

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE MUNDO NOVO
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

DIEGO CABRAL DOS SANTOS

**CONTROLE DE NEMATOIDES FITOPARASITAS VIA
TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA EM UMA PROPRIEDADE
DE MUNDO NOVO-MS.**

Mundo Novo - MS

Outubro/2019

DIEGO CABRAL DOS SANTOS

**CONTROLE DE NEMATOIDES FITOPARASITAS VIA
TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA EM UMA PROPRIEDADE
DE MUNDO NOVO-MS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no curso de Ciências Biológicas, Licenciatura, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Me. Marcos Massuo Kashiwaqui

Coorientador: Profa. Dra. Elaine Antoniassi Luiz Kashiwaqui

Mundo Novo - MS

2019

DIEGO CABRAL DOS SANTOS

**CONTROLE DE NEMATOIDES FITOPARASITAS VIA
TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA EM UMA PROPRIEDADE
DE MUNDO NOVO-MS.**

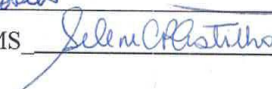
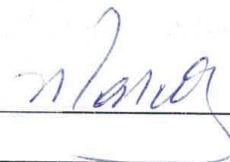
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

APROVADO EM 30 de outubro de 2019

Prof. Me. Marcos Massuo Kashiwaqui - Orientador - UEM

Prof. Dr. Jean Sérgio Rosset - UEMS

Profa. Dra. Selene Cristina de Pierri Castilho - UEMS



AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitário, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

A esta Universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes. A todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados aos quais sem nominar terão os meus eternos agradecimentos.

Ao meu orientador, e coorientadora pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho. Ao proprietário do sitio Nova Esperança, Hilário Wazlawick, pela cessão do espaço para condução do experimento, e a Copagril que cedeu os dados meteorológicos. E os meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Meus agradecimentos aos amigos, companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

” O Cosmos também está dentro de nós,
nós somos feitos de poeira estelar. Nós
somos uma forma do Cosmos se
autoconhecer.”

— Carl Sagan

RESUMO

A soja é uma das principais culturas agrícolas no Brasil, colocando o país em segundo lugar no ranking mundial, perdendo apenas para os EUA. Sendo assim o seu plantio para grandes exportações é realizado através da monocultura, o que pode gerar desequilíbrios nutricionais no solo, além do aparecimento de pragas agrícolas. Foi realizada uma pesquisa no Sítio Nova Esperança, no município de Mundo Novo-MS, com objetivo de verificar o controle dos nematoides fitoparasitas *Pratylenchus brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. que ocorrem na cultura da soja (*Glycine max* L.) pelo uso de produtos de origem biológica, além de avaliar o desenvolvimento e produtividade da cultura. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 3 tratamentos e 7 repetições. Os tratamentos utilizados foram; T1: testemunha, T2: *Bacillus licheniformis* + *Bacillus subtilis* + *Trichoderma longibrachiatum* e T3: *Bacillus amyloliquefaciens*. A inoculação das sementes foi realizada no dia do plantio, e o experimento foi conduzido durante o período de 128 dias. Foram avaliadas população de nematoides das espécies *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* encontrados nos diferentes tratamentos. O desenvolvimento da cultura foi avaliado através das seguintes características: número de plantas, altura da planta, diâmetro do colo, comprimento da raiz e produtividade. Os dados foram submetidos a análise de variância e posteriormente, comparadas as médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. O uso dos tratamentos nas sementes da soja NemaControl e NemaOut foram eficientes na redução de nematoides fitoparasitas tanto nas raízes como no solo, além de terem proporcionado melhor desenvolvimento em todos os aspectos avaliados, assim como também foram observadas melhorias na produtividade das plantas. O tratamento com maior eficácia foi o NemaControl que apresentou os melhores resultados se comparado com o NemaOut, mostrando assim maior redução nos nematoides fitoparasitas analisados, assim como também o NemaControl proporcionou melhor desenvolvimento de plantas e maior produtividade se comparado com os demais tratamentos.

Palavras-chave: Agricultura, Manejo, Produtos de origem biológica, Tratamento de sementes.

1. Introdução	7
2. Objetivos	9
2.1. Objetivo geral	9
2.1. Objetivos específicos	9
3. Metodologia	9
4. Resultados	13
4.1. Média de nematoides no solo em pré semeadura	13
4.2. Média de <i>P. Brachyururs</i> em pós semeadura	14
4.3. Média de <i>Helicotylenchus</i> sp em pós semeadura	14
4.4. Parâmetros de desenvolvimento da planta	15
5. Discussão	16
6. Conclusão	18
Referências bibliográficas	18

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é o grão mais importante produzido sob cultivo extensivo no Brasil, sendo o maior responsável pela produção de proteína por hectare se comparada a outras plantas cultivadas nas mesmas condições (BULBOVAS et al., 2007). O Brasil é o segundo maior produtor do grão, sendo superado apenas pelos Estados Unidos, o que o tornou, de acordo com dados da Conab (2018), com uma produção de cerca de 114,843 milhões de toneladas na safra de 2017/2018.

A produção de soja brasileira é caracterizada pela monocultura, plantio direto, alta densidade de plantas, desequilíbrios nutricionais no solo e clima favorável ao surgimento e intensificação de problemas fitossanitários, os quais limitam a produtividade da cultura (RODRIGUES et al., 2014). Aproximadamente 40 doenças prejudiciais a cultura da soja, causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus, foram diagnosticadas no Brasil (GODOY 2017).

Os nematoides são vermes de corpo cilíndrico e fusiforme, afinando-se de forma gradual nas extremidades. Seu corpo varia de tamanho conforme sua fonte de alimentação que é bem ampla (FERRAZ, 2008). Estes grupos podem ser facilmente distinguidos através da morfologia do estoma-esôfago, havendo uma estreita relação entre recursos alimentares e sua morfologia. (ARIEIRA, 2011).

Os fitonematoides se alimentam de plantas vasculares e utilizam um estomatoestilete (fusão das paredes da cavidade bucal), que irá envolver os gêneros: *Meloidogyne*, *Heterodera*, *Pratylenchus*, *Rotylenchulus*, *Globodera*, *Bursaphelenchus*, *Radopholus*, entre outros (ARIEIRA, 2011).

Os nematoides espiralados, que pertencem ao gênero *Helicotylenchus*, são ectoparasitas de raízes e apresentam ampla distribuição geográfica causando prejuízos do sistema radicular da planta hospedeira (GARBIN; COSTA, 2015).

Um grande problema para os produtores rurais é o nematoide do gênero *Pratylenchus*, chamado de nematoide das lesões radiculares. Nematoide mundialmente conhecido responsável por causar grandes prejuízos econômicos a diversas culturas como: soja, milho, algodão, feijão, café, cana-de-açúcar, além de diversas forrageiras, hortaliças e frutíferas. (MOURA; GOULART, 2008).

Os problemas associados a ocorrência de *P. brachyurus* na cultura da soja tem aumentado nos últimos anos, principalmente na região Centro-Oeste do Brasil (DIAS et al., 2007; GOULART, 2008; ROCHA et al., 2008; RIBEIRO et al., 2009; MACHADO, 2015).

Assim como os nematoides, várias doenças e pragas atacam inicialmente a cultura da soja, e o tratamento de semente se mostra boa solução para este problema, pois além de ser eficiente, representa apenas 0,5% do custo da implantação da lavoura (HENNING, 2005). A aplicação concentrada no tratamento de semente permite diminuir a contaminação do ambiente e, no caso dos produtos biológicos, viabiliza sua aplicação devido à baixa quantidade utilizada (HENNING, 2005).

A utilização de agentes de controle biológico dentro de estratégias de controle integrado de nematoides tem o objetivo de manter a densidade populacional do patógeno, em níveis econômicos e ecologicamente aceitáveis (MELO et al., 2000).

O gênero *Bacillus* está entre os mais usados em biocontrole, devido à ausência de patogenicidade, além de outros fatores como a capacidade de formação de esporos, que por sua vez apresentam maior tolerância a temperatura, assim como condições extremas de pH e tempo de estocagem (VOSS, 2013). Com relação a estes fatores, é o gênero com maior destaque, sendo que em produtos à base de *Bacillus*, a espécie *Bacillus subtilis* representa cerca 62 % dos produtos comercializados (MASSAGUER, 2005; BETTIOL et al., 2012).

As rizobactérias, são bactérias associadas à raiz que formam relações simbióticas com muitas plantas. Como exemplo temos a espécie *Bacillus subtilis* que atua como promotora do crescimento de plantas, juntamente com alguns fungos que também são antagonistas dos nematoides, como o fungo nematófago: *Trichoderma longibrachiatum* que está presente na composição do NemOut. Krugner e Bacchi (1995) verificaram que gênero *Trichoderma*, que é representado por fungos não patogênicos, que habitam o solo ou encontram-se como endofíticos em plantas, exercem antagonismo a vários fitopatógenos, através do parasitismo e/ou antibiose, e são facilmente isolados, cultivados e multiplicados e colonizam com eficiência o sistema radicular de diversas plantas.

As rizobactérias benéficas às plantas podem promover seu crescimento e/ou atuar no controle biológico de fitopatógenos (KLOEPPER; SCHROTH, 1981). Estes organismos promovem a alteração dos exsudatos radiculares ou produzem substâncias repelentes que exercem influência sobre a atração do nematoide ou o reconhecimento da planta hospedeira, consequentemente diminui a penetração nas raízes (OOSTENDORP; SIKORA, 1990).

Com a grande ênfase que os produtos de origem biológica vem tendo no cenário da agricultura no combate a nematoides e no desenvolvimento da soja, houve interesse na realização de um experimento para verificar os efeitos da aplicação de produtos comerciais de origem biológica, via tratamento de sementes sobre o nível populacional de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp., bem como, no desenvolvimento das plantas e produtividade do cultivo.

JUSTIFICATIVA

Segundo Zambudio (2007) os prejuízos causados pelos fitonematoides são enormes, em especial ao gênero *P. brachyurus*, que é um grande inimigo dos produtores causando diversos danos. Estima-se que em plantações de culturas tropicais de grande importância econômica, como as culturas anuais (soja, feijão), hortaliças e as fruteiras, os prejuízos cheguem a 100 milhões de dólares (ZAMBUDIO, 2007). E uma alternativa eficaz é o uso de produtos de origem biológica como: *B. subtilis* e *B. amyloliquefaciens*, que além de reduzir o número de fitonematoides, melhoram o crescimento das plantas (Embrapa 2012). Diante disso o trabalho foi realizado em área rural no município de Mundo Novo-MS, a fim de verificar a eficácia de produtos comerciais de origem biológica na redução destes fitonematoides, e também verificar a eficácia dos tratamentos em relação aos desenvolvimentos das plantas e sua produtividade.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Verificar a ocorrência de fitonematoides em plantio de soja e fazer o uso de diferentes tratamentos nas sementes a fim de observar reduções nas populações de fitonematoides, e melhorias no desenvolvimento das plantas, como também verificar o aumento na produtividade.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Verificar a eficácia dos produtos biológicos no controle dos nematoides fitoparasitas;
- Analisar qual dos tratamentos proporcionou melhor desenvolvimento nas características morfológicas das plantas;
- Distinguir qual a melhor relação tratamento/ produtividade;

3. METODOLOGIA

Mundo Novo, município situado na região sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul (23°56'17"S e 54°16'15"W), apresenta predominância de argissolos de textura arenosa e argilosa média (SANGALLI et al., 2016). Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante é o Cfa, caracterizado pela ocorrência de clima subtropical, com variações na temperatura média anual entre 20 a 22°C e pluviosidade média anual entre 1600 a 1900 mm (ALVARES et al., 2014). Nesta região o principal meio de renda é a pecuária de corte, a piscicultura e a lavoura temporária, que mantem financeiramente grande parte dos moradores.

O presente experimento foi conduzido no sítio Nova Esperança (Figura 1.), localizada sob as coordenadas 23°908268"S e 54°276865"W, com altitude de 276 m, caracterizada como pequena propriedade rural, com área de 52,43 ha. O histórico da propriedade consta da produção pecuária até 2011, quando foi iniciado o processo de migração para cultivos agrícolas, tais como a soja, o milho e a mandioca, até 2014, ano em que a propriedade se tornou essencialmente agrícola. Desde então, a propriedade tem sido manejada em sistema de sucessão de culturas com soja e milho, este último, cultivado na segunda safra*.

Figura 1. Sítio Nova Esperança, Mundo Novo/MS.



Fonte: Google Maps (2018)

No início do experimento, em 05/10/2018, foi realizado a amostragem de solo para caracterização química, além da amostragem inicial de nematoides, demarcação das parcelas experimentais e adubação da área.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (Figura 2), com 3 tratamentos e 7 repetições, totalizando 21 parcelas experimentais de 2,70 m de largura (6 linhas de semeadura espaçadas 0,45 m entre si) e 5,00 m de comprimento. Os tratamentos foram caracterizados pelos produtos comerciais de origem biológica NemaControl® (200 ml ha⁻¹), NemOut® (1,00 Kg ha⁻¹) e pela testemunha.

Bloco I	T2	T3	T1
Bloco II	T1	T2	T3
Bloco III	T3	T1	T2

* Informações fornecidas pelos proprietários da área de estudo.

Bloco IV	T2	T3	T1
Bloco V	T3	T1	T2
Bloco VI	T1	T2	T3
Bloco VII	T3	T1	T2

Tabela 1. Esquema da divisão dos blocos em parcelas dispostas de forma aleatória

Legenda

- T1 Tratamento NemaControl
- T2 Tratamento NemOut
- T3 Testemunha

Tabela 2. Produtos comerciais de origem microbiológica utilizados no tratamento de sementes de soja. Mundo Novo- MS.

Nome comercial	Composição	Dose ha ⁻¹
NemaControl	<i>B. amyloliquefaciens</i>	200 ml
NemOut	<i>B. licheniformis</i> + <i>B. subtilis</i> + <i>T. longibrachiatum</i>	1000 g

Fonte: Autor (2018)

Para contagem inicial de nematoides as amostras de solo foram retiradas na camada de 0-0,2 m com 7 amostras de aproximadamente 500 g, cada uma composta por 3 subamostras, que foram identificadas e acondicionadas para posterior extração de nematoides. As amostras foram processadas no Laboratório de Zoologia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Mundo Novo/MS. As extrações foram realizadas a partir da separação do volume de 100 centímetros cúbicos de solo, que foram homogenizados num balde com aproximadamente dois litros de água. O conteúdo foi vertido em uma peneira de 250 µm, sobreposta a uma peneira de 38 µm e recolhidos em tubos tipo falcon de 50 ml. A finalização do processo se deu pelo método da flutuação centrífuga com solução de sacarose (JENKINS, 1964). A identificação e contagem dos nematoides foram realizadas com uso de câmara de Peters, sob microscópio óptico.

Posteriormente, foi obtida uma amostra composta para realização da análise química de solo. Algumas características químicas do solo, foram determinadas, e apresentaram os seguintes valores:

Tabela 3. Análise química do solo utilizado no experimento.

pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V	
CaCl ₂	g dm ⁻³	Mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----								%
4,50	22,36	11,93	0,22	3,04	1,45	0,10	4,03	3,08	7,11	56	

Cloreto de Cálcio (pH); Mehlich (P e K); KCl 1N (Ca, Mg e Al); Acetato de Cálcio pH 7,0 (H + Al); Oxidação por dicromato de potássio (MO).

A adubação de base foi de 200 kg ha⁻¹ do formulado comercial 02-18-08, que foram aplicados com semeadora tratorizada.

No momento da semeadura, em 12/10/2018, as sementes, cultivar 'Monsoy 6410 ipro' previamente tratada com 2 ml Kg⁻¹ do produto Standak Top com princípio ativo: Fipronil+ Piraclostrobina+Tiofanato-metílico, e foram tratadas adicionalmente com os respectivos tratamentos e imediatamente semeadas, manualmente.

As práticas de manejo realizadas no experimento, tais como aplicações de herbicidas, inseticidas, fungicidas, adubação em cobertura com cloreto de potássio, seguiu o padrão realizado pelo produtor.

No dia 02/12/2018 foi realizada a coleta de pós emergência, aos 45 dias após a emergência (DAE) da cultura, onde foram coletadas amostras de solo na camada de 0-0,2 m. Nessa coleta foram coletadas amostras de solo e raízes de plantas de soja. No laboratório, as amostras de solo foram extraídas, conforme descrito anteriormente. As amostras de raízes foram lavadas, pesadas, picadas em pedaços de aproximadamente 2 centímetros e posteriormente trituradas por aproximadamente por 30 segundos em liquidificador contendo solução de 250 ml de hipoclorito de sódio (NaClO, 0,5%). Os extratos obtidos foram filtrados em peneira de 250 µm acoplada sobre uma peneira de 25 µm para retenção dos nematoides, que posteriormente foram centrifugados com adição de sacarose (JENKINS, 1964). A identificação e contagem dos nematoides foi realizada com auxílio da câmara de Peters no microscópio óptico.

As características morfobiométricas número de plantas, altura de planta, comprimento de raízes e diâmetro da haste na região do colo, foram aferidos no dia 15/01/2018, com uso de uma trena e paquímetro.

Fotografia realizada na época da verificação morfobiométrica das plantas.

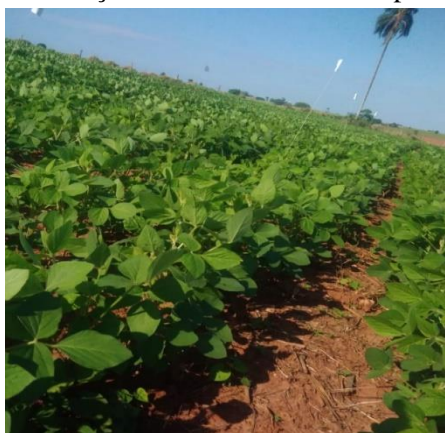


Figura 2. Verificação das características morfobiométricas. **

** Verificação das características morfobiométricas das plantas.

A produtividade foi verificada na ocasião da colheita (16/02/2019), pela coleta de 2 m lineares de plantas por parcela, que foram secas ao sol, batidas peneiradas manualmente. A umidade contida nos grãos foi determinada na Unidade Regional de Mundo Novo/MS da cooperativa Copagril e, posteriormente corrigidos para 13% de umidade, de acordo com a tabela de descontos da cooperativa.

Os dados pluviométricos que envolve o período de condução do experimento foram obtidos com a empresa Copagril de Mundo Novo/MS. Essas informações foram tabuladas e estão apresentadas de forma resumida, pela precipitação pluviométrica quinzenal, ao longo dos meses (Figura 3).

Fonte: Copagril (2019)

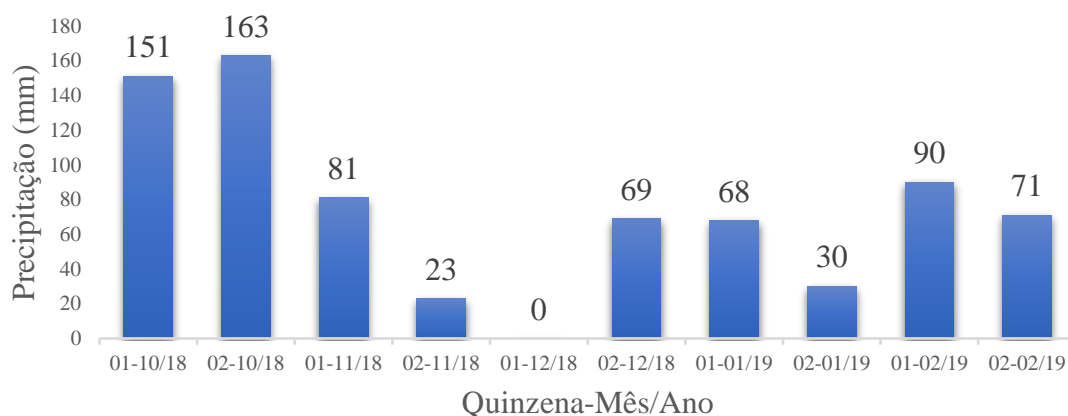


Figura 3. Precipitação pluviométrica (mm) acumulada quinzenal, durante o período de outubro/2018 a fevereiro/2019, Mundo Novo/MS.

Após a tabulação de todos os dados dos componentes de produção e produtividade, foi realizado teste de normalidade com o uso do software de análise estatística Sisvar (FERREIRA, 2011). E estes últimos dados que passaram pela análise estatística foram transformados em $\ln(x)$, e foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS

4.1. MÉDIA DE NEMATOIDES NO SOLO EM PRÉ SEMEADURA.

Na amostragem de nematoides realizada na pré-semeadura do cultivo, foram observados 472 indivíduos, com médias de 18,55 indivíduos da espécie *P. brachyurus*, com coeficiente de variação (CV) de 7,59% e 48,88 indivíduos de *Helicotylenchus* spp., com CV de

7,65%, em 100 cm³ de solo. Essas médias, embora representem variabilidade na incidência desses nematoides fitoparasitas, foi considerada uniforme, uma vez que não houve amostras com valores discrepantes, com variação de 17 a 20 e de 43 a 54 indivíduos, respectivamente. Na amostragem realizada na pós-emergência do cultivo, em função da aplicação dos tratamentos em estudo, foram contabilizados 8.764 indivíduos, dos quais 1.911 indivíduos foram identificados como *P. brachyurus* e 6.853 indivíduos como *Helicotylenchus* spp.

4.2. MÉDIA DE *P. brachyurus* EM PÓS SEMEADURA.

Nas amostras de raízes o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, apontou que o produto comercial de origem biológica NemaControl apresentou a menor média populacional de *P. brachyurus*, em relação ao NemOut, também de origem biológica, que por sua vez se diferenciou da testemunha. Já nas amostras de solo, as médias observadas para o NemaControl, mas uma vez teve a menor média de *P. brachyurus* em relação a testemunha, enquanto o NemOut esteve em posição intermediária não se diferenciando da testemunha nem do NemaControl. Dessa forma, a média total de *P. brachyurus*, composto pelo total observado em raízes e no solo confirmou a superioridade de desempenho do NemaControl na diminuição de *P. brachyurus*, enquanto o NemOut não foi superior ao NemaControl, porém conseguiu se sobressair em relação a testemunha.

Tabela 2. Médias populacionais originais, de 10 gramas de raízes, 100 cm³ de solo e total (10 de raízes e 100 cm³ de solo) de *P. brachyurus* em função do tratamento de sementes com NemaControl, NemOut e testemunha, Mundo Novo/MS.

Tratamentos	<i>P. brachyurus</i>		
	10g raízes	100cc solo	Total (Solo + Raízes)
NemaControl	22,40 c*	25,61 b	48,01 c
NemOut	34,57 b	39,46 ab	74,03 b
Testemunha	77,43 a	73,57 a	151,00 a
Fcalc	33,71	6,49	18,72
CV (%)	9,23	20,46	9,75
DMS	0,460	0,990	0,588

*Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p.0.05). Dados de população transformados em Ln (X) para efeito da análise de variância.

4.3. MÉDIA DE *Helicotylenchus* sp EM PÓS SEMEADURA.

Em relação a população de *Helicotylenchus* sp. observadas nas raízes, houve menor média populacional no tratamento com aplicação do NemaControl, que apresenta médias menores que as da testemunha, enquanto as médias observadas pela aplicação do NemOut, não foi estatisticamente diferente dos demais tratamentos. Já em relação à média da população de *Helicotylenchus* sp. no solo, houve uma diferença entre os produtos comerciais de origem biológica NemaControl e NemOut, que por sua vez se sobressaíram em relação a testemunha.

Com isso a média total de *Helicotylenchus* sp observados no solo e nas raízes, também foi menor para NemaControl, seguido pelo NemOut, que por sua vez teve média menor em relação a testemunha.

Tabela 3- Médias populacionais originais, de 10 gramas de raízes, 100 cm³ de solo e total (10 de raízes e 100 cm³ de solo) de *Helicotylenchus* sp. em função do tratamento de sementes com NemaControl, NemOut e testemunha, Mundo Novo/MS.

Tratamentos	<i>Helicotylenchus</i> sp.		
	10g raízes	100cc solo	Total
NemaControl	78,43 b*	93,71 c	172,14 c
NemOut	137,48 ab	160,93 b	298,42 b
Testemunha	247,88 a	260,58 a	508,46 a
Fcalc	11,37	14,83	19,40
CV (%)	10,05	7,10	5,78
DMS	0,687	0,501	0,464

*Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p.0.05). Dados de população transformados em Ln (X) para efeito da análise de variância.

4.4. PARÂMETROS DE DESENVOLVIMENTO DA PLANTA.

Em relação ao número de plantas o produto comercial de origem biológica NemaControl não mostrou diferença estatística em relação ao produto NemOut, também de origem biológica, porém os resultados de ambos os tratamentos foram superiores a testemunha. Já em relação à altura das plantas, o produto comercial de origem biológica NemaControl se sobressaiu em relação ao produto NemOut, e este, por sua vez, foi superior a testemunha, demonstrando a eficácia dos tratamentos em relação a testemunha.

O comprimento das raízes não mostrou diferenças estatísticas entre os tratamentos NemaControl e NemOut, porém ambos se sobressaíram em relação a testemunha (Tabela 4). Também pode ser observado na mesma tabela (Tabela 4) que o diâmetro do colo foi superior no tratamento que utilizou o NemaControl como Produto de origem biológica. Já em relação a produtividade também é possível observar um desempenho superior no tratamento com NemaControl, mostrando assim números superiores no quesito produtividade em relação ao outro tratamento analisado.

Tabela 4-Parâmetros de desenvolvimento da soja.

Tratamentos	Plan (cm)	Alt (cm)	C raiz (cm)	D colo (mm)	Prod. (Kg)
NemaControl	13,00 a*	74,20 a	13,14 a	2,86 a	1847,60 a
NemOut	11,86 a	67,01 b	11,43 a	2,13 b	1740,59 b
Testemunha	9,57 b	61,59 c	7,71 b	1,24 c	1659,09 c
Fcalc	11,29	67,71	16,10	79,51	40,50
CV (%)	11,98	3,01	17,01	11,55	2,25

DMS	1,961	0,769	2,611	0,342	56,079
-----	-------	-------	-------	-------	--------

*Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p.0.05).

5. DISCUSSÃO

De maneira geral a utilização de tratamentos de base biológica NemaControl e NemOut se mostraram efetivos no controle e diminuição dos fitonematoides *Helicotylenchus* sp e *P. brachyurus*, independente da população inicial. De acordo com Kavitha e Jonathan (2007), o produto nematicida NemaControl com ingrediente ativo *Bacillus amyloliquefaciens* é responsável pela produção de proteases que atuam na indução de enzimas de defesa na planta hospedeira, tendo como consequência a redução na população de nematoides. Segundo Araújo et al. (2002) os fitonematoides dependem do estímulo de exsudatos emitidos pelas raízes das plantas para eclosão dos ovos e orientação dos juvenis. No entanto, esse estímulo pode sofrer interferência das bactérias, que afetam a orientação do nematoide e, por consequência, reduz sua migração em direção às raízes. Permanecendo no solo, incapaz de se direcionar para as raízes, consequentemente a população de nematoides decresce.

O ingrediente ativo *B. subtilis* presente na composição do NemOut tem sido usado comercialmente para o biocontrole de enfermidades de plantas, assim como para aumentar a produtividade de culturas (NGUGIA et al., 2005). Como esse biocontrole é exercido não se sabe ao certo, porém o efeito ‘*in situ*’ pela exposição de células vivas de *B. subtilis* pode ocasionar a promoção de crescimento e/ou o biocontrole (HAMMAMI et al., 2009). O antagonismo direto exercido contra fitopatógenos tem o envolvimento dos conhecidos mecanismos de antibiose, como a síntese de substâncias antimicrobianas e de compostos voláteis, e de competição, por espaço e nutrientes (LEELASUPHAKUL et al., 2008).

O tratamento NemaControl foi responsável pela maior redução de *P. brachyurus* e de *Helicotylenchus* sp, tanto nas raízes como no solo. Estes resultados, de certa forma, foram semelhantes em trabalho conduzido por Máscia (2016), onde foi verificada reduções de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. nas raízes de soja tratadas diferentes doses de *B. amyloliquefaciens*, em associação com *T. harzianum*, embora esses resultados não tenham se repetido nas amostras de solo. Araújo et al. (2009) também verificaram em estudo realizado com *B. subtilis* na cultura do tomate, efeitos positivos no tratamento biológico na redução da reprodução do nematoide de galha (*Meloigogyne* spp.) além de promover o crescimento da cultura. E estes dados concernem com o verificado por Fernandes et al., (2014) onde trabalhando com microbiolização de sementes de tomateiro utilizando *B. subtilis*, observaram uma redução em torno 60% no número de ovos de *Meloigogyne icognita* comparado as sementes não tratadas.

Em menores proporções, comparado com NemaControl, NemOut também foi responsável pela redução de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. Araújo e Marchesi (2009) mostraram que o efeito do tratamento biológico com *B. subtilis* sobre a reprodução do nematoide foi mais evidente na redução do número de juvenis e no desenvolvimento de massas de ovos na raiz. Segundo Phae e Shoda (1991), *B. subtilis* sintetiza mais de 60 tipos de antibióticos, além de muitos polipeptídeos. Segundo Sharma e Gomes (1996 *apud* Araújo e Marchesi, 2009), essa espécie bacteriana também se caracteriza por produzir endotoxinas que interferem no ciclo reprodutivo dos nematoides, especialmente na oviposição e na eclosão dos juvenis.

Os parâmetros de desenvolvimento da planta evidenciaram a superioridade dos tratamentos com os produtos biológicos NemaControl e NemOut, em relação a testemunha em todos os parâmetros avaliados. Esses resultados concordam com o apresentado por Araújo e Marchesi (2009), que observaram incremento no desenvolvimento das plantas com a aplicação de *B. subtilis*. Os autores justificaram essa diferença pelo fato desta bactéria ser conhecida como promotora de crescimento de plantas, sendo esse efeito devido, em parte, à produção de fitoreguladores vegetais por *B. subtilis* na rizosfera. Bortolini et al. (2013), avaliando o controle de *P. brachyurus* e o desenvolvimento da soja, verificou que todos os tratamentos responderam positivamente, diferenciando-se da testemunha, pois estas bactérias com capacidade de causar doenças aos fitonematóides possuem diferentes modos de ação e um amplo espectro de hospedeiros.

Estas bactérias podem ser encontradas no solo, nos tecidos das plantas hospedeiras e nos próprios nematóides, incluído ovos e cistos (Stirling 1991, Siddiqui & Mahmood 1999, Kerry 2000, Meyer 2003). O impacto das bactérias sobre os nematóides pode ser decorrente do parasitismo, da produção de antibióticos, toxinas e enzimas, da interferência no processo de reconhecimento planta-hospedeiro, da indução de resistência e/ou proporcionando o desenvolvimento saudável da planta (Mankau 1980, Stirling 1991, Siddiqui & Mahmood 1999, Tian et al. 2007).

No presente trabalho, foi possível observar o baixo rendimento em relação a produtividade, mesmo os tratamentos se diferenciando estatisticamente entre si e sendo superiores a testemunha, o que pode ser relacionado com a redução na precipitação observada na segunda quinzena de novembro, bem como pela sua ausência na primeira quinzena de dezembro (Figura 3), que coincidiu com o período de florescimento até o desenvolvimento das vagens das plantas. Em trabalho conduzido por Cruz et al (2010) observaram que o estresse hídrico interferiu negativamente na transferência da massa seca, pois houve restrição na área

foliar, queda das vagens e aceleração da senescência das folhas, conseqüentemente diminuindo a massa e o número de grãos. Rangel et al (2005) observaram menores produtividades na safra 2004/05 na região de Naviraí/MS, em relação a outras regiões produtoras de soja, a saber, Dourados (dois locais), Ponta Porã, Maracaju e Sidrolândia. Os autores atribuíram, dentre outros fatores, ao déficit hídrico ocorrido no período de condução do experimento e a textura arenosa do solo, que reduz a retenção de umidade no solo.

A utilização dos tratamentos NemaControl e NemOut nos tratamentos das sementes de soja foram capazes de proporcionar reduções nos números de nematoides *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. em relação a testemunha, com maior redução, de forma geral, no tratamento que utilizou o NemaControl. Em relação aos parâmetros de desenvolvimento da planta, também teve a contribuição dos tratamentos com base biológica aqui utilizados, que pode ser interpretado como ação promotora de crescimento desses organismos, mesmo nas condições em que se desenvolveu o estudo, em que o estresse hídrico, temporário, proporcionou redução na produtividade, prejudicando em certos aspectos o desenvolvimento completo da soja.

6. CONCLUSÃO

A aplicação dos produtos de origem biológica nas sementes NemaControl e NemOut mostraram eficácia na redução dos nematoides fitoparasitas *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp na soja, além de contribuir para um melhor desenvolvimento morfofisiológico das plantas. Também foi possível observar que apesar do estresse hídrico os tratamentos melhoraram a produtividade da soja. Dentre os tratamentos utilizados o NemaControl mostrou maior eficácia em relação ao NemOut nos aspectos analisados neste trabalho, se mostrando assim uma boa alternativa para o manejo de nematoides fitoparasitas em plantações de soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711. 2013.

ARAÚJO, F. F.; MARCHESI, G. V. P. Uso de *Bacillus subtilis* no controle da meloidoginose e na promoção do crescimento do tomateiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 197-203, 2009.

ARIEIRA, G. O. **NEMATOLOGIA BRASIL**, Londrina, 2011. Disponível em: <<http://nematobrasil.blogspot.com/2011/05/grupos-troficicos-de-nematoides-nos-solos.html>>. Acesso em: 27 MAIO 2018.

BETTIOL, W. et al. Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas. **Embrapa Meio Ambiente**, Jaguariúna, v. 5, n. 1, p. 155, 2012. ISSN 1517-5111.

BORTOLINI, G. L. et al. Controle de *Pratylenchus brachyurus* via tratamento de semente de soja. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 818-830, 2013.

BULBOVAS, P. et al. Plântulas de soja 'Tracajá' expostas ao ozônio sob condições controladas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 641-646, 2007.

CRUZ, T. V. et al. Efeitos da época de semeadura sobre a composição química e a produtividade de grãos de diversas cultivares de soja no oeste da Bahia. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Cruz das Almas, v. 14, n. 2, p. 63-71, 2010.

DIAS, W. P. et al. **Avaliação da reação de genótipos de soja ao nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*)**. REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL. Campo Grande. LONDRINA: ENCICLOPEDIA BIOSFERA. 2007. p. 62-63.

FERNANDES, R. H. et al. *Pochonia chlamydosporia* e *Bacillus subtilis* no controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* em mudas de tomateiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 6, p. 34-38, 2014.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2008. ISSN 1413-7054.

GARBIN, L. F. Incidência do fitonematoide *Helicotylenchus* em análises laboratoriais do mato grosso. **Revista eletrônica do UNIVAG**, Várzea Grande, v. 3, n. 12, p. 90-96, 2015. ISSN 1980-7341.

GODOY, C. V. **Manejo de doenças na cultura da soja**. Workshop Ctc Agricultura, Embrapa. Rio Verde: [s.n.]. 2017. p. 25-30.

GOULART, A. M. C. **Aspectos gerais sobre nematoides das lesões radiculares (Gênero *Pratylenchus*)**. 1. ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, v. 100, 2011. 30 p.

HAMMAMI, I. et al. Optimization and biochemical characterization of a bacteriocin from a newly isolated *Bacillus subtilis* strain 14B for biocontrol of *Agrobacterium* spp.. **Letters in Applied Microbiology**, Tunisia, v. 48, n. 2, p. 253-260, 2009.

HENNING, A. A. Patologia e Tratamento de Semente. **Embrapa soja**, Londrina, v. 1, n. 2, p. 9-50, 2005.

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

KAVITHA, J.; JONATHAN, E. I.; UMAMAHESWARI, R. Field application of *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis* and *Trichoderma viride* for the control of *Meloidogyne incognita* in sugarbeet. **Journal of Biological Control**, Coimbatore, v. 21, n. 1, p. 211-215, 2007.

JAFFEE, B. A. Soil cages for studying how organic amendments affect nematodetrapping fungi. **Applied Soil Ecology**. v. 21, n.3, p. 1-9, 2002.

KLOEPFER, J. W.; SCHORTH, M. N. Plant growth promoting rhizobacteria and plant growth under gnotobiotic conditions. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 71, n. 6, p. 642-644, 1981.

LIAN, H. et al. Proteases from *Bacillus*: A new insight into the mechanism of action for rhizobacterial suppression of nematode populations.. **Letters in Applied Microbiology**, Kunming, v. 45, n. 3, p. 262-269, 2007.

LEELASUPHAKUL, W.; HEMMANEE, P.; CHUENCHITT, S. **Growth inhibitory properties of *Bacillus subtilis* strains and their metabolites against the green mold**. 5. ed. Kho Hong: Woodhead Publishing, v. 48, p. 113-121, 2008.

MACHADO, A. C. Z. Revista Campo e Negócios. **Campo e negócios**, 2015. Disponível em: < <https://revistacampoenegocios.com.br/> >. Acesso em: 10 Outubro 2018.

MACHADO, V. et al. Bactérias como agentes de controle biológico de fitonematoides. **Oecologia Australis**, São Leopoldo, v. 16, n. 2, p. 165-182, 2012.

MASSAGUER, P. R. **Microbiologia dos processos alimentares**. 2. ed. São Paulo: Livraria Varela, v. 5, 2005. 258p

MATSUNAGA, C.; MOREIRA, E. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. **Conab**, Brasília, v. 8, n. 6, p. 12, 2017.

MELO, W.J.; MARQUES, M.O. **Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas**, v. 1, n. 1, 349p. In: BETTIOL, W. e CAMARGO, O.A., eds. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, v.1, n.1, p.109-141. 2000.

MOURA, A. . G. C. Repositorio de informacoes tecnologica da Embrapa. **Infoteca-e**, 2008. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/571924/1/doc219.pdf>>. Acesso em: 20 marco 2019.

NGUGIA, H. K. et al. Effect of flower-applied Serenade biofungicide (*Bacillus subtilis*) on pollinationrelated variables in rabbiteye blueberry. **Biological Control**, Athens, v. 33, n. 6, p. 32-38, 2005.

OOSTENDORP, M.; SIKORA, R.A. In vitro interrelationships between rhizosphere bacteria and *Heterodera schachtii*.. **Revue de Nématologie**, Bonn, v. 14, n. 3, p. 269-274, 1990.

PHAE, C.; SHODA, M. Investigation of optimal conditions for foam separation of iturin an antifungal peptide produced by *Bacillus subtilis*. **Journal of Fermentation and Bioengineering**, Yokohama, v. 71, n. 8, p. 118-121, 1991.

RANGEL, M. A. S. et al. Efeito de Genótipo e Ambiente sobre o Percentual de Grãos Esverdeados de Soja, em Seis Locais da Região Sul de Mato Grosso do Sul, Safra 2004/05. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Dourados, 2005. 24p.

RIBEIRO, N.R. **Avaliação de espécies vegetais e cultivares de soja para a composição de esquemas de rotação ou sucessão de culturas para o manejo de *Pratylenchus brachyurus***. 2009. 58 f. Tese (Curso de Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, 2009.

ROCHA, M.R.; SANTOS, L.C.; TEIXEIRA, R.A.; ARAÚJO, F.G.; REZENDE NETO, U.R.; FERREIRA, C.S.; FALEIRO, V.O.; COSTA, R.B. **Reação de cultivares de soja a *Pratylenchus brachyurus* em área naturalmente infestada**. In: XXX Reunião de pesquisa de soja da região central do Brasil, Rio Verde, Londrina: Embrapa Soja, 2008. p. 140-141. 2008.

RODRIGUES, D. B. et al. Rotação de culturas para o controle de *Pratylenchus brachyurus* em soja.. **Nematropica**, v. 44, n. 2, p. 146-151, 2014.

SANGALLI, R. A. et al. Aspectos ambientais e socioeconômicos em unidades de produção sob bases agroecológicas e convencionais no assentamento Pedro Ramalho, em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 11, n. 1, p. 25-34, 2016.

SHARMA, R. D.; GOMES, A. C. Controle biológico de *Meloidogyne arenaria* com *Pausteria penetrans*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 23, n. 1, p. 47-52, 1996.

SIKORA, R. A. Management of the antagonistic potential in agricultural ecosystems for the biological control of plant parasitic nematodes.. **Annual Review of Phytopathology**, Bonn, v. 30, n. 6, p. 245-270, 1992.

VOSS, G. B. **Produção de *Bacillus subtilis* em biorreatores airlift e sua aplicação no controle de nematoide de galhas do tomateiro**. 2013. 115 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

ZAMBUDIO, S. Pesquisa desenvolve controle biológico para combater nematoides. Embrapa notícias. Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17940281/pesquisa-desenvolve-controle-biologico-para-combater-nematoides> . Acesso em 28/11/2019.