

**COMPORTAMENTO DO NEMATOIDE DAS LESÕES
RADICULARES NAS CULTURAS DE SOJA E MILHO EM
SUCESSÃO A DIFERENTES COBERTURAS DE SOLO NA
ENTRESSAFRA**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ALEXANDRA BOTELHO DE LIMA ABREU

**COMPORTAMENTO DO NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES NAS
CULTURAS DE SOJA E MILHO EM SUCESSÃO A DIFERENTES COBERTURAS
DE SOLO NA ENTRESSAFRA**

CHAPADÃO DO SUL – MS
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ALEXANDRA BOTELHO DE LIMA ABREU

**COMPORTAMENTO DO NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES NAS
CULTURAS DE SOJA E MILHO EM SUCESSÃO A DIFERENTES COBERTURAS
DE SOLO NA ENTRESSAFRA**

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Ferreira de Lima

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul, para obtenção do
título de Mestre em Agronomia, área
de concentração: Produção Vegetal.

CHAPADÃO DO SUL – MS



Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

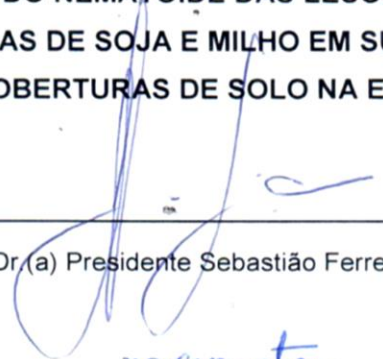
Câmpus de Chapadão do Sul

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

DISCENTE: Alexandra Botelho de Lima Abreu

ORIENTADOR (A): Prof. (a) Dr. (a) Sebastião Ferreira de Lima

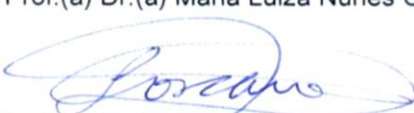
**COMPORTAMENTO DO NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES
NAS CULTURAS DE SOJA E MILHO EM SUCESSÃO A
DIFERENTES COBERTURAS DE SOLO NA ENTRESSAFRA**



Prof.(a) Dr.(a) Sebastião Ferreira de Lima



Prof.(a) Dr.(a) Maria Luiza Nunes Costa



Prof.(a) Dr.(a) Luciana Claudia Toscano Maruyama

Chapadão do Sul, 20 de Março de 2015.

Ao meu filho Pedro, ao meu namorado Rodolpho, aos meus pais Célia e Nelson, a minha irmã Marcelle pelo incentivo apoio e carinho em todos os momentos,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser o maior responsável por todas as minhas conquistas, fazendo-se presente em todos os momentos da minha vida, pela infinita misericórdia.

Ao meu orientador Dr. Sebastião Ferreira de Lima pelos ensinamentos transmitidos nestes dois anos, pela paciência, compreensão e orientação neste trabalho.

A UFMS pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação.

A Fundação Chapadão por possibilitar a realização deste trabalho.

A todos os docentes da UFMS que de alguma forma contribuíram para a realização deste curso.

Aos membros da banca examinadora pela consideração e críticas.

Aos funcionários e técnicos da UFMS.

A amiga e colaboradora do laboratório da Fundação Chapadão, Débora C. Agnes.

A amiga Sophia Michele Muchalak pelo incentivo, paciência e amizade.

A querida e amada amiga Clotilde, pelo apoio, orações e ensinamentos.

A todos os amigos, em especial, a Vanessa, Tati, Fran, Paula, Dani, Cassandry, Larissa, Catiana, Renata, Néia, Kelen, meus sinceros agradecimentos.

A minha família, em especial aos meus pais (Célia Botelho e Nelson de Abreu), meu filho, minha irmã, tias (Mercedes e Nadir), pelo apoio em todos os momentos.

Ao meu namorado, Rodolpho Vitorino, obrigada pelo incentivo e paciência.

EPÍGRAFE

Só é feliz quem é livre.

Só é livre quem assume responsabilidade.

Sebastião Camargo

RESUMO

ABREU, Alexandra Botelho de Lima. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. COMPORTAMENTO DO NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES NAS CULTURAS DE SOJA E MILHO EM SUCESSÃO A DIFERENTES COBERTURAS DE SOLO NA ENTRESSAFRA

Orientador: Dr. Sebastião Ferreira de Lima.

Com o avanço da produção agrícola no país, principalmente na região Centro-Oeste do Brasil, a população de nematoides das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) cresceu significativamente, esses organismos estão amplamente distribuídos, causando danos às culturas, resultando em perdas econômicas aos produtores. O objetivo do estudo foi avaliar o comportamento de *P. brachyurus* nas culturas de soja e milho semeados em monocultivo e em rotação, ambos em sucessão a diferentes coberturas do solo, em sistema de semeadura direta. Os sistemas de cultivo adotados foram soja em monocultivo (SSSS), soja em rotação com milho (MSMS), milho em monocultivo (MMMM) e milho em rotação com soja (SMSM). Para a avaliação foram utilizadas as safras 2011/12 e 2013/14 nos quatro sistemas, quando coincidiram as produções de soja (SSSS x MSMS) e de milho (MMMM x SMSM). As coberturas utilizadas na entressafra foram: Pousio, *Stylosanthes capitata*, *Crotalaria ochroleuca*, *Crotalaria spectabilis*, Nabo-forrageiro, Milheto (ADR300), *Urochloa decumbens*, *Urochloa brizantha*, *Urochloa ruziziensis* e Sorgo. No sistema de cultivo SSSS, as maiores produtividades com Pousio. No sistema MSMS as coberturas *Urochloa ruziziensis*, Milheto (ADR300), *Urochloa brizantha*. Nabo-ferrageiro, Sorgo e *Crotalaria spectabilis* propiciaram maior produtividade de grãos de soja. Quando se utilizou o sistema MMMM as maiores produtividades foram obtidas com *Urochloa ruziziensis*. Para SMSM, as coberturas Nabo-ferrageiro e *Urochloa decumbens* propiciaram maior produtividade de grãos de milho. A população de nematoides varia muito em função do tempo de cultivo da cobertura e das coberturas utilizadas em cada sistema.

PALAVRAS-CHAVE: *Pratylenchus brachyurus*. Rotação de culturas. Culturas de cobertura.

ABSTRACT

ABREU, Alexandra Botelho de Lima. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
ROOT OF INJURIES NEMATODE BEHAVIOR IN SOYBEAN AND CORN CROPS
IN SUCCESSION THE COVERS DIFFERENT SOIL IN THE INTERCRPPING

Adviser: Dr. Sebastião Ferreira de Lima.

With the advancement of agricultural production in the country, mainly in the Midwest region of Brazil, the population of nematodes root lesions (*Pratylenchus brachyurus*) grew significantly; these organisms are widely distributed, causing crops injuries, resulting in economic loss to producers. The aim of the study was to evaluate the behavior of the *Pratylenchus brachyurus* in soybean and maize planted in monoculture and rotation, both in succession to different soil covers, in no-till system. The cultivation systems adopted were soybean monoculture (SSSS), soybean rotation with maize (MSMS), maize alone (MMMM) and maize in rotation with soybean (SMSM). For the evaluation harvests were used 2011/12 and 2013/14 in four systems, when the soybean productions coincided (SSSS x MSMS) and maize (MMMM x SMSM). The cover crops used in the intercropping were: Fallow, *Stylosanthes capitata*, *Crotalaria ochroleuca*, *Crotalaria spectabilis*, Oilseed radish, millet (ADR300), *Urochloa decumbens*, *Urochloa brizantha*, *Urochloa ruziziensis* and Sorghum. In the SSSS cultivation system, the largest yield with fallow. The Cover crops in the MSMS system *Urochloa ruziziensis*, Millet (ADR300), *Urochloa brizantha*. Oilseed radish, sorghum and *Crotalaria spectabilis* showed larger yield of soybeans. When the system MMMM was used the largest yield were obtained with *Urochloa ruziziensis*. For the SMSM system, the Oilseed radish and *Urochloa decumbens* covers showed larger yield of maize grains. The population of nematodes varies depending on the cultivation time coverage and covers used in each system.

KEY-WORDS: *Pratylenchus brachyurus*. Crop rotation. Cover crops.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

QUADRO		PÁGINA
1	Croqui da área experimental dos dois sistemas de cultivo, nas quatro safras, avaliações soja. Chapadão do Sul, MS, 2015.	37
2	Croqui da área experimental dos dois sistemas de cultivo, nas quatro safras, avaliações milho. Chapadão do Sul, MS, 2015.	55

LISTA DE TABELAS

TABELA		PÁGINA
1	Produtividade de grãos de soja (sc ha^{-1}) nos sistemas SSSS x MSMS x Safra 2011/12 e Safra 2013/14. Chapadão do Sul, MS, 2015.	38
2	Produtividade de grãos de soja (sc ha^{-1}), nas safras 2011/12 e 2013/14, em função do uso de culturas de cobertura na entressafra. Chapadão do Sul, MS, 2015.	39
3	Produtividade de grãos de soja (sc ha^{-1}), em dois sistemas de cultivo (SSSS x MSMS), em função do uso de culturas de cobertura na entressafra. Chapadão do Sul, MS, 2015.	40
4	Análises nematológicas realizadas no solo, na raiz da soja e na raiz das coberturas, safra 2011/12, em função do uso de culturas de cobertura na entressafra. Chapadão do Sul, MS, 2015.	41
5	Análises nematológicas realizadas no solo, na raiz da soja e na raiz das coberturas, safra 2013/14, em função do uso de culturas de cobertura na entressafra. Chapadão do Sul, MS, 2015.	42
6	Produtividade de grãos de milho (sc ha^{-1}) nos sistemas MMM x SMSM x Safra 2011/12 e Safra 2013/14. Chapadão do Sul, MS, 2015.	56
7	Produtividade de grãos de milho (sc ha^{-1}), nas safras 2011/12 e 2013/14, em função do uso de culturas de cobertura na entressafra. Chapadão do Sul, MS, 2015.	57
8	Produtividade de grãos de milho (sc ha^{-1}), em dois sistemas de cultivo (SSSS x MSMS), em função do uso de culturas de cobertura na entressafra. Chapadão do Sul, MS, 2015.	58

- 9 Análises nematológicas realizadas no solo, na raiz de milho e 59
na raiz das coberturas, safra 2011/12, em função do uso de
culturas de cobertura na entressafra. Chapadão do Sul, MS,
2015.
- 10 Análises nematológicas realizadas no solo, na raiz de milho e 60
na raiz das coberturas, safra 2013/14, em função do uso de
culturas de cobertura na entressafra. Chapadão do Sul, MS,
2015.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 O gênero <i>Pratylenchus</i> Filipjev, (1936)	12
2.2 Cultura da Soja	13
2.3 Nematoides na cultura da soja	14
2.4 Cultura do Milho	15
2.5 Nematoides na cultura do milho	16
2.6 O sistema de semeadura direta (SSD)	17
2.7 Culturas de cobertura	17
3 REFERÊNCIAS	20
CAPÍTULO 1 - Comportamento de <i>Pratylenchus brachyurus</i> na cultura da soja em sucessão a diferentes coberturas do solo na entressafra	24
Resumo	24
Abstract	25
1 INTRODUÇÃO	26
2 MATERIAL E MÉTODOS	27
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4 CONCLUSÕES	33
5 REFERÊNCIAS	34
CAPÍTULO 2 - Comportamento de <i>Pratylenchus brachyurus</i> na cultura do milho em sucessão a diferentes coberturas do solo na entressafra	43
Resumo	43
Abstract	44
1 INTRODUÇÃO	45
2 MATERIAL E MÉTODOS	46
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4 CONCLUSÕES	51
5 REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

Os fitonematoides são organismos que parasitam diversas plantas, desde ornamentais a grandes culturas como soja, milho, algodão, cana-de-açúcar, café, dentre outras, causando grandes danos produtivos e econômicos. Os gêneros *Meloidogyne*, *Heterodera*, *Pratylenchus*, *Rotylenchulus* e *Tylenchulus* se destacam pela distribuição e prejuízos causados à agricultura (GOULART, 2008).

Ultimamente, os nematoides das lesões, *Pratylenchus brachyurus*, têm causado danos expressivos, principalmente na cultura da soja. Essas perdas podem estar relacionadas a vários outros fatores como a ausência de rotação de culturas, uso sucessivo da mesma espécie vegetal ou com culturas que são hospedeiras favoráveis ao desenvolvimento do patógeno, como o milho (GOULART, 2008).

A soja apresenta grande expressividade no cenário da agricultura brasileira, cultivada em cerca de 30,2 milhões de hectares (ha), deixando o país em segundo lugar em produção (86,1 milhões de toneladas), e o maior exportador mundial do grão. A região Centro-Oeste apresenta a maior área plantada com 13,90 milhões de ha, aumento de 8,9% sobre a safra anterior (2012/13), e produção de 41,8 milhões de toneladas (CONAB, 2014).

A cultura do milho tem destaque no Brasil, por ser usada em rotação e/ou sucessão com a cultura da soja, alcançando altas produtividades desde que bem manejada (DUVICK, 2005). O seu cultivo é permitido em locais com clima tropical, subtropical e temperado e em altitudes que variam desde o nível do mar até 3.000 metros. Essa grande adaptabilidade faz com que o milho seja o cereal mais cultivado no mundo (FILGUEIRA, 2007). É segundo cereal mais cultivado no Brasil com área total de 15,8 milhões de ha, sendo 6,6 milhões na primeira safra e 9,2 milhões na segunda safra (CONAB, 2014).

Em virtude de práticas inadequadas para manutenção e uso excessivo do solo, surgiu no Paraná na década de 70, o sistema de semeadura direta (SSD), o qual, não é considerado simplesmente uma nova tecnologia e sim uma mudança total dos valores básicos da agricultura, representando um caminho disponível, para viabilizar a agricultura brasileira tanto no plano econômico como no ecológico (LANDERS, 2000). O SSD é composto, basicamente por rotação de culturas, ausência de revolvimento do solo e implantação de culturas de cobertura

subsequentes à cultura de verão. Esse sistema possibilita a preservação do solo, da água, da matéria orgânica e da microbiota do solo (DENARDIN, 1998). Segundo Oliveira et al., 2002, o SSD, quando comparado ao sistema de plantio convencional, reduz em média 75% as perdas do solo e em 20% as perdas de água.

A adoção do cultivo de entressafra possui limitações quanto à ocorrência de déficit hídrico entre os meses de maio e setembro e quanto às espécies de exploração econômica. A constituição de um modelo de rotação ainda é um gargalo na condução de um bom Sistema Plantio Direto na região do Cerrado e acabam por limitar a produtividade das culturas.

Na safra 2013/2014, foram cultivados sob SSD, 29,35 milhões de ha de soja, 6,57 milhões de ha de milho, culturas essas de grande expressividade no Norte do Mato Grosso do Sul. (CONAB, 2014).

Na região do Cerrado, as principais culturas de cobertura utilizadas para produção de palha no SSD são o milho segunda safra, com 26% de área sob SSD, seguido do milheto com 21%, das aveias (16%) e das braquiárias (17%) (BASTOS FILHO et al., 2007).

A introdução do SSD trouxe inúmeros benefícios para agricultura atual, porém, deve-se admitir que novos problemas, como o aumento da população de nematoides, surgiram devido à suscetibilidade das culturas de cobertura a alguns importantes fitonematoídeos para as culturas de verão (INOMOTO; MACHADO; ANTEDOMÊNICO, 2007). Em especial, o nematoídeo das lesões radiculares, *Pratylenchus brachyurus* e os das galhas *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*, que são polívoros e encontraram nesse sistema condições favoráveis à sua sobrevivência.

São poucos os trabalhos em campo que têm acompanhado o desenvolvimento populacional de nematoides. Nesse âmbito, as pesquisas são incipientes e precisam avançar para propiciar ferramentas adequadas para o produtor aplicar em sua situação regional de produção.

O objetivo deste trabalho foi de avaliar o comportamento de *P. brachyurus* na cultura da soja e do milho, semeados em monocultivo e em rotação em sucessão a diferentes coberturas do solo na entressafra.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Pertencentes ao Filo Nematoda, os nematoides são organismos que apresentam corpos alongados, não segmentados, translúcidos, com o comprimento variando de 0,3 a 3,0 mm e o diâmetro de 15 a 5µm. Machos e fêmeas, geralmente, apresentam morfologias semelhantes, diferindo-se apenas quanto aos órgãos reprodutores. Entretanto, em alguns grupos, as fêmeas aumentam a largura do corpo, adquirindo formas diferenciadas, a exemplo do *Meloidogyne*, *Heterodera*, *Globodera*, *Tylenchulus* e *Rotylenchulus* (FERRAZ et al., 2010).

Esses organismos sobrevivem em diferentes habitats, sendo essencialmente aquáticos encontrados em oceanos, rios, lagos e películas de água do solo. Podem ser encontrados desde regiões muito frias até regiões de desertos. Os nematoides são classificados de acordo com a forma de alimentação, a maioria dos nematoides é considerada de vida livre e alimenta-se de outros microrganismos, como bactérias, fungos, protozoários, e de algas. Há também os que se alimentam de outros nematoides, e ainda os que se alimentam de plantas (fitonematoides), os quais podem parasitar raízes, tubérculos, rizomas, bulbos, caules, folhas, flores e sementes (NAVES, 2005). Todos os nematoides possuem substancialmente o mesmo ciclo de vida, ainda que as espécies apresentem diferenças nas suas relações patógeno-hospedeiro, e em diversas características fisiológicas (LORDELLO, 1973).

O ciclo de vida do nematoide inicia-se com o ovo e dentro dele é formado o juvenil de primeiro estágio, ou J1, e caracteriza-se por não apresentar sistema reprodutivo maduro. Esse juvenil sofre a primeira ecdise ainda no interior do ovo. Após a ecdise o juvenil de segundo estágio, ou J2, eclode a partir do ovo. O J2 movimenta-se no solo em busca da planta hospedeira e passa por mais duas ecdises, formando os juvenis de terceiro e quarto estágio (J3 e J4) e, este último, sofre a última ecdise, originando a forma adulta, macho ou fêmea. A duração do ciclo de vida de ovo a ovo é muito variável, mas para a maioria das espécies vai é de duas a quatro semanas, dependendo das condições ambientais (FERRAZ et al., 2010).

Os fitonematoides são considerados parasitas obrigatórios uma vez que dependem do tecido vivo para alimentação, desenvolvimento e reprodução. Na

ausência do hospedeiro, muitas espécies possuem a habilidade de entrar em estado de dormência, onde há uma redução no metabolismo, para que não haja gasto de energia. Como exemplo, têm-se os ovos de *Heterodera glycines* que podem ficar até dez anos viáveis dentro dos cistos, caso não haja exposição à umidade nem a exsudatos radiculares (FREITAS et al., 2001).

Devido à baixa mobilidade no solo, a distribuição destes organismos não é uniforme, são encontrados em “reboleiras” ou manchas na lavoura. Nestes locais observa-se atrofiamento e clorose, onde pode ocorrer morte das plantas quando a densidade populacional for elevada. Todos os problemas que dificultam o desenvolvimento do sistema radicular, como camada compacta do solo, excesso ou falta de calagem e períodos de déficit hídrico, principalmente se ocorrem após longos períodos de chuva, intensificam os sintomas causados pelos nematoides (KIMATI, H. et al., 2005).

2.1 O gênero *Pratylenchus* Filipjev, (1936).

São endoparasitas migradores com pouco menos de um milímetro de comprimento, sendo encontrados no solo ou nas raízes. Apresentam corpo cilíndrico com região anterior do corpo pouco achatada. Estrutura cefálica esclerotizada, região labial anelada. Estomatostílio bem desenvolvido com grandes bulbos basais. Ovário e vulva na posição posterior. Asas caudais encobrem a cauda do macho. Bulbo mediano ovalado, glândulas esofagianas em lóbulos sobrepondo o intestino ventralmente (TIHOHOD, 1997). Devido às lesões necróticas nas raízes, os nematoides do gênero *Pratylenchus* são conhecidos como “nematoides das lesões radiculares (LORDELLO,1988).

Costa et al., (2009) verificaram que este gênero não apresenta fase ou estágio de engorda, permanece ativo e vermiforme, entram e saem das raízes provocando lesões, as quais podem servir de porta de entrada para fungos e bactérias. Na América do Sul, *Pratylenchus* sp. é comumente encontrado em raízes de gramíneas, onde sua reprodução ocorre enquanto outros hospedeiros não estão disponíveis, pois o mesmo pode permanecer no solo em pousio por até 21 meses (TIHOHOD, 2000).

A fêmea deposita seus ovos no interior dos tecidos vegetais da planta atacada. Assim que os juvenis eclodem dos ovos iniciam o parasitismo. Juvenis e

adultos são considerados infectantes em todos os estádios do ciclo de vida. A duração do ciclo de vida varia com as espécies em função de fatores do ambiente, cerca de 3 a 6 semanas (FERRAZ, 2006). Os machos de *P. brachyurus* são extremamente raros, visto que as fêmeas reproduzem-se por partenogênese. Uma geração completa seu ciclo, em média, com três a oito semanas, dependendo das condições climáticas. Dessa forma, podem ocorrer várias gerações durante o ciclo vegetativo das culturas (CASTILHO; VOLVLAS, 2007).

P. brachyurus é uma das mais destacadas do gênero por apresentar ampla distribuição geográfica, ocorrem em países de região subtropical e tropical, parasitam e multiplicam em vasta gama de hospedeiros, possuem ação patogênica a várias culturas de interesse agrônômico, causando grandes perdas (FERRAZ, 2006). No Brasil, *P. brachyurus* ocorre com elevada frequência em culturas de importância econômica a exemplo do algodão, batata, café, feijão, soja e milho (SILVA et al., 2004).

Os nematoides das lesões, *P. brachyurus*, têm causado danos expressivos, principalmente na cultura da soja, em áreas de plantio direto, pastagens degradadas ou áreas com solos arenosos (DIAS et al., 2007; RIBEIRO et al., 2007). No Estado de Mato Grosso, 96% das amostras de soja apresentam o nematoide das lesões radiculares (RIBEIRO, 2010).

2.2 Cultura da Soja

A soja é uma planta que pertence à família Fabaceae (Leguminosae), Subfamília Faboideae (Papilionoideae), gênero *Glycine*, espécie *Glycine max* (L.) Merrill. A primeira referência a essa planta no Brasil data de 1882, na Bahia. Consta-se que as cultivares vindas dos Estados Unidos não se adaptaram numa latitude em torno de 12° Sul. Somente a partir do ano de 1891, novas cultivares introduzidas em Campinas, no estado de São Paulo, em latitude em torno de 22°54' Sul apresentaram um melhor desempenho. No mesmo ano, a soja foi introduzida também no Rio Grande do Sul. Com a chegada dos imigrantes japoneses em São Paulo por volta de 1908, novos materiais foram cultivados e estes eram mais voltadas para o consumo humano (SEDIYAMA, 2009).

A cultura da soja é uma das mais importantes do complexo agronegócio no Brasil. O cultivo em solos do Cerrado proporcionou o crescimento em área e

rendimento, devido ao plantio de variedades adaptadas às condições dessa região brasileira. O Cerrado assume, então, importância estratégica para o desenvolvimento da soja no Brasil, contribuindo de forma crescente e determinante para consolidar sua posição alcançada no cenário internacional (REETZ et al., 2008).

O aumento no ataque de pragas e doenças vem sendo os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos da cultura da soja. Esse fato é decorrente da rápida expansão da cultura para novas fronteiras agrícolas, da intensificação do monocultivo e da adoção de práticas inadequadas de manejo. Mundialmente, tem-se registrado mais de 100 doenças que atacam a soja. Destas, aproximadamente 35 são consideradas de importância econômica por Sinclair e Backman (1989). No Brasil, já foram listadas aproximadamente 50 doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e fitonematoides. Porém, a gravidade da doença está diretamente interligada ao local e época de cultivo, condições climáticas, presença do patógeno na área e suscetibilidade dos materiais explorados (YORINORI, 2012).

As perdas anuais por doenças são estimadas em 15 e 20% da produção, mas algumas podem causar até 100%. A importância de cada doença varia de acordo com as condições climáticas de cada safra (VIDOR et al., 2004).

2.3 Nematoides na cultura da soja

Pratylenchus brachyurus conhecido como nematoide das lesões radiculares, por causarem lesões necróticas nas raízes (LORDELLO, 1988). Isto se deve ao ataque que ocorre às células do parênquima cortical, onde o patógeno injeta toxinas durante o processo de alimentação (KIMATI et. al., 2005).

O *P. brachyurus* é considerado uma das espécies mais nocivas do gênero e de maior frequência no Brasil (GIELFI et al., 2003; ASMUS, 2004; SILVA et al. 2004). De acordo com Ferraz (2006), essa importância está associada a algumas características do nematoide, entre as quais se destacam ampla distribuição geográfica, alto grau de polifagia, e ação patogênica pronunciada em várias culturas de interesse agrônomo, anuais e perenes.

Na região do cerrado brasileiro prevalece um sistema de produção em que a soja é a principal cultura a se estabelecer na grande maioria das áreas, podendo ser

rotacionada ou não, há relatos frequentes de reduções na produção de 30% podendo alcançar até 50% (GOULART, 2008; DIAS et al., 2010).

Segundo Ribeiro (2009), estes nematoides já se encontravam disseminados em diversas regiões do Brasil. As causas podem estar relacionadas ao cultivo contínuo de uma mesma espécie vegetal, principalmente soja, algodão ou feijão, a rotação ou sucessão com culturas que são boas hospedeiras do nematoide, a adoção do sistema de semeadura direta, mantendo o solo com umidade mais elevada e adequada para os nematoides, uso mais frequente de solos com textura arenosa ou média, irrigação, ocorrência simultânea de outros fitonematoides e de outros patógenos de solo, como *Fusarium oxysporum* e *Rhizoctonia solani*.

A textura do solo é um dos principais fatores que influenciam a distribuição de *Pratylenchus* sp, solos arenosos ou de textura média favorecem a maioria das espécies. Observa-se que na ausência do hospedeiro esses nematoides podem sobreviver em solo úmido por mais de oito meses (AGRIOS, 2004).

2.4 Cultura do Milho

O milho (*Zea mays* L.) tem como provável centro de origem o México, a cerca de sete mil anos (CLAYTON, 1973, 1983). Pertencente à família Poaceae, subfamília Panicoideae, é uma planta de ciclo curto, de porte variável, possui raízes fasciculadas, folhas alternas lanceoladas, colmo cheio; comumente tem produção de uma a três espigas (MAGALHÃES et al., 2003). É considerado uma das plantas mais antigas, sua importância econômica é caracterizada pelas diferentes formas de utilização, que vão desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia (CIMILHO, 2012). Cultivado atualmente em vários países, também se encontra amplamente disseminada no Brasil. Isto se deve tanto à sua multiplicidade de usos quanto à tradição de cultivo desse cereal (MAGALHÃES et al., 2003).

Por muitos anos o milho foi considerado uma planta rústica, hoje, no entanto, a ampliação do seu cultivo proporcionou também o aumento da ocorrência de pragas e doenças (PEREIRA et al., 2005), acarretando na necessidade de medidas de controle destas em maiores proporções do que fora no passado.

O agroecossistema do Centro-Oeste é um ambiente favorável à multiplicação de pragas, pois prevalece um sistema de produção em que o milho ocupa uma grande parte das áreas de safrinha (QUINTELA et al., 2007). Desta forma, existem

hospedeiros para as pragas durante quase o ano todo e aliado a outros fatores como altas temperaturas e inverno ameno torna-se ideal para a proliferação destas.

2.5 Nematoides na cultura do milho

Pratylenchus zeae é uma das espécies que acarreta mais danos à cultura do milho, o controle desse nematoide aumenta até duas vezes o custo de produção, assim como o *Pratylenchus brachyurus* (LORDELLO et al., 1983). Os danos causados nas plantas de milho pelo *P. zeae* resultam em redução do comprimento e peso das raízes, amarelecimento foliar, subdesenvolvimento e menor número de brotações e perfilhos (CADET & SPAULL, 2005).

A ocorrência de *P. zeae* tem ganhado importância, tanto pelos danos causados à cultura quanto pela ampla disseminação e incidência em áreas produtoras do Mato Grosso do Sul, por serem polípagos parasitam e se multiplicam em uma vasta gama de hospedeiros. Este nematoide permanece ativo e vermiforme por todo o seu ciclo de vida, entram e saem das raízes, provocando lesões, as quais servem como porta de entrada para fungos e bactérias (COSTA et al., 2009). Devido aos danos econômicos causados por esse patógeno, surge a necessidade da identificação e adoção de diferentes métodos de controle, que possam reduzir as populações dos nematoides do gênero *Pratylenchus sp.*, possibilitando um aumento no rendimento da cultura do milho.

Os danos causados pelos nematoides podem variar de acordo com o gênero e população envolvida, condições do solo e a idade da planta de milho. Os sistemas radiculares parasitados são menos eficientes na absorção de água e nutrientes da solução do solo. Consequentemente, a planta tem seu crescimento reduzido, apresentando sintomas de deficiências e quedas na produção (PINTO, 2007).

Estas pragas são consideradas de difícil controle, segundo Inomoto et al., (2007), no manejo de fitonematoides é fundamental respeitar os diferentes aspectos do desenvolvimento da cultura associado às práticas de manejo, que visam diminuir os danos, procurando interromper a dispersão e acompanhar o seu desenvolvimento populacional.

Em áreas infestadas, o manejo tem sido feito com base em três métodos: químico, genético e cultural. O controle com nematicidas associado ao uso de cultivares mais resistentes tem sido a estratégia mais utilizada, entretanto estes

métodos apresentam eficiência variável. É de fundamental importância estudos mais específicos, principalmente visando identificar e potencializar a eficácia do controle químico sobre estes fitoparasitas (COSTA et al., 2009).

2.6 O sistema de semeadura direta (SSD)

O Sistema de semeadura direta (SSD) nada mais é do que o plantio sem preparo prévio do solo, rotação de culturas e uso de coberturas na entressafra, com objetivo de manter uma camada de palhada na superfície (REIS et al., 2007). As culturas de coberturas, quando associadas às demais práticas, propiciam melhorias nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo através do incremento de matéria orgânica (ESPÍNDOLA; GUERRA; ALMEIDA, 1997). Além de auxiliar o controle de plantas daninhas, uma vez que dificulta sua germinação e seu desenvolvimento, diminuindo a produção de sementes e propágulos vegetativos (ALTIERI, 2002).

No Brasil, a área cultivada sob plantio direto atingiu, na safra 2013/14, cerca de 32 milhões de hectares (CONAB, 2014). A consolidação do sistema de semeadura direta tem sido prejudicado pelas dificuldades em superar alguns problemas tecnológicos, como, o aumento de nematoides das lesões radiculares, *P. brachyurus*, já que o uso de várias culturas utilizadas para obtenção de palhada, as chamadas culturas de cobertura, podem ser hospedeiras de nematoides prejudiciais à cultura principal (INOMOTO et al., 2007).

2.7 Culturas de cobertura

O manejo de nematoides através do uso de produtos químicos apresenta uma série de inconvenientes, pois eles podem ser tóxicos, persistentes, apresentarem amplo espectro de ação, representando riscos a outros seres vivos e ao ambiente (FERRAZ et al., 2010).

Culturas de coberturas podem ser uma boa alternativa para reduzir o impacto dos nematoides sobre as culturas principais. Existem mais de 350 espécies descritas no gênero *Crotalaria* (COOK; WHITE, 1996). As mais difundidas no Brasil são a *C. juncea*, *C. spectabilis* e *C. paulina*. Devido à presença de compostos tóxicos nas folhas, as crotalárias não devem ser utilizadas na alimentação animal, principalmente *C. spectabilis* e *C. retusa*. Várias espécies são empregadas na

adubação verde, melhorando o rendimento das culturas em sucessão *C. juncea*, por exemplo, produz cerca de 450 kg de N/ha/ano (WUTKE, 1993).

Na região do Cerrado estudos de culturas de cobertura antecedendo a cultura da soja e milho demonstraram de maneira geral que as opções mais interessantes são milheto (soja e milho) e *Urochloa brizantha* (soja) (MURAISHI et al., 2005).

O nabo forrageiro é empregado para adubação verde e rotação de culturas nas regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste do Brasil (CRUSCIOL et al., 2005), possui raízes vigorosas e agressivas, as quais rompem camadas compactadas do solo (REINERT et al., 2008).

Na maioria dos casos, uma rotação com 1,5 a 3 anos já daria resultado para nematoides que têm especificidade de hospedeiro (TIHOHOD, 2000), mas é uma técnica de controle pouco efetiva para o manejo de *P. brachyurus*, devido à sua capacidade de reproduzir em várias culturas (INOMOTO et al., 2007).

O milheto representa 40% da área sob o SSD do Mato Grosso, Tocantins, Goiás e norte de Mato Grosso do Sul, podendo ser semeado antecedendo ou sucedendo as culturas comerciais como soja, milho, algodão e feijão (CONAB, 2014). Para tais culturas, o uso do milheto apresenta algumas vantagens do ponto de vista fitossanitário, pois reduz a população de importantes fitonematoides, como o de cisto da soja (*Heterodera glycines*) e o reniforme (*Rotylenchulus reniformis*).

O uso das braquiárias para formação de palhada é crescente nos cerrados do Centro-Oeste. Atualmente, é comum a combinação de SSD com o sistema de integração lavoura-pecuária, que se caracteriza pela utilização de culturas de grãos em sequência às pastagens e vice-versa, promovendo a manutenção da cobertura com um mínimo de revolvimento do solo. As braquiárias são promissoras fontes de palhada para o SSD, devido à produção de grande quantidade de matéria seca e à capacidade de suprimir os nematoides das galhas (DIAS-ARIEIRA et al., 2003) e o nematoide reniforme (ASMUS; CARGNIN, 2005). No entanto, pouco se conhece sobre a reação dessas plantas ao nematoide *P. brachyurus*. Em estudo feito a respeito em casa de vegetação, Charchar e Huang (1980) verificaram três meses após a inoculação de *P. brachyurus*, pequeno aumento populacional do nematoide em *Urochloa decumbens*.

Outros gêneros como *Stylozanthes* e Sorgo também tem sido estudadas por pesquisadores para diversos fins, podendo contribuir para melhoria das condições

físicas e químicas do solo, além de reduzir ou aumentar a população de fitonematoides.

3 REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5. ed. San Diego, Elsevier Academia Press, 2004. 948p.

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**, Guaíba: Agropecuária, 2002. 592p.

ASMUS, G.L.; CARGNIN, R. A. Reação de culturas de cobertura a *Rotylenchulus reniformis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 25, 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Nematologia/ESALQ/USP, 2005. p. 101.

ASMUS, G.L. Ocorrência de nematoides fitoparasitos em algodoeiro no Estado de Mato Grosso do Sul. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v.28, n.1, p. 77-86, 2004.

BASTOS FILHO, G. et. al. In: **Rally da safra 2007: uma avaliação do plantio direto no Brasil**. Disponível em: <http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_inteid=823>. Acesso em: 08/02/2015.

CADET, P.; SPAULL, V. W. Nematode parasites of sugarcane. In: LUC,M; SIROKA,R.A.; RIDGE,J. (Eds.) **Plant Parasitic nematodes** in subtropical agriculture. Wallingford: CABI Publishing, p.645-674, 2005.

CASTILHO, P.; VOLVLAS, N. **Diagnosis and descriptions of Pratylenchus species**. In: *Pratylenchus* (Nematoda: *Pratylenchidae*): diagnosis, biology, pathogenicity and Management. 1 ed. Córdoba, 2007. v.6, cap.4, p.51-280.

CHARCHAR, J.M.; HUANG, C.S. Círculo de hospedeiras de *Pratylenchus brachyurus*. I: *Gramineae*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.5, n.3, p.351-357, 1980.

CIMILHO. **Levantamento de dados**. Disponível em:<<http://cimilho.cnpms.embrapa.br/>> Acesso em: 12/01/2015.

CLAYTON, W. D. Notes on tribe Andropoponeae (Gramineae). **Kew Bulletin**, London, v.35, p.813-818, 1983.

CLAYTON, W. D. The species of Andropoponeae. **Kew Bulletin**, London, v.28, p.49-58, 1973.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. V.1. Safra 2013/14, Sétimo Levantamento, Brasília, p. 1-86, Abril 2014: safra 2013/2014: Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_04_14_11_56_28_boletim_graos_abril_2014.pdf. Acesso em: 08/02/2015.

COOK, C. G.; WHITE, G.A. *Crotalaria juncea*: a potencial multi-purpose fiber crop. In: **Progress in new crops**. Arlington : ASHS PRESS, 1996, p.389-394.

COSTA, M.J.N.; ROCHA, J.Q.; PASQUALLI, R.M. Vilão em alta. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, p.12-14, 2009.

CRUSCIOL, C.A.C. et al. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo-forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.2, p.161-168, 2005.

DENARDIN, J.E. Enfoque sistêmico em sistema plantio direto - Fundamentos e implicações do plantio direto nos sistemas de produção agropecuária. In: NUERNBERG, N.J. **Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto**. Lages, SBCS/Núcleo Regional Sul, 1998. p.7-14.

DIAS, W. P. et al. Avaliação da reação de genótipos de soja ao nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*). In: REUNIÃO DE PESQUISAS DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 29, 2007, Campo Grande. **Resumos...** Londrina EMBRAPA Soja/UNIDERP, 2007. p.62-63.

DIAS-ARIEIRA, C.R. et al. Avaliação de gramíneas forrageiras para controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* (Nematoda). **Acta Scientiarum**. v.25, p.473-477, 2003.

DUVICK, D. N. The contribution of breeding to yield advances in maize (*Zea mays* L.). **Advances in Agronomy**, San Diego, v.86, n.6, p.83-145, 2005.

ESPINDOLA, José A. A. et al. **Adubação verde: estratégia para uma agricultura sustentável**. Seropédica-RJ: Embrapa-Agrobiologia, 1997. 20p.

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

FERRAZ, S. et al. In: **Manejo sustentável de fitonematoides**. Viçosa, MG, UFV, 2010. 306p.

FREITAS, L.G.; DE LIMA, R.D.; FERRAZ, S. In: **Introdução a nematologia**. Viçosa, MG, 2001. 90p.

FILGUEIRA, T. R. S. **A origem do milho**: identificação de *Saccharum* como um dos parentais alotetraploides. 64 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

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

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

GOULART, A. M. C. **Nematoides das lesões radiculares (Gênero *Pratylenchus*)**. 2008. Disponível em: <http://www.agrosoft.org.br/agropag/103613.htm>. Acesso em 10/09/2013.

INOMOTO, M.M. et al. **Nematoides: Uma ameaça à cotonicultura brasileira**. São Paulo: Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, 2007. 15p.

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

KIMATI, H. et al. Doenças da soja (*Glycine max*). In: ALMEIDA, A.M.R. et. al. **Manual de fitopatologia. Doenças das Plantas Cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 569-588. v. 2.

LANDERS, J.N. Como iniciar em plantio direto. In: CABEZAS, W.A.R.L.; FREITAS, P.L. (Ed.) **Plantio direto na integração lavoura-pecuária**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2000. p.201-216.

LORDELLO, L.G.E. **Nematoides das plantas cultivadas**. Editora Nobel: São Paulo, 1973.

LORDELLO, R.R.A. et al. Controle de *Pratylenchus* spp. em milho com nematicidas sistêmicos e com torta de mamona. **Nematologia Brasileira**, v.7, p.241-250, 1983.

LORDELLO, L.G.E. **Nematoides das plantas cultivadas**. 6. ed. Editora Nobel: São Paulo, 1988, 314p.

MAGALHÃES, P.C. et al. Fisiologia do milho. **Circular Técnica n.22**. Embrapa, Sete Lagoas MG, 2003.

MURAISHI, C.T. et al. Manejo de espécies vegetais de cobertura de solo e produtividade do milho e da soja em semeadura direta. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.2, p.199-207, 2005.

NAVES, R. L. Diagnose e manejo de doenças causadas por fitonematóides na cultura da videira. **Circular Técnica n.57**. Embrapa, Bento Gonçalves RS, 2005.

OLIVEIRA, F.H.T. et al. Fertilidade do solo no sistema plantio direto. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, v.2, p.393-486, 2002.

PEREIRA, O.A.P.; CARVALHO, R.V. de; CAMARGO, L E.A. Doenças do milho. In. ALMEIDA, A.M.R. et. al. **Manual de fitopatologia. Doenças das Plantas Cultivadas**. 4 ed., São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p.477-488. v.2.

PINTO, N.F.J.A. **Cultivo do milho: Doenças causadas por nematoides**. Embrapa Milho e Sorgo. 2007. Sistemas de Produção, v.2.

QUINTELA, E. D. et al. Desafios do manejo integrado de pragas de soja no Brasil Central. Goiânia: **Comunicado Técnico 149**. Embrapa Arroz e Feijão, 2007. 6p.

REETZ, E. R. et al. **Anuário brasileiro da soja 2008** - Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2008. 136p.

REINERT, D.J. et al. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1805-1816, 2008.

REIS, G. dos et al. Decomposição de culturas de cobertura no sistema de plantio direto, manejadas mecânica e quimicamente. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal SP, v.27, n.1, p.194-200, 2007.

RIBEIRO, N.R. et al. Avaliação da reação de genótipos de soja ao nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*). In: REUNIÃO DE PESQUISAS DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, v.29, 2007, Campo Grande. **Resumos...** Londrina EMBRAPA Soja/UNIDERP, 2007. p.62-63.

RIBEIRO, N.R. **Avaliação de espécies vegetais e cultivares de soja para a composição de esquemas de rotação ou sucessão de culturas para o manejo de *Pratylenchus brachyurus***. 2009. 56f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

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**, Fundação Mato Grosso, p.289-296.

SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenass, 2009. 314p.

SILVA, R.A. et al. Ocorrência de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne incognita* na cultura do algodoeiro no Estado do Mato Grosso. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.29, n.3, p.337, 2004.

SINCLAIR, J.B.; BACKMAN, P.A. Compendium of soybean diseases. **The American Phytopathological Society**. St. Paul, Minnesota, 1989. p.1-3.

TIHOHOD, D.A. **Guia prático para a identificação de fitonematoides**. Jaboticabal: FUNEP, 1997. 67p.

TIHOHOD, D.A. **Nematologia agrícola aplicada**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 473p.

VIDOR, C. et al. **Tecnologia de produção de soja**. Embrapa soja, 2004. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/index.htm> > acesso em: 10/11/2014.

WUTKE, E. B. **Adubação verde: manejo de fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo**. In: WUTKE, E. B; BULISANI, E. A.; MASCARENHAS, A. A. Concurso sobre adubação verde no Instituto agronomica, 1. Campinas, SP: IAC 1993. p.17-29.

YORINORI, J.T. Situação atual das doenças potenciais no cone sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2, 2012, Foz do Iguaçu. **Anais...** Londrina: Embrapa CNPSoja, 2002. p.171-187.

CAPÍTULO 1 - Comportamento de *Pratylenchus brachyurus* na cultura da soja em sucessão a diferentes coberturas do solo na entressafra.

Alexandra Botelho de Lima Abreu¹ e Sebastião Ferreira de Lima²

¹Fundação de Apoio à Pesquisa de Chapadão do Sul, Rod BR 060, km 011, Caixa Postal 039, CEP 79.560-000 Chapadão do Sul, MS. ²Universidade Federal de Mato Grosso do Sul UFMS- Campus de Chapadão do Sul - Rod MS 306, Km 105, Caixa Postal 112, CEP 79.560-000 Chapadão do Sul, MS. E-mail: alexandra@fundacaochapadao.com.br, sebastiao.lima@ufms.br

Resumo - O aumento da população de *Pratylenchus brachyurus* que vem sendo observado nos últimos anos, principalmente na região Centro-Oeste do Brasil é decorrente da expansão agrícola para essas áreas. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de plantas de coberturas sucessoras ao plantio de soja, em monocultivo (SSSS) e de soja em sistema de rotação com milho (MSMS), visando o manejo do nematoide *P. brachyurus*, em sistema de plantio direto. O trabalho foi implantado em área pertencente à Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Chapadão. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 10 (sistemas de cultivo x culturas de cobertura) e quatro repetições. As coberturas foram semeadas logo após a colheita de soja e milho. No sistema de cultivo SSSS, as maiores produtividades foram obtidas com o pousio. No sistema MSMS as coberturas *Urochloa ruziziensis*, Milheto (ADR300), *Urochloa brizantha*, nabo-forrageiro, Sorgo e *Crotalaria spectabilis* propiciaram maior produtividade de grãos de soja. A população de nematoides varia muito em função do tempo de cultivo da cobertura e das coberturas utilizadas em cada sistema.

Termos para indexação: Nematode das lesões radiculares. Rotação de culturas. Culturas de cobertura.

CHAPTER 1 – *Pratylenchus brachyurus* behavior in soybean crop succeeding to different soil covers in the intercropping

Abstract - The Increase in *Pratylenchus brachyurus* population that has been observed in recent years, mainly in the Midwest region of Brazil is a result of agricultural expansion. The aim of this study was to evaluate the effect of successor covers plants of soybean planting in monoculture (SSSS) and soybean in rotation with maize (MSMS), aimed at the *P. brachyurus* management, in no-till system. The study was implemented in the area of Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Chapadão. The experimental design was a randomized block factorial 2 x 10 (cropping systems x covering cultures) and four replications. The cover crops have been grown after the harvest of soybean and maize. In the SSSS cultivation system, the largest yields were obtained with fallow. In the MSMS system *Urochloa ruziziensis*, Millet (ADR300), *Urochloa brizantha*, Oilseed radish, Sorghum and *Crotalaria spectabilis* showed larger yield of soybeans. The population of nematodes varies depending on the cultivation time coverage and covers used in each system.

Index terms: Root-lesion nematode. Culture rotation. Covering cultures.

Introdução

Cultivada em 16 Estados de Norte a Sul do país, a soja é a cultura comercial de maior relevância no Brasil, ocupando cerca de 30,2 milhões de hectares, deixando nesse cenário o país em segundo lugar em produção (86,1 milhões de toneladas), e o maior exportador mundial do grão. A região Centro-Oeste apresenta a maior área plantada com 13,90 milhões de hectares, e produção de 41,8 milhões de toneladas (Conab, 2014).

A expansão da cultura da soja no Cerrado Brasileiro permitiu ganhos de produtividade e produção, no entanto, criaram-se novos desafios no manejo de fertilidade do solo, pragas, doenças, entre outros fatores necessários para manter a cultura economicamente viável. Dentre estes, o nematoide das lesões radiculares tem se destacado pelos danos causados a cultura da soja, milho, algodão, cana-de açúcar, dentre outras (Conab, 2014).

Estudos sobre levantamento populacional de *Pratylenchus brachyurus*, mostraram que esses organismos estão amplamente disseminados em diferentes regiões do país. Segundo Abreu et al. (2014), na região dos Chapadões, em Mato Grosso do Sul, em levantamento realizado nas últimas safras o *P. brachyurus* encontra-se presente em mais de 90% das amostras, fato semelhante acontece em Mato Grosso, tendo ocorrido em 96% das amostras coletadas, em plantações de soja (Ribeiro, 2010).

O manejo de nematoides é complexo, mas viável, podendo se utilizar diferentes métodos de controle, de forma individual ou integrada, como o uso de cultivares resistentes, controle biológico, uso de plantas antagônicas, aração no período mais quente, uso de nematicidas e rotação de culturas com plantas não hospedeiras (Whitehead, 1998).

A rotação de culturas com plantas não hospedeiras pode reduzir a população de nematoides, entretanto, para o gênero *Pratylenchus*, que possui alta polifagia, e afeta as duas culturas de maior uso em rotação, soja e milho, é difícil criar-se um programa economicamente adequado (Ferraz, 1999). Com isso, a semeadura de plantas de coberturas

antecedendo o cultivo da soja pode ser uma forma de reduzir a população de nematoides das lesões radiculares.

De acordo com Inomoto et al. (2006), o uso de crotalárias podem contribuir no controle de nematoides das lesões radiculares, além de sua importância na melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo, na minimização do processo erosivo e redução de plantas daninhas.

Dessa forma, constitui-se um desafio estabelecer um programa de rotação e sucessão capaz de propiciar melhorias no ambiente agrícola com espécies capazes tolerar os meses críticos de déficit hídrico que ocorrem entre maio e setembro, propiciando boa produção de massa e não hospedando nematoides.

Assim, o objetivo deste trabalho foi de avaliar o comportamento de *P. brachyurus* na cultura da soja semeada em monocultivo e em rotação com milho em sucessão a diferentes coberturas do solo na entressafra.

Material e Métodos

O estudo foi implantado na área experimental da Fundação Chapadão, com coordenadas geográficas S 018° 41' 33" e W 052° 40' 45", situada a uma altitude média de 810 m, localizada no município de Chapadão do Sul – MS, no período de outubro de 2011 a agosto de 2014. O clima da região é definido como tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno (Kottek et al., 2006).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 10 (sistemas de cultivo x culturas de cobertura) e quatro repetições. As parcelas foram constituídas de 6 metros de largura com 5 metros de comprimento, considerando-se como área útil 12 metros quadrados. As coberturas foram semeadas logo após a colheita da soja e do milho.

Os sistemas de cultivo adotados foram soja em monocultivo SSSS e em rotação com milho MSMS. No sistema SSSS foi feita a semeadura da soja em 2010/11, após a colheita foram semeadas as coberturas, depois na safra 2011/12 foi semeado novamente a cultura da soja e depois as coberturas e assim sucessivamente até a safra 2013/14, portanto, cada letra do sistema representa uma safra de cultivo. Para a avaliação foram utilizadas as safras 2011/12 e 2013/14 nos dois sistemas, quando coincidiram as produções de soja (Quadro 1). A coleta para análise nematológica foi realizada no florescimento das plantas.

As coberturas utilizadas foram: *Stylosanthes capitata*, *Crotalaria ochroleuca*, *Crotalaria spectabilis*, Nabo-forrageiro, Milheto, *Urochloa decumbens*, *Urochloa brizantha*, *Urochloa ruziziensis*, Sorgo, além de Pousio.

A adubação foi realizada conforme recomendações obtidas da análise de solo. Nas safras 2011/12, 2012/13 e 2013/14, em área de cultivo de soja foi usado 130 kg ha⁻¹ de Super Triplo na semeadura e 120 kg ha⁻¹ de KCl em cobertura e em área de cultivo de milho, foi utilizado 400 kg ha⁻¹ do formulado (N-P-K) 08-24-12, e em cobertura foi usado 100 kg ha⁻¹ de KCl e 330 kg ha⁻¹ do formulado (N-P-K) 33-00-00, parcelado em duas aplicações.

O sistema de produção adotado foi de semeadura direta, utilizando, tanto para o milho, como para a soja, o espaçamento de 0,45 metros entre fileiras. A população de plantas de soja, Anta 82 RR foi de 400 mil plantas ha⁻¹ e a população de plantas de milho, DKB 390 foi de 60 mil plantas ha⁻¹.

O procedimento utilizado para extração de nematoides do solo foi flutuação centrífuga com solução de sacarose (Jenkins, 1964). Para extração dos nematoides da raiz utilizou-se a metodologia de Coolen & D'Herde (1972). A identificação e contagem dos espécimes foram realizadas, com auxílio de câmara de Peters, sob microscópio ótico comum.

Foram avaliadas as produtividades de grãos de soja nas safras 2011/12 e 2013/14 e a população de nematoides no solo e nas raízes de soja nas mesmas safras. Para as coberturas foi avaliada a população de nematoides apenas nas raízes das plantas de cobertura.

Foram realizadas as análises de variância individuais para cada experimento. Em seguida, verificou-se a pressuposição da homogeneidade de variâncias que consiste na divisão do maior pelo menor quadrado médio dos resíduos das análises individuais. Quando o resultado obtido é inferior a sete, propicia-se a análise conjunta dos experimentos. Nesse caso foi possível apenas para a produtividade de grãos da soja. As médias de safras e sistemas de cultivo foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% e as médias entre as coberturas foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, também a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Na safra 2011/12, o sistema de rotação milho-soja (MSMS) proporcionou maior produtividade que o monocultivo de soja (SSSS), diferindo da safra 2013/14, onde o sistema soja sobre soja apresentou-se mais produtivo em comparação à soja sobre milho (Tabela 1). De acordo com Inomoto et al., (2006); Lima et al., (2012), são frequentes as perdas de produtividade causadas por *P. brachyurus* em soja em sistema de sucessão soja-milho, já que ambos são bons hospedeiros de nematoides, oferecendo condições ideais para o desenvolvimento do parasita. O mesmo pode ser encontrado em outras sucessões, tais como soja-sorgo graminífero e soja-algodão.

Considerando-se o desdobramento da interação dos anos, safra 2011/12 x safra 2013/14 para plantas de cobertura dentro das safras, verifica-se que na safra 2011/12 o Pousio propiciou maior produtividade de grãos de soja, já na safra 2013/14 foram *Urochloa brizantha* e *U. ruziziensis*, diferindo estatisticamente das demais coberturas (Tabela 2). A produtividade média de grãos de soja foi maior na safra 2013/14, em todas as coberturas,

inclusive aonde antes fora Pousio, (Tabela 2). Tal fato pode estar relacionado aos benefícios físicos, químicos, biológicos, assim como a redução de fitonematoides, que o uso de coberturas ou o pousio, em sucessão à cultura de verão podem promover ao longo dos anos. Estudos realizados por Silva et al., (1997), comprovaram que o sistema plantio direto e o estabelecimento de culturas de inverno para cobertura do solo são as técnicas que têm adquirido importância na manutenção e na melhoria das produtividades das culturas de verão.

Pelo desdobramento da interação do sistema de cultivo SSSS X MSMS para culturas de cobertura (Tabela 3), considerando-se o sistema SSSS a maior produtividade de soja foi obtida no Pousio, diferente do observado em MSMS, onde *C. spectabilis*, Nabo-forrageiro, Milheto, *U. brizantha*, *U. ruziziensis* e Sorgo apresentaram incrementos produtivos. Verificou-se que Pousio e Milheto apresentaram diferenças estatísticas entre os sistemas. Dentre os adubos verdes, o milheto destaca-se por ser cultivado em mais de 4 milhões de ha no país, seja para grãos, cobertura vegetal do solo, produção de silagem e também para o manejo de fitonematoides (Santos & Soares, 2009). Nicoloso et al., (2008) concluíram que o nabo-forrageiro melhorou a qualidade física de um latossolo muito argiloso, resultando em maior produtividade de soja, Genro Junior et al. (2009) observaram o mesmo resultado com o uso da crotalaria no sistema de rotação de culturas.

Na Tabela 4 estão apresentadas as análises nematológicas realizadas no solo, na raiz da soja e na raiz das coberturas, safra 2011/12. No sistema SSSS, apenas o Pousio apresentou baixo número de nematoides por 100 centímetros cúbicos (cc) de solo. Já no MSMS a maioria das coberturas proporcionou baixo número de nematoides em 100 cc de solo, que variam de 25,0 a 81,2 espécimes. Todas as coberturas apresentaram diferenças entre os sistemas (SSSS x MSMS), observou-se também que o sistema MSMS apresentou menor número de *P. brachyurus* em quase todas as coberturas, comparado ao sistema SSSS, exceto o Pousio. Machado et al., (2007), afirmam que os adubos verdes tem destaque importante como

plantas comprovadamente não hospedeiras de *P. brachyurus*, principalmente *C. spectabilis* e *C. breviflora*, que se utilizadas em sucessão ou rotação à soja podem diminuir a população de nematoides.

Santana-Gomes et al, 2014 ao realizar estudo com de culturas de cobertura e pousio em sucessão ao cultivo de soja, verificaram que o pousio destacou-se entre os tratamentos com menor número de *P. brachyurus*/g de raiz. Todavia, esse método deve ser recomendado com cautela por apresentar desvantagens como o aumento de plantas daninhas, erosão por vento e chuva, perda de matéria orgânica, redução da fertilidade e da retenção de nutrientes e também a diminuição de microrganismos benéficos (McSorley e Gallaher, 1994).

Para a variável, número de *P. brachyurus* em 10 g de raiz, quantificados em raízes de soja, dentro do sistema SSSS a planta de cobertura que apresentou a menor população de nematoides foi a *U. ruziziensis*, já no sistema MSMS foi o Pousio e o *S. capitata*. As coberturas *C. spectabilis*, Milheto, *U. brizantha* e Sorgo não diferiram entre os sistemas de produção (Tabela 4).

Em relação ao número de nematoides nas raízes das coberturas, no sistema SSSS, *S. capitata*, *C. spectabilis* e Nabo-forrageiro apresentaram menores números de nematoides. Já no sistema MSMS as coberturas Nabo-forrageiro e *U. decumbens* foram os que apresentam os níveis mais baixos de nematoides na raiz das coberturas. As culturas de cobertura, Nabo-forrageiro, *U. brizantha* e *U. ruziziensis* apresentaram semelhança entre os sistemas (Tabela 4). O nabo-forrageiro foi a cobertura que propiciou menor valor de população de nematoides em suas raízes concomitante aos dois sistemas de cultivo, caracterizando-se como um hospedeiro menos adequado para o nematoide *P. brachyurus*.

Os dados obtidos pelas análises nematológicas realizadas na safra 2013/14, estão apresentados na Tabela 5, as mesmas, foram realizadas no solo, na raiz da soja e na raiz das coberturas. Para a variável nematoide no solo, no sistema SSSS, *C. spectabilis*, Milheto, *U.*

brizantha e *U. ruzizensis* e no sistema MSMS as coberturas *S. capitata*, *C. ochroleuca*, *C. spectabilis* e Nabo-forrageiro não apresentaram nematoides no solo, diferindo estatisticamente dos demais. Ao avaliar as coberturas dentro de cada sistema de produção, verifica-se que apenas *C. spectabilis* não apresentou diferenças entre os sistemas (SSSS x MSMS). Alguns trabalhos na literatura mostraram que existem diferentes níveis de resistência de cultivares de nabo-forrageiro, milho e aveia preta, à *P. brachyurus*, as quais apresentam diferentes capacidades de reprodução desse nematoide em suas raízes (Inomoto et al., 2006; Ribeiro et al., 2007). Portanto, Ribeiro et al., (2006), verificaram que o milho ADR 300 apresentou resistência a *P. brachyurus*, com fator de reprodução de 0,2.

Em relação ao número de *P. brachyurus* em 10 g de raiz de soja, em ambos os sistemas a cobertura que apresentou a menor quantidade de nematoides foi a *U. ruzizensis*. Todos os tratamentos apresentaram diferenças entre os sistemas (Tabela 5). Ao testar diferentes tipos de manejo, Mendes et al., (2013), observou que os tratamentos pousio, milho, alqueive químico e *U. ruzizensis* ocuparam uma posição intermediária na quantidade de nematoides na raiz da soja, em relação aos outros tipos de manejo.

Em SSSS, quanto ao número de espécimes nas raízes das coberturas, destacam-se Pousio, *S. capitata*, *C. ochroleuca*, *C. spectabilis* e Nabo-forrageiro como más hospedeiras do nematoide em questão. Já no sistema MSMS, observa-se que apenas o Pousio não apresentou nematoides. As coberturas que se assemelharam entre os dois sistemas foram: Pousio, *C. ochroleuca*, Nabo-forrageiro e *U. decumbens* (Tabela 5). O principal mecanismo envolvido na supressão dos nematoides pelas crotalárias é a capacidade das mesmas em atuar como planta armadilha, permitindo a penetração dos juvenis em suas raízes, mas, impedindo o seu desenvolvimento até a fase adulta (Silva et al., 1989). Além desse mecanismo, as crotalárias produzem algumas substâncias com potencial nematicida, como a monocrotalina (Wang et al., 2002).

Em síntese, as espécies vegetais que são utilizadas no SSD podem ser úteis no manejo de áreas infestadas com nematoides, porém há espécies que devem ser evitadas. Portanto, deve-se realizar o manejo de nematoides de modo a integrar várias formas de controle. Em áreas infestadas, o manejo geral, baseia-se em exclusão (evitar a infestação em áreas isentas por espécies ou novas raças), genético (uso de cultivares resistentes), culturais (rotação de culturas com materiais resistentes ou tolerantes) e químicos por meio do uso de nematicidas (Ribeiro et al., 2010).

Conclusões

O maior número de safras e coberturas melhora a produtividade de grãos de soja. Assim, a cultura sobre três safras e três coberturas foi mais produtiva do que cultivada sobre uma safra e uma cobertura. Nessa condição, as coberturas com *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa brizantha* proporcionam maior produtividade de grãos de soja;

Quando se utiliza o sistema em monocultivo com coberturas antecedendo a soja, as maiores produtividades foram obtidas com pousio. Para o sistema de rotação MSMS, as coberturas *Urochloa ruziziensis*, Milheto (ADR300), *Urochloa brizantha*, Nabo-ferrageiro, Sorgo e *Crotalaria spectabilis* propiciaram maior produtividade de grãos de soja;

A população de nematoides varia muito em função do tempo de cultivo da cobertura e das coberturas utilizadas em cada sistema de cultivo.

Referências

- ABREU, A. B. L.; LOURENÇO, F. M. S.; SOUZA, L. B.; RONQUI, M. B.; MUCHALAK, S. M. Amostragem, Armazenamento e Transporte de Amostras para Análise Nematológica. Pesquisa, Tecnologia e Produtividade – Safra 2013/14, Chapadão do Sul, p.128-130, 2014.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra 2013/2014: Décimo segundo levantamento**. Brasília: Ministério da Agricultura, 151p, 2014.
- COOLEN, W. A. & D'HERDE, C. J. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent: **State Agriculture Research Center**, 1972.
- FERRAZ, L. C.C.B. Gênero *Pratylenchus*: os nematoides das lesões radiculares. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.7, p.158-195, 1999.
- GENRO JUNIOR, S. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J.M.; ALBUQUERQUE, J.A. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho e produtividade de culturas cultivadas em sucessão e rotação. **Ciencia Rural**. v.39, p.65-73, 2009.
- INOMOTO, M. M.; MOTTA L. C. C.; MACHADO, A. C. Z.; SAZAKI, C. S. S. Reação de dez coberturas vegetais a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n.2, p.151–157, 2006.
- JENKINS, W.R. A rapidcentrifugal-flotationtechnique for separating nematodes fromsil. **Plant Disease Reporter**, v. 48, 692p. 1964.
- KOTTEK, M., GRIESER, J., BECK, C., RUDOLF, B & F. RUBEL. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated, **Meteorologische Zeitschrift**, p.259-263. 2006,

LIMA, F. S. O.; DOURADO, D. P.; LIMA, M. P. M.; SILVA FILHO, J. E. M.; LAZARI, T. M.; MURAISHI, C. T. *Pratylenchus brachyurus* em sistemas de cultivo de soja no Tocantins e seu comportamento em culturas de safrinhas. In: CONNEPI CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 2012, Palmas. **Anais...** Palmas. p.01-07. 2012.

MACHADO, A.C.Z.; MOTTA, L.C.C.; SIQUEIRA, K.M.S.; FERRAZ, L.C.C.B. & INOMOTO, M.M. **Host status of green manures for two isolates of *Pratylenchus brachyurus* in Brazil.** 2007.

MCSORLEY, R.; GALLAHER, R. N. Effect of tillage and crop residue management on nematode densities on corn. **Journal of Nematology** , v.9, p.731-736. 1994.

MENDES, F.L.; ARAÚJO, K.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; DIAS, W. P. RAMOS JUNIOR, E. U; SILVA, J. F. V. **Alternativas culturais para o manejo do nematoide das lesões radiculares durante a entressafra da soja no Mato Grosso.** In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 8. 2013, Londrina. Resumos expandidos. Londrina: Embrapa Soja, 2013. p.97-103. (Embrapa Soja. Documentos, 339).

SANTANA-GOMES, S.M.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; BIELA, F.; CARDOSO, M.R.; FONTANA, L. F.; PUERARI, H. H. Sucessão de culturas no manejo de *Pratylenchus brachyurus* em soja. **Nematropica**, v.44, p.200-206. 2014.

NICOLOSO, R.S.; AMADO, T.J.C.; SCHNEIDER, S.; LANZANOVA, M.E.; GIRARDELLO, V.C.; BRAGAGNOLO, J. Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um Latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.32, p.1735-1742 , 2008.

RIBEIRO, N. R.; Dias, W.P.; Homechin, M.; Silva, J.F.V.; Francisco, A. & Lopes, I.O.N.. Reação de algumas espécies vegetais a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, v.31, p.157. 2007.

RIBEIRO, N. R.;Dias, W.P.; Homechin, M.; Silva, J.F.V.; Francisco, A. & Lopes. Avaliação da reação de espécies vegetais ao nematoide das lesões radiculares. Londrina: EMBRAPA Soja, 2006 5 p. (Documentos, 287).

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, Fundação Mato Grosso, p. 289-296.

SANTOS, J. M. & SOARES, P. L.M. O papel dos genótipos Adr's no manejo de nematoides em sistemas de culturas anuais e na recuperação de pastagens degradadas. **InteRural** v.27, p.34-41, 2009.

SILVA, G.S.; FERRAZ, S.; SANTOS, J.M. Atração, penetração e desenvolvimento de larvas de *Meloidogyne javanica* em raízes de *Crotalaria spp*. **Nematologia Brasileira**, v.13, p.151-163, 1989.

SILVA, P.R.F.; WENDT, W.; ROCHA, A. B.; Manejo do solo e adubação na cultura do girassol em sucessão à aveia preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, p.641-47, 1997.

WANG, K.H.; SIPES, B.S.; SCHMITT, D.P. *Crotalaria* as a cover crop for nematode management: a review. **Nematropica**, v.32, p.35-57, 2002.

WHITEHEAD, A. G. Plant nematode control. New York. **CAB International**, 1998. 363p.

Quadro 1. Croqui da área experimental dos dois sistemas de cultivo, nas quatro safras, avaliações soja. Chapadão do Sul - MS, 2015.

Safras	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
	Soja	Soja	Soja	Soja
Monocultivo	Soja	Soja	Soja	Soja
Rotação	Milho	Soja	Milho	Soja

Tabela 1. Produtividade de grãos de soja (sc ha^{-1}) nos sistemas SSSS x MSMS x Safra 2011/12 e Safra 2013/14. Chapadão do Sul, MS, 2015.

Período	Sistema de cultivo	
	SSSS	MSMS
Safra 2011/12	52,1bB	54,1bA
Safra 2013/14	68,2aA	65,8aB

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

Tabela 2. Produtividade de grãos de soja (sc ha⁻¹), nas safras 2011/12 e 2013/14, em função do uso de culturas de cobertura na entressafra. Chapadão do Sul, MS, 2015.

Culturas de cobertura	Produtividade	
	---sc ha ⁻¹ ---	
	Safra 2011/12	Safra 2013/14
1-Pousio	57,1 aB	66,4 cA
2- <i>Stylosanthes capitata</i>	54,6 bB	62,3 dA
3- <i>Crotalaria ochroleuca</i>	49,1 dB	68,4 bA
4- <i>Crotalaria spectabilis</i>	52,8 cB	67,4 bA
5-Nabo	53,1 cB	66,9 bA
6-Milheto	53,6 bB	65,3 cA
7- <i>Urochloa decumbens</i>	53,9 bB	65,8 cA
8- <i>Urochloa brizantha</i>	52,0 cB	69,5 aA
9- <i>Urochloa ruziziensis</i>	52,4 cB	70,6 aA
10-Sorgo	52,8 cB	67,5 bA
CV (%)	3,32	
Média	60,07	

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

Tabela 3. Produtividade de grãos de soja (sc ha^{-1}), em dois sistemas de cultivo (SSSS x MSMS), em função do uso de culturas de cobertura na entressafra. Chapadão do Sul, MS, 2015.

Culturas de cobertura	Produtividade	
	--- sc ha^{-1} ---	
	SSSS	MSMS
1-Pousio	64,7 aA	58,8 bB
2- <i>Stylosanthes capitata</i>	59,3 bA	57,7 bA
3- <i>Crotalaria ochroleuca</i>	59,3 bA	58,2 bA
4- <i>Crotalaria spectabilis</i>	60,0 bA	60,2 aA
5-Nabo	59,3 bA	60,7 aA
6-Milheto	57,8 bB	61,2 aA
7- <i>Urochloa decumbens</i>	60,2 bA	59,4 bA
8- <i>Urochloa brizantha</i>	60,7 bA	60,8 aA
9- <i>Urochloa ruziziensis</i>	61,0 bA	62,0 aA
10-Sorgo	59,6 bA	60,6 aA
CV (%)	3,32	
Média	60,07	

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

Tabela 4. Análises nematológicas realizadas no solo, na raiz da soja e na raiz das coberturas, safra 2011/12, em função do uso de culturas de cobertura na entressafra. Chapadão do Sul, MS, 2015.

Coberturas	N° de nematoides em 100 cm ⁻³ de solo		N° de nematoides em 10 g de raiz de soja		N° de nematoides em 10 g de raiz de coberturas	
	SSSS	MSMS	SSSS	MSMS	SSSS	MSMS
1-Pousio	60,0 aA	125,0 bB	7.320,0 bB	5.222,5 aA	267,7 bA	192,5bB
2- <i>S. capitata</i>	552,5 eB	128,7 bA	10.565,0 dB	4.462,5 aA	17,5 aA	182,5 bB
3- <i>C. ochroleuca</i>	530,0 eB	25,0 aA	11.200,0 dB	7.167,5 cA	360,7 cA	800,0 dB
4- <i>C. spectabilis</i>	440,0 dB	73,7 aA	6.884,0 bA	6.472,0 bA	25,5 aA	200,0 bB
5-Nabo	226,5 cB	57,5 aA	8.160,0 cB	6.406,2 bA	16,7 aA	12,5 aA
6-Milheto	155,0 bB	56,2 aA	8.493,7 cA	7.455,0 cA	591,2 dA	1.191,2 eB
7- <i>U. decumbens</i>	248,7 cB	25,0 aA	9.820,0 dB	5.787,5 bA	356,7cB	63,7 aA
8- <i>U. brizantha</i>	277,5 cB	120,0 bA	10.312,5 dA	9.065,0 dA	371,0 cA	313,7 cA
9- <i>U. ruziziensis</i>	120,0 bB	56,5 aA	4.702,5 aA	9.302,5 dB	457,5 cA	426,2 cA
10-Sorgo	266,2 cB	81,2 aA	9.377,5 dA	8.184,0 cA	900,0 eA	1.438,2 fB
CV (%)	23,82		11,37		20,99	
Média	181,27		7.818,01		459,27	

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

Tabela 5. Análises nematológicas realizadas no solo, na raiz da soja e na raiz das coberturas, safra 2013/14, em função do uso de culturas de cobertura na entressafra. Chapadão do Sul, MS, 2015.

Coberturas	Nº de nematoides em 100 cm ⁻³ de solo		Nº de nematoides em 10 g de raiz de soja		Nº de nematoides em 10 g de raiz de coberturas	
	SSSS	MSMS	SSSS	MSMS	SSSS	MSMS
1-Pousio	18,7 dB	5,0 bA	4.680,0 eA	6.867,5 eB	0,0 aA	0,0 aA
2- <i>S. capitata</i>	20,0 dB	0,0 aA	5.187,5 fA	7.812,0 gB	2,5 aA	32,2 cB
3- <i>C. ochroleuca</i>	10,0 cB	0,0 aA	2.625,0 cA	7.419,7 fB	7,5 aA	20,7 bA
4- <i>C. spectabilis</i>	0,0 aA	0,0 aA	2.512,5 cA	6.909,2 eB	2,5 aA	73,2 eB
5-Nabo	5,0 bB	0,0 aA	3.505,0 dA	5.273,0 cB	12,5 aA	25,0 bA
6-Milheto	0,0 aA	30,0 fB	3.690,0 dA	8.507,0 hB	30,0 bA	53,2 dB
7- <i>U. decumbens</i>	5,0 bA	15,0 dB	1.291,7 bA	5.397,5 cB	32,5 bA	43,7 dA
8- <i>U. brizantha</i>	0,0 aA	22,5 eB	2.621,7 cA	5.773,2 dB	77,5 cA	432,5 hB
9- <i>U. ruziziensis</i>	0,0 aA	10,0 cB	795,0 aB	147,2 aA	268,2 eA	307,5 gB
10-Sorgo	5,0 bA	55,0 gB	2.285,0 cA	4.855,0 bB	230,0 dB	105,0 fA
CV (%)	16,01		5,23		12,55	
Média	10,06		4.407,75		87,82	

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

CAPÍTULO 2 - Comportamento de *Pratylenchus brachyurus* na cultura do milho em sucessão a diferentes coberturas do solo na entressafra

Alexandra Botelho de Lima Abreu¹ e Sebastião Ferreira de Lima²

¹Fundação de Apoio à Pesquisa de Chapadão do Sul, Rod BR 060, km 011, Caixa Postal 039, CEP 79.560-000 Chapadão do Sul, MS. ²Universidade Federal de Mato Grosso do Sul UFMS- Campus de Chapadão do Sul - Rod MS 306, Km 105, Caixa Postal 112, CEP 79.560-000 Chapadão do Sul, MS. E-mail: alexandra@fundacaochapadao.com.br, sebastiao.lima@ufms.br

Resumo – Na região Centro-Oeste do Brasil, a população de nematoides das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) vem crescendo significativamente nos últimos anos em decorrência do aumento da exploração agrícola dessas áreas. Esses parasitas estão amplamente distribuídos e trazem diversos danos às culturas. O objetivo do presente estudo foi o de avaliar o efeito de plantas de coberturas sucessoras ao plantio de milho, em monocultivo (MMMM) e de milho em sistema de rotação com soja (SMSM), visando o manejo do nematoide das lesões radiculares (*P. brachyurus*), em sistema de plantio direto. O trabalho foi implantado em área pertencente à Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Chapadão. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 10 (sistemas de cultivo x culturas de cobertura) e quatro repetições. As coberturas foram semeadas logo após a colheita do milho e da soja. Quando se utilizou o sistema MMMM as maiores produtividades foram obtidas com *Urochloa ruziziensis*. Para SMSM, as coberturas Nabo-ferrageiro e *Urochloa decumbens* propiciaram maior produtividade de grãos de milho. A população de nematoides varia muito em função do tempo de cultivo da cobertura e das coberturas utilizadas em cada sistema.

Termos para indexação: Nematoide das lesões radiculares. Culturas de cobertura. Rotação de culturas.

CHAPTER 2 - *Pratylenchus brachyurus* behavior in maize crop succeeding to different soil covers in the intercropping

Abstract – In the Midwest of Brazil, the population of nematodes root lesions (*Pratylenchus brachyurus*) has been growing significantly in recent years a result of increased farm these areas. These parasites are widely distributed and bring many crop damage. The aim of this study was to evaluate the effect of cover crops succeeding to maize in monoculture (MMMM) and maize in rotation with soybean (MSMS), aimed at *P. brachyurus* management, in no-till system. The study was implemented in na area that belongs to Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Chapadão. The experimental design was a randomized block factorial 2 x 10 (cropping systems x covering cultures) and four replications. The cover crops have been grown after the harvest of maize and soybean. When using the system MMMM the largest yields were obtained with *Urochloa ruziziensis*. In the SMSM system, Oilseed radish and *Urochloa decumbens* showed larger yield of corn grains. The population of nematodes varies depending on the cultivation time coverage and covers used in each system.

Index terms: Root lesion nematode. Culture rotation. Covering cultures.

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é uma das plantas cultivadas de maior interesse econômico, encontra-se amplamente disseminada no Brasil e no mundo, tem como Centro de Origem a região do México (Magalhães et al., 2003).

Cultivado em todo o território nacional, com 15,83 milhões de ha, o milho ganha destaque no Centro Oeste com 6,2 milhões de ha, sendo que o estado do Mato Grosso do Sul apresenta uma área cultivada de 1,5 milhões ha. É exportado pelo Brasil para países como, Irã, Vietnã e Argélia (Conab, 2014).

Nas décadas de 1980 e 1990 houve a introdução do sistema de semeadura direta (SSD) ao cerrado brasileiro, tal fato foi um marco relevante, já que proporcionou grandes transformações tecnológicas da agricultura como: proteção do solo contra a erosão, aumento da fertilidade e da produtividade assim como redução de custo de produção. Porém, a rotação de culturas nas áreas produtoras sob o SSD criou uma questão técnica a mais: o cultivo de culturas de entressafra utilizadas para obtenção de palhada, as chamadas culturas de cobertura, podem ser hospedeiras de nematoides daninhos à cultura principal (Inomoto et. al., 2007)

Por muitos anos o milho foi considerado uma planta rústica, hoje, no entanto, a ampliação do seu cultivo proporcionou também o aumento da ocorrência de pragas e doenças (Pereira et al., 2005). Os danos causados por nematoides variam de acordo com o gênero, população, condições do solo e idade da planta de milho. Os sistemas radiculares parasitados são menos eficientes na absorção de água e nutrientes da solução do solo. Consequentemente, a planta tem seu crescimento reduzido, apresenta sintomas de deficiências minerais e quedas de produtividade (Pinto, 2007).

Dos nematoides que parasitam o milho os do gênero *Pratylenchus* sp. são os de maior importância devido à patogenicidade, à distribuição e à alta densidade populacional, com

destaque para as espécies de *Pratylenchus brachyurus* e *Pratylenchus zeae* (Lordello, 1984). A ocorrência de *P. zeae* tem se destacado, tanto pelos danos causados à cultura quanto pela ampla disseminação e incidência em áreas produtoras do Mato Grosso do Sul. Este nematoide permanece ativo e vermiforme por todo o seu ciclo de vida, entram e saem das raízes, provocando lesões e ovopositando, lesões estas, que servem como porta de entrada para fungos e bactérias (Costa et al., 2009), além de redução de comprimento e pesos das raízes, amarelecimento foliar, subdesenvolvimento e menor número de brotações e perfilhos.

Em áreas infestadas, o manejo tem sido feito com base em três métodos: químico, genético e cultural. O manejo com nematicidas apresenta eficiência variável, são empregados no tratamento de sementes ou nos sulcos de plantio, porém devem ser associados a outras táticas. (Costa et al., 2009). Inomoto et al. (2007), afirmam que no manejo de fitonematoides devem-se considerar os diferentes aspectos do desenvolvimento da cultura associado às práticas de manejo, que visam diminuir os danos, procurando interromper a dispersão e acompanhar o desenvolvimento populacional dos mesmos.

Diante deste cenário, o presente estudo buscou avaliar o comportamento do nematoide *Pratylenchus brachyurus* na cultura do milho semeado em monocultivo e em rotação com a soja em sucessão a diferentes coberturas de solo.

Material e Métodos

O presente estudo foi implantado na área experimental da Fundação Chapadão, com coordenadas geográficas S 018° 41' 33" e W 052° 40' 45", situada a uma altitude média de 810 m, localizada no município de Chapadão do Sul – MS, no período de outubro de 2011 a agosto de 2014. O clima da região é definido como tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno (Kottek et al., 2006).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 10 (sistemas de cultivo x culturas de cobertura) e quatro repetições. As parcelas foram constituídas de 6 metros de largura com 5 metros de comprimento, considerando-se como área útil 12 metros quadrados. As coberturas foram semeadas logo após a colheita do milho e da soja.

Os sistemas de cultivo adotados foram milho em monocultivo MMMM e em rotação com soja SMSM. No sistema MMMM foi feita a semeadura do milho em 2010/11, após a colheita foram semeadas as coberturas, depois na safra 2011/12 foi semeado novamente a cultura da soja e depois as coberturas e assim sucessivamente até a safra 2013/14, portanto, cada letra do sistema representa uma safra de cultivo. Para o sistema SMSM seguiu-se o mesmo procedimento, no entanto, a letra S representa a cultura da soja, caracterizando a rotação de culturas. Para a avaliação foram utilizadas as safras 2011/12 e 2013/14 nos dois sistemas, porque foi onde coincidiram as produções de milho (Quadro 2).

As coberturas utilizadas foram: *Stylosanthes capitata*, *Crotalaria ochroleuca*, *Crotalaria spectabilis*, Nabo-forrageiro, Milheto, *Urochloa decumbens*, *Urochloa brizantha*, *Urochloa ruziziensis*, Sorgo além de Pousio.

A adubação foi realizada conforme recomendações obtidas da análise de solo. Nas safras 2011/12, 2012/13 e 2013/14, em área de cultivo de milho foi usado 400 kg ha⁻¹ do formulado (N-P-K) 08-24-12, e em cobertura foi usado 100 kg ha⁻¹ de KCl e 330 kg ha⁻¹ do formulado (N-P-K) 33-00-00, parcelado em duas aplicações, e em área de cultivo de soja, foi utilizado 130 kg ha⁻¹ de Super Triplo na semeadura e 120 kg ha⁻¹ de KCl em cobertura.

O sistema de produção adotado foi de semeadura direta, utilizando, tanto para o milho, como para a soja, o espaçamento de 0,45 metros entre fileiras. A população de plantas de milho, DKB 390 foi de 60 mil plantas ha⁻¹ de plantas de soja, Anta 82 RR foi de 400 mil plantas ha⁻¹.

O procedimento utilizado para extração de nematoides do solo foi o de flutuação centrífuga com solução de sacarose (Jenkins, 1964). Para extração dos nematoides da raiz utilizou-se a metodologia de Coolen & D'Herde (1972). A identificação e contagem dos espécimes foram realizadas, com auxílio de câmara de Peters, sob microscópio ótico comum.

Foram avaliadas as produtividades de grãos de milho nas safras 2011/12 e 2013/14 e a população de nematoides no solo e nas raízes de milho nas mesmas safras. Para as coberturas foi avaliada a população de nematoides apenas nas raízes das plantas de cobertura.

Foram realizadas as análises de variância individuais para cada experimento. Em seguida, verificou-se a pressuposição da homogeneidade de variâncias que consiste na divisão do maior pelo menor quadrado médio dos resíduos das análises individuais. Quando o resultado obtido é inferior a sete, propicia-se a análise conjunta dos experimentos. Nesse caso foi possível apenas para a produtividade de grãos da soja. As médias de safras e sistemas de cultivo foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% e as médias entre as coberturas foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, também a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Na safra 2011/12, o sistema de rotação soja-milho (SMSM) apresentou maior produtividade que o monocultivo de milho (MMMM), diferindo da safra 2013/14, onde o sistema milho sobre milho apresentou-se mais produtivo quando comparado a milho sobre soja (Tabela 6).

Na safra 2011/12 as coberturas que apresentaram maior produtividade foi *S. capitata* e *C. ochroleuca*, já na safra 2013/14 foi Nabo-ferrageiro, *Urochloa ruziziensis* e Sorgo. Considerando-se o desdobramento da interação dos anos, safra 2011/12 x safra 2013/14 para coberturas dentro das safras, verifica-se que a produtividade de grãos de milho

foi maior na safra 2013/14, em quase todos os tratamentos, exceto quando se utilizou *Stylosanthes capitata* (Tabela 7). Tal fato pode estar relacionado aos benefícios físicos, químicos, biológicos, assim como a redução de fitonematoides, que o uso de coberturas ou o pousio, em sucessão à cultura de verão podem promover ao longo dos anos. Estudos realizados por Silva et al., (1997), comprovaram que o sistema plantio direto e o estabelecimento de culturas de inverno para cobertura do solo são as técnicas que têm adquirido importância na manutenção e na melhoria das produtividades das culturas de verão.

Considerando-se o sistema MMMM (Tabela 8), a maior produtividade de soja foi obtida com *U. ruziziensis*, diferente do observado em SMSM, onde Nabo-forrageiro e *U. decumbens* apresentaram incrementos produtivos. Verificou-se que os tratamentos *C. ochroleuca*, Milheto e *U. ruziziensis* apresentaram diferenças estatísticas entre os sistemas quanto à produtividade.

Na Tabela 9 estão apresentadas as análises nematológicas realizadas no solo, na raiz do milho e na raiz das coberturas, safra 2011/13. Observou-se que no sistema MMMM as coberturas que apresentaram menor número de *P. brachyurus* em 100 centímetros cúbicos (cc) de solo foram: *C. ochroleuca* e *C. spectabilis*, já no sistema SMSM foram: *U. decumbens* e Sorgo. A redução populacional de nematoides pode ocorrer devido à decomposição do material vegetal, liberando compostos nematicidas no solo ou devido ao incremento da microfauna e flora antagônicas na matéria orgânica (Gonzaga e Ferraz, 1994, Barbosa et al., 1999). Quase todas as plantas de cobertura apresentaram diferenças entre os sistemas (MMMM x SMSM), exceto o Pousio e *U. ruziziensis*.

Para a variável nematoide na raiz de milho, *C. ochroleuca* apresentou a menor população de *P. brachyurus* em ambos os sistemas. Debiasi et al. (2012), recomendam a integração de culturas de cobertura utilizando *C. ochroleuca* como opção para reduzir a

população de *P. brachyurus* na entressafra. Os sistemas apresentaram diferenças para quase todas as coberturas exceto *S. capitata* e *C. ochroleuca* (Tabela 9).

Em relação ao número de nematoides nas raízes das coberturas, nos dois sistemas (MMMM e SMSM), Pousio e *S. capitata* não apresentaram nematoides em suas raízes. Os resultados obtidos neste estudo concordam com os resultados de Chachar & Huang (1981), onde o *Stylosanthes* também não proporcionou a multiplicação de *P. brachyurus*. O *Stylosanthes* assim como outros adubos verdes, melhoram as condições físico-químicas do solo após sua decomposição, além de liberar produtos tóxicos a fitonematoides (Santos *et al.*, 2011). O sorgo foi a cobertura que mais aumentou a densidade de nematoides. Portanto é uma cobertura vegetal que deve ser evitada em áreas com *P. brachyurus*. Sharma e Medeiros (1982) testaram 16 genótipos de sorgo e verificaram a suscetibilidade dos materiais ao nematoide. Ao compararmos os sistemas, Pousio, *S. capitata* e *C. ochroleuca* não apresentaram diferenças significativas entre os sistemas. (Tabela 9).

Na Tabela 10 estão apresentadas as análises nematológicas realizadas no solo, na raiz do milho e na raiz das coberturas para a safra 2013/14. Verificou-se que a maioria das coberturas não apresentou nematoides no solo, exceto Pousio e *C. ochroleuca* no MMMM, e *C. spectabilis* e *U. decumbens*, no SMSM. Pousio, *C. ochroleuca*, *C. spectabilis* e *U. decumbens* apresentaram diferenças entre os sistemas.

Para nematoide na raiz de milho, no sistema MMMM, *U. ruziziensis* e Sorgo e no sistema SMSM, *U. brizantha* e *U. ruziziensis* foram as coberturas que apresentaram menores números de *P. brachyurus* em 10g de raiz de milho. No caso de gramíneas como *U. ruziziensis* e *U. brizantha*, em campo, têm sido observadas maiores populações, mas com os benefícios de grande volume de palhada, como citados por Stanton *et al.* (1989). Ao comparar os sistemas, quase todas as coberturas apresentaram diferenças entre os sistemas, exceto *Urochloa decumbens* (Tabela 10).

Em relação ao número de nematoides nas raízes das coberturas, em ambos os sistemas, o Pousio não apresentou nematoides. Houve semelhança entre os sistemas em Pousio e *C. spectabilis* (Tabela 10).

Conclusões

O maior número de safras e coberturas melhora a produtividade de grãos de milho. Assim, a cultura sobre três safras e três coberturas foi mais produtiva do que cultivada sobre uma safra e uma cobertura. Nessa condição, as coberturas com Nabo-forrageiro, *U. ruziziensis* e Sorgo proporcionam maior produtividade de grãos de milho;

Quando se utiliza o sistema em monocultivo com coberturas antecedendo o milho, a maiores produtividades foram obtidas com *U. ruziziensis*. Para o sistema de rotação MSMS, as coberturas Nabo-ferrageiro e *U. decumbens* propiciaram maior produtividade de grãos de milho;

A população de nematoides varia muito em função do tempo de cultivo da cobertura e das coberturas utilizadas em cada sistema de cultivo.

Referências

- BARBOSA, L. C. A.; BARCELOS, F. F.; DEMUNER, A. J.; SANTOS, M. A. Chemical constituents from *Mucuna aterrima* with activity against *Meloidogyne incognita* and *Heterodera glycines*. **Nematropica**. v.29, p.81-88, 1999.
- CHARCHAR, J. M.; HUANG, C. S. Círculo dos hospedeiros de *Pratylenchus brachyurus* III: Plantas diversas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.6, n.3, p.469-473, 1981.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra 2013/2014: Décimo segundo levantamento**. Brasília: Ministério da Agricultura, 151p., 2014.
- COOLEN, W. A., D'HERDE, C. J. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent: **State Agriculture Research Center**, 1972.
- COSTA, M.J.N.; ROCHA, J.Q.; PASQUALLI, R.M. Vilão em alta. Revista Cultivar Grandes Culturas, Pelotas, p.12-14, mar. 2009.
- DEBIASI, H.; Morais, M. T.; Franchini, J. C.; Dias, W. P.; Silva, J. F. V.; Ribas, N. R. Manejo do solo para controle cultural do nematoide das lesões radiculares na entressafra da soja. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 33., 2012, Uberlândia. **Anais**. Viçosa: UFV, 2012, p. 26-29.
- GONZAGA, V.; FERRAZ, S. Efeito da incorporação d aparte aérea de algumas espécies no controle de *Meloidogyne incognita* raça 3. **Nematologia Brasileira**. v.18, p. 42-49, 1994.
- INOMOTO, M.M.; MACHADO, A.C.Z.; ANTEDOMENICO, S.R. Reação de *Brachiaria spp.* e *Panicum maximum* a *Pratylenchus brachyurus*. **Fitopatologia Brasileira**. 2007, vol.32, n.4, p.341-344.

JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v. 48, n. 9, p. 692, 1964.

KOTTEK, M., GRIESER, J., BECK, C., RUDOLF, B & F. RUBEL. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated, **Meteorologische Zeitschrift**, p.259-263. 2006.

LORDELLO, L. G. E. **Nematoides das plantas cultivadas**. 8. Ed. São Paulo: Nobel, 1984. 121p.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Circular técnica 22. Embrapa, Sete Lagoas, Dezembro, 2003.

PEREIRA, O. A. P.; CARVALHO, R. V. de; CAMARGO, L. E. A. Doenças do milho. In. **Manual de Fitopatologia**. v.2, 4 ed., São Paulo, 2005, p.477-488.

PINTO, N. F. J. A. Cultivo do milho: Doenças causadas por nematoides. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2007.

SANTOS, T. F. S.; RIBEIRO, N.R.; POLIZEL, A. C.; MATOS, D. S.; FAGUNDES, E. A. A. Controle de *Pratylenchus brachyurus* sem esquema de rotação/sucessão com braquiária e estilosantes. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, n.13, 2011, p.248-254.

SHARMA, R. D.; MEDEIROS, A. C. S. Reações de alguns genótipos de sorgo sacarino aos nematoides *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, n.5, p.697-701, 1982.

SILVA, P.R.F.; WENDT, W.; ROCHA, A. B.; Manejo do solo e adubação na cultura do girassol em sucessão à aveia preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.6, p.641-47, 1997.

STANTON, J.M.; SIDDIQI, M.R.; LENNE, J.M. Plant parasitic nematodes associated with tropical pastures in Colombia. **Nematropica**, v.19, n.25, p.169-175, 1989.

Quadro 2. Croqui da área experimental dos dois sistemas de cultivo, nas quatro safras, avaliações milho. Chapadão do Sul - MS, 2015.

Safras	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
	Milho	Milho	Milho	Milho
Monocultivo	Milho	Milho	Milho	Milho
Rotação	Soja	Milho	Soja	Milho

Tabela 6. Produtividade de grãos de milho (sc ha^{-1}) nos sistemas MMM x SMSM x Safra 2011/12 e Safra 2013/14. Chapadão do Sul, MS, 2015.

Período	Sistema de cultivo	
	MMMM	SMSM
Safra 2011/12	173,0 bB	184,5 bA
Safra 2013/14	213,6aA	188,7aB

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

Tabela 7. Produtividade de grãos de milho (sc ha⁻¹), nas safras 2011/12 e 2013/14, em função do uso de culturas de cobertura na entressafra. Chapadão do Sul, MS, 2015.

Culturas de cobertura	Produtividade	
	---sc ha ⁻¹ ---	
	Safra 2011/12	Safra 2013/14
1-Pousio	176,5 bB	184,2cA
2- <i>Stylosanthes capitata</i>	195,2 aA	176,9dB
3- <i>Crotalaria ochroleuca</i>	191,5 aA	187,0cA
4- <i>Crotalaria spectabilis</i>	172,8 bB	201,0bA
5-Nabo	177,8bB	216,5aA
6-Milheto	176,0bB	192,8cA
7- <i>Urochloa decumbens</i>	181,0bB	210,2bA
8- <i>Urochlobrizantha</i>	173,6bB	205,5bA
9- <i>Urochloa ruziziensis</i>	180,3bB	221,7aA
10-Sorgo	163,4cB	215,8aA
CV (%)	3,95	
Média	189,97	

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

Tabela 8. Produtividade de grãos de milho (sc ha⁻¹), em dois sistemas de cultivo (SSSS x MSMS), em função do uso de culturas de cobertura na entressafra. Chapadão do Sul, MS, 2015.

Culturas de cobertura	Produtividade	
	---sc ha ⁻¹ ---	
	MMMM	SMSM
1-Pousio	181,1 dA	179,7 cA
2- <i>Stylosanthes capitata</i>	184,8 dA	187,2 bA
3- <i>Crotalaria ochroleuca</i>	200,4 bA	178,2 cB
4- <i>Crotalaria spectabilis</i>	187,8 cA	185,9 bA
5-Nabo	197,8 bA	196,6 aA
6-Milheto	189,5 cA	179,3 cB
7- <i>Urochloa decumbens</i>	195,5 bA	195,3 aA
8- <i>Urochloa brizantha</i>	192,3 cA	186,7 bA
9- <i>Urochloa ruziziensis</i>	211,8 aA	190,1bB
10-Sorgo	192,6 cA	186,7 bA
CV (%)	3,95	
Média	189,97	

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

Tabela 9. Análises nematológicas realizadas no solo, na raiz de milho e na raiz das coberturas, safra 2011/12, em função do uso de culturas de cobertura na entressafra. Chapadão do Sul, MS, 2015.

Coberturas	Nº de nematoides em 100 cm ⁻³ de solo		Nº de nematoides em 10 g de raiz de soja		Nº de nematoides em 10 g de raiz de coberturas	
	MMMM	SMSM	MMMM	SMSM	MMMM	SMSM
1-Pousio	37,5 cA	40,0 cA	607,5 bB	447,5 bA	0 aA	0 aA
2- <i>S. capitata</i>	46,2 dA	56,2 eB	603,2 bA	621,2 cA	0 aA	0 aA
3- <i>C. ochroleuca</i>	16,2 aA	26,2 bB	173,7 aA	133,7 aA	115 dA	122,5 dA
4- <i>C. spectabilis</i>	15,0 aA	30,0 bB	970,0 dB	730,0 cA	75 cB	33,7 bA
5-Nabo	36,2 cA	70,0 fB	1.335,0 fB	945,0 dA	31,2 bA	73,0 cB
6-Milheto	57,5 eA	125,0 gB	770,0 cA	1.175,0 eB	370 gA	605,0 hB
7- <i>U. decumbens</i>	68,7 fB	8,7 aA	1.052,5 eB	715,0 cA	135 eA	483,7 gB
8- <i>U. brizantha</i>	30,0 bA	50,0 dB	816,5 cA	3.002,5 gB	102,5 dA	140,0 eB
9- <i>U. ruziziensis</i>	37,5 cA	43,0 cA	920,0 dA	1.410,0 fB	195,0 fA	297,5 fB
10-Sorgo	47,5 dB	15,0 aA	955,0 dB	775,0 cA	722,5 hA	855,0 iB
CV (%)	11,04		4,63		4,25	
Média	42,84		907,92		217,84	

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

Tabela 10. Análises nematológicas realizadas no solo, na raiz de milho e na raiz das coberturas, safra 2013/14, em função do uso de culturas de cobertura na entressafra. Chapadão do Sul, MS, 2015.

Coberturas	Nº de nematoides em 100 cm ⁻³ de solo		Nº de nematoides em 10 g de raiz de milho		Nº de nematoides em 10 g de raiz de coberturas	
	MMMM	SMSM	MMMM	SMSM	MMMM	SMSM
1-Pousio	10,0 bB	0,0 aA	548,5 hB	331,2fA	0,0 aA	0,0 aA
2- <i>S. capitata</i>	0,0 aA	0,0 aA	428,5 fB	292,5eA	50,0 cB	15,0 bA
3- <i>C. ochroleuca</i>	15,0 cB	0,0 aA	480,0 gA	540,0hB	82,5 dB	30,0 cA
4- <i>C. spectabilis</i>	0,0 aA	5,0 cB	467,5 gB	355,0gA	29,2 bA	36,2 cA
5-Nabo	0,0 aA	0,0 aA	408,2 eB	135,0cA	48,2 cA	72,5 dB
6-Milheto	0,0 aA	0,0 aA	330,0 dB	120,0 bA	317,5hB	265,0 fA
7- <i>U. decumbens</i>	0,0 aA	2,5 bB	123,2 bA	115,0 bA	152,0 fA	305,0 gB
8- <i>U. brizantha</i>	0,0 aA	0,0 aA	258,0 cB	30,0 aA	110,0 eA	479,5 iB
9- <i>U. ruziziensis</i>	0,0 aA	0,0 aA	72,7 aB	27,5 aA	155,0 fA	467,5 hB
10-Sorgo	0,0 aA	0,0 aA	67,5 aA	175,0dB	270,0gB	174,0 eA
CV (%)	33,71		4,39		5,31	
Média	1,62		265,27		152,96	

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