

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

JOSÉ LUCAS ERRERA GOMES

**APLICAÇÃO DE PRODUTOS COMERCIAIS DE BASE BIOLÓGICA EM CULTIVO
DE SOJA NATURALMENTE INFESTADO POR FITONEMATOIDES**

Mundo Novo - MS

Outubro/2019

JOSÉ LUCAS ERRERA GOMES

**APLICAÇÃO DE PRODUTOS COMERCIAIS DE BASE BIOLÓGICA EM
CULTIVO DE SOJA NATURALMENTE INFESTADO POR
FITONEMATOIDES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Biologia, da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul como requisito parcial à obtenção de título de Biólogo.

Orientador: Me. Marcos Massuo Kashiwaqui
Co-orientadora: Elaine Antoniassi Luiz Kashiwaqui

Mundo Novo - MS
Outubro/2019

JOSÉ LUCAS ERRERA GOMES

**AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DE PRODUTOS COMERCIAIS E BASE
BIÓLGICA EM SOLO NATURALMENTE INFESTADO POR
FITONEMATOIDES NA SOJA**

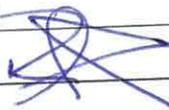
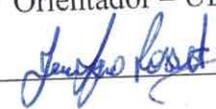
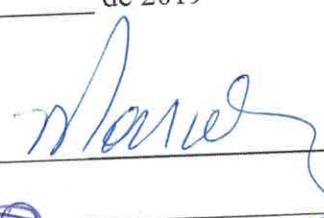
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

APROVADO EM 30 de Outubro de 2019

Prof. Me. Marcos Massuo Kashiwaqui - Orientador - UEM

Prof. Dr. Jean Sérgio Rosset - UEMS

Profa. Dr. Paulo Ricardo Lima - UEMS



AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pelo dom da vida e pelas oportunidades que Ele tem me proporcionado ao longo dela. Seguidamente, agradeço a meus pais, Sinésio Ap. Gomes e Jânia Luzia Gomes, aos meus avós, José Euclides, Josefa Herrera, Dionísio Gomes e Regina Gomes, ao meu tio José Carlos Gomes por terem sempre me apoiado, não medindo esforços para que eu pudesse, da melhor forma possível, concluir minha graduação.

Também sou grato por todos os meus professores que me ensinaram não só as disciplinas curriculares, mas agregaram igualmente em minhas aspirações pessoais e profissionais. Dentre eles, agradeço especialmente meu orientador por todo o conhecimento compartilhado, pela competência, pelas correções e encorajamento, que foram de fundamental importância para minha evolução na graduação. Ademais, gratifico minha co-orientadora pelo apoio prestado.

Tenho gratidão por todos meus amigos, em especial João Paulo Bezerra, Rodrigo Molina e Diego Cabral, por toda ajuda oferecida, pelos trabalhos em grupo, por todos os sofrimentos e alegrias a cada disciplina cursada, pelo companheirismo, empolgação e momentos compartilhados que se tornaram combustível ao longo dessa jornada acadêmica.

Por fim, agradeço a minha namorada Karina de Melo por todo apoio e incentivo prestado e a todos aqueles que, de uma forma ou outra, foram essenciais para meu desenvolvimento, aprendizado e que agregaram a minha essência construindo o profissional que sou hoje.

RESUMO

Nematoides são parasitas microscópicos, encontrados no solo e nas raízes de plantas, que comprometem seu desenvolvimento podendo causar diminuição na produtividade. Tais microrganismos vêm atingindo plantios de várias regiões brasileiras. Por essa razão, surgiu a necessidade de estudar esses parasitas, bem como empregar metodologias de redução dos mesmos a fim de evitar o comprometimento das plantações. Sendo assim, para controle desses nematoides, podem ser utilizados métodos químicos ou biológicos, sendo os biológicos mais recomendáveis devido aos menores impactos sobre a natureza. O presente trabalho objetivou avaliar o controle dos nematoides fitoparasitas *Pratylenchus brachyurus* e *Helicotylenchus* spp., por meio da utilização de produtos comerciais de base biológica na soja, em uma propriedade no município de Mundo Novo/MS. O experimento foi realizado juntamente a uma plantação de soja, delimitando-se uma área para realização do estudo dividida em parcelas de 2,70 x 5,0 m. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, constituído de 3 tratamentos e 7 repetições. As sementes foram divididas em três tratamentos: recobertas por NemaControl chamado T1, com NemOut intitulado T2 e testemunha (sem produto comercial) denominado T3. Os efeitos dos tratamentos foram avaliados pela contagem de nematoides, altura das plantas, comprimento das raízes e produtividade. Uma semana antes da semeadura foi feita coleta de solo, a fim de observar o índice de nematoides fitoparasitas presentes na área. Após 57 dias do plantio realizou-se nova coleta, sendo coletado amostras de solo, na qual quantificou-se os nematoides fitoparasitas nas parcelas do experimento. Posteriormente, completados 100 dias, realizou-se a medição de número de plantas, altura da planta, comprimento da raiz, diâmetro do colo e produtividade. Depois de 131 dias após a semeadura colheu-se parte de cada parcela do experimento e fez-se a secagem e pesagem dos grãos, a fim de obter-se a produtividade de cada tratamento. Foi possível observar que o número de nematoides pós-semeadura foi menor para o tratamento com NemaControl, do mesmo modo que a produtividade foi maior neste, comparando-se ao tratamento sem o uso do produto ou ao tratamento com o uso do NemOut. Para números de plantas, altura, comprimento das raízes e diâmetro do colo não houve diferença significativa entre os tratamentos. A partir de todos os resultados, constatou-se a superioridade do produto NemaControl em relação aos demais tratamentos estudados.

Palavras-chave: nematoides. soja. controle biológico. parasitas.

Sumário

1. Introdução	4
2. Justificativa	8
3. Objetivos	6
3.1 Objetivo Geral	6
3.2 Objetivos Específicos	6
4. Metodologia	6
5. Resultados	11
5.1 Média de nematoides no solo em pré-semeadura	11
5.3 Parâmetros de desenvolvimento da planta	12
6. Discussão	13
7. Conclusões	15
8. Referências	16

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior plantador de soja do mundo, sendo o estado do Mato Grosso o destaque nacional em maior território cultivado dessa leguminosa, com 2.672 milhões de hectares plantados no ano de 2018 (CONAB, 2018), com aumento de produtividade a cada safra.

Devido ao valor e potencial de cultivo, houve grande desenvolvimento tecnológico em torno dessa cultura, que contribuiu para o aumento de produtividade ao longo das últimas décadas. Desse modo, ela é cultivada em todas as regiões geográficas, proporcionando ao mercado brasileiro a capacidade de tornar-se um produtor com capacidade competitiva na cultura da soja, visto que as novas tecnologias possibilitam a elevação da produção e o cultivo em novas áreas, o que aumentaria a produção em todo o país (FREITAS; MENDONÇA, 2016).

No entanto, alguns problemas afetam a produtividade de soja, dentre eles as doenças compõem um dos mais importantes grupos causadores da queda da produção no Brasil. Uma das principais causas, é à presença de fitonematoides. Esses parasitas atuam sobre o sistema radicular, alterando a absorção e a translocação dos nutrientes na mesma, podendo ocasionar o raquitismo, amarelamento das folhas e crescimento lento, sendo o solo, clima, região e forma de manejo, fatores que influenciam fortemente na atuação desses fitoparasitas (ROSSETO; SANTIAGO, 2005).

Dentre os nematoides, temos aqueles que são encontrados nas raízes ou tubérculos, que se alimentam da parte que está no interior do solo. Podendo também ser classificados em três principais grupos: endoparasitas migratórios, que se movimentam e alimentam-se no interior do tecido da planta; endoparasitas sedentários, quando fixam-se em um local permanecendo imóveis; e ectoparasitas, os quais não necessitam penetrar nos tecidos para se alimentarem, introduzindo o estilete no tecido das raízes (COYNE; NICOL; CLAUDIUS-COLE, 2007).

Existem inúmeros nematoides parasitas de plantas, sendo, atualmente, os mais prejudiciais as plantações *Meloidogyne*, *Heterodera*, *Globodera*, *Pratylenchus*, *Rodopholus*, *Rotylenchulus*, *Nacobbus* e *Tylenchulus*. Esses parasitas possuem estilete bucal, que retiram substâncias nutritivas das plantas e inserem toxinas no interior das células vegetais (ROSSETO; SANTIAGO, 2005).

Entre os principais nematoides causadores de danos nas diferentes áreas de cultivo do Brasil, destaca-se o nematoide das lesões radiculares, do gênero *Pratylenchus*, com 70 espécies existentes em todo mundo. Em diversos tipos de lavouras, as seguintes espécies são encontradas: *Pratylenchus Brachyurus*, *Pratylenchus Zeae* e *Pratylenchus Coffeae*. Tais

espécies liberam toxinas e enzimas no córtex radicular, por serem endoparasitas migradores, promovendo a destruição das células do sistema radicular das plantas atacadas. Esse gênero congrega nematoides polívoros, sendo os variados tipos de espécies com preferências variadas por plantas, podendo transitar do solo até o córtex da raiz por meio da combinação de ação mecânica, ou seja, com auxílio do estilete e a movimentação de todo corpo do indivíduo (GOULART, 2008).

Outro causador de doenças soja é o ectoparasita de raízes *Helicotylenchus* spp., da classe dos parasitas espiralados, conhecido por ocasionar declínio no sistema radicular das plantas, podendo atuar juntamente a outros nematoides ou plantas hospedeiras. Os cultivos de plantas em geral são extremamente favoráveis ao *Helicotylenchus* spp., uma vez que ele pode sobreviver por vários meses a uma umidade de 40-60% da capacidade dos solos, podendo assim continuar vivo até em períodos de seca (GARBIN; COSTA, 2015).

Para realizar o controle de nematoides pode-se adotar medidas de exclusão, rotação de culturas, utilização de plantas antagonistas, variedades resistentes, controle químico ou biológico, entre outros. No entanto, o controle biológico que, frente ao controle químico, não causa danos ao ambiente e não deixa resíduos nos produtos colhidos, vem ganhando destaque devido a forma de aplicação e custo inferior ao químico (SOARES, 2006).

Dentre essas soluções de controle biológico se enquadram os produtos comerciais, como: NemaControl e NemOut. NemaControl é formulado com *Bacillus amyloliquefaciens*, que é eficaz no controle de fitonematoides, e podem proporcionar um melhor desenvolvimento das plantas (EMBRAPA, 2012). O mecanismo de ação se dá por meio da bactéria que coloniza a semente formando uma espécie de barreira protetora, evitando a entrada dos parasitas, além de possuir ação direta sobre os ovos presentes no solo (CARVALHO, 2018).

Por outro lado, NemOut é composto por duas bactérias e um fungo, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis*, *Trichoderma longibrachiatum*, respectivamente (SILVA, 2015). Estes atuam colonizando a rizosfera, produzindo polissacarídeos e melhorando o condicionamento do solo. Sendo assim, os parasitas são reduzidos porque os microrganismos provocam inibição competitiva, uma vez que as bactérias e o fungo utilizam os nutrientes presentes no solo para desenvolvimento em simbiose as raízes, fazendo com que os parasitas sejam enfraquecidos por restrição alimentícia ou por defeito na assimilação desses (MESQUITA, 2016).

2. Justificativa

Tendo em vista a importância econômica da soja no país, um dos fatores que pode limitar o aumento da produtividade nas regiões produtoras desse grão, é a incidência dos fitonematoides presentes no solo a ser cultivado.

No Brasil existem diversas espécies que causam grandes danos a planta da soja; dentre elas destaca-se os indivíduos do gênero *P. Brachyurus*, tendo uma ampla distribuição geográfica, posicionando-se em diversas culturas e afetando diretamente a produtividade da planta (FERRAZ, 2001).

Uma excelente ferramenta de manejo para o controle desses fitonematoides, são os produtos de base biológica, esses podem suprimir o número de indivíduos, e proporcionar um aumento de densidade populacional bacteriana nas raízes das plantas, que promovem um aumento na produtividade (Burkett-Cadena et al. 2008).

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar, de forma quantitativa, o índice de fitonematoides encontrados no solo e na raiz da plantação de soja em uma área do município de Mundo Novo/MS, utilizando dois tipos de produtos comerciais de base biológica, de modo a comparar qual dos tratamentos utilizados seria mais eficiente na redução da população de nematoides fitoparasitas na plantação.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar o uso de inoculantes biológicos no controle de nematoides fitoparasitas no desenvolvimento e produtividade no cultivo da soja

3.2 Objetivos específicos

Avaliar o potencial de controle de nematoides com organismos biológicos da soja.

Observar o desenvolvimento da soja em decorrência da aplicação de organismos biológicos.

Avaliar a produtividade da soja pela da aplicação de organismos biológicos.

4. 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 solos com elevada fertilidade havendo predominância de argissolos de textura arenosa e argilosa média, solos hidromórficos e orgânicos, gleissolos e organossolos também são encontrados. O clima predominante é o subtropical, com temporada de chuvas entre março e outubro, sendo a pluviosidade média anual entre 1400 a 1700 mm

(VIEIRA; SILVA, 2016). A região do Mato Grosso do Sul se destaca principalmente pelas áreas para pastagens, também enquadrando-se os cultivos de soja, cana-de-açúcar e eucalipto (BORLACHENCO; GONÇALVES, 2017).

O experimento foi conduzido no sítio Nova Esperança (Figura 1), localizada sob as coordenadas 23°54'24.9"S e 54°16'45.2"W, com altitude de 276 m, é uma pequena propriedade rural, com área de 52,43 há, com solo argiloso. 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.



Fonte: Google Maps

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

No dia 05 de outubro de 2018 foi realizado a demarcação da área experimental, coletando-se amostras do solo a fim de realizar caracterização química, quantificar o número de nematoides inicial e adubação.

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

Bloco I	T1	T2	T3
Bloco II	T2	T3	T1
Bloco III	T1	T3	T2
Bloco IV	T3	T1	T2
Bloco V	T3	T1	T2
Bloco VI	T2	T1	T3
Bloco VII	T1	T2	T3

Legenda

T1 Tratamento NemaControl

T2 Tratamento NemOut

T3 Testemunha

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, de modo que houvesse 3 tratamentos com 7 blocos cada, totalizando 21 parcelas (tabela 1). Cada parcela possuía 2,70 m de largura, contendo 6 linhas de semeadura com espaçamento de 45 cm e 5 m de comprimento.

Os tratamentos utilizados foram: T1 – sementes tratadas com NemaControl (200 ml ha⁻¹), tendo como material ativo *B. amyloliquefaciens*; T2 – sementes tratadas com NemOut (1,00 Kg ha⁻¹) em pó, possuindo material ativo *B. licheniformis*, *B. subtilis* e *T. longibrachiatum*; e, T3 – testemunha, sem tratamento adicional.

As amostras de solo para contagem inicial de nematoides foram retiradas de 0 a 0,2 m de profundidade, 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, onde foi realizado o processo de extração de nematoides pelo método combinado de flutuação e peneiramento, segundo a metodologia de Flegg e Hooper (1970). Nessa metodologia, o solo é primeiramente homogeneizado, passando toda amostra por uma peneira de 2mm, para realizar a retirada de torrões contidos na amostra, logo dispendo-se 100 cm³ em um balde com dois litros de água, a fim de suspendê-lo, não deixando torrões. Então, descansa-se por 20 segundos e, em seguida, realiza-se o peneiramento. Para o peneiramento, colocou-se em sequência duas peneiras, sendo a primeira de 250 µm, na qual a amostra foi lavada em água corrente, e a segunda com malha de 38 µm, lavando-se novamente para a coleta da amostra.

Seguidamente, foi realizada centrifugação em tubo Falcon, de acordo com o método de 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.

Após obter a amostra, algumas propriedades químicas do solo foram determinadas, e apresentaram os seguintes valores:

Tabela 2. 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	18,28	9,90	0,12	1,99	0,97	0,17	4,03	3,08	7,11	43,32

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), aplicados com semeadora tratorizada.

No dia 12 de outubro de 2018, as sementes, cultivar 'Monsoy 6410 IPRO' previamente tratadas com 2 ml Kg⁻¹ do produto Standak Top, foram tratadas adicionalmente com os respectivos tratamentos e imediatamente semeadas de forma manual.

O manejo da cultura realizado durante a execução do experimento, tais como aplicações de herbicidas, inseticidas, fungicidas, adubação em cobertura com cloreto de potássio, seguiram o padrão realizado no talhão pelo produtor.

No dia 2 de dezembro de 2018 foi realizada a coleta de pós-emergência, aos 45 dias após a emergência (DAE) da cultura, sendo coletados solo e raízes da soja.

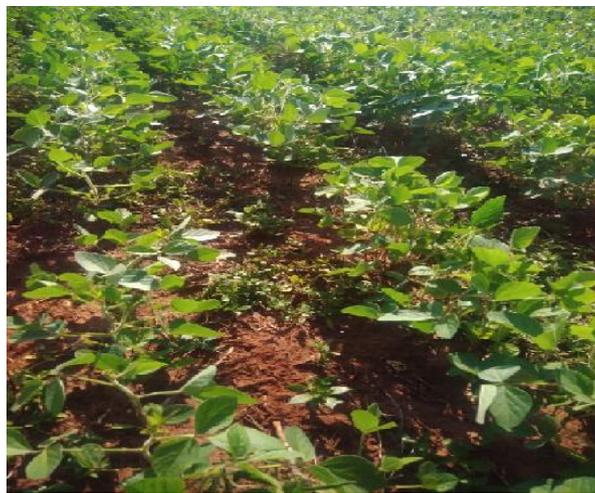


Figura 2. quarenta e cinco DAE.

A quantidade de nematoides foi quantificada com a mesma metodologia citada anteriormente, pelo método combinado de flutuação e peneiramento. Já para o processamento das raízes, foram lavadas e cortadas em tiras, com aproximadamente 2 cm de comprimento, sendo pesadas e trituradas com o auxílio de um liquidificador, juntamente com 250 ml de hipoclorito de sódio (NaClO 0,5 % (m/v)), a fim de ocorrer a liberação dos nematoides presentes nas raízes (COOLEN; D'HERD, 1972; HUSSEY; BARKER, 1973).

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.

No dia 15 de janeiro de 2019, foram realizadas aferições quanto ao desenvolvimento das plantas, avaliando-se a altura da planta e comprimento da raiz.



Figura 3. dia da aferição do desenvolvimento da planta.

No dia da colheita 16 de fevereiro de 2019, determinou-se a produtividade, coletando-se 2 m lineares por parcela, as quais foram identificadas e secas naturalmente ao sol em um período de três dias.



Figura 4, secagem natural das plantas colhidas .

Após a secagem, foi realizada pesagem dos grãos de cada tratamento, e a umidade contida nos grãos foi determinada na Unidade Regional de Iporã/PR da Cooperativa Agroindustrial Cocamar e, posteriormente corrigidos para 13% de umidade, de acordo com a tabela de descontos da Cooperativa.

Os dados pluviométricos que envolvem o período de condução do experimento foram obtidos com a empresa Copagrill de Mundo Novo/MS. Essas informações foram tabuladas e estão apresentados de forma quinzenal, ao longo dos meses (Figura 6).

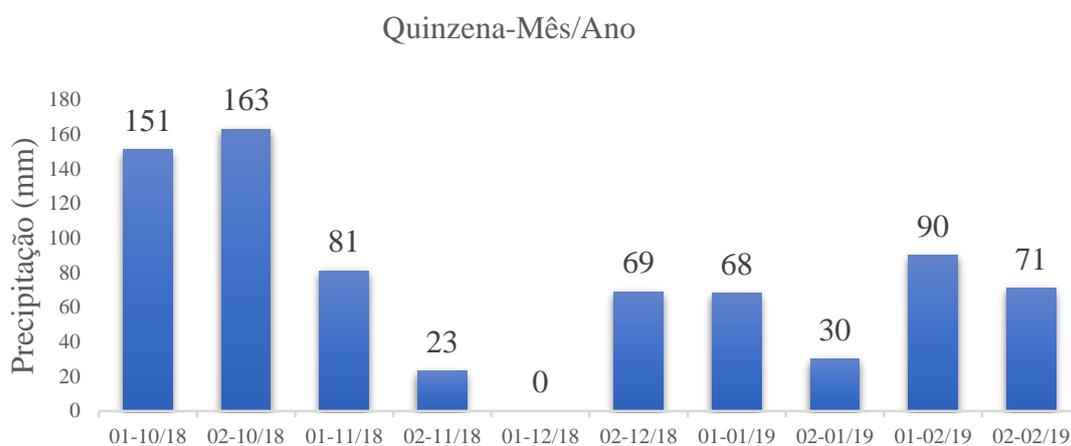


Figura 5. Precipitação pluviométrica (mm) acumulada quinzenal, durante o período de outubro/2018 a fevereiro/2019, Mundo Novo/MS.

Após tabulação dos dados, foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, com uso do software Sisvar (FERREIRA, 2011). Para os dados de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* spp., esse pressuposto estatístico não foi atendido, o que justificou a reunião dos resultados das duas espécies em estudo, num único grupo, denominado ‘nematoides’, e posterior transformação dos dados em $\ln(x)$. Por fim, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS

5.1 Média de nematoides no solo em pré-semeadura

A amostragem de solo para caracterização inicial de nematoides, realizada antes da semeadura da soja, gerou um total de 676 indivíduos, sendo 32,89% identificados como *P. brachyurus* e 67,11% de *Helicotylenchus* spp. A média foi de 96,62 indivíduos por amostra, com variabilidade de 84,13% no número de indivíduos, que produziu o coeficiente de variação (CV) de 6,23%. Costa *et al.* (2014) também utilizaram dados de coleta anterior ao estabelecimento do cultivo para definir a distribuição de *P. brachyurus* no experimento como uniforme e, a variabilidade nas suas áreas experimentais foi de 83,64 e 85,62%, com CV de 17,8 e 15,4%, respectivamente. Considerando a menor variabilidade encontrada no presente estudo, optou-se por considerar a área como uniforme, para efeito de análise estatística da amostragem subsequente.

5.2 Média de nematoides em pós semeadura.

Na amostragem de pós emergência, 45 DAE, foram observados 3.470 nematoides

fitoparasitas nas raízes, e 3.656 em amostras de solo, que totalizou 7.126 indivíduos de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* spp. A média observada desses nematoides, no experimento, foi de 339,34 indivíduos por parcela amostrada.

Identificou nas amostras de raízes que o produto NemaControl se diferenciou estatisticamente do NemOut e testemunha, com as menores médias populacionais dos nematoides fitoparasitas *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* spp. (Tabela 3).

Nas amostras de solo não foram observadas diferença estatística entre os tratamentos aplicados. Para o total de nematoides, obtida pela soma dos nematoides das duas espécies no solo e nas raízes, o NemaControl se diferenciou estatisticamente da testemunha, enquanto NemOut esteve em posição intermediária, não se diferenciou estatisticamente da testemunha nem do NemaControl, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (tabela 3).

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

Tratamentos	NEMATOIDES		
	10 g raízes	100 cc solo	Total
NemaControl	60,98 b*	152,55 ^{NS}	213,53 b
NemOut	146,48 a	166,77	313,25 ab
Testemunha	288,20 a	203,02	491,22 a
Fcalc	13,02	1,83	12,00
CV (%)	12,74	6,17	5,31
DMS	0,873	0,449	0,434

*Médias nas colunas seguidas de letras diferentes, diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$).^{NS} não significativo. Dados de população de nematoides transformados em Ln (X) para efeito da análise de variância. Fcalc (F calculado), DMS (diferença mínima significante), CV (coeficiente de variação).

5. 3 Parâmetros de desenvolvimento da planta

Tabela 4. Médias de número de plantas, altura, comprimento de raízes, diâmetro da haste na altura do colo e produtividade de soja, em função dos tratamentos, Mundo Novo/MS.

Tratamentos	NP	ALT	CR	DC	PROD
NemaControl	12,29	57,30	8,00	2,17	1396,71 a*
NemOut	10,71	56,13	8,04	2,43	1254,30 b
Testemunha	10,43	57,86	7,79	1,77	1231,03 b
Fcalc	1,64 ^{NS}	1,29 ^{NS}	0,23 ^{NS}	1,69 ^{NS}	15,88
CV (%)	18,56	3,61	9,54	31,86	4,60
DMS	2,951	2,937	1,081	0,962	84,975

*Médias nas colunas seguidas de letras diferentes, diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$).^{NS} não significativo. Número de plantas (NP); Altura (ALT); Comprimento da raiz (CR); Diâmetro do

colo (DC); Produtividade (PROD). Fcal (F calculado), DMS (diferença mínima significante), CV (coeficiente de variação).

De acordo com os parâmetros de desenvolvimento da planta (Tabela 4), não foram observadas diferenças significativas para os parâmetros; NP, ALT, CR e DC. No entanto, foi observada diferença significativa para a variável PROD, de modo que a aplicação de NemaControl resultou em uma produtividade maior quando comparada ao tratamento NemOut e testemunha.

6. DISCUSSÃO

Os resultados aqui apresentados, apontaram a possibilidade de sucesso do biocontrole no manejo de nematoides, em que o produto à base de *B. amyloliquefaciens*, NemaControl, apresentou maior nível de controle, se diferenciado da testemunha.

Os resultados obtidos neste estudo condizem com os alcançados por Burkett-Cadena *et al.*, (2008), no qual observaram que o tratamento com *B. amyloliquefaciens* suprimiu *M. incognita* das raízes de tomateiro. Os autores verificaram, também, que ocorria o aumento da densidade de população bacteriana na rizosfera das plantas.

Em trabalho realizado com soja, avaliando nematoides fitoparasitas *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* spp., caso semelhante ao presente estudo, Máscia (2017), também, verificou a redução na população dos fitonematoides nas raízes de soja, que não se repetiu no solo pelo uso da bactéria *B. amyloliquefaciens*, juntamente com o fungo *Trichoderma harzianum*.

Utilizando os mesmo *Bacillus* os autores Machado e Costa, (2017), constataram que a aplicação de *B. subtilis* para o controle da população do nematoide se mostrou efetivo *in vitro*. Para Araújo e Marchesi, (2009), a bactéria *B. subtilis* (PRBS-1) reduziu a reprodução dos nematoides formadores de galhas em raiz de tomate. Sousa *et al.*, (2006) constataram a redução do número de ovos de nematoides nas raízes do tomateiro através de controle biológico com estreptomiceto. Segundo Machado *et al.*, (2012), as bactérias do gênero *Bacillus* e *Pausteria* possuem potencial como agentes no controle de nematoides.

Também existe o método de controle de nematoides fitoparasitas através da rotação de culturas, em que consiste em variedades de plantios, sendo as plantas mais eficazes ao controle dos fitoparasitas das lesões radiculares a crotalária, aveia preta e o capim pé-de-galinha. Estas plantas possuem eficiência relativa, pois possuem tegumento permeável que confere grande resistência aos agentes físicos e químico (Grigolli; Asmus, 2014).

Bactérias nematófagas são inimigas naturais e importantes no combate dos nematoides, seus modos de ação são diversificados: incluem parasitar, produzir toxinas,

antibióticos ou enzimas, competição por nutrientes, além de induzir a resistência sistêmica e promover melhora das condições biológicas das plantas (TIAN; ZHANG, 2007).

De forma geral, não foram observadas diferenças no desenvolvimento da soja pelo uso desses produtos biológicos. Máscia, (2017), não encontrou diferença significativa no número de plantas de soja por metro linear após o uso de *B. amyloliquefaciens* e *Trichoderma harzianum* no combate de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* spp. Silva, (2015), relata em seu trabalho que a utilização do produto NemOut não influenciou no desenvolvimento da planta de tomate. Já Machado *et al.*, (2012), observaram incremento na utilização biomassa da parte aérea em tomateiros, com a aplicação de *B. subtilis* (PRBS-1).

Bortolini *et al.*, (2013), ao utilizar produtos biológicos em sementes de soja para o controle do nematoide *P. brachyurus* constataram que nem sempre o desenvolvimento das plantas está associado com os produtos biológicos aplicados.

Já nas raízes, Silva, (2015), em sua pesquisa na cultura do tomateiro também utilizando produtos de base biológicos obteve resultados estáticos semelhantes a estes quanto ao comprimento das raízes, observando que não houve diferença significativa em relação ao comprimento das mesmas.

Não houve diferença para a variável DC, Baggio *et al.*, (2016), utilizando produtos de base biológica no controle dos nematoides constataram que os mesmos não influenciaram nesta variável, porém quanto menor o DC, mais vulnerável a planta se torna em relação aos riscos climáticos como chuvas, ventos e etc.

Na variável produtividade houve diferença entre os tratamentos, o mesmo sendo observado por Oliveira, (2017), em que utilizou aplicações de produtos biológicos em sementes de soja, e aumentou significativamente a produção por meio da redução dos nematoides, pois evitaram que os nematoides fitoparasitas danificassem os pelos radiculares.

O mesmo foi observado por Montalvão (2016), que obteve maior produtividade em algodoeiro, tomateiro e etc, utilizando aplicações de *Bacillus sp.* no combate ao fitoparasita *Meloidogyne incognita*. Macedo (2012) concluiu que realizando o controle de nematoides com produto de base biológica, houve aumento da produtividade na cultura de cana-de-açúcar. Segundo Silva (2015) a redução da produtividade são sintomas diretos e indiretos provocados pelo ataque de nematoides.

De forma geral, a condução do experimento foi influenciada pela ocorrência de déficit hídrico, entre a segunda quinzena de novembro e a primeira quinzena de dezembro (Figura 6), com consequência direta na baixa produtividade da cultura. Visto que Fietz *et al.*, (2001), relataram em seu trabalho, que a ocorrência de déficit hídrico, causado por veranicos e estiagens

é uma das principais causas de perdas agrícolas. O estresse hídrico no período de transferência de matéria seca é o mais crítico, pois restringe a área foliar e induz o aborto de legumes, avançando a idade das folhas e conseqüentemente, reduz a massa e o número de grãos, afetando a produtividade na cultura da soja (CRUZ *et al.*, 2010).

O estresse hídrico e a alta temperatura elevada, pode causar uma drástica queda na produção dos grãos, como constatado no trabalho de Silva *et al.*, (2015), visto que o estresse hídrico e a alta temperatura fez com que ocorresse uma queda de polinização afetando o desenvolvimento do óvulo e da espiga da planta do milho, provocando desta maneira uma falta de sincronismo entre a emissão de pólen e a recepção pela espiga, que gera a redução da fertilização, conseqüentemente gera menor formação de grãos na espiga.

No entanto, mesmo nessa condição, foi observado maior produtividade no tratamento onde foi aplicado o *B. amyloliquefaciens*.

A utilização dos produtos comerciais de base biológicas nas sementes da soja, favoreceu a redução da presença de nematoides *P. brachyurus* e *Helicotylenchus spp.*

Não foi constatado incremento nas características macro biométricas, mesmo que essa seja uma das principais diferenças relatadas por diversos autores pelo uso desses organismos.

Porém, mesmo com a baixa produtividade observada nesse estudo pela ocorrência de déficit hídrico, foi observado incremento na produtividade. Ressalta-se a importância da continuidade de estudos com produtos de origem biológica, uma vez que, além do potencial para substituir produtos químicos, reconhecidamente prejudiciais ao ambiente, e reduzir a população de agentes patogênicos, tal como os fitonematoides, podem contribuir no desenvolvimento de plantas e produtividade da soja.

7. CONCLUSÃO

A aplicação de produtos de origem biológica, pode reduzir a população de nematoides na cultura da soja, visto nessa pesquisa que tanto o produto NemOut e Nemacontrol, reduziram a população de indivíduos fitoparasitas *P. brachyurus* e *Helicotylenchus spp.*

Não foram observadas diferenças nas características macrométricas da soja em função da aplicação dos produtos de origem biológica;

A aplicação de produto biológico *B. amyloliquefaciens*, contribuiu para maior produtividade da soja, tendo em vista que a maior produtividade decorreu pela menor presença de nematoides fitoparasitas na planta.

8. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Fabio Fernando de; MARCHESI, Gabriel Victor Poletto. Uso de *Bacillus subtilis* no controle da meloidoginose e na promoção do crescimento do tomateiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1558-1561, 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0103-84782009000500039&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 02 ago. 2018.

BAGGIO, L. G.; RUFFATO, S.; BONALDO, S. M. Biological nematicide, fungicides and insecticides applied through seed, in of the soybean crop performance in the North of Mato Grosso. **Scientific Electronic Archives**, Rondonópolis, v. 9, n. 2, p. 1-9, 2015. Disponível em: <http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=220&path%5B%5D=pdf_84>. Acesso em: 03 jun 2018.

BETTIOL, W. et al. **Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2012. 155 p.

BORLACHENCO, Natascha Góes Cintra; GONCALVES, Ariadne Barbosa. Expansão agrícola: elaboração de indicadores de sustentabilidade nas cadeias produtivas de Mato Grosso do Sul. **Interações**, Campo Grande, v. 18, n. 1, p. 119-128, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1518-70122017000100119&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 06 ago. 2019.

BORTOLINI, G. L.; ARAÚJO, D.V.; ZAVISLAK, F. D.; JUNIOR, J.R.; KRAUSE, W. Controle de *Pratylenchus brachyurus* via tratamento de semente de soja. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; 2013, p.818-830.

CADENA, M. B.; BURELLE, N. K.; LAWRENCE, K. S.; SANTEN, E.; W. KLOEPPER, J.W. **Suppressiveness of root-knot nematodes mediated by rhizobacteria**. *Biological Control*, v. 47, n. 1, 2008. p. 55-59.

CARVALHO, S. L. **Levantamento e controle biológico de *Pratylenchus brachyurus* na cultura do milho doce**. 2018. 80 f. Dissertação (Mestrado em olericultura) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Morrinhos, 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2018/19**, Brasília v. 6, n.3, p. 127, 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

COSTA, Mauro Natalino da.; PASQUALLI, Rodrigo Marcelo; PREVEDELLO, Rafael. Efeito do teor de matéria orgânica do solo, cultura de cobertura e sistema de plantio no controle de *Pratylenchus brachyurus* em soja. **Summa phytopathol**, Botucatu, v. 40, n. 1, p. 63-70, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-54052014000100009&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 20 mar. 2019.

COYNE, D. L.; NICOL, J. M.; CLAUDIUS-COLE, B. **Nematologia prática: Um guia de campo e de laboratório**. 1 ed. Cotonou SP: IPM Secretariat International Institute of Tropical Agriculture (IITA), 2007, p. 83.

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue.** 1 ed. Merelbeke. Belgium State Agricultural Research Centre. 1972, p.77.

CRUZ, T.V. D.; PEIXOTO, C. P.; MARTINS, M. C.; LEDO, C. A. D. S. 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**, Campina Grande. v. 14, n. 2, 2010, p. 63-71.

FERRAZ, L. C. C. B. **As meloidoginoses da soja: passado, presente e futuro.** In: SILVA, J. F. V.; MAZAFFERA, P.; CARNEIRO, R. G.; ASMUS, G. L.; FERRAZ, L. C. C. B. **Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja.** Londrina, Embrapa Soja: Sociedade de Nematologia, 2001, p.15-38.

FLEGG, J. J.; HOOPER, D. J. **Extraction of free-living stages from soil.** In: SOUTHEY, J. F. (Ed.). *Laboratory methods for working with plant and soil nematodes.* London: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Londres, 1970, p. 148.

FREITAS, R. E.; MENDONÇA, M. A. A. Expansão agrícola no Brasil e a participação da soja: 20 anos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 54, n. 3, 2016, p. 497–516.

FERREIRA, D. F. **SISVAR: A computer statistical analysis system.** *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, 2011, p.1039-1042. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542011000600001&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 jul. 2019.

FIETZ, C. R.; URCHEI, M. A.; FRIZZONE, J. A. Probabilidade de ocorrência Probabilidade de ocorrência de déficit hídrico na região de Dourados, MS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.3, 2001, p. 558-562.

GARBIN, L.F.; COSTA, M.J.N. Incidência do fitonematoide *Helicotylenchusem* análises laboratoriais do Mato Grosso. **Connecti on line.** Revista eletrônica do UNIVAG, Várzea Grande, n. 12, 2015, p. 90-96.

GOULART, M. A. C. **Aspetos Gerais sobre nematoides de lesões radiculares (gênero *Pratylencus*).** EMBRAPA, Planaltina, 2008, p.27.

GRIGOLLI, José Fernando Jurca; ASMUS, Guilherme Lafourcade. **Manejo de Nematoides na Cultura da Soja.** Nematoides Da Soja, EMBRAPA, p. 194–203, 2014. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/985986/1/cap.9.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2019.

GRIGOLLI, J. F. J.; ASMUS, G. L. **Manejo de nematoides na cultura da soja.** In: LOURENÇÃO, A. L. F.; GRIGOLLI, J. F. J.; MELOTTO, A. M.; PITOL, C.; GITTI, D.C.; ROSCOE, R. (Ed.). *Tecnologia e produção: Soja 2013/2014.* Maracaju, MS: Fundação MS, 2014. p. 194-203. Tipo: Capítulo em Livro Técnico-Científico. Biblioteca(s): Embrapa Agropecuária Oeste.

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

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

MACEDO, Newton; MACEDO, Daniella; CAMPOS, Maria Bernadete S. de; NOVARETTI, Wilson R. T.; FERRAZ, Luiz Carlos Camargo Barbosa. **Manejo de pragas e nematoides.** In: Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e etanol - tecnologia e perspectivas [S.l.: s.n.], p. 448 il, 2018.

MACHADO, Vilmar. *BERLITZ, DDiouneia Lisiane; MATSUMURA, Ainda Teresinha Santos; SANTIN, Rita de Cássia Madail; GUIMARÃES, Alexandre.; SILVA, Maria Eloísa da; FIUZA, Lidia Mariana.* Bactérias como agentes de controle biológico de fitonematóides. **Oecologia Australis**, v. 16, n. 2, p. 165-182, 2012. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/view/8203/6656>. Acesso em: 30 abr. 2019.

MACHADO, A. P.; COSTA, M. J. N. Biocontrole do fitonematóide *Pratylenchus brachyurus* *in vitro* e na soja em casa de vegetação por *Bacillus subtilis*. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 23, n. 1, p. 83-94, 2017.

MÁSCIA, R. ***Bacillus amyloliquefaciens* e *Trichoderma harzianum* no manejo de *Pratylenchus brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. na cultura da soja.** 2017. 31 f. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - Instituto Federal Goiano, Urutaí, 2017.

MESQUITA, F. L. **Manejo de *Meloidogyne enterolobii* em goiabeira com produtos biológicos e manipueira.** Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós - Graduação em Fitopatologia, Universidade de Brasília, Brasília-DF, p.113, 2016..

MONTALVÃO, S. **Uso de *Bacillus* spp. para o controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e *Meloidogyne incognita* no algodoeiro (*Gossypium hirsutum* f.** Dissertação (Pós-Graduação em Fitopatologia) Universidade de Brasília Instituto de Ciências Biológicas, Distrito Federal, 2016. p. 185.

OLIVEIRA, K. C. L. **Distribuição Populacional do Nematóide 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.** Agro Cientista: Tangará da Serra, 2017. p. 6.

OLIVEIRA, M. KR S.; CHAVES, A.; VIEIRA, D. A. N.; SILVA, E. J.; RODRIGUES, W. D. L. Controle biológico de fitonematóides do gênero *Pratylenchus* através de inoculante natural em cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Dois Irmãos, v. 6, n. 2, 2011, p. 203-207.

ROSSETO, R.; SANTIAGO, A.D. **Doenças da cana-de-açúcar.** Agência de Informação EMBRAPA: Cana-de-açúcar, Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de_açúcar_arvore/CONTAG01_55_711200516718.html>. Acesso em: 15 jan. 2019.

SILVA, J. O. ***Meloidogyne incognita* na cultura do tomate: levantamento e manejo com produtos biológicos.** 2015. 77 f. Dissertação (Pós-Graduação Em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

SOARES, P. L. M. **Estudo do controle biológico de fitonematóides com fungos nematófagos**. 2006. 217 f. Tese (Doutorado em Agronomia) –Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2006.

SOUSA, Carla da Silva; SOARES, Ana Cristina Fermino; GARRIDO, Marlon da Silva; ALMEIDA, Gabriela Maria Carneiro de Oliveira. Estreptomicetos no controle da meloidoginose em mudas de tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 12, p. 1759-1766, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2006001200010&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 15 jun. 2018.

TIAN, Baoyu; ZHANG, Ke-Qin. Bacteria used in the biological control of plant-parasitic nematodes: populations, mechanisms of action, and future prospects. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 61, n. 2, p. 197-213, 2007. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17651135>. Acesso em: 23 ago. 2018.

VIEIRA, M. H. P.; SILVA, A. **Geoambientes da faixa de fronteira GTNF/MS**. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento e da Ciência e Tecnologia – SEMAC, Campo Grande- MS, 2016.

VILAS BOAS, Eduardo Valério de Barros; BARCELOS, Maria de Fátima Píccolo; LIMA, Maria Aparecida Corrêa. Tempo de germinação e características físicas, químicas e sensoriais dos brotos de soja e de milho nas formas isoladas e combinadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 1, p. 148-156, 2002. Disponível em: <https://docplayer.com.br/40967253-Tempo-de-germinacao-e-caracteristicas-fisicas-quimicas-e-sensoriais-dos-brotos-de-soja-e-de-milho-nas-formas-isoladas-e-combinadas-1.html>. Acesso em: 16 jun. 2019.