KETHELIN CRISTINE LAURINDO DE OLIVEIRA

DISTRIBUIÇÃO POPULACIONAL DO NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES EM ÁREAS PRODUTIVAS DO ESTADO DE MATO GROSSO NO PERÍODO DE 2006 A 2015 E O CONTROLE BIOLÓGICO DE *Pratylenchus brachyurus* NA CULTURA DA SOJA

TANGARÁ DA SERRA/MT – BRASIL

2017

KETHELIN CRISTINE LAURINDO DE OLIVEIRA

DISTRIBUIÇÃO POPULACIONAL DO NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES EM ÁREAS PRODUTIVAS DO ESTADO DE MATO GROSSO NO PERÍODO DE 2006 A 2015 E O CONTROLE BIOLÓGICO DE *Pratylenchus brachyurus* NA CULTURA DA SOJA

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Dejânia Vieira de Araújo

TANGARÁ DA SERRA/MT - BRASIL

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte

O46d Oliveira, Kethelin Cristine Laurindo de.
Distribuição Populacional Do Nematoide Das Lesões Radiculares Em Áreas Produtivas Do Estado De Mato Grosso No Período De 2006 A 2015 E O Controle Biológico De *Pratylenchus brachyurus* Na Cultura Da Soja. – Mato Grosso. -- Tangará da Serra – MT / Kethelin Cristine Laurindo De Oliveira. 2017.
61 f.

Orientador: Dr(a). Dejânia Vieira de Araujo.
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ambientes e Sistemas de Produção Agrícola. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT – Campus de Tangará da Serra/MT, 2017.

1. Trichoderma asperellum. 2. Bacillus subtilis. 3. Paecilomyces lilacinus. 4. Adubação biológica. I. Título.

CDU 57(817.2)

Bibliotecária: Suzette Matos Bólito – CRB1/1945.

KETHELIN CRISTINE LAURINDO DE OLIVEIRA

DISTRIBUIÇÃO POPULACIONAL DO NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES EM ÁREAS PRODUTIVAS DO ESTADO DE MATO GROSSO NO PERÍODO DE 2006 A 2015 E O CONTROLE BIOLÓGICO DE *Pratylenchus brachyurus* NA CULTURA DA SOJA

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 23 de janeiro de 2017.

Banca Examinadora

_____
Profa. Dra. Dejânia Vieira de Araújo (Orientadora)
Universidade do Estado de Mato Grosso- UNEMAT.

_____
Prof. Dr. Humberto Franco Shiomi (Membro externo)
Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT

_____
Profa. Dra. Sandra Mara Alves da Silva Neves (Membro interno)
Universidade do Estado de Mato Grosso- UNEMAT.

TANGARÁ DA SERRA/MT - BRASIL

2017

Dedico,

A Deus e a Nossa Senhora Aparecida,

Por sempre me conceder sabedoria nas escolhas dos melhores caminhos, coragem para acreditar, força para não desistir e proteção para me amparar.

À Minha família,

Por me apoiarem nesta caminhada, darem força para não desistir e compreenderem a minha ausência em momentos importantes de nossas vidas.

“Muitos fracassados na vida são pessoas que não perceberam que estavam tão perto do sucesso e preferiram desistir”.

“*Thomas Edison*”

SUMÁRIO

RESUMO 8
ABSTRACT 9
INTRODUÇÃO GERAL 8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 12
Distribuição populacional do nematoide das lesões radiculares em áreas produtivas do estado de Mato Grosso no período de 2006 a 2015 15
- **RESUMO** 15
- **ABSTRACT** 16
- **INTRODUÇÃO** 17
- **MATERIAL E MÉTODOS** 18
- **RESULTADOS** 19
- **DISCUSSÃO** 29
- **CONCLUSÕES** 33
- **AGRADECIMENTOS** 34
- **REFERÊNCIAS** 34

Manejo biológico de *Pratylenchus brachyurus* na cultura da soja 39
- **RESUMO** 39
- **ABSTRACT** 40
- **INTRODUÇÃO** 41
- **MATERIAL E MÉTODOS** 42
  - **Obtenção do inóculo de *Pratylenchus brachyurus*** 42
  - **Condução do experimento em casa de vegetação** 43
  - **Variáveis analisadas** 44
  - **Densidade populacional de *Pratylenchus brachyurus*** 44
  - **Avaliação agronômica e de produtividade** 45
  - **Variáveis microbiológicas do solo** 45
  - **Análise estatística** 46
- **RESULTADOS E DISCUSSÃO** 46
- **CONCLUSÕES** 56
- **AGRADECIMENTOS** 56
- **REFERÊNCIAS** 56

CONSIDERAÇÕES FINAIS 61

RESUMO
Em várias regiões produtoras de soja no Brasil, em especial no estado de Mato Grosso, são frequentes relatos da ocorrência de nematoides do gênero *Pratylenchus* associados à perdas na produtividade das lavouras. Diante deste cenário, neste trabalho objetivou-se determinar a distribuição populacional do *Pratylenchus* spp. nos anos de 2006 a 2015 no estado de Mato Grosso, visando conhecer sua distribuição e desenvolvimento no Estado e avaliar a eficiência de produtos biológicos associados à adubação biológica sobre a população de *Pratylenchus brachyurus* na cultura da soja. Através do banco de dados da empresa Plante Certo analisou-se a abundância, frequência de ocorrência, autocorrelação de *Pratylenchus* spp. e elaborou-se mapas da distribuição populacional do nematoide neste período. Também analisou-se a temperatura média e a pluviosidade anual através de dados cedidos pelo INMET, a área plantada e produtividade no estado de Mato Grosso através de dados históricos da CONAB. Foi observada a importância e relevância desse nematoide no Estado em razão de estar presente em 84,8% das amostras, obtendo perante a outros gêneros uma abundância de 75,7% de incidência. A área plantada no Estado aumentou, porém a produtividade não está acompanhando este avanço das áreas, com produtividade próxima a média de 3.405 Kg ha^{-1}. Os dados meteorológicos demostraram que o Estado possui clima favorável para o desenvolvimento de *Pratylenchus* spp., demostrando a importância de práticas de manejo associadas ao controle deste fitonematoide, tendo em vista que as perdas relacionadas ao *Pratylenchus* spp. podem chegar a 50% da produção. O experimento foi realizado em casa de vegetação, na UNEMAT, Campus de Tangará da Serra, com delineamento em blocos casualizados e fatorial 10 x 2 (tratamentos destinados ao controle de *P. brachyurus* associados ou não à adubação biológica), realizado em duas épocas de semeadura. Utilizou-se vasos de 8 kg de substrato esterilizado. Os tratamentos foram realizados via tratamento de sementes de soja (TMG 132RR). Avaliou-se a eficiência dos tratamentos: testemunha sem nematoides, testemunha com nematoides, *Trichoderma asperellum, Bacillus subtilis, Paecilomyces lilacinus, Bacillus subtilis + T. asperellum, B. subtilis + P. lilacinus, T. asperellum + P. lilacinus, B. subtilis + T. asperellum + P. lilacinus* e abamectina no controle de *P. brachyurus.* Determinou-se a quantificação da população final de *P. brachyurus* na raiz e no solo, altura, diâmetro do colo e características microbiológicas do solo aos 60 e 120 dias após semeadura (DAS), massa seca da parte aérea aos 60 DAS, número de vagens e produtividade aos 120 DAS. Os tratamentos biológicos apresentaram efeito nematicida aos 60 e 120 DAS, pois todos apresentaram melhores resultados que a testemunha com nematoides. Os tratamentos biológicos apresentaram melhores resultados aos 120 DAS e quando associados ao adubo biológico, verificou-se um acréscimo na eficiência. Na primeira época de semeadura as características agronômicas da planta apresentaram melhor desenvolvimento e produtividade com os tratamentos biológicos, não apresentando interação com a associação à adubação biológica. Na segunda época de semeadura houve diferença significativa somente na aplicação do adubo biológico. As características microbiológicas do solo apresentaram diferença significativa somente na segunda época de plantio, demonstrando que os produtos biológicos e a adubação biológica testados neste trabalho foram eficientes no controle de *P. brachyurus*, uma alternativa ao uso de produtos químicos por melhorar a microbiota do solo e não causarem danos ao meio ambiente.

Palavras-chave: *Trichoderma asperellum. Bacillus subtilis. Paecilomyces lilacinus.* Adubação biológica.

ABSTRACT
In several soybean growing regions in Brazil, especially in the state of Mato Grosso, there are frequent reports of nematodes of *Pratylenchus* associated to losses in crop yield. Because of this scenario, this work aimed to determine the distribution population of *Pratylenchus spp*. From 2006 to 2015 in the state of Mato Grosso, aiming to know its distribution and development in the State and to evaluate the efficiency of biological products associated to the biological fertilization on the population of *Pratylenchus brachyurus* in the soybean crop. The abundance, frequency of occurrence, and auto-correlation of *Pratylenchus spp*. Were analyzed through the Plante Certo company database. And maps of the population distribution of the nematode were elaborated in this period. Average of temperature and annual rainfall were also analyzed through the data provided by INMET, planted area and productivity in the state of Mato Grosso using historical data from CONAB. It was observed the importance and relevance of this nematode in the State because it is present in 84.8% of the samples, obtaining an abundance of 75.7% in relation to other genres. The area planted in the State has increased, but productivity is not following this area advances, with productivity near the average of 3,405 kg ha^{-1}. The meteorological data showed that the State has favorable weather for the development of *Pratylenchus spp*., demonstrating the importance of management practices associated to the control of this phytonematoid, considering that the losses related to *Pratylenchus* spp. can reach 50% of production. The experiment was carried out in a greenhouse at the UNEMAT, in Tangará da Serra, with a randomized block design and a factorial of 10×2 (treatments for the control of *P. brachyurus* associated or not with biological fertilization), carried out in two seasons of seeding. Vases of 8 kg of sterile substrate were used. The treatments were carried out via soybean seed treatment (TMG 132RR). The efficiency of the treatments was evaluated: control without nematodes, control with nematodes, *Trichoderma asperellum, Bacillus subtilis, Paecilomyces lilacinus, Bacillus subtilis + T. asperellum, B. subtilis + P. lilacinus, T. asperellum + P. lilacinus, B. subtilis + T. asperellum + P. lilacinus* and abamectin in the control of *P. brachyurus.* The determination of the final population of *P. brachyurus* in root and soil, height, diameter of the steam and microbiological characteristics of the soil at 60 and 120 days after sowing (DAS), aerial part from the dry mass at 60 DAS, number of pods and productivity at 120 DAS. Biological treatments presented nematicidal effect at 60 and 120 DAS, because all presented better results than the control with nematodes. Biological treatments presented better results at 120 DAS and when associated to organic fertilizer, an increase in efficiency was verified. In the first sowing season the agronomic characteristics of the plant presented better development and productivity with the biological treatments, showing no interaction with the association with the biological fertilization. In the second sowing season there was significant difference only in the application of the biological fertilizer. The microbiological characteristics of the soil showed significant difference only in the second planting season, demonstrating that the biological products and the biological fertilization tested in this work were efficient in the control of *P. brachyurus*, an alternative to the use of chemical products for improving the soil microbiota and not causing damage to the environment.

Key-words: *Trichoderma asperellum, Bacillus subtilis, Paecilomyces lilacinus*, Biological fertilization.

INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil a soja (*Glycine max* L.) tornou-se uma das mais importantes culturas na exploração comercial devido à sua utilidade na indústria em diversos produtos, é a cultura agrícola brasileira que mais cresceu nas últimas três décadas, correspondendo a 49% da área plantada de grãos no país (MAPA, 2016). Os problemas fitossanitários estão entre os principais fatores que limitam a produtividade de soja, sendo que os fitonematoides ganham destaque entre os patógenos responsáveis por prejuízos crescentes nas lavouras (CORTE et al., 2014).

Com a expansão da agricultura brasileira houve um acréscimo nos problemas fitopatológicos devido à combinações de diversos fatores, como a monocultura com cultivares suscetíveis ao sistema de plantio direto ou cultivo mínimo; a utilização de altas populações de plantas; desequilíbrio nutricional dos solos e o clima desfavorável à cultura. Tais fatores favoreceram o desenvolvimento dos patógenos causadores de enfermidades (RIBEIRO, 2009).

Diferentes espécies de nematoides fitoparasitas representam sérios problemas à cultura da soja nas diversas regiões do mundo onde o cultivo é realizado. Segundo Dias et al. (2010) dentre as espécies de nematoides, mais de 100 estão associadas à cultura da soja, sendo eles pertencentes a aproximadamente 50 gêneros. No Brasil os principais causadores de danos na cultura têm sido os formadores de galhas (*Meloidogyne* spp., Goeldi, 1887), o de cisto (*Heterodera glycines,* Ichinohe, 1952), das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus,* (Godfrey, 1929; Filipjev & S. Stekhoven, 1941) e o reniforme (*Rotylenchulus reniformis*, Linford & Oliveira 1940). No caso do *Pratylenchus brachyurus* os danos causados na soja variam em torno de 50% (GOULART, 2008).

Dentre os principais fitonematoides, o das lesões radiculares (*Pratylenchus* spp.) destaca-se atualmente como o segundo grupo de maior importância entre os nematoides na agricultura brasileira, sendo o nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.) o principal grupo (SANTOS et al., 2015).

Nas lavouras de soja do território brasileiro, as espécies de nematoides que predominam são do gênero *Pratylenchus*, e especificamente no estado de Mato Grosso anualmente o problema com nematoides tem se agravado. Na década de 2000, a principal preocupação do sojicultor matogrossense em relação aos danos causados por nematoides na soja era com as espécies de nematoides de galhas e

cisto da soja. Atualmente, baseado em condições totalmente favoráveis, os nematoides das lesões radiculares são os que causam maiores problemas nas lavouras, pois estima-se estarem presentes em todas as regiões do Estado, predominando em até 96% sobre outras espécies (INOMOTO; ASMUS, 2013).

Nos últimos anos, *Pratylenchus* spp. tem causado danos crescentes nas lavouras do País, especialmente na região do cerrado, além de perdas econômicas em diversas culturas, comprometendo a competitividade e a sustentabilidade do agronegócio no País (GOULART, 2008). Esta preocupação aumenta ano a ano devido ser rápida a disseminação do nematoide, pois parasita várias culturas como: soja, aveia (*Avena sativa* L.), milho (*Zea mays* L.), milheto (*Pennisetum glaucum* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), algodão (*Gossypium hirsutum* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), entre outros.

O gênero *Pratylenchus* compreende cerca de 70 espécies, entretanto *Pratylenchus brachyurus* é o mais encontrado, parasitando as raízes e comprometendo o crescimento da soja cultivada nos solos brasileiros (GOULART, 2008).

Os sintomas de ataque de nematoides nas plantas variam de acordo com a espécie do nematoide, da relação parasita-hospedeiro, idade e fisiologia do hospedeiro, porém os sintomas mais comuns são nanismo e clorose das plantas que geralmente são encontradas em reboleiras circulares a ovais. As raízes apresentam sintomas de acordo com a espécie do parasita. Envolvem desde a indução da formação de galhas (*Meloidogyne* spp.*)* até lesões necróticas no caso do *Pratylenchus* spp., pode afetar raízes superficiais e profundas (SANTOS et al., 2015), embora a distribuição de espécies de nematoides no solo seja variável, mais de 70% dos nematoides estão concentrados aos 20 cm de profundidade (ARIEIRA et al., 2016). As raízes afetadas podem apresentar coloração avermelhada, pardo ou pardo-avermelhada, podem progredir para tonalidades mais escuras e até se tornarem enegrecidas, fato ocasionado pela colonização secundária por fungos e bactérias (FERRAZ, 1999), causando perdas de até 50% na produtividade (GOULART, 2008).

O controle envolve um alto custo econômico e ambiental, considera-se que a erradicação seja praticamente impossível, de maneira que as medidas de controle somente reduzem a população do solo (EAPEN et al., 2005).

Pela dificuldade de controle do *Pratylenchus* spp. é necessário a adoção de táticas de manejo que diminuam a população no solo. As técnicas disponíveis para o

controle de nematoides são as químicas, tratamento de sementes com produtos específicos; biológicos com a utilização de micro-organismos no tratamento de sementes; culturais com rotações de culturas com cultivares não atrativas; melhora nas condições químicas e orgânicas do solo e genético com cultivares de soja resistentes (GONÇALVES JUNIOR et al., 2013).

O tratamento químico de sementes representa apenas 0,6% do investimento na produção da cultura. Os produtos dos grupos químicos como abamectina, neonicotinoides e carbamatos oferecem proteção contra nematoides (DIAS et al., 2010). Porém, o uso de nematicidas utilizados no pré plantio podem reduzir drasticamente os micro-organismos antagonistas presentes no solo (RITZINGER; FANCELLI, 2006).

A sucessão de culturas é feita com culturas antagonistas ou não hospedeiras. Neste caso, os adubos verdes estão sendo utilizados por promoverem a redução das populações de nematoides, contribuir na melhora das condições físico-químicas do solo, estimular a atividade microbiana e, por conseguinte, reduzir patógenos que vivem no solo (VEDOVETO et al., 2013).

A utilização de cultivares de soja apresenta dificuldades, pois algumas variedades são resistentes e outras moderadamente resistentes à uma determinada espécie. Contudo, nos solos há mais de um gênero e várias espécies de fitonematoides, dificultando o manejo do patógeno na área (SCHIMITT; BELLÉ, 2016).

O controle biológico de nematoides é uma alternativa para a redução ou eliminação da utilização de agroquímicos no cenário agrícola, para o controle de micro-organismos fitopatogênicos, esta ferramenta se beneficia da diversidade dos micro-organismos e suas relações antagonistas (LANNA FILHO, 2010). Apresenta várias vantagens, é de fácil aplicação, mais barato que outras formas de controle e não desequilibra o meio ambiente, pois não contamina e tampouco deixa resíduos no solo (NUNES et al., 2010). O controle biológico pode ocorrer de forma natural, através do equilíbrio da microbiota do solo, ou induzido por meio de ações que busquem aumentar a população e a atividade dos antagonistas dos nematoides (COSTA, 2015).

O solo é um recurso natural, básico e não renovável em curto prazo, destarte deve ser conservado, manejado de forma adequada e equilibrado físico, químico e biologicamente (BRAGA et al., 2016). A degradação ambiental é um fator de risco para os seres humanos, pois os micro-organismos realizam processos imprescindíveis para a sustentabilidade dos ecossistemas, bem como para a

sobrevivência do planeta (BOAS; MOREIRA, 2012). Pois os micro-organismos presentes no solo estão em equilíbrio com as interações dos fatores bióticos e abióticos, podendo ser alterados através das modificações que ocorrem no ambiente (MATTOS, 2015).

O uso de indicadores microbiológicos do solo como carbono da biomassa microbiana, respiração basal e quociente metabólico são úteis para determinar os efeitos positivos e negativos sobre a qualidade do solo e a sustentabilidade das práticas agrícolas empregadas nas lavouras. Pensando no solo como um corpo vivo, entende-se que a sua qualidade influencia na fertilidade e na biodiversidade dos organismos presentes, favorecendo o desenvolvimento de micro-organismos antagonistas, diminuindo os danos causados por patógenos às culturas (STIEVEN et al., 2009).

Existe uma demanda crescente por métodos que sejam alternativos no controle de nematoides. Esta demanda visa substituir o controle químico, utilizado em grande escala nas lavouras, que apresenta implicações toxicológicas e ambientais negativas. Diante do exposto, o estudo objetivou avaliar a eficiência de tratamentos biológicos no controle de *P. brachyurus* na cultura da soja e conhecer a evolução populacional deste gênero no estado de Mato Grosso, sistematizando esta dissertação em dois artigos.

O primeiro intitulado “Distribuição populacional do nematoide das lesões radiculares em áreas produtivas do estado de Mato Grosso no período de 2006 a 2015” e o segundo com o título “Controle biológico de *Pratylenchus brachyurus* na cultura da soja”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIEIRA, G. O.; SANTIAGO, D. C.; FRANCHINI, J. C.; GUIMARÃES, M. F. Depth-stratified soil sampling for assessing nematode comunities. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 2, p. 715-728, 2016. DOI: 10.5433/1679-0359.2016v37n2p715

BOAS, R. C. V.; MOREIRA, F. M. S. Microbiologia do solo no ensino médio de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Ciência do solo,** Viçosa, v. 36, n. 1, 2012.

BRAGA, R. M.; SOUSA, F. F.; VENTURIN, N.; BRAGA, F. A. Biomass and microbial activity under diferente forest covers. **Cerne**, v. 22, n. 2, p. 137-144, 2016.

CORTE, G. D.; PINTO, F. F.; STEFANELLO, M. T., GULART, C., RAMOS, J. P.; BALARDIN, R. S. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos no controle de fitonematoides em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 9, p. 1534-1540, 2014.

COSTA, B. A. **Biocontrole de nematoides com fungos**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UNESP, Jaboticabal, 2015.

DIAS, W. P.; ASMUS, G. L.; SILVA, J. F. V.; GARCIA, A.; CARNEIRO, G. E. S. Nematoides. In: ALMEIDA, A. M. R.; SEIXAS, C. D. S. **Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura.** Londrina, PR: Embrapa Soja, 2010, p. 173-206.

EAPEN, S.J.; BEENA, B; RAMANA, K.V. 2005. Tropical soil microflora of spice-based cropping systems as potential antagonists of root-knot nematodes. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 88, p. 218-225, 2005. DOI:10.1016/j.jip.2005.01.011

FERRAZ, L. C. C. B. Gênero *Pratylenchus* – Os nematóides das lesões radiculares**.** **RAPP** – v.7, 1999.

GONÇALVES JUNIOR, D. B.; ROLDI, M.; NAMUR, F. M.; MACHADO, A. C. Z. Tratamento de Sementes de Feijoeiro no Controle de *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Revista Brasileira de Nematologia,** v. 37, p. 3-4, 2013.

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

INOMOTO, M. M. & ASMUS, G. L. (2013). Manejo de nematoides em sistemas consorciados. In: *Seminário de milho safrinha, 2012/13*, Dourados. **Estabilidade e produtividade**: anais. Brasília, DF: Embrapa; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. Editado por: Germani Concenço, Gessi Ceccon. 1 CD-ROM.

LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas,** v. 4, n. 2, p. 12, 2010.

MATTOS, M. L. T. Microbiologia do Solo. In: NUNES, R.R.; REZENDE, M.O.O. **Recurso Solo**: Propriedades e Usos. São Carlos: Editora Cubo, 2015. p. 250-272.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO [MAPA]. **Soja**. Disponível em:<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja> Acesso em 09 de agosto de 2016.

NUNES, H. T.; MONTEIRO, A. C.; POMELA, A. W. V. Uso de agentes microbianos e químico para o controle de *Meloidogyne incognita* em soja. **Revista Acta Scientiarum. Agronomy,** Maringá, v. 32, n. 3, p. 403-409, July/Sept. 2010.

RIBEIRO, N. R. (2009). **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*.** Tese (Doutorado em Agronomia) − Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Londrina, 56 p.

RITZINGER, C. H. S. P.; FANCELLI, M. Manejo integrado de nematoides na cultura da bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura,** Jaboticabal - SP, v. 28, n. 2, p.331-338, Agosto, 2006.

SANTOS, T. F. S.; POLIEZEL, A. C.; RIBEIRO, N. R.; SILVA, T. J. A.; GUIMARÃES, S. L. Reprodução de *Pratylenchus brachyurus* em diferentes níveis de inóculo e tempo de avaliação em três cultivares de soja. **Nematropica**, v. 45, n. 1, p.43-50, 2015.

STIEVEN, A. C.; CAMPOS, D. T. S.; MALHEIROS, C. H.; SILVA, M. B. R. C.; FERREIRA, M. A. F.; OLIVEIRA, E. F.; NETO, N. E. População e biomassa microbiana em solo do pantanal matogrossense. **Revista Biodiversidade,** v. 8, n. 1, 2009.

VEDOVETO, M. V. V.; ARIEIRA, C. R. D.; RODRIGUES, D. B.; ARIEIRA, J. O.; ROLDI, M.; SEVERINO, J. J. Green manure in the management of *Pratylenchus brachyurus* in soybean. **Nematropica,** v. 43, p. 226-232, 2013.

SCHMITT, J., AND BELLÉ, C. Reaction of soybean cultivars to *Meloidogyne javanica* and *M. incognita*. **Nematropica,** v. 46, p. 76-80, 2016.

Distribuição populacional do nematoide das lesões radiculares em áreas produtivas do estado de Mato Grosso no período de 2006 a 2015

[Preparado de acordo com as normas da Revista Scientia Agrícola]

Kethelin Cristine Laurindo de Oliveira[(1)] e Dejânia Vieira de Araújo[(1)]

[(1)] Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola (PPGASP), Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agro-Ambientais (CPEDA), Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário de Tangará da Serra, Rod. MT 358, km 07, Jardim Aeroporto, Caixa Postal 287, CEP 78.300-000, Tangará da Serra, MT Brasil. E-mail: kethelinlaurindo@hotmail.com, dejania@unemat.br.

RESUMO

O nematoide das lesões radiculares têm causado crescentes danos econômicos nas culturas de explorações agropecuárias no Brasil, especialmente na região Centro-Oeste. O gênero *Pratylenchus* está presente nas regiões do cerrado em áreas de primeiro ano de cultivo. Diante do exposto o objetivo deste trabalho é determinar a densidade populacional do gênero *Pratylenchus* nos anos de 2006 a 2015 no estado de Mato Grosso, visando conhecer sua distribuição e desenvolvimento no Estado. Através dos dados obtidos de laudos emitidos no período de 2006 a 2015 pelo laboratório Plante Certo LTDA, assim foram realizadas análises de abundância, frequência de ocorrência, autocorrelação e confeccionados mapas da densidade populacional de *Pratylenchus* spp. no Estado. Também foram analisados dados anuais de temperatura média, pluviosidade anual, produtividade e área plantada no estado no período. O gênero *Pratylenchus* está presente em 84,8% das amostras, apresentando perante a outros gêneros fitopatogênicos uma abundância de 75,7% de incidência. Os municípios de Sapezal (12,2%), Sorriso (8,9%), Diamantino (8,4%), Campo Novo do Parecis (7,7%), Primavera do leste (5,6%), Sinop (4,8%), Nova Mutum (4,1%) e Querência (4,1%) foram os que apresentaram maior quantidade *Pratylenchus* spp., indicando alto nível de infestação do patógeno na região central do estado de Mato Grosso, sendo 2011 o ano que apresentou maior infestação. A área plantada aumentou no período amostrado, porém a produtividade se mantém próxima à média de 3.405 Kg ha^{-1}, os anos com pluviosidade acima de 1100 mm apresentaram aumento populacional do nematoide. A temperatura média de 25°C demonstrou ser ideal para seu desenvolvimento, demonstrando que o *Pratylenchus* spp. possui um ambiente favorável para seu aumento populacional, portanto o produtor deve utilizar táticas de manejo para o seu controle.

PALAVRAS-CHAVE: Densidade populacional. Levantamento populacional. *Pratylenchus* spp.

Population distribution of nematodes of the root lesions in productive areas of the Mato Grosso state from 2006 to 2015

ABSTRACT

The nematode of the root lesions have caused increasing economic damages in the cultures of agricultural explorations in Brazil, especially in the Center-West region. The genus *Pratylenchus* is present in the regions of the cerrado in areas of the first year of cultivation. Therefore the objective of this work is to determine the population density of the genus *Pratylenchus* from 2006 to 2015 in the Mato Grosso state, aiming to know its distribution and development in the State. Through data obtained from reports issued in the period from 2006 to 2015 by laboratory Plante Certo LTDA, analyzes of abundance, frequency of occurrence, auto-correlation and maps of the population density of *Pratylenchus* spp. in the State. Annual data of mean temperature, annual rainfall, yield and area planted in the state in the period were also analyzed. The genus *Pratylenchus* is present in 84.8% of the samples, presenting to other phytopathogenic genus an amount of 75.7% of incidence. The municipalities of Sapezal (12.2%), Sorriso (8.9%), Diamantino (8.4%), Campo Novo do Parecis (7.7%), East Spring (5.6%), Sinop (4.1%), Nova Mutum (4.1%) and Querência (4.1%) presented the highest amount of *Pratylenchus* spp., indicating a high level of pathogen infestation in the central region of the Mato Grosso state, being 2011 the year that presented the highest infestation. The planted area increased in the sampled period, but the productivity remained close to the average of 3,405 kg ha^{-1}, the years with rainfall above 1100 mm showed a population increase of the nematode. The average temperature of 25°C was proved to be ideal for its development, demonstrating that *Pratylenchus* spp. has a favorable environment for its population increase, so the producer must use management tactics for its control.

KEYWORDS: Population density, Population survey, *Pratylenchus* spp.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma agricultura amplamente moderna e parte da produção está voltada ao cultivo de grãos. Dentre as principais culturas exploradas estão o milho, trigo, café, soja e algodão, ocupando juntas grande porcentagem das áreas cultivadas no País e constituindo a base da economia nacional (Conab, 2016). Esta produção é ameaçada constantemente por vários fatores, dentre eles, encontram-se os fitopatógenos, e destes, os nematoides são responsáveis por grande parte das perdas ocorridas (Corte et al., 2014).

Os nematoides do gênero *Pratylenchus* (Godfrey) Filipjev & S. Stekhoven são conhecidos como nematoides das lesões radiculares. São parasitas obrigatórios de órgãos vegetais subterrâneos, migradores, possuem corpo fusiforme, seu tamanho é microscópico, raramente ultrapassando 0,09 mm de comprimento. Penetram e se movimentam no interior do tecido via inter ou intracelular através de ações mecânicas e enzimáticas (Ferraz, 1999). Este gênero possui diversas espécies com ampla distribuição geográfica. São capazes de causar danos à diversas culturas de importância econômica, por serem polífagos (Goulart, 2008). A importância deste patógeno se justifica pelo alto custo econômico e ambiental envolvidos em seu controle. Em áreas infestadas a erradicação é praticamente impossível e as medidas de controle adotadas somente reduzem a população no solo. Estas medidas são onerosas para o produtor e ao solo quando são utilizados produtos químicos, desequilibrando a microfauna do solo (Eapen et al., 2005).

As primeiras ocorrências do gênero *Pratylenchus* relatadas no estado de Mato Grosso datam de 2004 na cultura do algodoeiro (Silva et al., 2004). O *Pratylenchus* spp. tornou-se um grande problema para a cultura da soja no Centro-Oeste brasileiro. Este fato ocorreu devido à adaptação do patógeno às mudanças no sistema de produção agrícola, como o sistema de plantio direto (SPD), cultivo mínimo, incorporação de áreas com pastagens degradadas e a expansão das áreas de produção em solos de textura arenosa (Ribeiro et al., 2011).

Diante da alta ocorrência dos nematoides do gênero *Pratylenchus* nas lavouras, somadas aos danos registrados nas últimas safras, é grande a preocupação dos pesquisadores e agricultores sobre o manejo deste patógeno.

Levantamentos populacionais de uma determinada espécie de fitonematoide são úteis na identificação da distribuição dos nematoides em uma dada localidade,

possibilitando estudos a seu respeito, além de serem fonte de informação para adoção de medidas de controle antes do nematoide atingir nível de dano econômico (Ferreira et al., 2015).

É importante conhecer as espécies de nematoides presentes no solo, bem como a infestação da espécie na área. O estudo da distribuição populacional é uma importante ferramenta para conhecer as espécies de fitonematoides presentes no solo, bem como o grau de infestação da área, de forma a contribuir para o estabelecimento de táticas de manejo que visam a interrupção do ciclo de vida dos nematoides e a diminuição do potencial de inóculo (Pereira et al., 2015).

São elevadas as perdas na produção ocasionadas pelo nematoide das lesões radiculares (Goulart, 2008), pode chegar à redução de até 30% na produtividade em áreas com altas populações desse fitonematoide (Dias et al., 2010). Diante do exposto conhecer sua distribuição populacional nas áreas agrícolas do estado é essencial. Assim o presente trabalho teve por objetivo, a partir do banco de dados da empresa Plante Certo, determinar a densidade populacional do gênero *Pratylenchus* nos anos de 2006 a 2015 no estado de Mato Grosso, visando conhecer sua distribuição e desenvolvimento no Estado.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realizar o levantamento populacional de *Pratylenchus* spp. foram utilizados os resultados de laudos emitidos pelo Laboratório Plante Certo Ltda, localizado no município de Várzea Grande, Mato Grosso, no período de 2006 a 2015. Esta empresa realiza análises químicas, físicas e nematológicas em todo o estado de Mato Grosso há mais de 10 anos. Assim foi utilizado o banco de dados fornecido pela empresa, com amostras oriundas de diversos municípios do estado de Mato Grosso.

Os laudos continham resultados de extrações de ovos, juvenis e adultos de 200cm^3 de solo, de acordo com o método de flotação e centrifugação com solução de sacarose (Jenkins, 1964) e de 5g de raízes com o método de flotação e centrifugação com solução de sacarose e caulim (Coolen e D´Herde, 1972). De acordo com os analistas da empresa, a quantificação dos nematoides foi realizada em câmara de contagem de Peters, com o auxílio de um microscópio óptico. A identificação de espécies foi possível mediante a utilização de chaves de identificação (Handoo e Golden, 1989; Tihohod, 1997).

Para a realização desse estudo, foi considerada a soma do número de indivíduos encontrados em 200 cm^3 de solo e em 5g de raiz. A partir do levantamento e de posse dos dados foram realizadas análises de abundância (Nunes, 2010) e frequência de ocorrência (FO) (Vielliard e Silva, 1990). Posteriormente foi realizada a confecção de gráficos e mapas.

No banco de dados do INMET foram obtidos os dados meteorológicos de temperatura média e pluviosidade média, do período de 2006 a 2015, de treze estações distribuídas no estado de Mato Grosso. A média anual do Estado Mato Grosso foi relacionada à densidade populacional do *Pratylenchus* spp. obtida através dos laudos do laboratório.

Para a elaboração dos mapas foram somados os nematoides do gênero *Pratylenchus* detectado em cada amostra por município e calculou-se em porcentagem o quanto cada município representa do total de *Pratylenchus* spp. encontrados no total das amostras. A partir destes dados foi gerado o mapa da densidade populacional do gênero no estado de Mato Grosso, no período de 2006 a 2015 e mapas anuais do período. Para a elaboração dos mapas utilizou-se o programa Arcgis 10.1, considerando os limites geográficos dos municípios do estado de Mato Grosso.

Realizou-se a auto correlação espacial por meio do teste de Moran (Global Moran's I). Essa análise serve para indicar quais os municípios são mais similares em relação à quantidade de *Pratylenchus* spp. e a proximidade geograficamente.

Para investigar regiões com maior concentração de *Pratylenchus* spp., usou-se a ferramenta Hot Spot Analysis do programa ArcGis 10.4.1 que indicou, com base no z-score e p-valor, quais municípios são agrupados espacialmente, considerando o número de *Pratylenchus* spp.

Através do banco de dados e históricos das safras do estado de Mato Grosso da CONAB realizou-se a média da produtividade anual e a quantificação da área plantada no período de 2006 a 2015 e, posteriormente, relacionando à população de *Pratylenchus* spp. amostrada no período.

RESULTADOS

As informações de incidência de *Pratylenchus* spp. por município no período de 2006 a 2015 encontram-se na tabela 1. De acordo com os laudos do laboratório

foram realizadas 11.357 análises de identificação de nematoides. O ano de 2006 apresentou o menor número de análises no período, foram realizadas 614 análises, o maior número de análises ocorreu no ano de 2011 com 1.687 análises.

Tabela 1: Relação dos municípios de Mato Grosso e quantidade de amostras (solo+raiz) analisadas pelo laboratório Plante Certo, no período de 2006 a 2015.

Municípios	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total Geral	%
Acorizal		1									1	0,01
Água Boa						2	20	3	6		31	0,27
Alta Floresta		1									1	0,01
Alta Juruena					2						2	0,02
Alto Araguaia		1			1	6	2			1	11	0,10
Alto Garças		3									3	0,03
Alto Taquari	4	3			7						14	0,12
Araguaiana				2							2	0,02
Araputanga				1							1	0,01
Arenápolis				2				2			4	0,04
Barra do Bugres								17	8	13	38	0,33
Barra do Garças	3			8				2	22	3	38	0,33
Brasnorte	1	2	33	7	6	1	16	13	35	38	152	1,34
Cáceres	1		2						9	18	30	0,26
Campo Novo do Parecis		26	6	131	81	528	33	43	33	67	948	8,35
Campos de Júlio			1	6	10	12	120	36	27	28	240	2,11
Campo Verde	114	41	66	17	164	54	128	96	38	10	728	6,41
Canarana		14	29	6	3	15	16	5	5	4	97	0.85
Chapada dos Guimarães	11	2	18			2	11				44	0,39
Claudia	12		10	2	1	29	13	7	1		75	0,66
Colíder										2	2	0,02
Comodoro								1			1	0,01
Confresa									5		5	0,04
Cuiabá		6	1	2	2	1	2		2		16	0,14
Curvelândia	1										1	0,01
Denise									12		12	0,11
Diamantino	8	51	40	46	131	136	80	113	198	172	975	8,59
Dom Aquino	6	10	1	34							51	0,45
Feliz Natal				10		2		9	4	49	74	0,65
Gaúcha do Norte	4	27		2			2			4	39	0,34
General Carneiro	13	11	29	16	5		13	13		2	102	0,90
Guiratinga	23	2	51	3	3						82	0,72
Ipiranga do Norte	1	16	18	10	1	9	58	12		4	129	1,14
Itanhangá		6	8		4	5		17			40	0,35
Itaúba				6			7	2		4	19	0,17

Continua...

Continuando...

Itiquira				1					3	6	10	0,09
Jaciara	3	26	17	24	31	16	5	16	103	95	336	2,96
Juara							1		7	8	16	0,14
Juína							1			23	24	0,21
Juscimeira	1	4							6		11	0,10
Lucas do Rio Verde	15	50	21	68	15	7	12	18	13	4	223	1,96
Marcelândia						16		5	1	11	33	0,29
Matupá							2	7			9	0,08
Mirassol do Oeste					2		2		3		7	0,06
Nobres				6	7	2	4		1		20	0,18
Nortelândia			1	9		2			1		13	0,11
Nossa Senhora do Livramento				2							2	0,22
Nova Brasilândia								11		1	12	0,11
Nova Canaã do Norte						1				39	40	0,35
Nova Guarita										8	8	0,07
Nova Lacerda					4						4	0,04
Nova Marilândia					0			3	1	8	12	0,11
Nova Maringá			3	126	10	8	12	32	2		196	1,73
Nova Mutum	31	53	72	68	52	102	65	42	49	7	541	4,76
Nova Nazaré									1		1	0,01
Nova Ubiratã	6	42	10	10	47	4	3	2	2	2	128	1,13
Nova Xavantina	4	3						4	18		29	0,26
Novo Mundo									4		4	0,04
Novo São Joaquim	54	3	16	18					3		94	0,83
Paranatinga	1				1	5	12				19	0,17
Peixoto de Azevedo									1		1	0,01
Planalto da Serra						53	24	54	55		186	1,64
Poconé	2								20		22	0,19
Pontal do Araguaia									5		5	0,04
Pontes Lacerda							1	2		17	20	0,18
Porto dos Gaúchos			3	3	3	5	0	12	4	12	42	0,37
Porto Alegre do Norte			13								13	0,11
Poxoréo		8	26	44	26		8		2	2	116	1,02
Primavera do Leste	45	101	43	122	108	3	213	25	66	11	737	6,49
Querência		2	59	16	12	2	12	22	82	15	222	1,95
Ribeirão Cascalheira							1				1	0,01
Rondonópolis		29	2			6	3	1	16		57	0,50
Santa Carmem	12	10	25	8	10	34	17	8	2		126	1,11
Santa Rita do Trivelato	6	19	45	30	67	19	18	14	4	3	225	1,98
Santo Afonso					9					3	12	0,11
Santo Antônio do Leste	20	30	35	43	3	18	17		1		167	1,47

Continua...

Continuando...

Santo Antônio do Leverger	8	9				4		3	17	3	44	0,39
São Felix do Araguaia			1							24	25	0,22
São Jose do Rio Claro		12	6	15	2	33			1	1	70	0,62
São Jose dos Quatro Marcos					1						1	0,01
Sapezal	5	11	48	38	34	233	287	189	91	292	1228	10,81
Sinop	2	34	45	15	11	65	104	84	35	6	401	3,53
Sorriso	140	61	87	17	88	141	65	93	31	27	750	6,6
Tabaporã		6	17	1		4	21	9			58	0,51
Tangara da Serra		3	61	11	42	44	48	131	34	156	530	4,67
Tapurah	7	24	20	14	12	22	29	96	14	1	239	2,10
Terra Nova do Norte						24					24	0,21
Tesouro	1	22									23	0,20
União do Sul			2		7	5	9	2	5	11	41	0,36
Vale de São Domingos								2	12		14	0,12
Várzea Grande			1								1	0,01
Vera	49	9	5	5		6	3	16			93	0,82
Vila Bela da Santíssima Trindade			5	1		1		1		55	63	0,55
Total Geral	**614**	**797**	**1.002**	**1.026**	**1.025**	**1.687**	**1.520**	**1.295**	**1.121**	**1.270**	**11.357**	

Total geral são todas as análises realizadas no período de 2006 a 2015 em cada município e porcentagem (%) é quanto cada município representa de todas as análises realizadas no período amostrado.

Observou-se que nestes dez anos o laboratório analisou amostras de 94 municípios do estado de Mato Grosso, sendo que Sapezal, Campo Novo do Parecis, Sorriso, Primavera, Campo Verde, Nova Mutum e Tangará da Serra foram os mais representativos em termos de informações coletadas, respondendo por 48,2% das análises realizadas (Tabela 1).

A abundância de nematoides no período amostrado pode ser observado na figura 1A, dentre os gêneros fitopatogênicos identificados nas amostras, o *Pratylenchus* spp. apresentou maior representatividade. Apresentando também maior frequência de ocorrência, no período amostrado, como pode ser constatado na figura 1B.

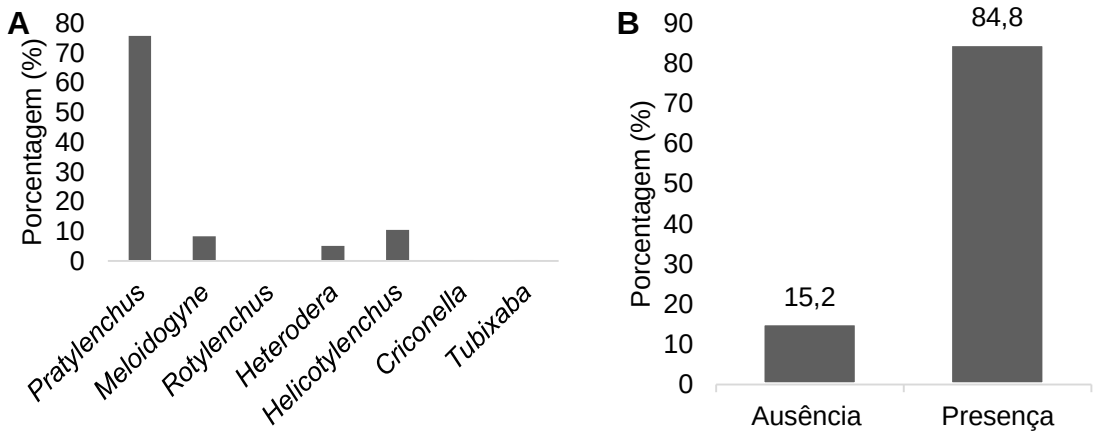

Figura 1: Abundância de gêneros de nematoides fitopatogênicos (200 cm³ de solo + 5 g de raiz) nas análises realizadas no período de 2006 a 2015 (A). Frequência de ocorrência de *Pratylenchus* spp. (B).

As médias de *Pratylenchus* spp. variaram de 500 a 4.000 indivíduos por ano, com a maior média no ano de 2007 (4.014). Considerando todos os anos, a média foi de 2.231 indivíduos por ano (Figura 2A). Níveis de 800 *Pratylenchus* spp. na raiz e 200 no solo são considerados altos para as culturas hospedeiras, causando dano econômico significativo (Ribeiro et al., 2011).

No período amostrado, a temperatura média anual foi de aproximadamente 25°C (Figura 2B), estando na faixa ideal de desenvolvimento do ciclo de vida do nematoide. A pluviosidade no período foi de 1.864 milímetro (mm) por ano, conforme Figura 2C.

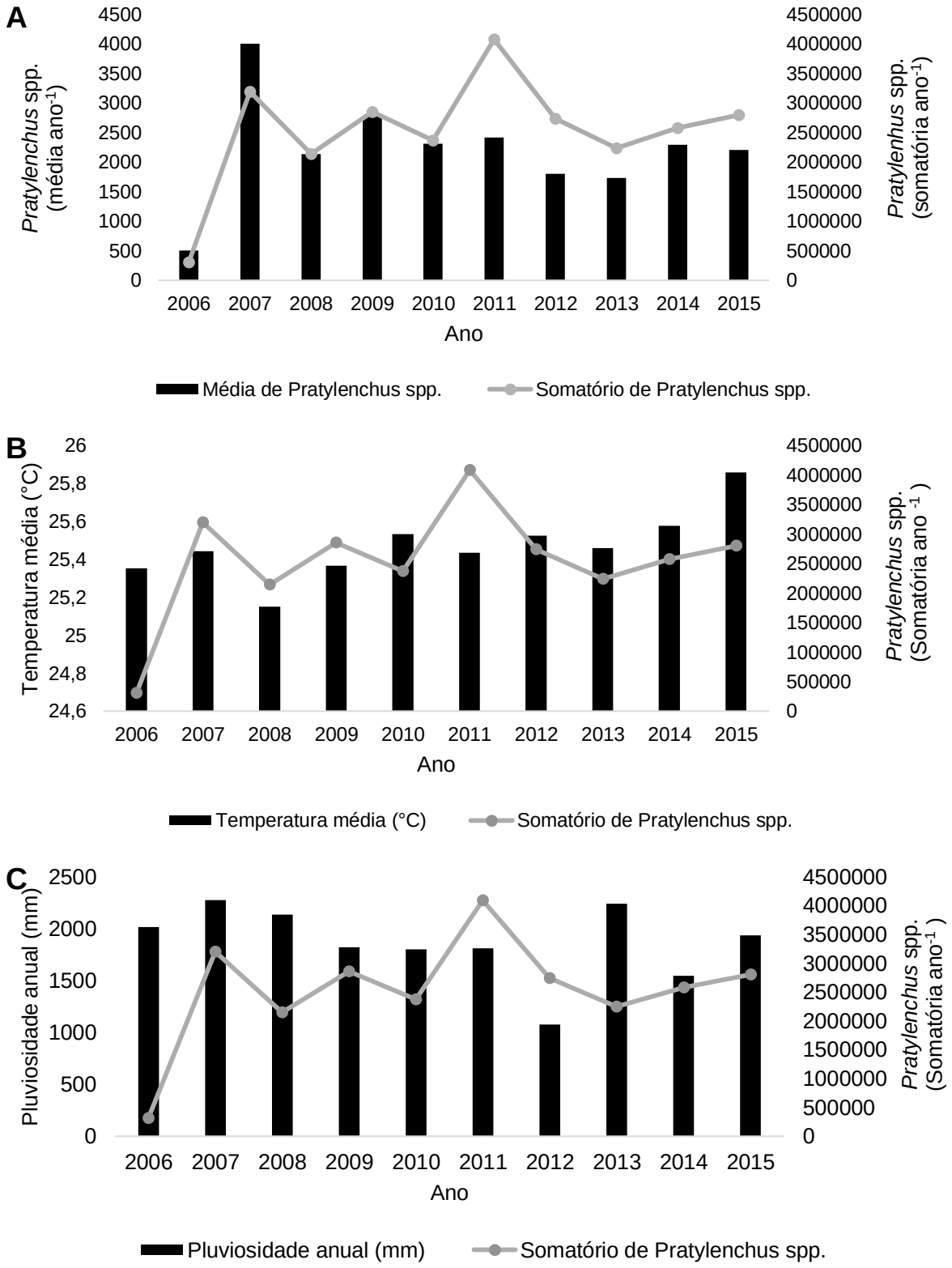

Figura 2: Somatório e média do total de amostras de *Pratylenchus* spp. no período de 2006 a 2015 no estado do Mato Grosso (A). Temperatura média anual relacionada com o somatório da população de *Pratylenchus* spp. (200 cm³ de solo + 5 g de raiz) no período de 2006 a 2015 (B). Temperatura média anual relacionada com o somatório da população de *Pratylenchus* spp. (200 cm³ de solo + 5 g de raiz) no período de 2006 a 2015 (C).

Analisando os mapas foi possível visualizar a maior concentração populacional de *Pratylenchus* spp. no médio norte matogrossense, onde a agricultura está presente. Dentre os municípios amostrados os que apresentaram maior densidade do total amostrado de nematoide foram Sapezal (12,2%), Sorriso (8,9%), Diamantino (8,3%), Campo Novo do Parecis (7,7%), Primavera (5,6%), Sinop (4,9%), Nova Mutum (4,1%) e Querência (4,1%), juntos estes municípios representam 55,8% do total amostrado de *Pratylenchus* spp. no período de 2006 a 2015 (Figura 3).

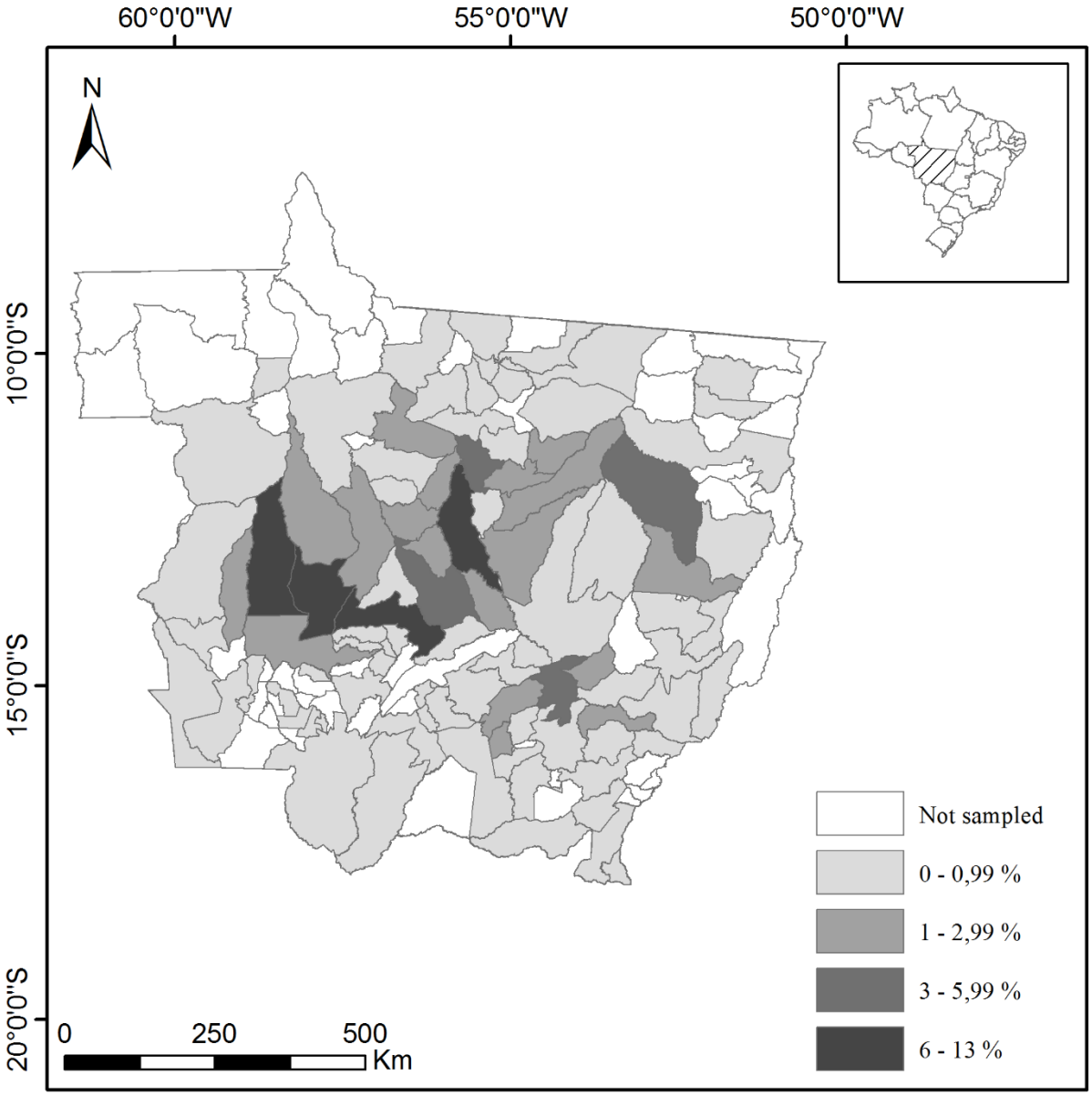

Figura 3: Porcentagem de *Pratylenchus* spp. no estado de Mato Grosso no período de 2006 a 2015.

Por meio da auto correlação espacial observou-se que os municípios que apresentam maior quantidade de *Pratylenchus* spp. (Sapezal, Campo Novo do Parecis, Sorriso, Nova Mutum, Lucas do Rio Verde, Tapurah, Nova Maringá e Diamantino) são próximos geograficamente (Moran's index: 0,155; z-score: 3,22; p = 0,001).

Com base neste resultado, foi possível realizar análise de Hot spot e verificar que a Mesorregião Norte do Estado é onde concentra a maior densidade populacional de *Pratylenchus* spp. (Figura 4).

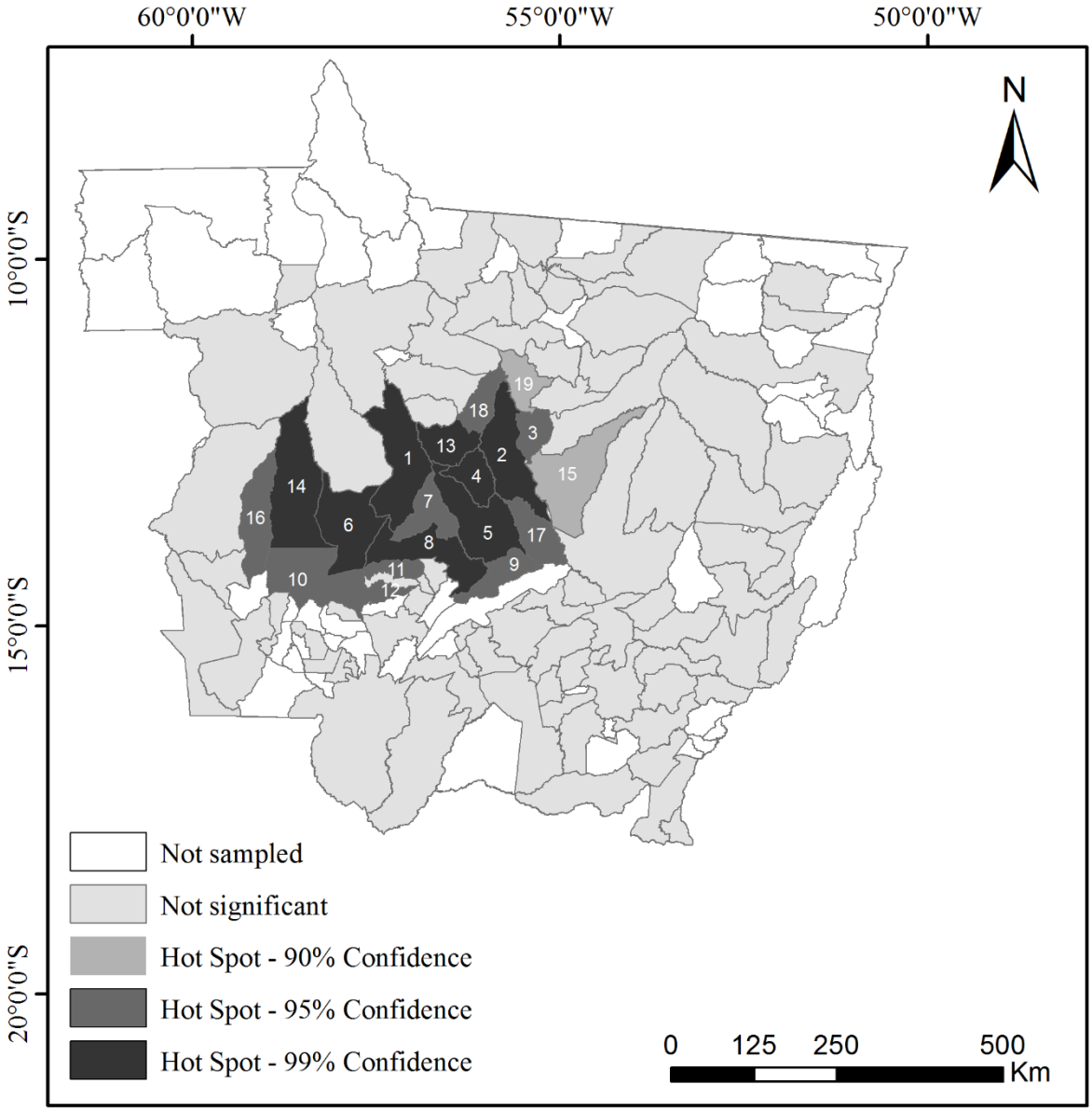

Figura 4: Auto correlação entre os municípios do Mato Grosso com a quantidade de *Pratylenchus* spp., 1 Nova Maringá, 2 Sorriso, 3 Vera, 4 Lucas do Rio Verde, 5 Nova Mutum, 6 Campo novo do Parecis, 7 São José do Rio Claro, 8 Diamantino, 9 Nobres, 10 Tangará, 11 Nova Marilândia, 12 Tapurah, 13 Sapezal, 14 Nova Ubiratã, 15 Campos de Júlio, 16 Santa Rita do Trivelato, 17 Ipiranga do Norte, 18 Sinop.

Observando os municípios que apresentaram maior concentração populacional, ano a ano, é possível verificar que os municípios onde o agronegócio constitui a base da sua economia realizaram amostras em todos os anos do período. Em alguns municípios a população de *Pratylenchus* spp. diminuiu durante os anos amostrados e em outros aumentou. Dentre os municípios que se destacaram representativamente com maior densidade populacional de *Pratylenchus* spp., em Diamantino e Sapezal a população de *Pratylenchus* spp. aumentou no período de 2006 a 2015 (Figura 5 e 6).

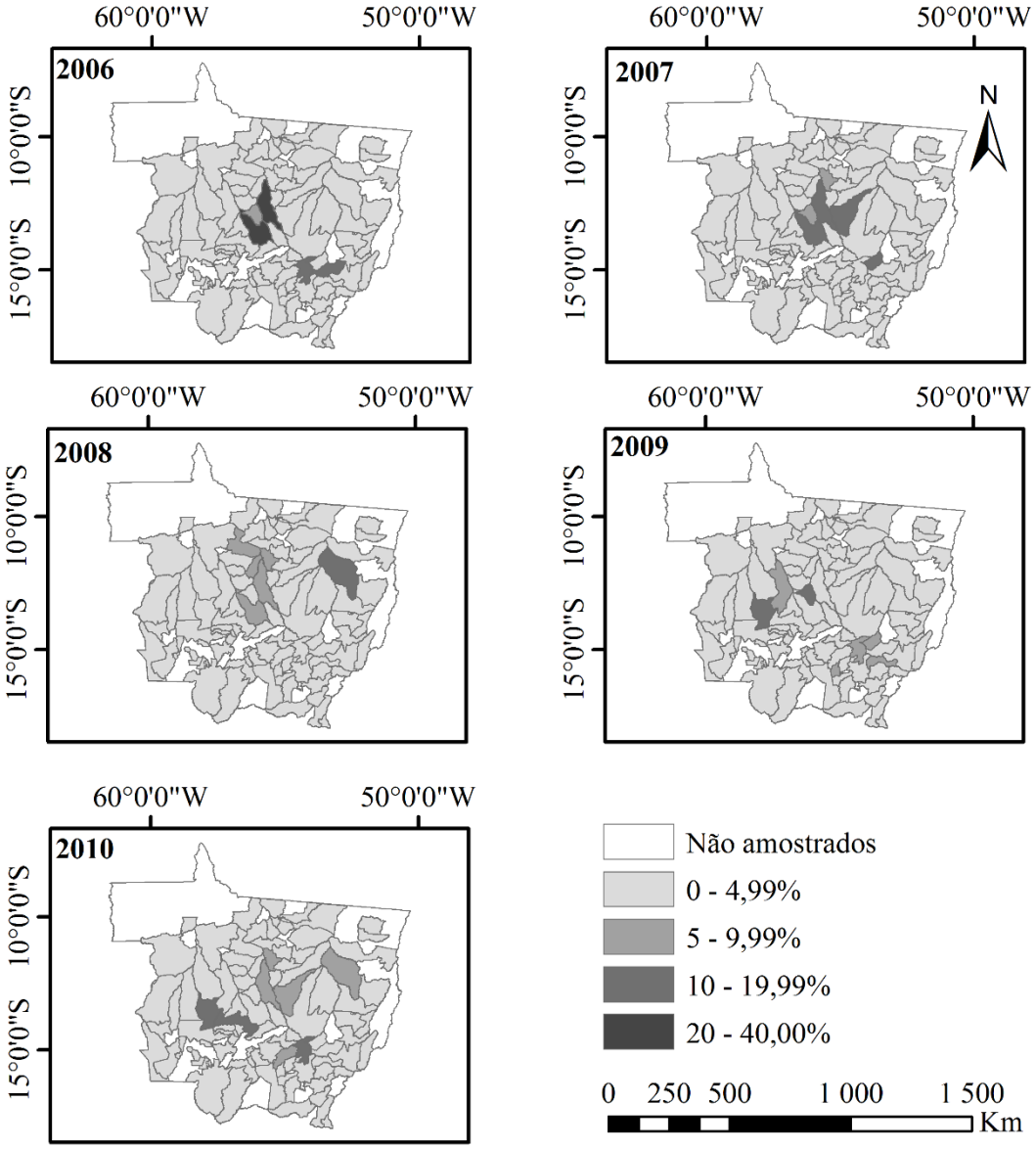

Figura 5: Porcentagem de *Pratylenchus* spp. no estado de Mato Grosso de 2006 a 2010.

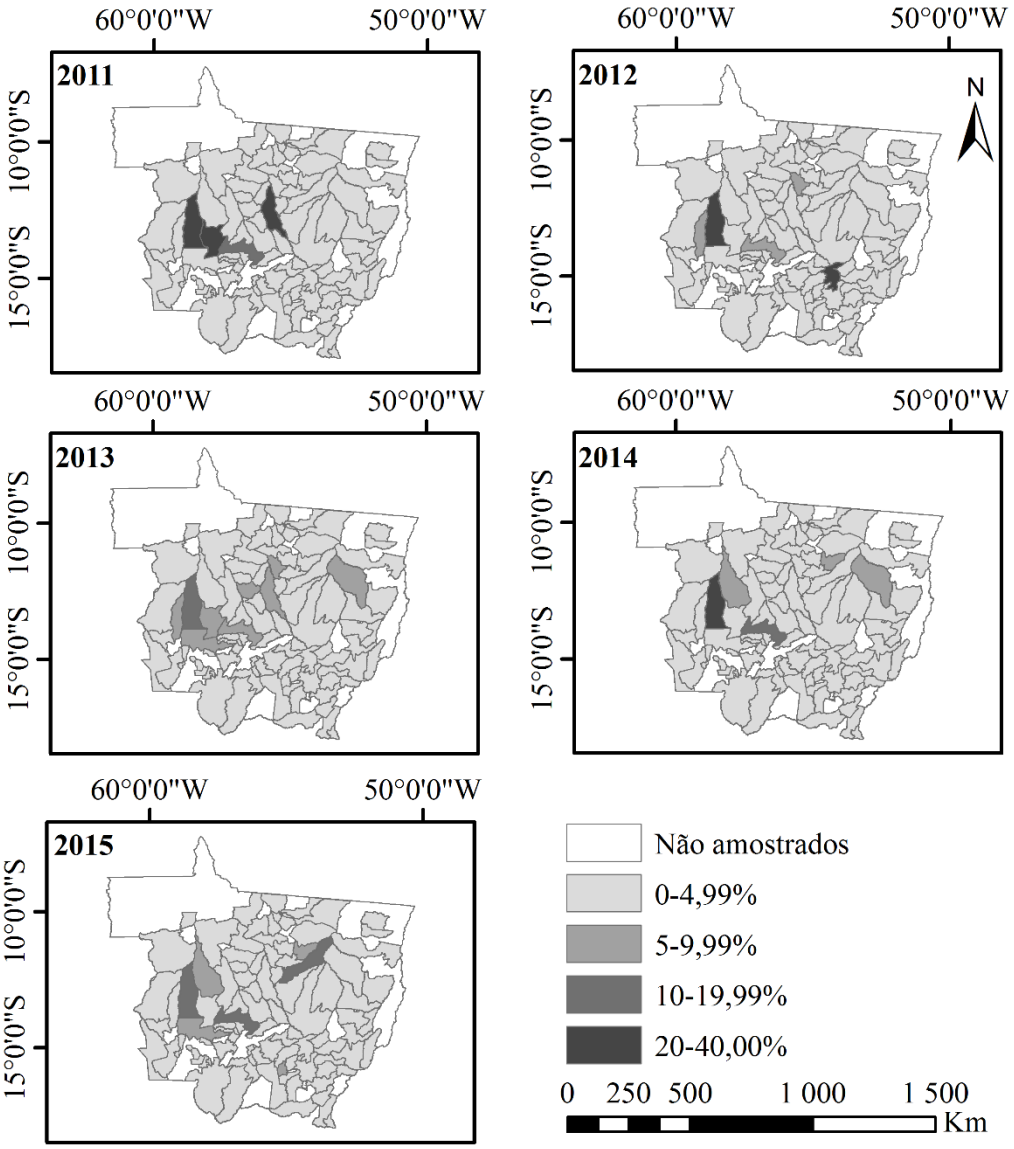

Figura 6: Porcentagem de *Pratylenchus* spp. no estado de Mato Grosso de 2011 a 2015.

A área plantada com culturas de importância econômica no estado de Mato Grosso aumentou no período de 2006 a 2015, porém a produtividade por hectare plantado não seguiu o mesmo padrão de crescimento, apresentando alguns anos com maior produtividade e outros abaixo da média no período, o que pode ser reflexo da flutuação populacional do *Pratylenchus* spp. no período amostrado, como pode ser estudado na Figura 7.

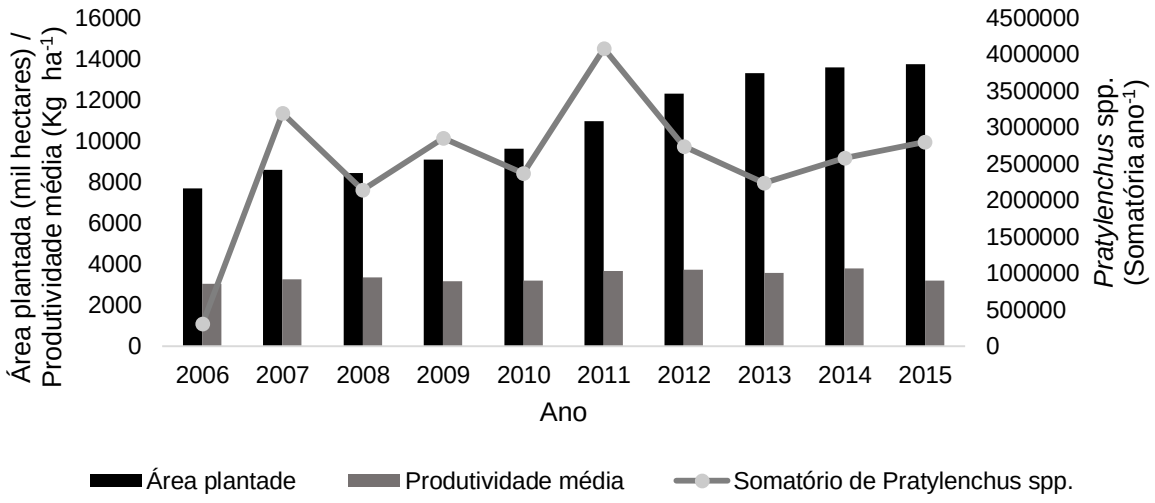

Figura 7: Relação da produtividade (Kg ha^{-1}), área plantada (mil hectares) e o somatório de *Pratylenchus* spp. no estado de Mato Grosso no período de 2006 a 2015.

DISCUSSÃO

Os nematoides fitoparasitas são responsáveis por danos e perdas em diversas culturas pois provocam a destruição do sistema radicular da planta, prejudicando a absorção de nutriente, alterando a fisiologia e a nutrição da planta hospedeira. Também podem deixar a planta predisposta a fatores externos como doenças e estresses ambientais (Garbin e Costa, 2015). Sendo assim, a presença de fitonematoide no solo é prejudicial à cultura hospedeira.

A alta população do gênero *Pratylenchus* em áreas produtoras de cultivares suscetíveis ao nematoide é motivo de preocupação, considera-se que este fitonematoide é responsável por perdas significativas na produtividade. Portanto, é importante conhecer sua distribuição populacional de maneira a favorecer a escolha adequada do manejo para a área infestada (Silva et al., 2004).

Asmus (2004) também detectou expressiva presença de *Pratylenchus* spp. no levantamento realizado em Mato Grosso do Sul nas cidades de Chapadão do Sul (82%), Costa Rica (79%) e São Gabriel D'Oeste (87%), cuja economia é baseada na agricultura, onde as principais culturas plantadas são algodão, cana de açúcar, milho, soja, sorgo, feijão, entre outras culturas hospedeiras do *Pratylenchus* spp. (IBGE, 2016), semelhante aos municípios que se destacaram com maior infestação neste estudo. Em estudo realizado no estado de Mato Grosso por Ribeiro et al. (2010), *Pratylenchus* spp. predominou em até 96% sobre outras espécies de nematoides.

Bellé et al. (2014) observaram alta incidência de *Pratylenchus* spp. em levantamento realizado em áreas de canaviais na região do Rio Grande do Sul, onde o gênero *Pratylenchus* esteve presente em 100% das amostras, demonstrando que o gênero *Pratylenchus* está distribuído no País, desse modo é preocupante a infestação atual das áreas produtivas. Estes levantamentos corroboram com o presente trabalho, deixa evidente a predominância de *Pratylenchus* spp. perante outros gêneros de nematoides fitopatogênicos e a alta ocorrência deste gênero nas áreas produtivas do País.

O ciclo de vida do nematoide pode variar em função dos fatores ambientais, como temperatura e umidade, pode ser de três a seis semanas, período em que a presença da umidade no solo pode diminuir o ciclo de vida e aumentar a quantidade de indivíduos de *Pratylenchus* spp., como também causar danos à cultura (Grigolli e Asmus, 2014).

Os nematoides, dentre eles o gênero *Pratylenchus,* são organismos pecilotérmicos, ou seja, a temperatura influência na velocidade dos processos fisiológicos, movimentação, desenvolvimento, reprodução e determinação sexual (Freckman e Caswell, 1985). Em baixas temperaturas exerce a criobiose, ou seja a dormência (Goulart, 2008). Algumas espécies estão melhores adaptadas à uma região do que outras. No caso do gênero *Pratylenchus,* as espécies estão melhor adaptadas aos trópicos e o fator de reprodução é maior onde a faixa de temperatura está próxima do ideal (24 a 30°C), favorecendo o aumento populacional da espécie (Ferraz et al., 1999), corroborando com os dados obtidos neste trabalho, cuja média da temperatura anual no período (25°C) favoreceu o aumento populacional nas áreas cultivadas no estado de Mato Grosso.

Dickerson (1979) relatou que a limitação da temperatura está relacionada com a interação entre patógeno e hospedeiro, em determinadas culturas a faixa de temperatura ideal para seu desenvolvimento de ser diferente. Porém, a baixa de temperatura reduz a população deste gênero de nematoide, chegando a 50% da sua população (Macguidin e Forge, 1991).

Com a pluviosidade maior que 1.100 mm por ano pôde-se perceber que a população de *Pratylenchus* spp. aumentou ou se manteve próxima à do ano anterior e quando abaixo de 1.100 mm a população diminuiu no ano seguinte, se recuperando gradativamente nos próximos anos com pluviosidade superior a 1100 mm por ano. Níveis populacionais de *Pratylenchus* spp. diminuem em épocas de estiagem e

quando a umidade do solo aumenta, a população de *Pratylenchus* spp. cresce, podendo se tornar mais alta, haja vista possuírem mecanismos de sobrevivência denominado de anidrobiose, a dormência em baixas condições de umidade de solo (Goulart, 2008).

Ferraz et al. (1999) observaram que espécies de *Pratylenchus* sobreviveram por oito meses em solo nu quando se manteve a umidade próxima à capacidade de campo. O mesmo foi descrito por Oliveira et al. (2008) em cultivo de cana-de-açúcar, quando adicionado torta de filtro, no qual houve aumento na população de *Pratylenchus* spp., em razão do aumento da umidade que a torta de filtro disponibiliza para o solo. Através do exposto, percebe-se a importância da umidade no solo, dentre outros fatores, para a sobrevivência do nematoide durante o período de entressafra.

Observando os dados obtidos neste trabalho, em anos com alta pluviosidade houve o aumento na densidade populacional de *Pratylenchus* spp. O mesmo foi observado por Oliveira et al. (2008) no cultivo de cana-de-açúcar, em meses com déficit hídrico houve uma redução na densidade populacional do gênero, ocasionada pela redução na umidade e presença de raízes no solo, dificultando a sobrevivência e reprodução.

Altas populações de *Pratylenchus* spp. causam perdas na produtividade de 20% a 30%, conforme estudo realizado em diferentes cultivares de algodão, em áreas de sucessão ou rotação com soja e milheto na entressafra (Silva et al., 2014).

Com o cultivo de espécies hospedeiras de *Pratylenchus* spp. em áreas infestadas pelo nematoide é necessário a implantação de táticas de manejo, nas lavouras, para minimizar os danos causados pelo nematoide às culturas. O manejo de fitonematoides começou a ser integrado à rotina dos agricultores brasileiros a partir da safra 2001/02. Perdas provocadas por *Pratylenchus brachyurus* na soja foram registradas no ano de 2003 na região de cerrado Matogrossense (Inomoto e Asmus, 2013). Contudo, o nematoide do gênero *Pratylenchus* estava presente em toda região produtora do Centro-Oeste brasileiro antes do seu primeiro relato, o aumento populacional se deu por fatores relacionados à expansão agrícola nesta região (Ribeiro, 2009). Isso porque, as populações de nematoides respondem rapidamente a estímulos externos relacionados às características do solo como textura, temperatura, umidade (Niles e Freckman, 1998) e às práticas agrícolas como destruição de restos culturais, plantio direto, rotação e sucessão de culturas (Inomoto e Asmus, 2010).

Segundo dados do IBGE (2016) o agronegócio é a base da economia dos municípios de Sapezal, Sorriso, Diamantino, Campo Novo do Parecis, Primavera, Sinop, Nova Mutum e Querência. Nesta pesquisa estes municípios juntos representam mais de 50% do total amostrado de *Pratylenchus* spp. As principais culturas produzidas nestes municípios são arroz, feijão, milho, soja, algodão e cana-de-açúcar, sendo estas culturas hospedeiras do nematoide das lesões radiculares (Santos et al., 2015) dentre outras.

A região do Centro-Oeste é a principal produtora da fibra do algodão e de grãos de soja e milho, o estado de Mato Grosso é o maior produtor nacional destas culturas (Conab, 2016). O feijão e o arroz também estão entre as principais espécies cultivadas e comercializadas no Estado, sendo o Mato Grosso, respectivamente, o terceiro (Depec (a), 2016) e o quarto (Depec (b), 2016) estado maior produtor no País. Com base nos dados obtidos do Imea (2016) o agronegócio, nos últimos 5 anos, representa mais de 97% da economia de Mato Grosso, cujos principais produtos comercializados são cereais, oleaginosas e o algodão.

O aumento populacional deste nematoide pode estar relacionado ao cultivo de espécies vegetais hospedeiras do nematoide, ao uso do sistema de plantio direto ou cultivo mínimo, a rotação ou sucessão com culturas hospedeiras aos nematoides, a utilização de solos de textura arenosa ou média para o plantio e a compactação do solo, que ocorre em solos sob plantio direto (Goulart, 2008; Ribeiro, 2009).

O sistema de plantio direto começou a ser implantado na região Centro-Oeste somente nos anos 90. Porém, este sistema exigiu manejos diferenciados a serem implantados ao cultivo convencional como o não revolvimento do solo e o acúmulo de restos culturais, gerando uma condição diferenciada em relação às pragas, doenças e plantas daninhas (Lopes et al., 2004).

O sistema de cultivo sem revolvimento do solo, quando não realizado corretamente, pode contribuir para o aumento populacional de *Pratylenchus* spp. A manutenção do solo coberto mantém raízes disponíveis para a multiplicação de nematoides. No caso do nematoide das lesões radiculares a disponibilidade de raízes, principalmente de gramíneas usadas como cobertura de solo, é um fator que contribuiu para o aumento populacional das principais espécies deste gênero (Asmus, 2010).

A palhada formada na camada superficial mantém a umidade do solo elevada e a temperatura em uma faixa constante, favorecendo o desenvolvimento de micro-

organismos, bem como de fitonematoides que interferem negativamente na agricultura (Goulart, 2008).

O avanço da agricultura em todo o País e, em especial, no estado de Mato Grosso, favoreceu o desenvolvimento do nematoide das lesões radiculares. A nova técnica de não revolvimento do solo proporcionou um ambiente favorável para o aumento populacional de *Pratylenchus* spp., mantendo raízes no solo para sua hospedagem e palhada que mantém a umidade e a temperatura ideal, tornando seu desenvolvimento mais rápido, fato este que explica o aumento dos danos às culturas e perdas na produtividade.

Com base nos mapas obtidos com a somatória da população de *Pratylenchus* spp., amostrada em cada município, é possível perceber que com o passar dos anos a população do nematoide das lesões radiculares está aumentando nas áreas produtoras de alguns municípios, porém diminuindo em outros. Esta diminuição pode estar relacionada com o reconhecimento da importância de realizar o manejo adequado das lavouras (Inomoto e Asmus, 2010). O manejo de nematoides tem como base o monitoramento, a análise de solo e adoção de táticas de manejo que visem a redução da população por meio de cultivares mais resistentes e plantas que desfavoreçam a multiplicação deste nematoide (Nunes et al., 2010).

Também foi possível constatar que os municípios com maior quantidade de nematoide do gênero *Pratylenchus* estão concentrados na Mesoregião Norte de Mato Grosso, onde a agricultura é a base da economia. Daí a importância em fazer o manejo para este nematoide, com o intuito de diminuir perdas na produtividade sem aumentar a área plantada.

CONCLUSÕES

O nematoide das lesões radiculares está distribuído no estado de Mato Grosso, com maior incidência na Mesoregião Norte do Estado.

Os municípios com maior infestação de *Pratylenchus* spp. têm sua economia voltada para o agronegócio, com o cultivo de soja, milho e outras espécies suscetíveis ao nematoide.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pela concessão da bolsa de Mestrado ao primeiro autor. À Associação de Produtores de Soja e Milho do Estado de Mato Grosso (APROSOJA), ao Fundo de Apoio à Cultura da Soja (FACS) pela concessão do auxílio à pesquisa e ao laboratório Plante Certo pela concessão do banco de dados para estudo.

REFERÊNCIAS

Asmus, G. L. 2004. Ocorrência de nematoides fitoparasitos em algodoeiro no Estado de Mato Grosso do Sul. Nematologia Brasileira, Brasília, 28: 1: 77-86.

Bellé, C.; Kulczynki, S. M.; Gomes, C. B.; Kunh, P. R. 2014. Fitonematoides associados à cultura da cana-de-açúcar no Rio Grande do Sul, Brasil. Nematropica, 44: 2: 207-217.

Companhia Nacional de Abastecimento [CONAB]. 2016. Séries Históricas. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&. Acesso em 26 de julho de 2016.

Coolen, W. A.; D'Herde, C. J. 1972 A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent: State Nematology and Entomology Research Station, 77p.

Corte, G. D.; Pinto, F. F.; Stefanello, M. T.; Gulart, C.; Ramos, J. P.; Balardin, R. S. 2014. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos no controle de fitonematoides em soja. *Ciência Rural*, Santa Maria, 44: 9: 1534-1540.

Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos [DEPEC] (a). 2016. Soja. Disponível em: https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_feijao.pdf. Acesso em 28 de novembro de 2016.

Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos [DEPEC] (b). 2016. Arroz. Disponível em: https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_arroz.pdf. Acesso em 28 de novembro de 2016.

Dias, W. P.; Asmus, G. L.; Silva, J. F. V.; Garcia, A.; Carneiro, G. E. S. 2010. Nematoides, p.173-206. In: Almeida, A. M. R.; Seixas, C. D. S. Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura. Embrapa Soja, Londrina, PR, BR.

Dickerson, O. J. 1979. The effects of temperature on *Pratylenchus scribneri* and *p. alleni* populations on soybeans and tomatoes. Journal of Nematology, 11: 23-26.

Eapen, S.J.; Beena, B; Ramana, K.V. 2005. Tropical soil microflora of spice-based cropping systems as potential antagonists of root-knot nematodes. Journal of Invertebrate Pathology, 88: 218-225. Doi: 10.1016/j.jip.2005.01.011

Ferraz, L. C. C. B. 1999. Gênero *Pratylenchus* – Os nematóides das lesões radiculares**.** RAPP – 7.

Ferreira, T. F.; Souza, R.M.; Ferreira, K. D. S.; Idalino, W. S. S. 2015 Interacion of *Rotylenchus reniformis* and *Meloidogyne javanica* with mealybug wilt of pineapple, in microplots. European Jounal of Plant Pathology. 141: 761. Doi: 10.1007/s10658-014-0576-5

Freckman, D. W.; Caswell, E. P. 1985. The ecology of nematodes in agroecosystems. Annual Review of Phytopathology, 23: 275-296.

Garbin, L. F.; Costa, M. J. N. 2015. Incidência do fitonematoide *Helicotylenchus* em análises laboratoriais do Mato Grosso. Revista eletrônica do UNIVAG, 12: 90-96.

Goulart, A. M. C. 2008. Aspectos gerais sobre os nematoides-das-lesões-radiculares *(gênero Pratylenchus).* (2008). Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/571924/1/doc219.pdf>. Acesso em 19 de abril de 2016.

Grigolli, J. F. J.; Asmus, G. L. 2014. Manejo de nematoides na cultura da soja. In: Lourenção, A. L. F.; Grigolli, J. F. J.; Melotto, A. M.; Pitol, C.; Gitti, D. de C., Roscoe, R. (Ed). Tecnologia e produção: Soja 2013/2014. Maracaju, MS.

Handoo, Z.A.; Golden. A.M. 1936. A key and diagnostic compendium to the species of the genus *Pratylenchus* Filipjev, (Lesion nematodes). Journal of Nematology, Lawrence, 21: 2: 202-218.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE]. 2016. Cidades de Mato Grosso. Disponível em: http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=51&search=mato-grosso. Acesso em 22 de julho de 2016.

Instituto Matogrossense de Economia e Agropecuária [IMEA]. 2016. Conjuntura Econômica. Disponível em: http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/07112016175254.pdf. Acesso em 28 de novembro de 2016.

Inomoto, M. M.; Asmus, G. L. 2010. Host status of graminaceous cover crops for Pratylenchus brachyurus. Plant Disease, 94: 1022-1025.

Inomoto, M. M.; Asmus, G. L. (2013). Manejo de nematoides em sistemas consorciados. In: *Seminário de milho safrinha, 2012/13*, Dourados. Estabilidade e produtividade: anais. Brasília, DF: Embrapa; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. Editado por: Germani Concenço, Gessi Ceccon. 1 CD-ROM.

Jenkins, W. R. 1964. A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter*, 48: 1: 692.

Lopes, S. A.; Wietholter, S.; Guilherme, L. R. G.; Silva, C. A. 2004. Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo. São Paulo, Associação Nacional para Difusão de Adubos – ANDA, 110p.

Macguidwin, A. E.; Forge, T. A. 1991. Winter survival of *Pratylenchus scribneri*. Journal of Nematology, 23: 198-204.

Niles, R.K.; Freckman, D. W. 1998. From the ground up: nematode ecology in bioassessment and ecosystem health, p. 65-85. In: Barker, K. R.; Pederson, G. A.; Windham, G. L. (Ed.). Plant and nematode interactions. Madison: American Society of Agronomy.

Nunes, J. R. S*.* 2010. Avifauna do Rio Paraguai, Pantanal de Cáceres, Mato Grosso. 256 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade de São Carlos, São Carlos.

Nunes, H. T.; Monteiro, A. C.; Pomela, A. W. 2010. Use of microbial and chemical agentes to control *Meloidogyne incognita* in soybean. Acta Scientiarum Agronomy (Online), 32: 3. http//dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v32i3.2166

Oliveira, F. S.; Rocha, M. R.; Teixeira, R. A.; Faleiro, V. O.; Soares, R. A. B. 2008. Efeito de Sistemas de Cultivo no Manejo de Populações de *Pratylenchus* spp. na Cultura da Cana-de-açúcar. Nematologia Brasileira*,* 32: 117-125.

Pereira, A. C.; Toscano, L. C.; Abreu, A. B.; Vieira, N. S.; Dias, P. M. 2015. Ocorrência de nematóides fitoparasitos em solo cultivado com algodão e soja. Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, 2: 4: 14–19.

Ribeiro, N. R. (2009). 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.* Tese (Doutorado em Agronomia) − Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Londrina, 56 p.

Ribeiro, N. R.; Miranda, D. M.; Favoreto, L. 2011. Nematoides: um desafio constante. In: Boletim de Pesquisa de Soja 2011. Fundação MT, Rondonópolis MT. 15: 400-414.

Ribeiro, N. R.; Dias, W. P.; Santos, J. M. 2010. Distribuição de Fitonematoides em Regiões Produtora de Soja do Estado de Mato Grosso. Boletim de Pesquisa de Soja 2010. Rondonópolis, MT: Carrion; Carrecedo,

Santos, T. F. S.; Poliezel, A. C.; Ribeiro, N. R.; Silva, T. J. A.; Guimarães, S. L. 2015. Reprodução de *Pratylenchus brachyurus* em diferentes níveis de inóculo e tempo de avaliação em três cultivares de soja. Nematropica, 45: 1: 43-50.

Silva, R. A.; Serrano, M. A. S.; Gomes, A. C.; Borges, D. C.; Souza, A. A.; Asmus, G. L.; Inomoto, M. M. 2004. Ocorrência de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne incognita* na cultura do algodoeiro no Estado do Mato Grosso. Fitopatologia Brasileira, Fortaleza, 29: 337.

Silva, R. A.; Rack, V. M.; Vigolo, F.; Santos, P. S.; Castro, R. D.; Kobayasti, L. 2014. Correlation between density population of nematodes and productivity of cotton. Bioscience Journal, 30: 3: 210-218.

Tihohod, D. 1997. Guia prático para a identificação de fitonematoides. Jaboticabal: FCAV, FAPESP, 246p.

Vielliard, J.; Silva, W. R. (1990). Nova metodologia de levantamento quantitativo e primeiros resultados no interior do Estado de São Paulo, p. 117-151. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANILHADORES DE AVES. *Anais...*Recife: UFRPe, v. 4, Recife, PE, BR.

Controle biológico de *Pratylenchus brachyurus* na cultura da soja

[Preparado de acordo com as normas da Revista Caatinga]

Kethelin Cristine Laurindo de Oliveira[(1)] e Dejânia Vieira de Araújo[(2)]

[1)] Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola (PPGASP), Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agro-Ambientais (CPEDA), Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário de Tangará da Serra, Rod. MT 358, km 07, Jardim Aeroporto, Caixa Postal 287, CEP 78.300-000, Tangará da Serra, MT Brasil. E-mail: kethelinlaurindo@hotmail.com, dejania@unemat.br.

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência de produtos biológicos associados à adubação biológica sobre a população de *Pratylenchus brachyurus,* na cultura da soja. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na UNEMAT, Campus de Tangará da Serra. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 10 X 2 (produtos de controle de nematoides x com e sem adubação biológica), com quatro repetições. Os tratamentos avaliados foram: testemunha sem nematoides, testemunha com nematoides, *Trichoderma asperellum, Bacillus subtilis, Paecilomyces lilacinus, Bacillus subtilis + T. asperellum, B. subtilis + P. lilacinus, T. asperellum + P. lilacinus, B. subtilis + T. asperellum + P. lilacinus* e abamectina, todos com e sem aplicação de adubação biológica. Foram avaliados a população de *P. brachyurus,* altura, diâmetro de colo e características microbiológicas do solo aos 60 e 120 DAS (dias após a semeadura), massa seca da parte aérea aos 60 DAS e produtividade aos 120 DAS. Observou-se que aos 60 DAS os tratamentos biológicos e químicos promoveram maior eficiência no controle da população do fitonematoide. Quando associados à adubação biológica somente os biológicos melhoraram sua eficiência. Aos 120 DAS os produtos biológicos apresentaram maior eficiência no controle da população do fitonematoides que a abamectina, aumentando sua eficiência, quando associados à adubação biológica. O mesmo foi observado nas duas épocas de semeadura. As características agronômicas da planta e a produtividade apresentaram melhores resultados com os tratamentos biológicos, sendo a abamectina superior somente à testemunha com nematoides. Para estas variáveis, na primeira época de semeadura, os tratamentos biológicos não apresentaram interação com a associação à adubação biológica. Na segunda época de semeadura houve diferença significativa para estas variáveis somente na aplicação do adubo biológico e as características microbiológicas do solo apresentaram diferença significativa apenas na segunda época de plantio.

PALAVRAS-CHAVE: *Trichoderma asperellum. Paecilomyces lilacinus. Bacillus subtilis.* abamectina e adubação biológica.

Biological control of *Pratylenchus brachyurus* in soybean cultivation

ABSTRACT
The objective of this work was to evaluate the efficiency of biological products associated with biological fertilization on the population of *Pratylenchus brachyurus*, in the soybean crop. The experiment was conducted in a greenhouse at UNEMAT, in Tangará da Serra. The experimental design was a randomized complete block design, with a 10 x 2 factorial design (control products of nematodes x with and without biological fertilization), with four replications. The evaluated treatments were: control without nematodes, control with nematodes, T*richoderma asperellum, Bacillus subtilis, Paecilomyces lilacinus, Bacillus subtilis + T. asperellum, B. subtilis + P. lilacinus, T. asperellum + P. lilacinus, B. subtilis + T. asperellum + P. lilacinus and* abamectin, all with and without biological fertilization. The population of *P. brachyurus*, height, steam diameter and microbiological characteristics of the soil were evaluated at 60 and 120 DAS (days after sowing), shoot dry weight at 60 DAS and productivity at 120 DAS. It was observed that at 60 DAS biological and chemical treatments promoted greater efficiency in the control of the phytonematoid population. When associated with biological fertilization only the biological have improved its efficiency. At 120 DAS the biological products presented better efficiency in the control of the population of the phytonematoids than abamectin, increasing its efficiency, when associated to the biological fertilization. The same was observed in the two sowing seasons. The agronomic characteristics of the plant and the productivity presented better results with the biological treatments, with abamectin being superior only to the control with nematodes. For these variables, in the first sowing season, the biological treatments showed no interaction with the association with the biological fertilization. In the second sowing season there was a significant difference for these variables only in the application of the biological fertilizer and the microbiological characteristics of the soil presented significant difference only in the second planting season.

KEYWORDS: *Trichoderma asperellum, Paecilomyces lilacinus, Bacillus subtilis,* abamectin e biological fertilization.

INTRODUÇÃO

A produção de grãos no Brasil tem contribuído positivamente na economia do país. Na safra 2016/2017 a produção de grãos poderá atingir o volume de 210,9 milhões de toneladas, onde o estado de Mato Grosso é o maior produtor com uma participação de 28,45% do total nacional. A soja ocupa mais da metade da produção de grãos do país, contabilizando a produção de 101.595,9 milhões de toneladas. Com isso, o Brasil tornou-se o segundo maior produtor mundial de soja, atrás apenas dos Estados Unidos (CONAB, 2016).

Com os avanços tecnológicos na agricultura e a valorização das *commodities*, houve uma forte expansão das áreas cultivadas com soja no país, o que favoreceu esse aumento de produção. Porém, os produtores ainda enfrentam vários outros desafios para manter uma boa produtividade nas lavouras. Dentre estes, destaca-se o ataque de patógenos, como por exemplo os nematoides, que afetam a produtividade, alteram a qualidade dos grãos e aumentam significativamente os custos de produção (SOARES et al., 2010).

Diferentes espécies de nematoides fitoparasitas causam sérios problemas ao cultivo da soja nas diversas regiões do mundo e do Brasil. No caso do *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & S. Stekhoven os danos causados na soja variam em torno de 50% (GOULART, 2008).

No Brasil os nematoides das lesões radiculares destacam-se como o segundo grupo de maior importância entre os nematoides na agricultura (SANTOS et al., 2015) e a principal espécie causadora de danos à soja no Brasil (ALVES, 2015). Sua disseminação é rápida e ampla, parasitando várias culturas. Além de hospedarem-se em plantas cultivadas, parasitam plantas daninhas que permanecem presentes no campo durante a entressafra, dificultando assim a eficiência dos programas de rotação com culturas não hospedeiras (DIAS et al., 2010).

P. brachyurus é uma espécie de difícil controle na cultura da soja, pois as culturas utilizadas em sucessão ou rotação com a soja são suscetíveis ao nematoide, sendo que existem poucas cultivares de soja resistentes ou tolerantes ao *P. brachyurus* (INOMOTO; ASMUS, 2013). O nematoide das lesões radiculares afeta diretamente o crescimento e o rendimento da soja, devido ao fato de ser um parasita de raiz, que ao se alimentar causa necrose nas raízes matando-as. Diante disto diminui a absorção de nutrientes pela planta (LIMA et al., 2015).

As medidas de controle adotadas pelos agricultores geralmente são o uso de nematicidas químicos, persistentes no solo, que contaminam os lençóis freáticos e prejudicam os seres humanos e fauna do planeta, e o controle de alto custo e com eficiência temporária (COSTA, 2015).

O controle biológico pode ser utilizado como alternativa ao controle químico, apresentando vantagens por ser mais barato, de fácil aplicação, não contaminar, não deixar resíduos e não desequilibrar o meio ambiente (NUNES; MONTEIRO; POMELLA, 2010), além de melhorar a microbiota local e controlar somente o patógeno desejado, ao contrário do controle químico que não é seletivo (VAZ et al., 2011), é realizado no tratamento de sementes através da inoculação de fungos e bactérias e tem sido uma opção (GOULART, 2008).

Os micro-organismos exercem influência significativa na redução de nematoides fitoparasitas, considerados antagonistas. São encontrados, geralmente, associados ao sistema radicular em solos com alto teor de matéria orgânica (RITZINGER; FANCELLI, 2006). A presença e o desenvolvimento dos micro-organismos no solo favorecem a ciclagem de nutrientes, a degradação dos resíduos vegetais e melhoram a matéria orgânica presente no solo (STIEVEN et al., 2009).

Sendo assim, alternativas que favoreçam o desenvolvimento de micro-organismos benéficos no solo são necessárias para melhorar a produção. O uso de produtos biológicos e adubação biológica são uma alternativa para suprir as necessidades de nutrientes das plantas, auxiliar na proteção contra patógenos causadores de doenças e buscar o equilíbrio da microfauna presente no solo, minimizando danos produtivos, financeiros e ao meio ambiente. Diante do exposto o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência de produtos biológicos associados à adubação biológica sobre a população de *Pratylenchus brachyurus,* na cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção do inóculo de *Pratylenchus brachyurus*

O inóculo de *P. brachyurus* foi doado pela Associação de Produtores de Soja e Milho do estado de Mato Grosso (APROSMAT). Realizou-se a multiplicação do nematoide na cultura do quiabo em vasos com solo esterilizado, mantido até a inoculação na soja. A extração do inóculo foi realizada no laboratório de fitopatologia do Centro de Pesquisa, Estudos e Desenvolvimento Agro-Ambientais (CPEDA)

localizado na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus de Tangará da Serra. A extração dos nematoides das raízes seguiu a metodologia descrita por Coolen e D'herde (1972).

Condução do experimento em casa de vegetação

Porções de 8Kg de substrato (proporção 3:2:0,2 de solo:areia:cama de aviário) foram individualizadas e acondicionadas em sacos de PEAD (Polietileno de alta densidade), posteriormente foram esterilizados em autoclave por uma hora, com temperatura de 120°C (1 atm). Após a esterilização, cada porção de solo foi transferida para vasos plásticos de 8L e suplementado com adubação química conforme a necessidade da cultura, apresentada na análise do solo, com 500 Kg ha^{-1} da formulação 0-18-18 no solo. Os vasos foram mantidos em casa de vegetação com controle de irrigação e temperatura, o sistema era acionado ao atingir temperatura interna de 28°C.

Para compor os tratamentos foram utilizados cinco produtos comercializados como nematicidas na agricultura, sendo o químico com Abamectina 18% (277 mL por hectare), e os biológicos contendo *Bacillus subtilis* - Rizos® (100 mL por hectare), *Trichoderma asperellum* - Qualyti® (25g por hectare), *Paecilomyces lilacinus* - Nemat® (600g por hectare) e um adubo biológico - Microgeo® (150 mL por hectare).

Os tratamentos foram compostos por agentes de controle biológico aplicados individualmente e em interação, duas testemunhas e o produto químico para efeito de comparação. Esses tratamentos receberam ou não uma aplicação de adubação biológica.

1. Testemunha 1 (sem nematoide);
2. Testemunha 2 (com nematoide);
3. Abamectina;
4. *Trichoderma asperellum;*
5. *Bacillus subtilis;*
6. *Paecilomyces lilacinus;*
7. *Bacillus subtilis + Trichoderma asperellum;*
8. *Bacillus subtilis + Paecilomyces lilacinus;*
9. *Trichoderma asperellum + Paecilomyces lilacinus;*
10. *Bacillus subtilis + Trichoderma asperellum + Paecilomyces lilacinus;*

O experimento foi conduzido em blocos casualizados com esquema fatorial 10x2 (tratamentos de controle do nematoide versus com e sem a adubação biológica), com 4 repetições por tratamento. O experimento foi repetido duas vezes (duas épocas) para confirmar o efeito dos tratamentos sobre a população de nematoides.

Os produtos para o controle do nematoide foram aplicados via tratamento de sementes de soja (*Glycine max* L.), cultivar TMG 132RR, suscetível ao nematoide das lesões radiculares, juntamente com a inoculação de bactérias fixadoras de nitrogênio. Foram semeadas cinco sementes por vaso, após a emergência das plântulas foi realizado o raleamento, deixando uma planta por vaso.

Aos cinco dias após a emergência (DAE) da soja realizou-se a inoculação com 500 juvenis por planta de *P. brachyurus*, através de três orifícios de aproximadamente 2 cm de profundidade ao redor do colo da plântula. A adubação biológica foi aplicada via pulverização do solo aos 15 DAE.

O manejo de pragas e doenças foi realizado de acordo com o nível de controle para pragas e de incidência de doenças, principalmente a ferrugem da soja.

Variáveis analisadas

Para avaliar a eficiência dos tratamentos foram realizadas análises aos 60 e aos 120 dias após a semeadura (DAS), exceto para massa seca da parte aérea que foi determinada somente aos 60 DAS. Por outro lado, a produtividade e o número de vagens foram avaliados somente aos 120 DAS.

Avaliou-se a população de *P. brachyurus* nas raízes e no solo, as características agronômicas da cultura, como altura, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea e variáveis microbiológicas do solo, como respiração basal e carbono da biomassa microbiana.

Densidade populacional de *Pratylenchus brachyurus*

Para a quantificação da população de *P. brachyurus* as extrações de solo foram realizadas pelo método de flotação e centrifugação com solução de sacarose (JENKINS, 1964) e os das raízes foram realizadas através do método da flotação centrífuga em solução de sacarose com caulim (COOLEN; D'HERDE, 1972). A quantificação dos nematoides foi realizada em microscópio ótico com o auxílio da lâmina de Peters. Os resultados de solo e raiz foram somados e apresentados em número de nematoides por 10g de raiz e em número de nematoides por 100cm^3 de

solo. Posteriormente foi feito o cálculo do fator de reprodução (FR) (População final/ População inicial) por tratamento.

Avaliação agronômica e de produtividade

Para a avaliação da altura das plantas foi utilizada uma fita métrica e feita a medição do colo até o ápice da planta, os resultados expressos em centímetros (cm) e com o auxílio de um paquímetro mediu-se o diâmetro do colo da planta, expressado em milímetros (mm).

A massa seca da parte aérea foi obtida após a secagem do material vegetal, à temperatura de 70°C ± 2°C por 48h ou até que o peso se mantivesse constante. Após a secagem, o material foi pesado em balança analítica com precisão de duas casas decimais após a vírgula (EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS, 2012), e os resultados expressos em gramas (g).

Para determinar a produção realizou-se a estimativa através da contagem de vagens por planta de cada tratamento. O cálculo da produtividade foi feito utilizando-a produção de grãos de cada planta de cada tratamento e multiplicado pela quantidade de plantas em um hectare da variedade cultivada, com uma população padrão de planta de soja de 320 mil por hectare (EMBRAPA SOJA, 2004). Os resultados foram apresentados em quilogramas por hectares (Kg ha^{-1}).

Variáveis microbiológicas do solo

As variáveis microbiológicas analisadas foram: carbono da biomassa microbiana, respiração basal e quociente metabólico.

Para tanto, foram coletadas amostras de 300g de solo por tratamento e passadas em peneiras de 2mm de abertura de malha e armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados sob refrigeração a 4°C, para serem analisadas.

O carbono da biomassa microbiana foi determinado pelo método da fumigação-incubação proposto por Jenkinson e Powlson (1976). As amostras de solo foram fumigadas com clorofórmio por 2 dias e posteriormente incubadas com hidróxido de sódio (NaOH), por cinco dias. O CO_2 liberado foi determinado por titulação, conforme Alef (1995) e expresso em miligramas de gás carbônico por grama de solo por dia (mg CO_2 g^{-1} de solo $dia^{-1)}$. Juntamente com o carbono da biomassa microbiana foi realizada a respiração basal, sendo estimada pela quantidade de CO_2

liberado do solo não fumigado, durante os cinco dias de incubação. Os dados da respiração basal foram expressos em miligramas de carbono por grama de solo (mg C g^{-1} solo). Através da razão entre a taxa da respiração basal e o Carbono da biomassa microbiana proposto por Anderson e Domsch (1993) foi avaliado o quociente metabólico (q-CO_2), expresso em miligrama de carbono do gás carbônico pelo carbono microbiano por dia (mg C- CO_2 mg $Cmic^{-1}$ dia^{-1}).

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando observado efeito significativo dos fatores avaliados, as médias foram comparadas pelo teste Scott Knott ($p \leq 0,05$), utilizando o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada diferença significativa entre os tratamentos na primeira época de semeadura para fator de reprodução (FR) de *P. brachyurus*, altura da planta, diâmetro do colo aos 120 (DAS), número de vagens e produtividade. Somente as variáveis FR e altura da planta aos 120 DAS apresentaram interação significativa entre tratamento e adubação biológica. Não houve diferença entre os tratamentos para as variáveis microbiológicas do solo.

Na segunda época de semeadura foi observada diferença significativa na aplicação de adubação biológica para as variáveis: massa seca da parte aérea aos 60 DAS, altura e diâmetro de colo aos 60 e 120 DAS e número de vagens e produtividade aos 120 DAS. Somente a variável FR apresentou interação significativa entre os tratamento e a adubação biológica aos 60 e 120 DAS, enquanto que as variáveis microbiológicas do solo apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos somente aos 120 DAS.

Tanto na primeira época de semeadura quanto na segunda, aos 60 DAS, os produtos biológicos apresentaram efeito nematicida quando comparados à testemunha com nematoides, apesar do produto químico apresentar melhores resultados neste período como pode ser observado na Tabela 1. Aos 120 DAS os produtos biológicos obtiveram melhor eficiência do que o produto químico, e quando associados à adubação biológica apresentaram melhora na eficiência do controle. Confirmando o estudo de Gonçalves Júnior et al. (2013), em que o efeito residual da

abamectina é de aproximadamente 25 dias, diminuindo gradativamente após a aplicação, o oposto do que acontece aos tratamentos biológicos, visto que com o passar do tempo se estabelecem no solo, principalmente na região da rizosfera e aumentam sua população, consequentemente, potencializam os efeitos e apresentam melhor controle a longo prazo.

Tabela 1: Fator de reprodução (FR) e eficiência de controle (%) de *Pratylenchus brachyurus* aos 60 e 120 dias após a semeadura, com aplicação ou não de adubação biológica.

Primeira época de semeadura								
Tratamentos	Adubação biológica							
	60 DAS				120 DAS			
	FR Com	% Com	FR Sem	% Sem	FR Com	% Com	FR Sem	% Sem
Testemunha com nematoide	1,8 Ca	0,0	2,7 Fb	0,0	12,7 Ea	0,0	14,5 Gb	0,0
Abamectina	0,3 Aa	83,3	0,4 Aa	85,2	4,5 Da	64,6	6,2 Fb	57,2
Trichoderma asperellum	0,8 Ba	55,5	1,8 Db	33,3	1,9 Ca	85,0	6,3 Fb	56,5
Bacillus subtilis	0,4 Aa	77,8	0,7 Bb	74,1	1,7 Ca	86,6	4,4 Eb	69,5
Paecilomyces lilacinus	1,7 Ca	5,5	2,1 Eb	22,2	1,0 Ba	92,1	1,9 Cb	86,9
Trichoderma asperellum + Bacillus subtilis	0,5 Aa	72,2	0,9 Bb	66,7	0,7 Aa	94,5	1,5 Bb	89,6
Trichoderma asperellum + Paecilomyces lilacinus	0,5 Aa	72,2	0,8 Bb	70,4	1,2 Ba	90,5	2,7 Db	81,4
Bacillus subtilis + Paecilomyces lilacinus	1,0 Ba	44,4	1,3 Cb	51,8	0,4 Aa	96,8	1,0 Ab	93,1
Trichoderma asperellum + Bacillus subtilis + Paecilomyces lilacinus	0,4 Aa	77,8	1,9 Db	29,6	0,7 Aa	94,5	2,6 Db	82,1
CV (%)	9,5				6,5			

Segunda época de semeadura								
Tratamentos	Adubação biológica							
	60 DAS				120 DAS			
	FR Com	% Com	FR Sem	% Sem	FR Com	% Com	FR Sem	% Sem
Testemunha com nematoide	1,7 Ba	0,0	4,78 Bb	0,0	5,7 Da	0,0	8,2 Db	0,0
Abamectina	0,4 Aa	73,3	0,5 Aa	89,5	1,8 Ca	68,4	3,1 Cb	62,2
Trichoderma asperellum	0,7 Aa	53,3	1,3 Ab	72,8	0,8 Aa	86,0	1,8 Ab	78,0
Bacillus subtilis	0,4 Aa	73,3	0,6 Ab	87,4	0,7 Aa	87,7	2,4 Bb	70,7
Paecilomyces lilacinus	0,9 Aa	40,0	1,2 Ab	74,9	0,6 Aa	89,5	1,6 Ab	80,5
Trichoderma asperellum + Bacillus subtilis	0,5 Aa	66,7	0,9 Ab	81,2	0,7 Aa	87,7	1,2 Ab	85,4
Trichoderma asperellum + Paecilomyces lilacinus	0,7 Aa	73,3	1,0 Ab	79,1	1,2 Ba	78,9	2,1 Ba	74,4
Bacillus subtilis + Paecilomyces lilacinus	0,5 Aa	66,7	0,8 Ab	83,3	0,8 Aa	86,0	2,1 Bb	74,4
Trichoderma asperellum + Bacillus subtilis + Paecilomyces lilacinus	0,5 Aa	66,7	0,9 Ab	81,2	0,7 Aa	87,7	2,0 Bb	75,6
CV (%)	36,3				17,8			

Médias com mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O mesmo foi observado por Bortoline et al. (2013) em experimento realizado com controle biológico e químico de *P. brachyurus*, onde os tratamentos biológicos *Paecilomyces lilacinus* + *Arthrobotrys* spp. e *Trichoderma viride* apresentaram efeito nematicida semelhante aos químicos imidacloprido + tiodicarbe, piraclostrobina + tiofanatometílico + fipronil e Abamectina.

No presente trabalho, o produto químico quando associado à adubação biológica não apresentou incremento na eficiência nematicida aos 60 DAS, porém aos 120 DAS, após o fim do efeito residual, a associação demostrou eficiência no controle de *P. brachyurus*. O mesmo foi observado na testemunha com nematoide, pois com a adubação biológica apresentou menor FR, demonstrando a ação nematicida exercida pela adubação biológica.

O controle biológico está sendo utilizado como uma alternativa viável para o controle de fitonematoides, visto que causam danos mínimos ou nulos ao meio ambiente, além de serem seletivos e economicamente vantajosos (ARAÚJO; MARCHESI, 2009).

Para realizar uma agricultura sustentável é necessário utilizar estratégias que permitam o aumento da produção de alimentos sem prejudicar o meio ambiente e a saúde dos seres humanos, onde o uso de micro-organismos é uma alternativa viável, considerando serem de fácil aplicação em tratamento de sementes e nativos nos solos, não interferindo no equilíbrio ecológico e portanto enquadrando-se plenamente na realidade da agricultura sustentável (MARIANO et al., 2004).

Diante do exposto os fungos e as bactérias são agentes biológicos de maior potencial na agricultura, os produtos biológicos utilizados neste trabalho possuem modos de ações diferentes no controle ao nematoide (SANTIAGO, 2015).

P. lilacinus é um fungo que penetra os ovos dos nematoides destruindo o embrião e exerce pressão na capacidade reprodutiva das fêmeas colonizadas, que posteriormente são mortas (SANTIAGO et al., 2006). Em estudos realizados com o *P. lilacinus* no controle de *M. incognita*, o fungo apresentou eficiência na redução de ovos e juvenis, bem como incremento na manutenção na massa da matéria seca das raízes avaliadas (NUNES; MONTEIRO; POMELLA, 2010). O fungo *T. asperellum* produz compostos tóxicos e parasita ovos de nematoides fitopatogênicos (COSTA, 2015). Testes com *Trichoderma* spp. no controle de *M. incognita, H. glycines* e *P. brachyurus* em algodão, soja e milho mostraram que o fungo apresentou alta eficiência de controle aos nematoides *M. incognita* e *H. glycines* e eficiência moderada no controle de *P.*

brachyurus (COSTA, 2015). A bactéria *B. subtilis* dificulta a localização das raízes pelos nematoides através da produção de toxinas e consequentemente alteração de exsudatos radiculares (SANTIAGO, 2015), em estudos realizados com a bactéria *Bacillus subtilis* demonstraram eficiência no controle de *Meloidogyne* spp. e acréscimo na biomassa da parte aérea (ARAÚJO; MARCHESI 2009)

Observou-se um aumento no FR aos 120 DAS em todos os tratamentos, exceto para o produto à base do fungo *P. lilacinus* nas duas épocas de semeadura e para a combinação dos produtos à base dos fungos *P. lilacinus* + *T. asperellum* na primeira época de semeadura, em que houve redução no FR aos 120 dias em relação aos 60 dias, demonstrando eficiência na ação antagonista destes micro-organismos sobre *P. brachyurus* (Tabela 1).

Estudos realizados com isolados do fungo *P. lilacinus*, todos os isolados promoveram redução na população de *Meloidogyne paranaenses*, observando eficiência no controle do nematoide (SANTIAGO et al., 2006). Também foram realizados estudos em casa de vegetação com a bactéria *B. subtilis* no controle de *H. glycines*, onde a bactéria reduziu a eclosão de ovos, inibiu a migração de larvas juvenis do nematoide para a planta e reduziu as fêmeas na raiz de soja quando o solo e as sementes foram tratados previamente com o antagonista (D'AGOSTINO; MORANDI, 2009).

Quando houve aplicação da adubação biológica, a interação entre os micro-organismos demonstrou ser benéfica no controle de *P. brachyurus*. A associação de mais de um micro-organismo proporcionou diminuição na população de nematoides. Estes resultados podem ser explicados pela combinação do modo de ação dos micro-organismos no controle do nematoide e na fisiologia da planta.

Na primeira época de semeadura, a interação dos tratamentos com a adubação biológica apresentou bons resultados no controle da população de nematoides, porém não foi significativa nas características agronômicas da cultura, número de vagens e na produtividade, assim os micro-organismos testados foram os responsáveis pelos resultados apresentados. Diferente do apresentado na segunda época de semeadura, quando as características agronômicas da cultura, número de vagens e produtividade apresentaram diferença significativa somente na aplicação da adubação biológica, demonstrando ser benéfica a planta (Tabela 2).

Tabela 2: Características agronômicas e produtividade de plantas de soja aos 60 e 120 DAS em função da aplicação de adubação biológica para o controle de *Pratylenchus brachyurus* na segunda época de semeadura.

Variáveis analisadas	Adubação biológica			
	60 DAS		120 DAS	
	Com	Sem	Com	Sem
Massa seca da parte aérea (g)	18,6 A	16,0 B	-	-
Altura (cm)	31,0 A	23,4 B	38,4 A	32,9 B
Diâmetro de colo (mm)	5,4 A	4,7 B	6,3 A	5,4 B
Número de vagens	-	-	39,8 A	23,5 B
Produtividade (Kg ha^{-1})	-	-	2694,8 A	2199,2 B

Médias com mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Considerando a variável altura da planta, na primeira época de semeadura, aos 60 DAS não houve interação com a adubação biológica, porém o tratamento com a combinação dos três produtos biológicos apresentou melhor resultado quando comparado com a testemunha sem nematoide. Aos 120 DAS os produtos biológicos apresentaram resultados melhores que a testemunha com nematoide e ao produto químico, porém quando associados à adubação biológica houve diferença na eficiência dos tratamentos, pois foram encontradas alturas menores que a testemunha com nematoides em alguns tratamentos, como pode ser observado na Tabela 3.

Este resultado pode ser explicado pela quantidade elevada de micro-organismo interferindo nos processos biológicos da planta, prejudicando seu desenvolvimento. As rizobactérias associam-se as plantas, colonizam suas raízes e podem ser benéficas, deletérias ou neutras, algumas bactérias quando benéficas propagam no sistema radicular e promovem o crescimento vegetal, sendo denominadas rizobactérias, promotoras de crescimento vegetal e as deletérias prejudicam o desenvolvimento causando desequilíbrio no balanço hormonal (DUTRA et al., 2014).

O diâmetro do colo da planta de soja infestada com *P. brachyurus* na primeira época de semeadura apresentou diferença significativa entre os tratamentos somente aos 120 DAS, quando os produtos biológicos foram superiores à testemunha e ao produto químico (Tabela 3). Esta melhora no desenvolvimento das plantas se dá devido ao modo de ação dos micro-organismos testados.

Tabela 3: Altura (cm) e diâmetro do colo (mm) das plantas de soja infestadas com *Pratylenchus brachyurus* aos 60 e 120 DAS na primeira época de semeadura.

Altura de planta (cm)			
Tratamentos	Adubação biológica		
	60 DAS	120 DAS	
		Com	Sem
Testemunha sem nematoide	60,2 B	63,5 Aa	73,0 Aa
Testemunha com nematoide	54,5 B	69,2 Aa	44,5 Bb
Abamectina	52,9 B	60,7 Aa	55,0 Ba
Trichoderma asperellum	56,7 B	61,5 Aa	50,7 Ba
Bacillus subtilis	56,2 B	61,2 Aa	59,5 Aa
Paecilomyces lilacinus	56,1 B	59,5 Aa	53,7 Ba
Trichoderma asperellum + *Bacillus subtilis*	49,6 B	52,2 Ba	60,0 Aa
Trichoderma asperellum + *Paecilomyces lilacinus*	56,4 B	62,2 Aa	60,7 Aa
Bacillus subtilis + *Paecilomyces lilacinus*	53,0 B	43,2 Ba	52,2 Ba
Trichoderma asperellum + *Bacillus subtilis* + *Paecilomyces lilacinus*	71,5 A	42,5 Bb	64,2 Aa
CV (%)	16,5	16,5	

Diâmetro de colo de planta (mm)	
Tratamentos	120 DAS
Testemunha sem nematoide	10,4 B
Testemunha com nematoide	10,4 B
Abamectina	9,7 B
Trichoderma asperellum	11,2 A
Bacillus subtilis	11,2 A
Paecilomyces lilacinus	11,9 A
Trichoderma asperellum + *Bacillus subtilis*	9,7 B
Trichoderma asperellum + *Paecilomyces lilacinus*	12,5 A
Bacillus subtilis + *Paecilomyces lilacinus*	10,2 B
Trichoderma asperellum + *Bacillus subtilis* + *Paecilomyces lilacinus*	11,1 A
CV (%)	13,9

Médias com mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Em estudos realizados com a bactéria *B. subtilis* constatou-se que se tratava de uma bactéria promotora de crescimento em plantas, devido à ação de metabólitos que proporcionam aumento na produção através da ação de fitohormônios e de antibióticos produzidos pela bactéria no desenvolvimento da planta (ARAUJO, 2008), também possui interação mutualística com vegetais, sendo utilizada como biorreguladora e promotora do crescimento de plantas (JONK et al., 2014), ainda auxilia na fixação de nitrogênio, solubilização de nutrientes, síntese de fitohormônios e na melhoria das condições do solo. Esta associação da planta com *B. subtilis*

promove o aumento fisiológico de metabólitos desencadeando a sensibilidade do sistema radicular às condições externas, facilitando a percepção e absorção de nutrientes (LANNA FILHO; FERRO; PINHO, 2010).

Harman, Taylor e Stask. (1989) ao testar sementes de milho inoculadas com o fungo *Trichoderma* spp. observaram aumento no crescimento das plantas inoculadas. Brotman, Gupta e Viterbo (2010) afirmaram que espécies de *Trichoderma* podem promover o crescimento em até 300% de plantas. Também foi observado, por Meneses (1992) em estudos realizados em feijão e soja, que *Trichoderma* spp. promoveu aumento na porcentagem de germinação no crescimento das plantas.

O adubo biológico atua sobre a fertilidade do solo melhorando a porcentagem de matéria orgânica, a capacidade de troca de cátions, reduzindo os teores de alumínio trocável, favorecendo ácidos orgânicos importantes para a solubilidade dos minerais, incrementando na reciclagem e mobilidade de nutrientes, contribuindo para a permeabilidade e infiltração da água e melhorando muitos atributos do solo e a disponibilidade do fósforo no solo (CARNEIRO et al., 2016), favorecendo o desenvolvimento e a nutrição da planta.

Maior produção de vagens e produtividade foram observadas na primeira época de semeadura, nos tratamentos em que foram utilizados produtos biológicos (Tabela 4). Estas variáveis não apresentaram interação quando associada à adubação biológica. Os produtos biológicos demonstraram melhor eficiência na produtividade, visto que a maioria dos tratamentos biológicos foram superiores à média nacional que é de 3.208 kg ha^{-1} (CONAB, 2016). Isso também foi observado em estudos realizados com a aplicação de *Trichoderma* spp. no sulco do plantio e no momento da amontoa em cultivo de batata, verificou-se um incremento em mais de 20% na produtividade, melhorando a qualidade dos tubérculos pela redução de manchas ocasionadas pela rizoctoniose e sarna comum (*Streptomyces scabies*) (POMELLA; RIBEIRO, 2009).

Tabela 4: Número de vagens e produtividade (Kg ha^{-1}) de soja infestadas com *Pratylenchus brachyurus* aos 120 DAS em diferentes tratamentos.

Número de vagens por planta	
Tratamentos	**120 DAS**
Testemunha sem nematoide	121,0 A
Testemunha com nematoide	86,2 B
Abamectina	74,7 B
Trichoderma asperellum	117,1 A
Bacillus subtilis	124,6 A
Paecilomyces lilacinus	99,7 B
Trichoderma asperellum + *Bacillus subtilis*	130,7 A
Trichoderma asperellum + *Paecilomyces lilacinus*	90,3 B
Bacillus subtilis + *Paecilomyces lilacinus*	106,6 A
Trichoderma asperellum + *Bacillus subtilis* + *Paecilomyces lilacinus*	115,7 A
CV (%)	32,6
Produtividade (Kg ha^{-1})	
Tratamentos	120 DAS
Testemunha sem nematoide	5.100,4 A
Testemunha com nematoide	2.911,6 B
Abamectina	3.502,4 B
Trichoderma asperellum	4.468,0 A
Bacillus subtilis	6.674,4 A
Paecilomyces lilacinus	3.872,8 B
Trichoderma asperellum + *Bacillus subtilis*	2.464,4 B
Trichoderma asperellum + *Paecilomyces lilacinus*	5.576,4 A
Bacillus subtilis + *Paecilomyces lilacinus*	2.718,0 B
Trichoderma asperellum + *Bacillus subtilis* + *Paecilomyces lilacinus*	3.880,8 B
CV (%)	38,5

Médias com mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Na segunda época de semeadura as variáveis massa seca, da parte aérea aos 60 DAS, altura da planta e diâmetro do colo aos 60 e 120 DAS e número de vagens e produtividade aos 120 DAS apresentaram diferença significativa somente na aplicação da adubação biológica, apresentando melhores resultados quando realizada a aplicação (Tabela 2). Devido às ações dos micro-organismos através de estímulos diretos e indiretos na planta, os tratamentos biológicos obtiveram melhores resultados no desenvolvimento da soja. Como foi observado por Martins et al. (2015), em plantas de feijão com aplicação adubação biológica, aumento na formação de

vagens e na produção, devido à planta utilizar de forma eficiente os nutrientes disponíveis no solo. Gomes Júnior et al. (2011) observaram aumento na massa seca da parte aérea e na produtividade de mini tomate com aplicação de biofertilizante. Também foram observados ganhos nas variáveis de crescimento e produção de plantas de milho (BEZERRA et al., 2008) e aumento na produção de pimentão quando utilizado adubo biológico (ARAÚJO et al., 2007).

A adubação biológica é composta por células vivas de diferentes tipos de micro-organismos que convertem nutrientes de maneira indisponível, presentes no solo, em forma disponível para a absorção das plantas. É uma alternativa de baixo custo e ambientalmente sustentável de ciclar nutrientes e melhorar a qualidade química, física e biológica do solo (SILVA et al., 2007). A adubação biológica é utilizada como fertilizante, estimulante da proteossíntese, repelente de insetos e controlador de doenças (GONÇALVES; SCHLEDECK; SCHWENGBER, 2009).

Analisando as características microbiológicas do solo de carbono da biomassa microbiana, houve diferença significativa somente na segunda época de semeadura, como pode ser observado na Tabela 5. Os tratamentos não apresentaram diferença significativa na interação entre os tratamentos e a adubação biológica, o mesmo pode ter ocorrido devido ao solo utilizado no experimento ter sido esterilizado e todos os tratamentos tiveram inoculação de micro-organismos. Os produtos biológicos apresentaram maior valor de carbono da biomassa microbiana, onde aos 60 DAS o melhor tratamento foi *B. subtilis* + *P. lilacinus* e aos 120 os melhores tratamentos foram testemunha sem nematoide, *B. subtilis e B. subtilis* + *P. lilacinus.* Todos os tratamentos aumentaram seus valores aos 120 DAS, demonstrando que quanto mais tempo os micro-organismos tem para se desenvolver e conseguir aumentar sua população no solo, maior o CBM. Segundo Mercante et al. (2004) maiores valores de carbono da biomassa microbiana estão relacionados com maior imobilização temporária de nutrientes e consequentemente menor perdas de nutrientes no sistema entre o solo e a planta.

Tabela 5: Carbono da Biomassa Microbiana (mg CO_2 g^{-1} de solo dia^{-1}) em diferentes tratamentos para o controle de *Pratylenchus brachyurus*, avaliado aos 60 e 120 dias após a semeadura de soja na segunda época de plantio.

Carbono da Biomassa Microbiana (mg CO_2 g^{-1} de solo dia^{-1})		
Tratamentos	Adubação biológica	
	60 DAS	120 DAS
Testemunha sem nematoide	1,0 B	1,4 A
Testemunha com nematoide	0,4 C	0,5 B
Abamectina	0,5 C	0,8 B
Trichoderma asperellum	0,5 C	0,9 B
Bacillus subtilis	1,0 B	1,8 A
Paecilomyces lilacinus	0,5 C	0,3 B
Trichoderma asperellum + *Bacillus subtilis*	1,1 B	0,7 B
Trichoderma asperellum + *Paecilomyces lilacinus*	0,3 C	0,5 B
Bacillus subtilis + *Paecilomyces lilacinus*	1,5 A	1,8 A
Trichoderma asperellum + *Bacillus subtilis* + *Paecilomyces lilacinus*	0,7 C	0,5 B
CV (%)	57,3	80,4

Médias com mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

O carbono da BMS (CBM) representa a quantidade de carbono que a biomassa microbiana do solo imobiliza em suas células. Avaliando o CBM é possível detectar possíveis desequilíbrios no solo (ALVES et al., 2011).

O solo é um sistema vivo e heterogêneo. É composto por associações microbianas que são sensíveis às modificações físicas e químicas que possam afetar seu equilíbrio (GODOY et al., 2013). Neste trabalho mesmo com o solo esterilizado, os tratamentos biológicos com a bactéria e os fungos se desenvolveram e estabeleceram-se no solo ao longo do ciclo da cultura, o que justifica um resultado melhor destes tratamentos. Com o passar do tempo colonizaram o solo na região da rizosfera potencializando o controle, diferente do tratamento químico, que com o passar do tempo perdeu seu potencial de controle. Como pode ser observado por silva et al. (2016) ao utilizar substrato com 50% esterilizado reduziu o valor do CBM, e pode ser explicado pela redução do potencial biótico da microbiota nativa, após a autoclavagem de 50% do solo natural.

A relação da riqueza da microbiota do solo com o CBM também pode ser observada em estudos com solos em que há o acúmulo de matéria orgânica, visto que o CBM foi maior que em solos pobres de matéria orgânica (ALVES et al., 2011). Godoy et al. (2013) também observaram que solos com vegetação nativa possuem maior CBM que solos agrícolas, sendo mais ricos e equilibrados microbiologicamente.

CONCLUSÕES

Os produtos biológicos se mostraram eficientes no controle de *Pratylenchus brachyurus* aos 60 DAS, porém com melhor resultado aos 120 DAS.

Os produtos biológicos quando associados à adubação biológica apresentaram sinergismo no controle do *Pratylenchus brachyurus*, demonstrando que a adubação biológica é mais uma alternativa para o manejo de nematoides na cultura da soja.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pela concessão da bolsa de Mestrado ao primeiro autor. À Associação de Produtores de Soja e Milho do Estado de Mato Grosso (APROSOJA) e ao Fundo de Apoio à Cultura da Soja (FACS) pela concessão do auxílio à pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALEF, K. Estimation of the hydrolysis of fluorescein diacetate. In: ALEF K & NANNIPIERI P (Eds.), Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry. **Academic Press**, London. p. 232–238, 1995.

ALVES, T. S. et al. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. **Acta Scientiarum. Agronomy,** Maringá, v. 33, n. 2, p. 341-347, 2011. DOI: 10.4025/actasciagron.v33i2.4841

ALVES, P. V. V. **Nematoides associados à cultura da soja na região integrada de desenvolvimento do Distrito Federal e entorno-ride**. 2015. 79 f. Dissertação (Mestrado em fitopatologia) Universidade de Brasília, Brasília.

ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. The metabolic quocient of CO2 (q CO2) as a specific activity paramenter to assess the effects of environmental condition, such as pH, on the microbial of forest soil. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 10, p. 215-221, 1993.

ARAUJO, F. F. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciência e agrotecnologia**. Lavras –MG, v. 32, n. 2, 2008. http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000200017

ARAÚJO, E. N. et al. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande- PB, v. 11, n. 5, p.466–470, 2007.

ARAÚJO, F. F.; MARCHESI, G. V. P. Uso de *Bacillus subtilis* no controle da Meloydogine e na promoção do crescimento do tomateiro. **Ciência Rural** [online]. v. 39, p. 1558-1561, 2009.

BEZERRA, L. L. et al. Avaliação da aplicação de biofertilizante na cultura do milho: Crescimento e produção. **Revista Verde**, Mossoró-RN, v. 3, n. 3, p. 131-139, 2008.

BORTOLINE, G. L. et al. Controle de *Pratylenchus brachyurus* via tratamento de semente de soja. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 9, n. 17, 2013.

BROTMAN, Y.; GUPTA, K.J.; VITERBO, A. Trichoderma. **Current Biology**, v. 20, p. 390-391, 2010. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2010.02.042

CARNEIRO, J. S. S. et al. Resposta do gergelim à adubação com esterco bovino e doses de fósforo no sul de Tocantins. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 17, n. 2, p. 41-48, 2016.

CONAB (2016) Acompanhamento da safra brasileira de grãos V. 4 - SAFRA 2016/17- N. 2 - Segundo levantamento. Disponível em: < http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_11_11_14_54_21_boletim_graos_novembro_2016.pdf>. Acesso em 22 de novembro de 2016.

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. **Ghent: State Nematology and Entomology Research Station**, p. 77, 1972.

COSTA, B. A. **Biocontrole de nematoides com fungos**. 2015. 44 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UNESP, Jaboticabal.

D'AGOSTINO, F.; MORANDI, M. A. B. Análise da viabilidade comercial de produtos à base de *Bacillus subtilis* e *Bacillus pumilus* para controle de fitopatógenos no Brasil. In: BERTTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Jaguariúna, SP: **Embrapa meio ambiente**, p. 299–316, 2009.

DIAS, W. P. et al. Nematoides. In: ALMEIDA, A. M. R.; SEIXAS, C. D. S. Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura. Londrina, PR: **Embrapa Soja**, p. 173-206, 2010.

DUTRA, L. M. F. Inoculação de *Gluconacetobacter diazotrophicus* e seu efeito no desenvolvimento de plantas de arroz vermelho. **Biofarm**, Paraíba, v. 10, n. 4, p. 86-101, 2014.

EMBRAPA SOJA (2004) Tecnologias de produção de soja região central do Brasil. 2004. Disponível em: < http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/instalacao.htm > Acessado em 29 de março de 2016.

EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS (2012) Análise Quantitativa de Crescimento em Cana-de-açúcar: uma Introdução ao Procedimento Prático. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2012/doc_168.pdf> Acessado em 28 de março de 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência agrotecnologia,** Lavras, v. 35, 2011.

GODOY, S. et al. Atributos, físicos, químicos e biológicos do solo impactado por cultivos sucessivos de arroz. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 12, p.1278–1285, 2013.

GOMES JÚNIOR, G. et al. Crescimento e produtividade de tomateiros do grupo cereja em função da aplicação de biofertilizante líquido e fungo micorrízico arbuscular. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 4, p. 627-633, 2011.

GONÇALVES JUNIOR, D. B. et al. Tratamento de Sementes de Feijoeiro no Controle de *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incógnita* e *M. javanica*. **Revista Brasileira de Nematologia**, v. 37, p. 3-4, 2013.

GONÇALVES, M. M.; SCHLEDECK, G.; SCHWENGBER, J. E. Produção e uso de biofertilizantes em sistemas de produção de base ecológica. Pelotas: **Embrapa clima temperado** (Embrapa clima temperado. Circular técnica, 78). 7p, 2009.

GOULART AMC (2008) Aspectos gerais sobre os nematoides-das-lesões-radiculares (gênero *Pratylenchus*). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/571924/1/doc219.pdf>. Acesso em 19 de abril de 2016.

HARMAN, G. E.; TAYLOR, A. G.; STASK, T. E. Combining effective strains of *Trichoderma harzianum* and soil matrix priming to improve biological seed treatment. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 73, n. 8, p. 631-637, Aug. 1989.

INOMOTO, M. M.; ASMUS, G. L. (2013). Manejo de nematoides em sistemas consorciados. In: *Seminário de milho safrinha, 2012/13*, Dourados. Estabilidade e produtividade: anais. Brasília, DF: Embrapa; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. Editado por: Germani Concenço, Gessi Ceccon. 1 CD-ROM.

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

JENKINSON, D. S.; POWLSON, D. S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil-I. Fumigation with chloroform. **Soil biology and Biochemistry**, v. 8, p. 167-177, 1976.

JÖNK, M. W. et al. Estudo de meio de cultura para *Bacillus subtilis* CCT516 utilizando técnica de planejamento experimental. In: Congresso brasileiro de Engenharia Química, 20. 2014. Florianópolis –SC.

LIMA, F. S. D. O. et al. Population dynamics of the root lesion nematode, *Pratylenchus brachyurus*, in soybean fields in Tocantins State and its effect to soybean yield. **Nematropica**, v. 45, n. 2, p.170-177, 2015.

LANNA FILHO, R., FERRO, H. M.; PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por Bacillus subtilis. **Revista Tropica – Ciências Agrarias e Biológicas**, v. 4, p. 12, 2010.

MARIANO, R. L. R. et al. Importância de bactérias promotoras de crescimento e de biocontrole de doenças de plantas para uma agricultura sustentável. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, v. 1, p. 89-111, 2004.

MARTINS, J. D. L. et al. Esterco bovino, biofertilizante, inoculante e combinações no desempenho produtivo do feijão comum. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 9, n. 4, p. 369-376, 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i4.2583

MENEZES, M. Avaliação de espécies de *Trichoderma* no tratamento de feijão e do solo, visando o controle de Macrophomina phaseolina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 25. Gramado, RS. **Resumos..**. Brasília: SBS, 1992. p. 159, 1992.

MERCANTE, F. M. et al. Parâmetros Microbiológicos Como Indicadores de Qualidade do Solo sob Sistemas Integrados de Produção Agropecuária. Dourados: **Embrapa Agropecuária Oeste**. 27 p, 2004. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

NUNES, H. T.; MONTEIRO, A. C.; POMELA, A. W. V. Uso de agentes microbianos e químico para o controle de *Meloidogyne incognita* em soja. **Acta Scitarum. Agronomy.,** Maringá, v. 32, p. 403-409, 2010.

POMELLA, A. W. V.; RIBEIRO, R. T. S. Controle biológico com *Trichoderma* em Grandes culturas – Uma visão empresarial. In: BERTTIOL W & MORANDI MAB Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Jaguariúna, SP: **Embrapa meio ambiente**, p. 239 – 244, 2009.

RITZINGER, C. H. S. P.; FANCELLI, M. Manejo integrado de nematoides na cultura da bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 28, p. 331-338, 2006.

SANTIAGO, D. C. (2015) “Controle biológico de nematoides”. In: XXXII Congresso brasileiro de Nematologia, Londrina – PR, 307p.

SANTIAGO, D. C. et al. Seleção de isolados de *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson para controle de *Meloidogyne paranaensis* em tomateiro. **Ciência Rural**, v. 36, 2006.

SANTOS, T. F. S. et al. Reprodução de *Pratylenchus brachyurus* em diferentes níveis de inóculo e tempo de avaliação em três cultivares de soja. Nematropica, v. 45, n. 1, p. 43-50, 2015.

SILVA, A. P. et al. Respiração edáfica após aplicação de biofertilizantes em cultivo orgânico de milho. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, 2007.

SILVA, E. P. et al. Development and mycorrhizal colonisation in embauba seedlings fertilised with natural phosphates and organic material. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 2, p. 256-263, 2016. DOI: 10.5935/1806-6690.20160030

SOARES, L. M. et al (2010) **Manejo integrado de nematoides**. s.l, s. p.

STIEVEN, A. C. et al. População e biomassa microbiana em três ecótipo na sub-região de Poconé, Pantanal de Mato Grosso. **Revista Biodiversidade** [on-line], v. 1, p. 10-26, 2009.

VAZ, M. V. et al. Controle biológico de *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incógnita* com *Bacillus subtilis*. ***PERQUIRERE*** **Revista do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Extensão**, Patos de Minas, v. 8, p. 203-212, 2011.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O nematoide das lesões radiculares está presente em grande parte do estado de Mato Grosso, principalmente na região produtora de grãos. Mesmo sendo uma prática danosa ao meio ambiente, os nematicidas químicos vem sendo utilizado com frequência pelos agricultores.

Os nematicidas biológicos são uma alternativa de controle ao *Pratylenchus brachyurus* e quando associados à adubação biológica aumentam sua eficiência no controle do nematoide, com danos mínimos ou nulos ao meio ambiente e aumento na produtividade.

Os resultados obtidos nesta pesquisa permitem conhecer as localidades com maior concentração do nematoide do gênero *Pratylenchus* ao longo do período amostrado no estado do Mato Grosso, bem como alternativa de controle deste fitonematoide, possibilitando novas pesquisas com alternativas de controle que permitam maior produtividade sem danos ao meio ambiente.

Diante do exposto novas pesquisas são necessárias para conhecer quais são as variáveis que influenciam na distribuição populacional do nematoide das lesões radiculares no estado do Mato Grosso, bem como a adoção de táticas de manejo que proporcionem o menor dano ao meio ambiente.