

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

JÚLIO EDUARDO SANTANA MAIA

**USO DE ORGANOMINERAL ASSOCIADO A MICRORGANISMOS NO
DESENVOLVIMENTO E CONTROLE DE NEMATÓIDES NA CULTURA DA
SOJA**

UBERLÂNDIA

2021

JÚLIO EDUARDO SANTANA MAIA

**USO DE ORGANOMINERAL ASSOCIADO A MICRORGANISMOS NO
DESENVOLVIMENTO E CONTROLE DE NEMATÓIDES NA CULTURA DA
SOJA**

Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado referente ao
Curso de Agronomia, da
Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau
de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo de Camargo

Uberlândia

2021

JÚLIO EDUARDO SANTANA MAIA

**USO DE ORGANOMINERAL ASSOCIADO A MICRORGANISMOS NO
DESENVOLVIMENTO E CONTROLE DE NEMATÓIDES NA CULTURA DA
SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado referente ao Curso de
Agronomia, da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Membro da Banca

Membro da Banca

Prof. Dr. Reginaldo de Camargo

Orientador

“A persistência é o caminho do êxito.”

Charles Chaplin

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Eduardo Ferreira Maia e Edileide Rosa Santana Maia que me proporcionaram a vida, amor e educação. Às minhas irmãs Bruna e Thais pelo carinho e apoio. A minha namorada Suellen por todo carinho, amor e companheirismo. Aos meus amigos pelo companheirismo. E a universidade UFU pela oportunidade.

RESUMO

A soja possui grande importância econômica para o Brasil e o mundo. O controle químico para nematoides na soja não é considerado o melhor método de manejo devido sua alta toxicidade ao meio ambiente. Dessa forma, o controle biológico vem se destacando, através do uso de material orgânico e rizobactérias que promovem um melhor desenvolvimento de plantas e controle dos fitoparasitas. O trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento e controle dos nematoides na cultura da soja na influência dos fertilizantes organominerais (FOMs) associados a microrganismos. O experimento foi realizado com solo arenoso, em casa de vegetação. O delineamento experimental utilizado foi o de DBC, com 7 tratamentos e 6 repetições. Os tratamentos utilizados foram: FOM granulado AGROCP 08-08-08 + Microrganismos (70 ml de solução microbiana para cada uma tonelada de fertilizante); FOM farelado AGROCP 10-10-10 + Microrganismos (70 ml de solução microbiana para cada uma tonelada de fertilizante); FOM granulado AGROCP 08-08-08; FOM farelado AGROCP 10-10-10; Mineral convencional 18-18-18; Mineral convencional 18-18-18 + químico (600 ml/ha para o @Nimitz) e Mineral convencional 18-18-18 + biológico (200 g/ha para o @QUARTZO). Aos 75 DAS foram avaliados: altura de planta; diâmetro de colmo; massa fresca de parte aérea e raiz; massa seca de parte aérea e volume de raiz. A utilização de FOM associados a microrganismos (*Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*) representou melhores resultados nas variáveis: altura de planta; massa seca. Para a variável controle de nematoide o estudo se demonstra inconclusivo devido a influências externas impossibilitando a utilização dos dados.

Palavras-chave: *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, fertilizantes, *Glycine max*, *Meloidogyne incognita*.

ABSTRACT

Soybean has great economic importance for Brazil and the world. The Chemical control of nematodes in soybean is not considered the best handling method due to its high toxicity to the environment. In this way, biological control has been highlighted, through the use of organic material and rhizobacteria that promotes better plant development and control of phytoparasites. The purpose of this work is to evaluate the development and control of nematodes in soybean, in the influence of FOMs associated with microorganisms. The experiment was carried out with sandy soil, in a greenhouse. The experimental design used was the DBC, with 7 treatments and 6 replications. The treatments used were: OM granulated AGROCP 08-08-08 + Microorganisms (70 ml of microbial solution for each ton of fertilizer); OM mash AGROCP 10-10-10 + Microorganisms (70 ml of microbial solution for each ton of fertilizer); OM granulated AGROCP 08-08-08; OM crushed AGROCP 10-10-10; Conventional mineral 18-18-18; Conventional Mineral 18-18-18 + chemical (600 ml/ha for @Nimitz) and Conventional Mineral 18-18-18 + organic (200 g/ha for @QUARTZ). At 75 DAS, the following were evaluated: plant height; neck diameter; fresh mass of shoot and root; shoot dry mass and root volume. It is concluded that the use of FOM associated with microorganisms (*Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis*) represents better results in the variables: plant height; dry mass. For the nematode control variable, the study is inconclusive due to external influences making it impossible to use the data.

Keywords: *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, fertization, *Glycine max*, *Meloidogyne incognita*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Caracterização química e física do solo após a correção da acidez.10

Tabela 2. Médias dos dados de altura de planta, diâmetro de colmo, massa verde e massa seca de parte aérea na cultura da soja, em função de fertilizante convencional e FOMs com diferentes tipos de tratamentos.16

Tabela 3. Médias obtidos dos valores de massa fresca, em gramas e volume de raiz, em centímetros cúbicos, em função de fertilizante convencional e FOMs com diferentes tipos de tratamentos.16

Tabela 4. Médias dos dados de população de nematoides encontrados nos vasos aos 75 DAS, obtidos em função de fertilizante convencional e FOMs com diferentes tipos de tratamentos.17

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	MATERIAL E MÉTODOS	10
3	RESULTADO E DISCUSSÃO	15
4	CONCLUSÃO	18
	REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) possui grande importância econômica para o Brasil, hoje se destaca por ser a cultura principal cultivada no país. Sua origem remete-se a região denominada Manchúria, localizada no nordeste da China. (EMBRAPA, 2017). Com seu primeiro relato de cultivo no Brasil em 1882, no estado da Bahia (BLACK, 2000).

No Brasil se destaca por ser a oleaginosa com maior área cultivada possuindo 38,502 milhões de hectares (CONAB, 2021), e no mundo com 127,842 milhões de hectares (USDA, 2021). O Brasil hoje é o maior exportador de soja mundial, exportando em 2021 o quantitativo de 86,628 milhões de toneladas de soja em grão, segundo a Associação Nacional dos Exportadores de Cereais (ANEC, 2021).

A soja é acometida por diversas pragas e doenças, prejudicando seu desenvolvimento e a produção de grãos, podemos destacar os fitonematoides, que causam danos diretos e indiretos, levando a uma redução no crescimento das plantas, tornando-as menos produtivas, além causarem lesões que servem de entrada para outros patógenos (DIAS et al, 2010; PINHEIRO, 2016).

Os nematoides são vermes que possuem o corpo de formato cilíndrico, geralmente é alongado e com as extremidades afiladas. As fêmeas podem ter formatos diferentes em algumas situações, podendo ter formas de rim, maçã ou outros formatos que não são comuns dos vermes. (ROSSETO; SANTIAGO, 2013).

Tais fitoparasitas tem normalmente cerca de 0,3 mm a três milímetros de comprimento, podendo sobreviver em qualquer lugar que haja disponibilidade de água, e se mostram sensíveis a temperaturas elevadas e à falta de água. Mas é importante ressaltar que há estipes de nematoides que tem a capacidade de sobreviver por meses ou até mesmo anos quando submetidos a stress hídrico (ROSSETO; SANTIAGO, 2013).

Podendo causar até 100% de danos na cultura, destaque-se as seguintes espécies de nematoides: *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood; *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood; *Heterodera glycines* Ichinohe; *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Stekhoven e *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira (SANTOS, 2012).

Os nematoides do gênero *Meloidogyne* sp., se apresentam distribuídos geograficamente de forma ampla, sendo um dos principais a ocasionarem problemas na cultura da soja. Os nematoides desse gênero formam galhas que são estruturas no sistema radicular e podem levar a murcha das plantas durante os períodos mais quentes do dia,

além disso ocorre um menor desenvolvimento do sistema radicular da planta, desfolha de forma prematura, sintomas como clorose, menor eficiência das raízes na absorção e translocação de água e nutrientes, ocasiona um menor desenvolvimento da parte aérea, resultando assim em menor produtividade de grãos, comprometendo ou até mesmo impossibilitando o cultivo em infestações mais severas (TIHOHOD, 2000).

Para se reduzir a densidade populacional dos nematoides, são utilizadas medidas como o controle químico, uso de variedades resistentes e a rotação de culturas. Utilizar as variedades resistentes é o método ideal, porém em alguns casos isso não é possível, pois pode ocorrer de não haver disponibilidade de genótipos que combinem a resistência com as qualidades agronômicas (FREITAS *et al.*, 1999; FERRAZ *et al.*, 2001; FERRAZ *et al.*, 2010). Embora seja desejável utilizar a rotação de cultura, devido a fatores econômicos nem sempre é possível (HALBRENDT; LaMONDIA, 2005).

O uso de controle químico, é limitado quando se trata de nematicidas, pois ocasionam resíduos de longa duração no solo, além da contaminação dos lençóis freáticos e somado a isso os efeitos prejudiciais aos seres humanos e à fauna do planeta. (JATALA, 1986; STIRLING. 1991; KERRY, 2001).

O método de controle químico de acordo com Novarettiet al., (1982) já foi utilizado com sucesso na soja, com o uso do carbofuran. Mas seu uso repetitivo na mesma área se torna cada vez menos eficiente para o controle, além de ser altamente tóxico. (DONG; ZHANG, 2006). Há também o controle biológico que pode ser utilizado como método de controle, com rizobactérias no solo que pode ser empregue no manejo dos nematoides, isso devido a agentes deste grupo que possuem a capacidade de gerar proteção contra os fitoparasitas. (TIAN RIGGS, 2000).

Em busca de inovações que causem menos impactos ambientais e controlem os nematoides, tem se estudado o uso de fertilizantes organominerais, que possuem atividade nematicida e além disso colaboram com o desenvolvimento das plantas. Os fertilizantes organominera, são a combinação de fertilizantes minerais e orgânicos, sendo de natureza fundamentalmente orgânica, obtidos através de matérias-primas de origem industrial, urbana ou rural, vegetal ou animal, enriquecido ou não de nutrientes minerais (ALCARDE, 2007; BRASIL, 2009)

A utilização de materiais orgânicos no solo é uma prática bem sucedida no controle de nematoides, já utilizada por agricultores há mais de 100 anos (RITZINGER; McSORLEY, 1998). A matéria orgânica promove melhorias físicas, químicas e biológicas no solo, tais como: aumento da capacidade de troca catiônica (CTC), aumento

de substâncias cimentantes que promovem melhora na estrutura do solo, aumento na retenção de água, melhora na capacidade tampão e atividade microbiana do solo.

Tais benefícios da matéria orgânica no solo, além de promoverem um melhor desenvolvimento das plantas, reduzindo os malefícios dos fitoparasitas, também proporciona um maior aumento da população de microrganismos antagonistas aos nematoides, ocorrendo um controle natural dos mesmos (LINFORD *et al.*, 1938; SITARAMAIAH; SINGH, 1978; STIRLING, 1991; AKHTAR; TIYAGI; ALAM, 1995; COLLANGE *et al.* 2011).

A eficiência do material orgânico tem relação com a sua composição química, e com as espécies de microrganismos relacionados com a sua decomposição. Em alguns casos a sua degradação libera substâncias tóxicas, as quais possuem uma ação direta sobre os nematoides, levando a uma redução da população. (RODRÍGUES-KÁBANA *et al.*, 1987; DIAS-ARIEIRA *et al.*, 2002).

Exemplo de substância tóxica aos nematoides é a ricina, que interfere na eclosão do juvenil, na sobrevivência e na sua movimentação pelo solo até as raízes das plantas (RICH *et al.*, 1989) há também compostos como amônia e ácidos graxos, que levam a alteração das propriedades físicas do solo, piorando o deslocamento dos nematoides e também adicionam microrganismos antagonistas. Dessa forma, podem ser responsáveis para a diminuição dos fitonematoídeos no solo através desta combinação de mecanismos de ação (OKA, 2010).

Além desses benefícios em relação aos fitonematoídeos, segundo Cabral. (2020), os nutrientes que compõem o organomineral fornecem um melhor balanço nutricional e maior eficiência de absorção destes pela cultura da soja. O nutriente com maior exigência é o N, seguido do K, Ca, Mg, P e S. Apesar da grande necessidade de N, por ser uma leguminosa, ocorre a fixação biológica de nitrogênio, associado simbioticamente a bactérias do gênero *Rhizobium*, ou seja, a associação supre a demanda do nutriente (CARMELLO, 2006).

Em relação à simbiose que ocorre entre a soja e essas bactérias fixadoras, é importante assegurar que se trata de uma valiosa tecnologia para a cultura, por proporcionar um maior crescimento da planta como um todo, considerando raiz e parte aérea e conseqüentemente aumentando sua produtividade (KHAN, 2012).

Além de atuarem como promotoras de crescimento, muitas bactérias são utilizadas no controle biológico, inibindo o crescimento de patógenos e nematoides (KLOEPPE, 1999). Como no caso do gênero *Bacillus*, que vem demonstrando uma ação

eficaz na prevenção e controle de doenças acometidas por diversas espécies de patógenos (FERREIRA *et al.*, 1991). Duas espécies importantes de *Bacillus* apontadas neste presente trabalho são a *Bacillus subtilis* e a *B. licheniformis*.

Após estudos sobre a espécie *Bacillus subtilis*, foi constatado uma produção de inúmeros metabólitos secundários que podem ser utilizadas no âmbito agrícola (MONNERAT, 2020). E quanto a *Bacillus licheniformis*, também foi observado que tal possui grande eficiência de controle, gerando uma menor necessidade de consumo de produtos químicos (MONNERAT, 2020).

Os *Bacillus* são microrganismos que promovem uma proteção contra os fitoparasitas (SIDDIQUI *et al.*, 2001), podendo atuar diretamente sobre eles através da produção de antibióticos e toxinas que impedem a eclosão e a motilidade dos juvenis, dessa forma, reduzindo a penetração dos mesmos nas raízes das plantas. Outra maneira é modificando os exsudatos radiculares, o que leva ao não reconhecimento pelos nematoides, conseqüentemente inibindo a eclosão. (RAMAMOORTHY *et al.*, 2001).

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar o controle de nematoides *Meloidogyne incógnita*, e a promoção do crescimento de plantas de soja, através do uso de organomineral associados aos *B. subtilis* e *B. licheniformis* na cultura da soja.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, no Campus Glória da Universidade Federal de Uberlândia/MG. De acordo com o sistema de classificação de Koppen, o clima da região é caracterizado como clima tropical, com inverno seco (Aw), apresentando dois períodos distintos: inverno seco, ameno, com baixa intensidade de chuvas e verão quente e chuvoso (MENDES, 2001).

O experimento foi conduzido no período de 02 de outubro de 2020 a 30 de abril de 2021, utilizou-se vasos plásticos com capacidade de 21 kg, nestes foram adicionados 18 kg de solo, peneirado em malha de 4 mm. O solo utilizado é classificado como arenoso (SANTOS *et al.*, 2018), sendo este coletado na fazenda experimental do Campus Glória.

Adicionou-se aos vasos, calcário dolomítico com PRNT de 90%, com teor de CaO de 46% e 8% de MgO, na proporção de 14 g por vaso, com um período de incubação de 30 dias, objetivando-se a correção do pH e elevação da saturação de bases para 55%. As características químicas e físicas do solo utilizado após a incubação são as descritas na tabela abaixo:

Tabela 1 Caracterização química e física do solo após a correção da acidez.

Características químicas									
pH (H ₂ O)	pH (CaCl ₂)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	P _{meh.}	K ⁺	H+Al	CTC	SB
1:2,5		---- cmol _c dm ⁻³ ---			-- mg dm ⁻³ --		---- cmol _c dm ⁻³ ---		
4,9	4,6	0,28	0,16	0,2		24,0	1,49	1,99	0,5
t	M.O.	C.O.	B	Cu	Fe	Mn	Zn	V	m
cmol _c dm ⁻³	--- dag kg ⁻¹ ---	----- mg dm ⁻³ -----			----- % -----				
0,7	0,4	0,2	0,29	0,66	15	1,51	0,32	25	29

Características físicas			
Solo	Areia total	Silte	Argila
	----- g kg ⁻¹ -----		
	720	130	150

pH em H₂O; Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L⁻¹); P, K = (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹) P disponível (extrator Mehlich-1); S em fosfato de cálcio 0,01 mol L⁻¹; H + Al = (Solução Tampão – SMP a pH 7,5); Cu, Fe, Mn, Zn = (DTPA 0,005 mol L⁻¹ + TEA 0,1 mol L⁻¹ + CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ a pH 7.3) cmolc dm⁻³ x 10 = mmolc dm⁻³ / mg dm⁻³ = ppm / dag kg⁻¹ = %; CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio; M.O. = Método Colorimétrico; Metodologias baseadas em EMBRAPA (1997). Análise Textual pelo método da Pipeta (EMBRAPA, 1997).

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, com sete tratamentos e seis repetições, totalizando dessa forma 42 vasos, os tratamentos são compostos por: fertilizante organomineral (FOM) granulado AGROCP 08-08-08 mais *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*; FOM farelado AGROCP 10-10-10 associado aos *B. subtilis* e *B. licheniformis*; FOM granulado AGROCP 08-08-08; FOM farelado AGROCP 10-10-10; Mineral convencional 18-18-18; Mineral convencional 18-18-18 com Fluensulfona 480,0 g/L (48,00% m/v) - @Nimitz Ex e mineral convencional 18-18-18 associado aos *B. subtilis* e *B. licheniformis* (Mín. de 1,0 x 10¹¹ UFC/g) - @QUARTZO.

A adição das bactérias (*B. subtilis* e *B. licheniformis*) aos fertilizantes organominerais foram realizadas considerando a proporção de 70 ml de solução microbiana para cada uma tonelada de fertilizante, obtendo-se uma população de 1x10¹¹ UFC/ton.

Os tratamentos contendo fertilizantes minerais químicos realizou-se as aplicações dos produtos juntamente aos fertilizantes no sulco de plantio, com uma dosagem de 600 ml/ha para o @Nimitz e 200 g/ha para o @QUARTZO.

Os FOMs utilizados nos tratamentos do presente trabalho, possuem sua base orgânica de celulose, sendo esse um subproduto da atividade de indústrias de celulose, e sua fração mineral de fosfato monoamônico (MAP). Os tratamentos com fertilizantes

minerais químicos, utilizou-se o MAP como fonte de fósforo, sendo usado uma dosagem de 160 kg/ha de P₂O₅ para todos os tratamentos.

Para obter-se o inóculo de nematoides foram utilizados tomateiros da variedade Santa Cruz Kada, com o substrato acondicionado nos vasos, composto por solo de barranco e areia, na proporção 1:1 (volume/volume), previamente tratada com brometo de metila, na dosagem de 80 g/m³ de substrato.

Manteve-se os vasos em casa de vegetação, inoculados com *M. incógnita*, a fim de realizar a multiplicação da população pura dos nematoides, atingindo o número de nematoides necessários para a realização do trabalho.

Após a multiplicação, através do estudo de padrões de isoenzimas com eletroforese, confirmou-se a espécie do nematoide presente nos vasos, para certificar a ausência de contaminação com outras espécies. Os ovos de *M. incógnita* foram extraídos com uso da técnica de Hussey & Barker (1973), modificada por Boneti & Ferraz (1981), e quantificados em microscópio de luz com auxílio de uma câmera de Peters.

Em outubro de 2020, ao final do período de incubação dos vasos para obter a correção do solo procedeu-se a aplicação dos fertilizantes nos mesmos, também foram semeadas seis sementes de soja da cultivar FOCO em cada vaso. Durante toda a condução do experimento realizou-se irrigações, onde manteve-se o solo úmido constantemente com 80% da capacidade de campo.

Após 10 dias da semeadura, realizou-se o desbaste das plântulas, permanecendo dessa forma uma planta por vaso. Com 20 dias após semeadura (DAS), foi realizado o procedimento de adição dos nematoides aos vasos, através de uma suspensão com uma população de 2000 nematoides do gênero *M. incógnita*.

Aos 75 DAS com o intuito de mensurar o desenvolvimento das plantas, foi realizado as avaliações das variáveis de importância ao presente estudo, sendo elas: a altura de plantas (cm), com auxílio de uma régua milimetrada; diâmetro do colmo (mm), com paquímetro digital; massa fresca de raiz e parte aérea (g), pesadas em balança de precisão; volume de raiz (cm³), determinado por deslocamento de volume de água em proveta milimetrada (SANT'ANA *et al.*, 2003); massa seca da parte aérea (g).

As plantas foram cortadas e acondicionadas em sacos de papel para o processo de avaliação da massa fresca e seca da parte aérea das plantas (folhas e colmos), realizados

no laboratório de fertilidade de solos, localizado no Campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia/MG. Determinou-se a massa seca através da secagem das plantas em estufa com circulação forçada de ar, a 65° C até peso constante.

Para as análises de raízes, despejou-se o solo contido nos vasos em um recipiente plástico, podendo assim realizar a separação das raízes e dos solos. As raízes obtidas foram guardadas em sacos de papel e os solos coletados foram homogeneizados, acondicionados em sacos plásticos e levados para o laboratório de nematologia da Universidade Federal de Uberlândia, localizado no Campus Umuarama.

No laboratório de nematologia realizou-se o procedimento de extração dos nematoides para avaliação dos ensaios, no caso do solo utilizou-se uma amostra de 150 cm³ e a extração foi feita através da técnica de flutuação centrífuga em solução de sacarose (JENKINS, 1964) e para as amostras de raiz, fez-se com o uso da técnica do liquidificador doméstico (BONETI; FERRAZ, 1981), onde são obtidas as amostras da solução, contendo os nematoides devidamente preparados para o procedimento de leitura.

O procedimento para leitura das amostras de raiz e solo, utiliza-se um recipiente para acondicionar a solução do processo de extração, realiza-se uma agitação da mesma, com auxílio de uma pipeta de vidro. Novamente com a pipeta de vidro, adiciona-se 1 ml da solução na câmara de Peters, levando esta ao microscópio para realização da contagem de nematoides presentes.

No caso das amostras de solo, o número de nematoides obtidos na contagem da câmara de Peters, multiplica-se pelo volume total da amostra após extração, medida com auxílio de uma proveta, com este valor possuímos a quantidade de nematoides presentes na amostra de 150 cm³ de solo.

Para se obter a população no solo do vaso, multiplicamos o valor encontrado na amostra de 150 cm³ contada na câmara de Peters por 18.000 (cm³ de solo em cada vaso) e divide-se por 150 (cm³ de solo do recipiente), o resultado será o valor de nematoides presentes nos solos dos vasos. Ou seja:

População no solo = (Quantidade de nematoides na amostra / Volume do vaso) x Volume da amostra

Para os exemplares de raízes, antes de iniciar a técnica, pesa-se inicialmente as amostras. Após a extração se obtém um volume de solução, que é submetido ao procedimento descrito anteriormente, sendo levado ao microscópio para contagem.

Após a contagem dos nematoides presentes na câmara de Peters, devolvemos a solução para o recipiente e a transferimos para uma proveta para conhecermos o volume total da suspensão.

Com o valor obtido na câmara de Peters multiplicado pelo valor observado na proveta, temos dessa forma, o valor de nematoides na solução. Realiza-se uma divisão deste valor pelo peso encontrado das amostras de raízes e assim obtemos o valor do número de nematoides por grama de raiz. Este valor multiplicamos pelo peso total do sistema radicular e chegamos à população presente nas raízes de cada vaso. Ou seja:

População nas raízes = (Quantidade de nematoides na amostra / Peso da amostra de raiz) x Peso do sistema radicular

A população total de cada vaso então é conhecida realizando-se a soma da quantidade de nematoides presentes no solo mais a quantidade nas raízes, sendo está a população final.

Assim é possível conhecer o fator de reprodução, sendo este obtido pela fórmula abaixo:

Fator de Reprodução = População Final / População Inicial

As informações obtidas foram inicialmente testadas quanto às pressuposições de normalidade de resíduos (teste de Shapiro-Wilk), homogeneidade das variâncias (teste de Levene) e aditividade de bloco (Teste de Tukey para aditividade), utilizando o programa SPSS versão 20.0, sendo todos os dados submetidos a 0,01 de significância.

Os dados foram submetidos à análise de variância através do programa estatístico SISVAR (Ferreira 2011) e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott (0,05 de significância).

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Através do teste de Scott-Knott a 0,05 de significância é possível observar uma variação heterogênea nos resultados das avaliações efetuadas, sendo elas: altura de planta (cm); diâmetro de colmo (cm); massa verde e seca de parte aérea (g); massa fresca de raiz (g) e volume de raiz (cm³). Onde se revela a influência do FOM no desenvolvimento das plantas de soja.

A presença do FOM colaborou para uma maior média nos valores referentes de desenvolvimento de plantas. Para a variável altura de plantas, verificou-se aumento nos valores para os tratamentos OM granulado AGROCP 08-08-08 + *Bacillus*, OM granulado AGROCP 08-08-08 e OM farelado AGROCP 10-10-10 (tabela 2).

Em experimento conduzido por Nakayama; Pinheiro; Zerbini (2013), com o uso de organomineral na semeadura, obteve-se maiores valores de altura de plantas e diâmetro de caule no feijoeiro, que também confirma os resultados obtidos com os tratamentos OM granulado AGROCP 08-08-08 + *Bacillus*, OM granulado AGROCP 08-08-08 e OM farelado AGROCP 10-10-10.

Oliveira et al. (2016), através de uma avaliação do crescimento inicial do feijoeiro relacionado ao vigor de sementes após inoculação com *Bacillus subtilis*, pode observar um aumento no comprimento de plântulas e raízes. Sendo este resultado relacionado com o aumento na produção de fitohormônios pelas plantas. Podemos observar no presente trabalho através do tratamento OM farelado AGROCP 10-10-10 + *Bacillus* em relação as variáveis altura de planta. (Tabela 2).

Já para a massa seca da parte aérea das plantas, observou-se poucas diferenças entre os tratamentos, com redução desta variável quando aplicado os fertilizantes Mineral convencional 18-18-18 e Mineral convencional 18-18-18 + químico. Com destaque para os fertilizantes OM granulado AGROCP 08-08-08 e OM farelado AGROCP 10-10-10 que obtiveram os melhores resultados sobre o acúmulo de massa seca na parte aérea das plantas cultivadas (tabela 2).

Na cultura do milho, Pereira (2019) através do uso de FOMs pode observar um maior acúmulo de matéria seca, o que pode ser explicado pela liberação lenta dos nutrientes durante o ciclo da cultura, favorecendo assim sua absorção pela planta. Na cultura do milheto, também pode-se observar um maior incremento de massa seca nas

plantas, segundo o estudo realizado por Frazão (2013), onde comparou-se o organomineral em relação ao mineral convencional.

Podemos relacionar também as bactérias do gênero *Bacillus* presentes nos tratamentos OM granulado AGROCP 08-08-08 + *Bacillus*, OM farelado AGROCP 10-10-10 + *Bacillus*, que apesar de não obterem os maiores valores em relação a massa seca, se destacaram em relação aos tratamentos de Mineral convencional 18-18-18, Mineral convencional 18-18-18 + químico (Tabela 2), devido ao fato das bactérias poderem induzir altos níveis de giberelinas, sendo este um hormônio que influencia no crescimento de galhos e caules de diversas culturas (GRAY; SMITH, 2005).

Para as variáveis diâmetro de colmo e massa verde de parte aérea, não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2). Estes resultados corroboram com Ferreira et al. (2013), que analisando o crescimento de feijoeiro após aplicação de fertilizantes organominerais fosfatados, verificou incrementos nos valores do diâmetro de caule, altura, massa fresca e seca das plantas onde foi aplicado os fertilizantes organominerais em relação aos demais tratamentos.

Tabela 2. Médias dos dados de altura de planta, diâmetro de colmo, massa verde e massa seca de parte aérea na cultura da soja, em função de fertilizante convencional e FOMs com diferentes tipos de tratamentos.

Tratamento	Altura (cm)	Diâmetro (cm)	Massa Verde (g)	Massa Seca (g)
OM granulado AGROCP 08-08-08 + <i>Bacillus</i>	26,7 a	4,98 ns	32,17 ns	7,44 a
OM farelado AGROCP 10-10-10 + <i>Bacillus</i>	22,25 b	5,57 ns	27,56 ns	6,75 a
OM granulado AGROCP 08-08-08	28,75 a	5,55 ns	38,61 ns	9,17 a
OM farelado AGROCP 10-10-10	26,5 a	5,66 ns	34,05 ns	8,14 a
Mineral convencional 18-18-18	24,25 b	4,96 ns	25,44 ns	4,50 b
Mineral convencional 18-18-18 + químico	18,85 b	5,08 ns	21,18 ns	2,76 b
Mineral convencional 18-18-18 + biológico	23,66 b	5,46 ns	26,42 ns	5,99 a
Média	24,42	5,32	29,35	6,40

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de significância.

Tabela 3. Médias obtidos dos valores de massa fresca, em gramas e volume de raiz, em centímetros cúbicos, em função de fertilizante convencional e FOMs com diferentes tipos de tratamentos.

Tratamento	Massa fresca de raiz (g)	Volume raiz (cm³)
OM granulado AGROCP 08-08-08 + <i>Bacillus</i>	4,42 ns	7,47 ns
OM farelado AGROCP 10-10-10 + <i>Bacillus</i>	7,35 ns	10,42 ns
OM granulado AGROCP 08-08-08	6,29 ns	9,12 ns

OM farelado AGROCP 10-10-10	5,40 ns	7,65 ns
Mineral convencional 18-18-18	4,45 ns	6,07 ns
Mineral convencional 18-18-18 + químico	3,90 ns	4,00 ns
Mineral convencional 18-18-18 + biológico	6,44 ns	8,21 ns
Média	5,47	7,57

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de significância.

Para o controle de nematoides o resultado é inconclusivo, devido ao fato de que através de influências abióticas, no caso temperatura, a presença dos mesmos foi prejudicada (tabela 4). A temperatura, tem influência na multiplicação, no desenvolvimento embrionário e na sobrevivência dos nematoides de galhas na planta hospedeira, esse fato se deve pela incapacidade de conseguirem regular sua temperatura interna. Desse modo, a temperatura ideal para o desenvolvimento da maioria das espécies de *Meloidogyne spp.* está entre 15° e 30 °C (DECKER, 1989; WALLACE, 1971) e no local de implantação do experimento temperaturas superiores a 40 °C já foram registradas.

Tabela 4. Médias dos dados de população de nematoides encontrados nos vasos aos 75 DAS, obtidos em função de fertilizante convencional e FOMs com diferentes tipos de tratamentos.

Tratamento	Nematoide raiz	Nematoide Solo	População Final (p/ vaso)	Fator de Reprodução
OM granulado AGROCP 08-08-08 + Bacillus	0	1	1200	0,6
OM farelado AGROCP 10-10-10 +Bacillus	0	0	0	0
OM granulado AGROCP 08-08-08	0	0	0	0
OM farelado AGROCP 10-10-10	0	0	0	0
Mineral convencional 18-18-18	0	0	0	0
Mineral convencional 18-18-18 + químico	0	0	0	0
Mineral convencional 18-18-18 + biológico	0	1	1410	0,7
Média	0	0,28	372,85	0,18

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de significância

4 CONCLUSÃO

A aplicação do FOM na soja teve respostas positivas no desenvolvimento da cultura, tais como: maior peso de massa seca e altura de plantas.

O trabalho foi inconclusivo em relação a resposta no controle dos nematoides devido a sua ausência em todos os tratamentos, o que ocorreu por influência de um fator abiótico após a sua inoculação, qual seja: a temperatura.

A aplicação do FOM aliado ao *Bacillus* apresentou respostas positivas no crescimento das plantas de soja

REFERÊNCIAS

- AKHTAR, M.; ALAM, M. M. **Utilization of waste materials in nematode control: a review.** *Bioresource Technology*, v. 45, p. 1-7, 1993.
- ALCARDE, J. C. **Fertilizantes.** In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). *Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, 2007. p. 737-768.
- ANEC. **Brazilian Exports of Soybeans, Soybean Meal and Maize.** 2022. Disponível em: <<https://anec.com.br/uploads/cky0k4f0i004bbjtx134phyni.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2022.
- BERNARDO, J. T., L. G. FREITAS, J. K. YAMADA, V. S. ALMEIDA, R. DALLEMOLEGIARETTA, & S. FERRAZ. 2011. **Efeito de adubos orgânicos sobre *Meloidogyne javanica* em tomateiro.** *Nematologia Brasileira* 35:10-19.
- BLACK, R. J. **Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva.** In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). *Soja: tecnologia de produção II.* Piracicaba: ESALQ, p.1- 18, 2000.
- BONETTI JI; FERRAZ S. 1981. **Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro.** *Fitopatologia Brasileira* 6: 553.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Instrução normativa n o 25, de 23 de julho de 2009. Brasília, 2009. 18 p.
- CABRAL, Fernando Luiz et al. Avaliação da fertilização mineral e organomineral na cultura da soja. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e614995402-e614995402, 2020. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5402>>. Acesso: 30 jul. 2021
- CARMELLO, QA de C.; OLIVEIRA, F. A. **Nutrição de lavouras de soja: situação atual e perspectivas.** Piracicaba: ESALQ, 2006. Disponível em: <<https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va05-solos01.pdf>>. Acesso: 29 jul. 2021.
- COLLANGE, B.; NAVARRETE, M.; PEYRE, G.; MATEILLE, T.; TCHAMITCHIAN, M. **Root-knot nematode (*Meloidogyne*) management in vegetable crop production:**

the challenge of an agronomic system analysis. Crop Protection, v. 30, p. 1251-1262, 2011.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, safra 2020/21**, v. 8, n. 6, sexto levantamento, mar. 2021. Disponível em: https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/36194_8144bfc95d544b42d23_ab308b7016813. Acesso em: 22 jul. 2021.

DECKER, H. **Plant nematodes and their control** (Phytonematology). New York: Brill, 1989. 540p.

DIAS WP, Garcia A, SILVA JFV, CARNEIRO GES (2010) **Nematóides em soja: identificação e controle. EMBRAPA (Circular técnica)**. 76. 8p. 2010.

DIAS-ARIEIRA, C. R.; FERRAZ, S.; FREITAS, L. G. **Incorporação da parte aérea de gramíneas forrageiras sobre a população de fitonematóides.** Summa Phytopathologica, v. 29, p. 34-37, 2002.

DONG, L. Q.; ZHANG, K. Q. **Microbial control of plantparasiticnematodes: a fivepartyinteraction.** PlantSoil, The Hague, v. 288, n. 1-2, p. 31-45, 2006.

EMBRAPA, 2017. Disponível em: <https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2017/04/05/origem-e-historia-da-soja-no-brasil/> Acesso em:15 de janeiro de 2022

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro. 2. ed. rev. Atual. EMBRAPA, 1997. 212p.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: A computer statistical analysis system.** Ciência e Agrotecnologia, v.35, p.1039-1042, 2011.

FERREIRA, J. H. S.; MATTHEE, F. N.; THOMAS, A. C. **Biological control of Eutypa lata on grapevine by an antagonistic strain of Bacillus subtilis.** Phytopathology, St. Paul, v. 81, n. 3, p. 238-287, 1991.

FERREIRA, M. P.; SANTOS, A. R.; MANTOVANI, J. R.; MESQUITA, A. C.; TERRA, A. B. C. **Resposta do feijoeiro à adubação organomineral.** In: 2º Simpósio de Águas Termais Naturais de Poços de Caldas e 14º Congresso Nacional de Meio Ambiente, 26 a 29 Setembro de 2017.

FRAZÃO, J. J. **Eficiência agronômica de fertilizantes organominerais granulados à base de cama de frango e fontes de fósforo**. 2013. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solo e Água) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

GRAÇAS, J. P.; RIBEIRO, C.; COELHO, F. A. A.; CARVALHO, M. E. A.; CASTRO, P. R. C. **Microorganismos estimulantes na agricultura**. 2015. Disponível em: <<http://www4.esalq.usp.br/biblioteca/sites/www4.esalq.usp.br/biblioteca/files/publicacoes-a-venda/pdf/SPR59.pdf>>. Acesso 16 nov 2021.

GRAY, E.J.; SMITH, D.L. **Intracellular and extracellular PGPR: commonalities and distinctions in the plant-bacterium signaling processes**. *Soil Biology and Biochemistry*, [S.l.], v. 37, p. 395-412, mar. 2005.

HALBRENDT, J. M.; LAMONDIA, J. A. **Crop rotation and other cultural practices**. In: CHEN, Z. X.; CHEN, S. Y.; DICKSON, D. W. (Ed.). *Nematology: advances and perspectives*. Wallingford: CABI Publishing, 2005. p. 909-930.

HUSSEY RS; BARKER KR. 1973. **A comparison of methods collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique**. *Plant Disease Reporter* 57: 1025-1028.

JATALA, P. **Biological control of plant-parasitic nematodes**. *Annual Review of Phytopathology*, v. 24, p. 453-489, 1986.

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

KERRY, B. R. **Exploitation of nematophagous fungal *Verticillium chlamydosporium* Goddard for the biological control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.)**. In: BUTT, T. M.; JACKSON, C.; MAGAN, N. (Ed.). *Fungi as biocontrol agents: progress, problems and potential*. Wallingford: CABI Publishing, 2001. p. 155-167

KHAN, Z; GUELICH, G.; PHAN, H; REDMAN, R.; DOTY, S. **Bacterial and yeast endophytes from poplar and willow promote growth in crop plants and grasses**. ISRN

Agronomy, v. 11, 2012. Disponível em: <<https://downloads.hindawi.com/archive/2012/890280.pdf>>. Acesso: 30 jul. 2021.

KLOEPPE, J. W. et al. **Plant root-bacterial interactions in biological control of soilborne diseases and potential extension to systemic and foliar diseases**. Australasian Plant Pathology, v. 28, n. 1, p. 21-26, 1999. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1071/AP99003>>. Acesso: 29 jul. 2021.

KÖPPEN, W. Grundriss der Klimakunde. Berlin: **Walter de Gruyter**, 390 p. 1931.

LINFORD, M. B.; FRANCIS, Y.; OLIVEIRA, J. M. **Reduction of soil populations of the root-knot nematode during decomposition of organic matter**. Soil Science, v. 45, p. 127-141, 1938.

MENDES, P. C. **Gênese e estrutura espacial das chuvas na cidade de Uberlândia – MG**. 2001. 258 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2001.

MONNERAT, R. et al. Manual de produção e controle de qualidade de produtos biológicos à base de bactérias do gênero *Bacillus* para uso na agricultura. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Documentos (INFOTECA-E)**, 2020. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1122563>>. Acesso: 29 jul. 2021.

NAKAYAMA, F. T.; PINHEIRO, G. A. S.; ZERBINI, E. F. **Eficiência do fertilizante organomineral na produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em sistema de semeadura direta**. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 9, n. 7, nov. 2013. ISSN 1980-0827.

NOVARETTI, W. R. T.; MIRANDA, M. A. C.; ALCÂNTARA, V. S. B. **Tratamento químico visando o controle de nematoides em soja**. Nematologia Brasileira, Piracicaba, v. 5, n. 2, p. 247-255, 1982.

OKA, Y. 2010. **Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments: a review**. Applied Soil Ecology 44:101-115.

OLIVEIRA, G. R. F.; SILVA, M. S.; MARCIANO, T. Y. F.; PROENÇA, M. E. S. **Crescimento inicial do feijoeiro em função do vigor de sementes e inoculação com *Bacillus subtilis***. Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, v.10, n.4, p.439-448, 2016.

PEREIRA, Bianca de Oliveira Horvath. **Desempenho agrônômico e produtivo do milho submetido à adubação mineral e organomineral**. 2019. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica, Anápolis, 2019.

PINHEIRO J. B. (2016) **Nematoides**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/pimenta/arvore/CONT000gn0k9bx902wx5ok0Liq1mqt1365k.html>>. Acesso em 16 jan. 2017.

RAMAMOORTHY, V., T. VISWANATHAN, V. RAGUCHANDER, V. PRAKASAM, and R. SEMIYAPPAN. 2001. **Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plants pest and diseases**. Crop Protection 20:1-11.

RICH, J. R.; RAHI, G. S.; OPPERMAN, C. H. **Influence of the castor bean (*Ricinus communis*) lectin (ricin) on motility of *Meloidogyne incognita***. Nematropica, v. 19, p. 99-103, 1989.

RITZINGER, C. H. S.; McSORLEY, R. **Effect of fresh and dry organic amendments on *Meloidogyne arenaria* in greenhouse experiments**. Nematropica, v. 28, p. 173- 185, 1998.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; MORGAN-JONES, G.; CHET, I. **Biological control of nematodes: soil amendments and microbial antagonists**. Plant and Soil, v. 100, p. 237-247, 1987.

ROSSETTO, R.; SANTIAGO, A. D. **Nematóides**. 2013. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_54_711200516718.html Acesso em: 15 de janeiro de 2022

SANT`ANA, E. P. ET AL. **Utilização de fósforo e características do sistema radicular e da parte aérea da planta de arroz**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.27, n. 2, p.370-381, 2003

SANTOS TFS (2012) **Metodologia de avaliação a *Pratylenchus brachyurus* e reação de genótipos de soja aos nematoides das galhas e das lesões**. UFMS (Dissertação de mestrado em Engenharia Agrícola). Disponível em <<http://www.ufmt.br/pgeagri/arquivos/fad5c05089480132ffa5ffaf5401cd76.pdf>>. Acesso em 16 jan. 2017.

SANTOS, H.G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. . ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SIDDIQUI, Z. A., A. Iqbal, and I. Mahmood. 2001. **Effects of Pseudomonas fluorescens and fertilizers on the reproduction of Meloidogyne incognita and growth of tomato**. Applied Soil Ecology 16:179-185.

SITARAMAIAH, K.; SINGH, R. S. **Effect of organic amendment on phenolic content of soil and plant response of Meloidogyne javanica and its host to related compounds**. Plant and Soil, v. 50, p. 671-679, 1978.

STIRLING, G. R. **Biological control of plant parasitic nematodes: progress, problems and perspectives**. Wallingford: CABI Publishing, 1991. 282 p.

STIRLING, G. R. **Biological control of plant parasitic nematodes: progress, problems and perspectives**. Wallingford: CABI Publishing, 1991. 282 p.

TIAN, H. L.; RIGGS, R. D. **Effects of rhizobacteria on soybean cyst nematode, Heterodera glycines**. Journal of Nematology, Hanover, v. 32, n. 2, p. 377-388, 2000.

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. Jaboticabal: FUNEP, 372 p. 2000.

TORRES, R. G., RIBEIRO, N. R., BOER, C. A., FERNANDES, O., FIGUEIREDO, A. G., NETO, A. F.; CORBO, E. Manejo integrado de nematoides em sistema de plantio direto no cerrado. 2009.

TIYAGI, S. A.; ALAM, M. M. **Efficacy of oil-seed cakes against plant-parasitic nematodes and soil-inhabiting fungi on mungbean and chickpea**. Bioresource Technology, v. 51, p. 233-239, 1995.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012. 967 p.

USDA. **USDA reduz estimativas para soja no Brasil, na Argentina e no Paraguai**. 2021. Disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/projeto-soja-brasil/usda-reduz-estimativas-para-soja-no-brasil-na-argentina-e-no-paraguai/>>. Acesso em: 16 jan. 2022.

WALLACE, H.R. **The influence of temperature on embryonic development and hatch of Meloidogyne javanica**. Nematologica, Leiden, v. 171, p. 170-186, 1971.