Londrina: IAPAR, 2010. 112 p., 2010.

SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, F. H. T.; SILVA, P. I. B. Efeitos da aplicação de doses de nitrogênio e densidades de plantio sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 452-455, 2003.

SILVEIRA, P. M.; RAVA, C. A. **Utilização de crotalária no controle de nematoides da raiz do feijoeiro**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 2 p. (Comunicado Técnico, 74), 2004.

SILVEIRA, P. M. *et al.* Efeitos do manejo do solo sob plantio direto e de culturas na densidade e porosidade de um Latossolo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 3, p. 53-59, 2008.

SOLOGUREN, L. **Brasil: o novo desafio para consolidar as exportações do milho**. São Paulo: Conselho de Informações sobre Biotecnologia, 2 p., 2007. Disponível em: <<http://www.nippo.com.br/campo/artigos/artigo430.php>>. Acesso em: 01 ago. 2012.

SOLOGUREN, L. **Produtividade do milho no Brasil: o novo desafio para consolidar as exportações**. São Paulo: Conselho de Informações sobre Biotecnologia, 2007. 2 p. Disponível em: <www.cib.org.br>. Acesso em: 01 jul. 2012.

STARR, J. L. Cotton. In: BARKER, K. R., PEDERSON, G. A.; WINDHAM, G. L.(eds.). **Plant and Nematode Interactions**. Madison: American Society of Agronomy, p. 359-380, 1998.

STONE, L. F., SILVEIRA, P. M.; MOREIRA, J. A. A. **Atributos físico-hídricos do solo sob plantio direto**. 21 ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 39 p., 2006.

STRECK, C. A. *et al.* Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 755-760, 2004.

TONIN, J. M.; PERON, L. L. **Conjuntura agropecuária**. Maringá: UEM, 2009. 13p. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/download/conjuntura.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2012.