



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA**

JOÃO AUGUSTO LEDUR

**USO DE DIFERENTES ESPÉCIES DE PLANTAS DE COBERTURA E DE
BIONEMATICIDA NA POPULAÇÃO DE FITONEMATÓIDES PRESENTES NO
SOLO**

**CERRO LARGO
2022**

JOÃO AUGUSTO LEDUR

**USO DE DIFERENTES ESPÉCIES DE PLANTAS DE COBERTURA E DE
BIONEMATICIDA NA POPULAÇÃO DE FITONEMATÓIDES PRESENTES NO
SOLO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal da
Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção
do título de Bacharel

Orientador: Prof. Dr (a). Juliane Ludwig

CERRO LARGO

2022

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Ledur, João Augusto

USO DE DIFERENTES ESPÉCIES DE PLANTAS DE COBERTURA E DE BIONEMATICIDA NA POPULAÇÃO DE FITONEMATÓIDES PRESENTES NO SOLO / João Augusto Ledur. -- 2022. 34 f.

Orientadora: Doutora Juliane Ludwig
Co-orientador: Doutor Douglas Rodrigo Kaiser
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2022.

1. População de nematoide. 2. Plantas de cobertura. 3. Nematicida. 4. Controle de nematoides. 5. Produção de matéria seca. I. Ludwig, Juliane, orient. II. Kaiser, Douglas Rodrigo, co-orient. III. Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

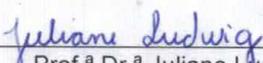
JOÃO AUGUSTO LEDUR

**USO DE DIFERENTES ESPÉCIES DE PLANTAS DE COBERTURA E DE
BIONEMATICIDA NA POPULAÇÃO DE FITONEMATOIDES PRESENTES
NO SOLO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Agronomia da Universidade
Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito
para obtenção do título de Bacharel

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 08/04/2022.

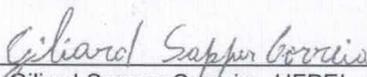
BANCA EXAMINADORA



Prof.ª Dr.ª Juliane Ludwig – UFFS
Orientadora



Prof. Dr.º Douglas Rodrigo Kaiser – UFFS
Avaliador



Me. Giliard Sapper Correia - UFPEL
Avaliador

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, aos meus pais, por todo o zelo e dedicação que sempre despenderam comigo e pelo auxílio nas tarefas de implantação e condução do experimento. A minha namorada pelos dias e noites dedicados ao auxílio no processamento das amostras, a paciência, as palavras de afeto e motivação nos momentos em que tudo parecia dar errado. Aos meus amigos que estiveram presentes durante toda caminhada acadêmica.

RESUMO

Os fitonematoides causam prejuízos para produtores de todas as cadeias produtivas. O controle populacional com o uso de nematicidas é demorado e necessita mais de uma aplicação, o que se torna uma operação relativamente cara e pode acarretar desequilíbrios à fauna do solo. A adoção de plantas de cobertura não hospedeiras ao sistema de rotação, além de colaborar na supressão da população do nematoide, apresenta diversos benefícios na física, química e biologia do solo. Diante desse cenário, o objetivo do experimento foi avaliar a ação de diferentes plantas de cobertura, associadas ou não ao uso de um nematicida biológico, na diminuição da população de nematoides fitopatogênicos. O experimento foi conduzido a campo, delineamento de blocos ao acaso (DBC), em esquema fatorial 6 (plantas de cobertura) x 2 (com ou sem nematicida biológico), totalizando 12 tratamentos repetidos em quatro blocos somando 48 parcelas. Os tratamentos utilizados foram: T1- *Crotalaria ochroleuca*, T2- *Crotalaria juncea*, T3- *Crotalaria spectabilis*, T4- Feijão Guandu (*Cajanus cajan*) T5- Milheto (*Pennisetum glaucum*), T6- pousio, T1N- *C. ochroleuca* + Nematicida (No-nema), T2N- *C. juncea* + Nematicida (No-nema), T3N- *C. spectabilis* + Nematicida (No-nema), T4N- Feijão guandu + Nematicida (No-nema), T5N- Milheto + Nematicida (No-nema), T6N- pousio + Nematicida (No-nema). A população de nematoides fitopatogênicos foi contabilizada antes da implantação do experimento e quando as plantas de cobertura iniciaram a senescência. Foi possível verificar que não houve redução na população de nematoides fitopatogênicos pelo uso de diferentes plantas de cobertura, associadas ou não ao uso de um nematicida biológico.

Palavras-chave: Nematóide, Plantas hospedeiras, Fauna do solo.

ABSTRACT

Nematodes cause damage to producers in all production chains. Population control with the use of nematicides is time consuming and requires more than one application, which becomes a relatively expensive operation and can lead to imbalances in the soil fauna. The adoption of non-host cover crops to the rotation system, in addition to collaborating in the suppression of the nematode population, presents several benefits to soil physics, chemistry and biology. Given this scenario, the objective of the experiment was to evaluate the action of different cover crops, associated or not with the use of a biological nematicide, in reducing the population of nematodes. The experiment was carried out in the field, in a randomized block design (CBD), in a 6 (cover crops) x 2 factorial scheme (with or without biological nematicide), totaling 12 treatments repeated in four blocks, totaling 48 plots. The treatments used were: T1- *Crotalaria ochroleuca*, T2- *Crotalaria juncea*, T3- *Crotalaria spectabilis*, T4- *Cajanus cajan* T5- *Pennisetum glaucum*, T6- fallow, T1N- *C. ochroleuca* + Nematicide (No- nema), T2N- *C. juncea* + Nematicide (No-nema), T3N- *C. spectabilis* + Nematicide (No-nema), T4N- *Cajanus cajan* + Nematicide (No-nema), T5N- *Pennisetum glaucum* + Nematicide (No-nema), T6N-fallow + Nematicide (No-nema). The population of nematodes we counted before the implementation of the experiment and when the cover crops started senescence. It was possible to verify that there was no reduction in the population of nematodes using different cover crops, associated or not with the use of a biological nematicide.

Keywords: Nematode, Host Plants, Soil Fauna.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Localização da área do experimento	20
Figura 2- Croqui da área experimental.....	23
Figura 3 - Dados meteorológicos do período de condução do experimento a campo e temperatura ótimas para sobrevivência e desenvolvimento de <i>Meloidogyne</i> e <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	25
Figura 4 - Densidade de população (DP) do nematoide em plantas de cobertura e pousio.....	27
Figura 5- Densidade da população (DP) do nematoide em função da aplicação ou não de nematicida.	28
Figura 6 - Produção de MS (ton ha ⁻¹) de diferentes plantas de cobertura em função do uso de nematicida.	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL), soma de quadrados (SQ) e quadrados médios (QM) da análise de variância, coeficiente de variação dos dados transformados (CV) para variáveis avaliadas no delineamento de blocos casualizados em esquema bifatorial com diferentes espécies de plantas de cobertura e uso ou não de nematicida.	26
Tabela 2 - Produção de matéria seca (ton.ha ⁻¹) em função do tipo de espécie de planta de cobertura.	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1	NEMATOIDE	12
2.1.1	Ectoparasitas	13
2.1.2	Endoparasitas	13
2.2	PLANTAS DE COBERTURA	15
2.3	NEMATICIDAS	17
2.3.1	Nematicidas Químicos.....	18
2.3.2	Nematicidas Biológicos.....	18
3	MATERIAL E MÉTODOS	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5	CONCLUSÕES.....	32
	6 REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

Dentre os nematoides, os nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.), são dos mais importantes nematoides fitoparasitos, altamente patogênicos a diferentes espécies de importância econômica e amplamente disseminados nas áreas agricultáveis (FERRAZ; SANTOS, 1984). A formação de galhas nas raízes afeta diretamente a absorção de nutrientes e de água pela planta, podendo ocasionar diminuição da produção até a perda total dependendo do estágio em que a planta é infectada (LIMA, 2006).

Da mesma forma, os nematoides das lesões radiculares (*Pratylenchus* spp.), ocupam o segundo lugar em relação aos impactos em várias culturas, apresentando uma ampla gama de hospedeiros cujos danos tem aumentado a medida que os cultivos (safrinha, safra irrigada) tem se intensificado. Como endoparasitas migradores, destroem os tecidos das raízes, predispondo-os a infecções secundárias de fungos e bactérias (GOULART, 2008).

Uma das formas de controle de alguns fitonematoides se dá através da introdução e ou incorporação de resíduos vegetais ao solo. Alguns dos materiais estudados que apresentam resultados animadores são relacionados ao uso da crotalária, materiais resistentes de feijão guandu, mucuna-preta, casca de uva, pó de semente de mamão e farinha de sementes de abóbora (ARAÚJO FILHO et. al., 2010; MOURA et. al., 2010). A ação de muitos destes materiais ocorre devido a liberação de metabólitos secundários no processo de decomposição, podendo apresentar ação nematicida ou favorecer populações antagonistas (DALLEMOLE-GIARETTA et. al., 2010).

AS plantas de cobertura são grandes aliadas do sistema plantio direto e apresentam diversos outros benefícios favorecendo a física, a química e a biologia do solo. Suas raízes abundantes e profundas atuam na descompactação de camadas subsuperficiais, na formação de poros que favorecem o crescimento de raízes da cultura sucessora e a infiltração da água reduzindo as chances de erosão. Somado a isso, a alta produção de biomassa que sobre o solo oferece uma camada de cobertura evitando a ação erosiva das gotas de chuva diretamente sobre o solo e reduzindo a compactação gerada pelo intenso fluxo de maquinários. Podem atuar, ainda, em

processos de ciclagem de nutrientes os quais, após a decomposição total dos resíduos, se apresentam disponíveis para as culturas subsequentes, além de reduzir a incidência de plantas daninhas principalmente fotoblásticas positivas (MORAES et al., 2016; PECHE FILHO, 2005).

Por muitos anos, o uso de nematicidas químicos era inviável devido ao seu alto custo, baixa eficiência no controle do nematoide, baixa autonomia de aplicação e alta periculosidade para a saúde. Por outro lado, para os novos produtos químicos com ação nematicida, apesar de registrados, são necessárias mais avaliações para confirmar a sua eficácia no controle dos fitonematoides (DALLA FAVERA, 2014).

O uso de plantas de cobertura por produtores da região noroeste se concentra principalmente no período entre safras das culturas da soja (*Glycine max*) e do milho (*Zea mays*), o qual se posterga a partir da colheita da soja nos meses de março a abril e se encerra com a semeadura do milho no mês de agosto. As espécies mais utilizadas nesse período são o nabo forrageiro (*Brassica rapa*) e a aveia branca (*Avena strigosa*) os quais possuem genótipos resistentes, tolerantes e suscetíveis a *M. incognita* e demais nematoides fitopatogênicos, vindo a favorecer ou inibir o aumento da população do patógeno. Assim como observado por Borges et.al (2009) onde as aveias branca e amarela reduziram ou causaram pequeno aumento da densidade populacional de *M. incognita*, não se diferenciando de *Crotalaria spectabilis*.

Em estudo realizado em casa de vegetação, foram observados fatores de reprodução acima de 2 de *M. javanica* para nabo forrageiro (ROSA et al. 2013).

Salienta-se ainda que o pousio não é recomendado, pois diversas plantas daninhas são hospedeiras de nematoides e não apresentam os mesmos benefícios que as plantas de cobertura proporcionam ao solo.

Diante desse cenário, o objetivo do experimento foi avaliar a ação de diferentes plantas de cobertura, associadas ou não ao uso de um nematicida biológico, na diminuição da população de nematoides fitopatogênicos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 NEMATOIDE

Os primeiros relatos de fitonematoides em plantas são datados de 1743, e foram relatados por um padre católico e naturalista, Turbevill Needham, que buscava informações a respeito da cárie do trigo, doença essa causada por fungo que consome o interior do grão deixando seu interior cheio de esporos negros (MOURA; MARANHÃO, 2004).

Descoberta do padre relatada por Moura e Maranhão (2004, p. 50)

Ao abrir um pequeno grão de trigo doente, diferente daqueles que não apresentam nada em seu interior, a não ser um pó preto, em que se transforma toda parte interna da semente, eu observei uma substância fibrosa da qual retirei pequena porção para observá-la com meu microscópio. Ela parecia ser constituída de fibras longitudinais, coladas umas às outras e vocês vão ficar surpresos com o que eu vou afirmar: elas não apresentavam nenhum movimento. Em seguida, eu coloquei uma gota d'água sobre as mesmas com objetivo de separá-las e observá-las mais convenientemente quando, para minha grande surpresa, essas fibras imaginárias separaram-se, tomaram vida e se movimentaram irregularmente, com movimento serpentiforme, e assim permaneceram durante nove a dez horas, quando eu as descartei. Eu estou seguro de que se tratavam de vermes ou serpentes, com os quais muito se assemelhavam.

O pioneiro em desenvolver um método de controle de fitonematoides foi Julius Gotthelf Kühn, o fato ocorreu em meados do ano de 1881 na Europa, enquanto produtores acumulavam prejuízos na produção de beterraba açucareira que era parasitada por *Heterodera schachtii*. J. Kuhn é responsável por 3 feitos inéditos para a época, o uso de inovador de produto químico como nematicida, utilização de plantas como forma de controle da população dos nematoides e pela descrição de novas espécies de fitonematóides parasitas (MOURA; MARANHÃO, 2004).

Uma das formas de diferenciar os nematoides fitopatogênicos dos demais é através da presença do estilete. De acordo com Ferraz e Brown (2016), o desenvolvimento do estilete foi uma das principais modificações morfológicas sofridas pelos nematoides para garantir a sua sobrevivência e reprodução, passando de nematoide de vida livre para parasitários. A maioria das espécies apresentam estilete oco em forma de tubo, o qual é inserido na célula perfurando a parede celular e

iniciando a injeção de substâncias produzidas pelas glândulas esofágicas através do canal do estilete para o citoplasma da célula e, após a sucção do alimento pelo mesmo canal. Alimentando-se dos conteúdos celulares, os nematoides desviam para sua nutrição os elementos destinados à nutrição da planta (OLIVEIRA, 2007). Eles apresentam estratégias de alimentação, sendo ecto e endoparasitismo, podendo ser mirador ou sedentário. Os ectoparasitas são aqueles que se mantêm no solo enquanto parasitam a planta, utilizando apenas o estilete infiltrado na planta como forma de fixação e alimentação. Já os endoparasitas penetram parte do seu corpo ou estão totalmente infiltrados no hospedeiro (FERRAZ; BROWN, 2016).

2.1.1 Ectoparasitas

Um ectoparasita é um parasita que vive na superfície externa de um hospedeiro; Nematoides ectoparasitas não entram nos tecidos vegetais com seu corpo, mas usam seu estilete para perfurar as células vegetais e se alimentar do citoplasma (Decraemer e Geraert, 2013).

Segundo Ferraz e Brown (2016), os nematoides ectoparasitas, dependendo da classe, se diferem um pouco na forma de alimentação, possuindo locais distintos da raiz para se alimentar. No início do processo de alimentação, os nematoides realizam seguidas estocadas com o seu estilete na parede das células até à perfurar e, após introduzido na célula, o estilete libera secreções produzidas pelas glândulas esofágicas. A substância causa a degeneração do núcleo e do citoplasma, posteriormente se inicia a sucção do líquido citoplasmático do qual os nematoides se alimentam dos nutrientes presentes nele e, após se esgotar o conteúdo celular, o nematoide move seu estilete adiante em busca de uma nova célula para se alimentar.

2.1.2 Endoparasitas

Neste grupo estão os fitonematoides responsáveis pelos principais danos e perdas as culturas cultivadas, dividindo-se em migratórios e sedentários. As principais

espécies do grupo dos endoparasitas migratórios são *Pratylenchus* e *Radopholus*, eles penetram as raízes da planta na profundidade de algumas células abaixo da planta, onde iniciam a sua alimentação introduzindo sucessivamente seu estilete, atravessando diversas células vizinhas. Após o exaurimento do conteúdo da célula e a sua morte, o nematoide segue migrando por debaixo da epiderme deixando canais formados pelas células mortas e vazias (FERRAZ; BROWN, 2016).

Por sua vez os integrantes da espécie *Meloidogyne* pertencem ao grupo dos endoparasitas sedentários, apesar de sua forma infectante juvenil J2 ser móvel, o sedentarismo só ocorre quando estabelecido no interior da raiz. A forma J2 realiza a penetração na zona de alongamento celular e se move até a zona de diferenciação celular de modo intercelular. Após estabelecido, o nematoide inicia a sua alimentação com um grupo de cinco a seis células, após sofrerem diversos processos as células formam o cenócito, o qual irá nutrir o nematoide até completar seu desenvolvimento e reprodução. Juntamente com o início da nutrição, ocorre o engrossamento das células localizadas envolta do nematoide através de reações de hiperplasia e hipertrofia, resultando na formação da galha, principal sintoma de identificação da presença do nematoide (LEITE, 2020).

[...] Uma vez iniciada uma célula gigante e em condições favoráveis, o J2 já sedentário passa pela segunda (J2>J3), terceira (J3>J4) e a quarta ecdises (J4>adulto: macho ou fêmea). O tempo de duração dos estádios J3 e J4 são bem menores do que o de J2 e adulto, em média 4-6 dias. Os estádios J3 e J4 não possuem estilete funcional, portanto, não se alimentam. Após a última ecdise a fêmea jovem começa a se alimentar e permanece naquele mesmo local por toda a vida. A hipertrofia e hiperplasia que ocorrem nas células resultam, via de regra, nas galhas radiculares. (LEITE, 2020, p.35, 36).

2.1.3 Problemas causados por nematoides

Devido ao curto período de dias desde a incubação do juvenil de *Meloidogyne*, a penetração na planta até a sua reprodução, somados às centenas de ovos produzidos por cada fêmea, o grande número de espécies hospedeiras, a baixa eficiência de nematicidas e a sua rápida disseminação na gleba com a ajuda dos equipamentos de preparo de solo e/ou semeadoras, dá o posto aos fitonematoides como uma das principais pragas responsáveis pela redução de rendimento das culturas resultando em prejuízos aos produtores (FERRAZ; SANTOS, 1984).

Para os nematoides das galhas, Dalla Favera (2014) descreve a interferência do patógeno na absorção e no transporte interno dos fotoassimilados produzidos pela planta, isso ocorre pois os nematoides se transformam em drenos sugando os nutrientes produzidos pela planta. A falta desses fotoassimilados consumidos pelos nematoides acaba gerando deficiências para a planta, as mais comuns são crescimento lento, desenvolvimento heterogêneo das plantas, clorose, sintomas de déficit hídrico podendo suceder com a morte da planta.

Em relação a perdas econômicas, estima-se que os fitonematoides causem perdas acima de 14% da produção total com um prejuízo anual estimado em mais de US\$ 173 bilhões em todo o mundo (ELING, 2013). Considerando apenas o Brasil, as perdas por nematoides na agricultura giram em torno de R\$ 35 bilhões (aproximadamente USD 10 bilhões) (MACHADO, 2015).

A rotação de culturas, uma das principais práticas adotadas no Sistema Plantio Direto (SPD), serve como ferramenta no controle de fitonematoides, no entanto devido ao vasto número de gêneros e espécies catalogados que atuam de forma fitopatogênica sobre diversas espécies de plantas hospedeiras, acaba dificultando a tarefa de escolha das culturas de cobertura, afim de atender as exigências de cada sistema (GUTERRES; DEUNER, 2021).

2.2 PLANTAS DE COBERTURA

O emprego de plantas de cobertura na agricultura já é datado desde as primeiras civilizações, na qual as mesmas utilizavam do adubo verde como forma de melhorar a fertilidade do solo, recuperando solos degradados e mantendo os solo produtivos (SILVA, 2018). Com o passar dos anos e das descobertas de mais benefícios gerados a física, química e biologia do solo, o codinome de adubo verde já não englobava todas as atribuições envolvidas na planta, sendo assim proposto o nome de "plantas de cobertura" para as referidas culturas.

A definição de plantas de cobertura proposta por Wildner (2014, p.181 *apud* SILVA, 2018, p.3).

[...] qualquer cultivo, enquanto funcionar como cobertura fechada do solo, é considerada como cultura-de-cobertura, tenha ou não sido plantada para esse fim. A concepção mais usual da expressão é, entretanto, algo mais restrita e definida, limitando-se às culturas plantadas com o objetivo precípua de conter a erosão do solo, acrescentar-lhe matéria orgânica e aumentar a sua fertilidade

Fundamentado na mesma ideia o sistema plantio direto apenas se completa com o uso de plantas de cobertura, produzindo bom incremento de palhada deixado sobre o solo, com o intuito de proteger o solo das chuvas e do calor, assim como auxiliar na manutenção das características físicas, químicas e biológicas do solo. Destaca-se ainda que, de certa forma, serve de incremento financeiro, podendo utilizar as plantas como forrageiras para o gado ou até a produção de sementes (COSTA,1993).

A gama de espécies de plantas de cobertura de solo situa-se principalmente na família Fabaceae e Poaceae (REDIN et al, 2016). Sem esquecer da importância dos representantes das demais famílias que, de certa forma, são essenciais para a realização da rotação de culturas tendo em vista que as principais culturas de interesse econômico cultivadas em larga escala no mundo como a soja (*Glycine max*) e o milho (*Zea mays*) pertencem à família Fabaceae e Poaceae, respectivamente.

Destaca-se uma certa dificuldade na implantação das plantas de cobertura uma vez que estas nem sempre apresentam valor econômico, dificultando seu cultivo em substituição a soja, por exemplo. Além disso, há poucas, e muitas vezes contraditórias, informações disponíveis sobre a reação das diferentes culturas de cobertura aos fitonematoides (DALLA FAVERA, 2014)

Um fator que pode favorecer a introdução das plantas de cobertura na rotação é o conhecimento da rusticidade da cultura, Redin et. al. (2016) afirma que essa é uma característica presente nas plantas de cobertura, principalmente a tolerância a déficit hídricos, favorecendo sua inclusão em períodos de entressafras que costumam apresentar índices pluviométricos mais baixos, a sua adaptabilidade a diferentes regiões que apresentam condições de microclimas específicos e pelo fato de serem plantas de manejo simples, não exigindo tratamentos culturais nem solos com boa fertilidade.

Em relação às diversas funções que plantas de cobertura desempenha Couto Neto (2019) afirma:

[...] Na realização do controle dos fitonematoides são utilizadas estratégias de rotação/sucessão com culturas não hospedeiras ou hospedeiras desfavoráveis. O cultivo de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.)) e espécies de crotalária (*Crotalaria* spp.), utilizadas como culturas de cobertura, rotação, sucessão e/ou consorciação, tem reduzido as populações de fitonematoides no solo.

A opção pela rotação, além de resgatar a ideia original do SPD, abriria espaço para maiores possibilidades de manejo de nematoides, tendo em vista que manejos utilizando plantas de cobertura não hospedeiras aumentaria as chances de controle da população de fitonematoides, cujo seu controle em sistema plantio direto apresenta maiores dificuldades. Somada a isso a função de adubo verde das plantas (INOMOTO; ASMUS, 2009).

A eficiência da redução da população de fitonematoides pelas plantas de cobertura e a sua adaptabilidade climática já foi estudada por Ferreira (2018) que demonstrou que aveia preta, aveia branca, trigo, azevém e *Crotalaria spectabilis*, culturas bem adaptadas às condições de clima encontradas no sul do país, também se mostraram resistentes a *M. javanica* em áreas predominantemente cultivadas com soja. Por outro lado, Araújo Filho (2010) em seu trabalho constatou resistência de cultivares de feijão guandu sobre populações de *M. javanica*, assim como descreveu a capacidade descompactadora de camadas subsuperficiais devido a sua raiz pivotante, pertencente à família Fabaceae possuindo capacidade de fixar até 200 kg ha⁻¹ de N e produzir aproximadamente 10 ton ha⁻¹ de matéria seca (REDIN et al, 2016).

2.3 NEMATICIDAS

O uso de nematicidas no passado não era viável, devido a sua baixa eficiência no controle dos nematoides, o tipo de aplicação, via fumigação, que apresenta baixo rendimento por área juntamente com a sua alta toxicidade para o solo, para os agricultores que manuseiam o produto e para os consumidores finais. Os novos nematicidas usados atualmente apresentam maior eficiência no controle, apesar de não haver muitos estudos relacionados a eles. As principais formas de aplicação são através de tratamento de sementes que se apresenta bastante eficiente e com a aplicação no sulco de semeadura (DALLA FAVERA, 2014). Além da utilização de nematicidas químicos, o uso de agentes de biocontrole tem sido bastante empregada

com o objetivo de reduzir níveis populacionais de nematoides e minimizar as perdas de produtividade ocasionadas por estes parasitas, posicionando-os via tratamento de sementes, tornando essa uma prática economicamente viável para o produtor (MARÇAL, 2019).

2.3.1 Nematicidas Químicos

De acordo com Marçal (2019), no Brasil existem 5 ingredientes ativos com ação nematicida registrados para a cultura da soja e utilizados no tratamento de sementes. Quanto a sua ação, os nematicidas são classificados como de ação sistêmica que causam a morte dos nematoides endoparasitas que já se encontram inseridos dentro das raízes e, os de ação de contato ou ingestão que agem no sistema nervoso dos nematoides.

2.3.2 Nematicidas Biológicos

O grupo dos nematicidas biológicos apresenta um maior portfólio de produtos registrados para cereais no Brasil em relação aos químicos. De certa forma o controle biológico se mostra mais eficiente, devido ao fato dos diversos modos de ação desses agentes. Os principais agentes usados no controle são os fungos e as bactérias, muitos deles de gênero já conhecido, e já presentes em diversos outros produtos biológicos (MARÇAL, 2019).

Alguns fungos exercem efeito sobre a eclosão, mobilidade e capacidade de penetração dos nematoides no hospedeiro mediante a produção de metabólitos tóxicos podendo, ainda, alterar a fisiologia da planta, tornando-a menos atrativa ao nematoide ou ainda parasitando ovos e fêmeas destes (CARVALHO, 2017)

Por sua vez alguns grupos de bactérias produzem enzimas tóxicas capazes de inibir a ovoposição e a eclosão de juvenis, já outros infectam o nematoide o usando como incubadora para a produção de esporos, reduzindo a capacidade reprodutiva (MONTEIRO, 2017; FERREIRA et.al., 2017).

Já tratamentos utilizando inoculação de *Bacillus amyloliquefaciens*, princípio ativo presente no produto utilizado neste trabalho, tem se destacado no segmento devido ao seu grande potencial no controle de nematoides. Sua ação se dá através da colonização da rizosfera, favorecendo o desenvolvimento de outras populações bacterianas que auxiliam na supressão do nematoide da forte correlação positiva entre a produção de quitinases por cepas de *Bacillus amyloliquefaciens*, e o efeito nematicida contra *Meloidogyne incógnita*. (ABDEL-SALAM et al., 2018).

3 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada em área de lavoura conduzida sob plantio direto, localizada na Linha Reserva, zona rural do município de Cerro Largo/RS, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 28°08'23.61''S, longitude 54°44'28.28''O e altitude de aproximadamente 236 metros em relação ao nível do mar (GOOGLE Earth Pro, 2020) (Figura 1). O clima da região é classificado como cfa, ou seja, clima subtropical úmido com verão quente, segundo classificação de KÖPPEN (KUINCHTNER; BURIOL, 2001).

Figura 1- Localização da área do experimento



O solo da área é classificado como Neossolo Litólico pertencente a unidade de mapeamento Charrua (EMBRAPA, 2018). As análises nematológicas e de mensuração de matéria seca foram realizadas nas dependências do laboratório de fitopatologia e no galpão de máquinas da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Antes da instalação do experimento, foi realizada a coleta de uma amostra composta da área experimental, na camada de 0-10cm, em 10 pontos amostrais. A amostra foi enviada à um laboratório de nematologia para extração, quantificação de fitonematoides e posterior identificação bioquímica da espécie de nematoide das galhas presente na área.

Já as amostras para quantificação da densidade da população de nematoides foram realizadas com o auxílio de um enxadão e de pá de corte. As amostragens foram realizadas em todas as parcelas, em cada parcela foram coletadas três sub-amostras de solo da camada de 0-10 cm com o intuito de reduzir o erro amostral, tendo em vista que a distribuição dos nematoides no solo é heterogênea. Com o auxílio de um balde de 20 litros as sub amostras de cada parcela foram homogeneizadas para a formação da amostra principal da parcela.

A extração dos nematoides no solo foi realizado pelo método de Jenkins (1964) em 100 cm³ de solo, sendo essa colocada em balde e adicionado 2 litros de água. O solo e água foram agitados por cerca de dois minutos de forma que as partículas de argilas se separassem do restante da amostra e ficassem suspensas na água. Esperou-se até que a areia se depositasse no fundo do balde e a água era então vertida sob peneira de 20 e 400 mesh, sobrepostas nessa ordem.

As partículas de argila retidas na peneira de 400 mesh eram transferidas para tubos de centrifuga até completar de 2/4 a 3/4 do frasco. Após balanceados, os tubos eram alocados na centrifuga por cinco minutos a 1800 rpm. Nesse processo grande quantidade de água era retirada do solo presente no tubo, onde o mesmo assenta no fundo do recipiente. Após centrifugado o líquido sobrenadante foi descartado e sucessivamente adicionada solução de sacarose (454g de açúcar para cada litro de água) a qual era adicionada aos tubos com a ajuda de uma pisseta, na forma de jatos fortes, para revolver o solo com nematoide presente no tubo.

Após adição da solução de sacarose às amostras, as mesmas eram novamente centrifugadas por mais um minuto a 1800 rpm, desta forma os nematoides, menos densos que a sacarose, separavam-se do solo e ficam suspensos na solução. Após centrifugado, o líquido sobrenadante era vertido novamente em peneira de 400 mesh na posição inclinada, com auxílio de uma pisseta ou em água corrente para “enxaguar” e retirar a solução de sacarose. Em seguida, com o auxílio de pisseta com água, os nematoides eram recolhidos em um becker. Terminada a extração, foram realizadas as contagens em triplicatas com o auxílio de uma câmara de Peters com auxílio de microscópio estereoscópio.

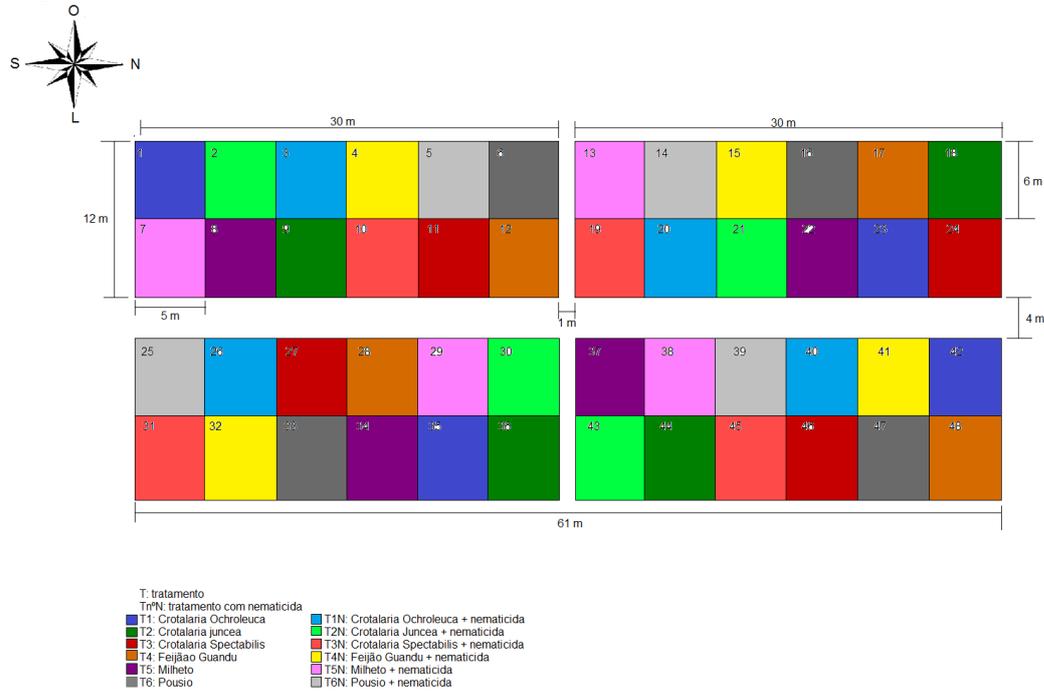
Para a condução do experimento foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso (DBC), em esquema fatorial 6 (plantas de cobertura) x 2 (com ou sem

nematicida biológico), totalizando 12 tratamentos repetidos em quatro blocos somando 48 parcelas. Os tratamentos utilizados foram: T1- *Crotalaria ochroleuca* 8 Kg.ha⁻¹, T2- *Crotalaria juncea* 30 Kg.ha⁻¹, T3- *Crotalaria spectabilis* 15 Kg.ha⁻¹ T4- Feijão Guandu (*Cajanus cajan*) 60 Kg.ha⁻¹, T5- Milheto (*Pennisetum glaucum*) 30 Kg.ha⁻¹, T6- pousio, T1N- *C. ochroleuca* 8 Kg.ha⁻¹ + Nematicida (No-nema), T2N- *C. juncea* 30 Kg.ha⁻¹+ Nematicida (No-nema), T3N- *C. spectabilis* 15 Kg.ha⁻¹ + Nematicida (No-nema), T4N- Feijão guandu 60 Kg.ha⁻¹ + Nematicida (No-nema), T5N- Milheto 30 Kg.ha⁻¹ + Nematicida (No-nema), T6N- pousio + Nematicida (No-nema), sorteados sobre as parcelas de cada bloco.

Destaca-se que o nematicida No-nema está registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA, classificado como um nematicida e fungicida microbiológico a base da bactéria *Bacillus amyloliquefaciens* isolado BV03. Para o tratamento de sementes, a dose do produto utilizada, conforme a bula, foi de a 4,0 mL.kg⁻¹ de sementes e o volume de calda de 6 mL.kg⁻¹ (recomendação para *M. javanica*). No tratamento onde o produto foi aplicado no sulco de semeadura, foram utilizados 4,0 L ha⁻¹ e volume de calda de 250 L ha⁻¹. (Recomendação correta para *M. incognita*, porém poderia ser avaliado mais de uma aplicação).

Cada parcela possuía 5 metros de largura por 6 metros de comprimento perfazendo uma área de 30 m² por parcela. A área entre os blocos foi de cinco metros no sentido leste/oeste e de um metro no sentido norte/sul somando uma área total do experimento em 1953 m².

Figura 2- Croqui da área experimental.



O experimento foi implantado no dia 22 de outubro de 2021, com o auxílio de uma semeadora adubadora de precisão modelo IF15 da Fankhauser constituída de 5 linhas com espaçamento entre linhas de 45 cm, montada no engate de três pontos de um trator CASE Farmal 80 4x2 TDA. Para cada cultura foi seguido as recomendações de população indicadas pelo detentor.

Nos tratamentos onde foi usado o nematicida biológico, o produto, na dose recomendada pela bula, foi misturado às sementes, previamente depositadas em sacos plásticos, os quais foram agitados e, após secagem, colocados na semeadora. Para as parcelas do tratamento pousio, a aplicação do nematicida foi realizada sobre o sulco de semeadura, com o auxílio de um pulverizador costal, na dose recomendada na bula do produto.

A quantificação da população de nematoides foi realizada quando as plantas entraram em senescência, no dia 17 de março de 2022 (146 dias após a semeadura). A extração foi realizada pelo método de Jenkins (1964) em 100 cm³ de solo e a densidade populacional (DP) foi determinada a partir da razão entre a população final e a população inicial (Pf/Pi).

Adicionalmente, foi determinada a massa seca da parte aérea, mediante o corte das plantas rente ao solo em 2 metros lineares dentro da área útil de cada parcela, correspondendo a 0,9 m². Estas foram secas em estufa a 60°C, com circulação de ar forçado até atingirem peso constante, e posteriormente pesadas. A partir disso, procedeu-se a conversão para massa seca da parte aérea por hectare.

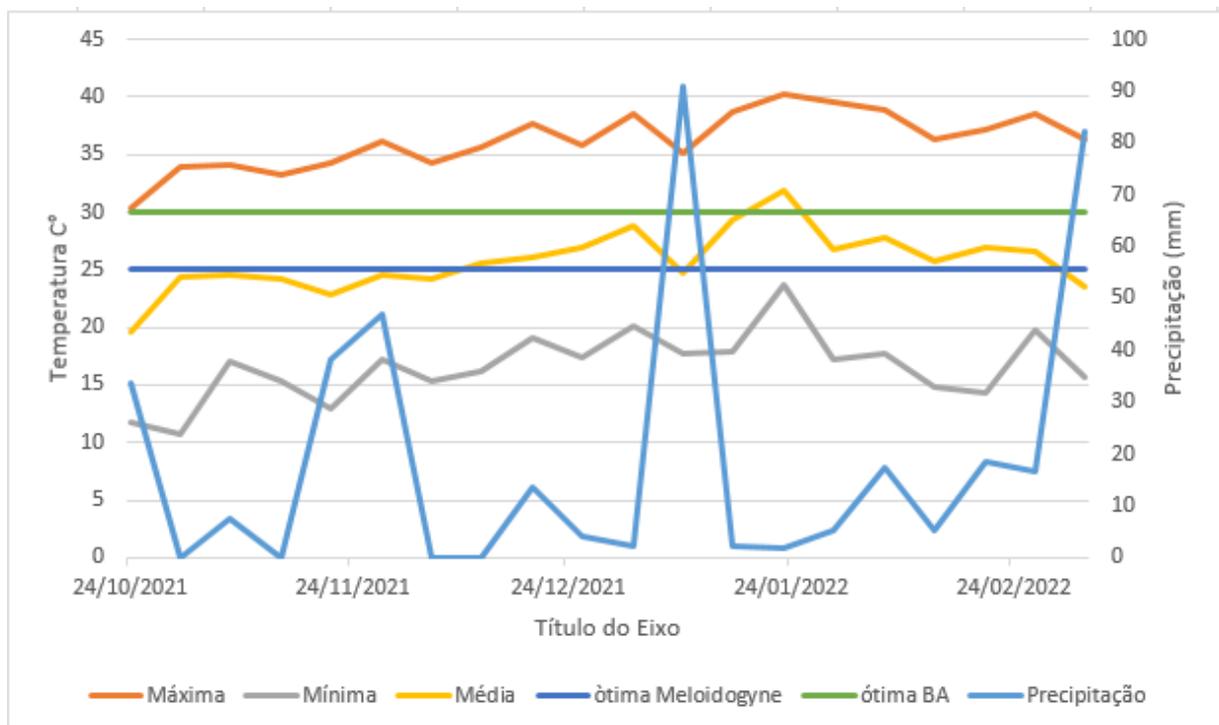
Os dados referentes a densidade da população (DP) e a massa seca das plantas de cobertura foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA 2011), com transformação dos dados relativos ao DP em raiz quadrada de $x + 1$. As médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, em nível de significância de 5% ($P < 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados de identificação enzimática de espécies do gênero *Meloidogyne* por fenótipo de esterase, descrito por Carneiro e Almeida (2001) a espécie de ocorrência foi *Meloidogyne incognita*. No Rio Grande do Sul, desde a década de 70, o gênero *Meloidogyne* figura entre os presentes em lavouras de soja (SANTOS et al., 2014) ocupando esse papel até os dias atuais. Em levantamento realizado com 3.264 amostras de solo e raízes de soja, sendo essas oriundas de 154 municípios do Rio Grande Sul, *Meloidogyne* estava presente em 7,5% (MAZZETTI, 2017).

De acordo com dados obtidos por levantamento realizado pela Sociedade Brasileira de Nematologia (SBN) os prejuízos causados por ataques de nematoides do gênero *Meloidogyne* as culturas de cereais, algodão, hortaliças, etc., ultrapassam o valor de R\$ 35 bilhões por ano. Tendo em vista somente a soja, principal oleaginosa produzida no país, os prejuízos ultrapassam os R\$ 16 bilhões ao ano, seguido pela cultura da cana de açúcar que vem somando prejuízos superiores a R\$ 12 bilhões.

Figura 3 - Dados meteorológicos do período de condução do experimento a campo e temperatura ótimas para sobrevivência e desenvolvimento de *Meloidogyne* e *Bacillus amyloliquefaciens*.



Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Como podemos observar na figura 3, o período de condução do experimento foi afetado pela estiagem, assim como as demais culturas da estação, a ocorrência de algumas precipitações expressivas não foram suficientes para amenizar o déficit hídrico, pois em contra partida as temperaturas altas beirando os 40 C° afetaram o desenvolvimento das culturas.

O gráfico também nos traz a temperatura ótima para o desenvolvimento e ataque do *Meloidogyne* 25C° a qual praticamente esteve próxima da temperatura média por todo o período, destacando-se o período do mês de janeiro em que as temperaturas tiveram um aumento significativo. De forma inversa podemos observar que a temperatura ótima para o desenvolvimento da bactéria *Bacillus amyloliquefaciens* praticamente por todo o período esteve abaixo da ótima para o seu desenvolvimento.

Através dos dados apresentados na figura 3 podemos nos balizar do porque os resultados observados no trabalho se diferenciaram em relação a outros estudos semelhantes. Não foi possível verificar efeito significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$) da interação (plantas de cobertura x uso ou não de nematicida) nem para as variáveis isoladamente (Tabela 1).

Tabela 1 - Fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL), soma de quadrados (SQ) e quadrados médios (QM) da análise de variância, coeficiente de variação dos dados transformados (CV) para variáveis avaliadas no delineamento de blocos casualizados em esquema bifatorial com diferentes espécies de plantas de cobertura e uso ou não de nematicida.

FV	GL	SQ	QM	FC	PR>FC
Especie	5	21,274287	4,254857	1,968	0,1096
Nematicida	1	0,214822	0,214722	0,099	0,7547
Blocos	3	29,144897	9,714966	4,492	0,0094
Especie*Nematicida	5	25,768911	5,153782	2,383	0,0595
Erro	33	71,364132	2,162549		
Total corrigido	47	147,76695			
CV (%)	28,5				

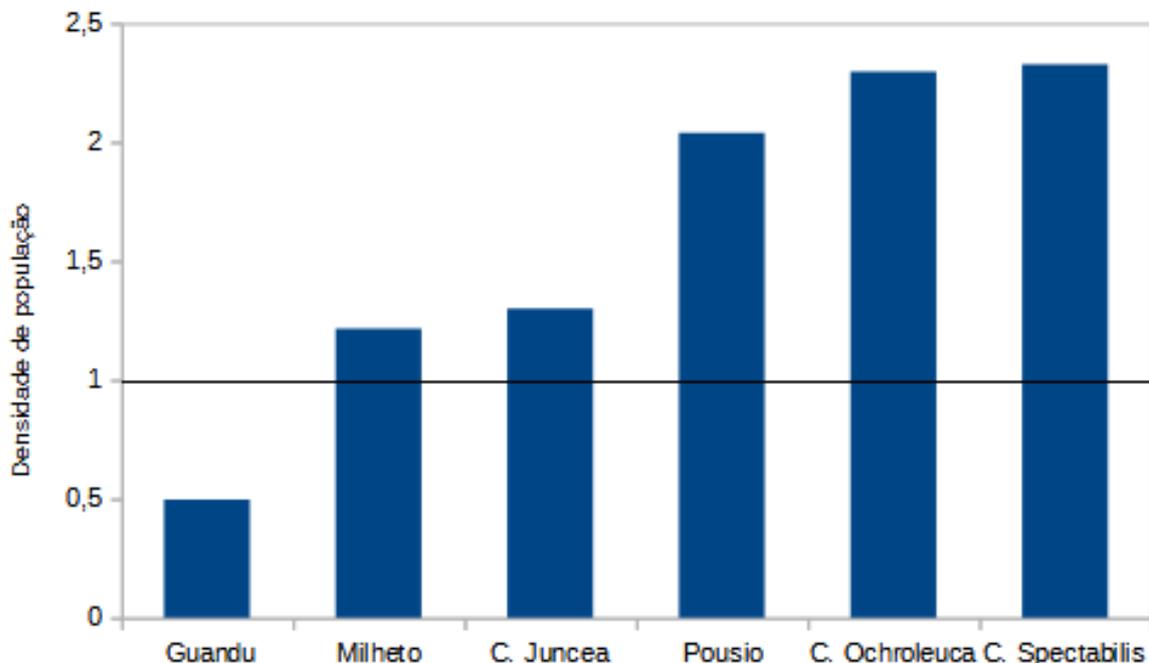
É possível destacar que, dentre as coberturas avaliadas, apenas o feijão guandu proporcionou DP de 0,5, ou seja, foi inferior a 1 (Figura 4), indicando resistência e supressão sobre os nematoides. Essa espécie de planta mostrou-se altamente suscetível e não se enquadrou como planta antagonista ao *M. enterolobii* (MOREIRA et al., 2018) no entanto, alguns genótipos se mostraram resistentes a *M.*

javanica (ARAUJO FILHO et al., 2010). Desta forma salienta-se a importância de conhecer a cultivar de feijão guandu e a identificação do nematoide presente na área, para proceder com a recomendação que melhor se adapte ao problema.

Para as demais espécies de plantas de cobertura o DP foi acima de 1, destacando-se a *C. spectabilis*, cujo a DP foi de 2,33 (Figura 4). Estes resultados não corroboram com os encontrados em outros trabalhos, onde foi observado efeito positivo da *C. spectabilis* no controle de nematoide das galhas, ressaltando que a planta é considerada uma das principais antagonistas a diferentes populações de nematoides do gênero *Meloidogyne* (CHIDICHIMA et al., 2020).

A cultura do milho assim como a da *C. juncea* apresentaram DP muito próximas sendo 1,21 e 1,30 respectivamente, valores esses próximos a 1, destacando-se ainda a grande produção de MS das duas culturas em relação as demais. Já os tratamentos pousio e *C. ochroleuca* apresentaram valores acima de dois, 2,04 e 2,30 na mesma ordem, resultado semelhante ao produzido pelo tratamento da *C. spectabilis* acima citado.

Figura 4 - Densidade de população (DP) do nematoide em plantas de cobertura e pousio.

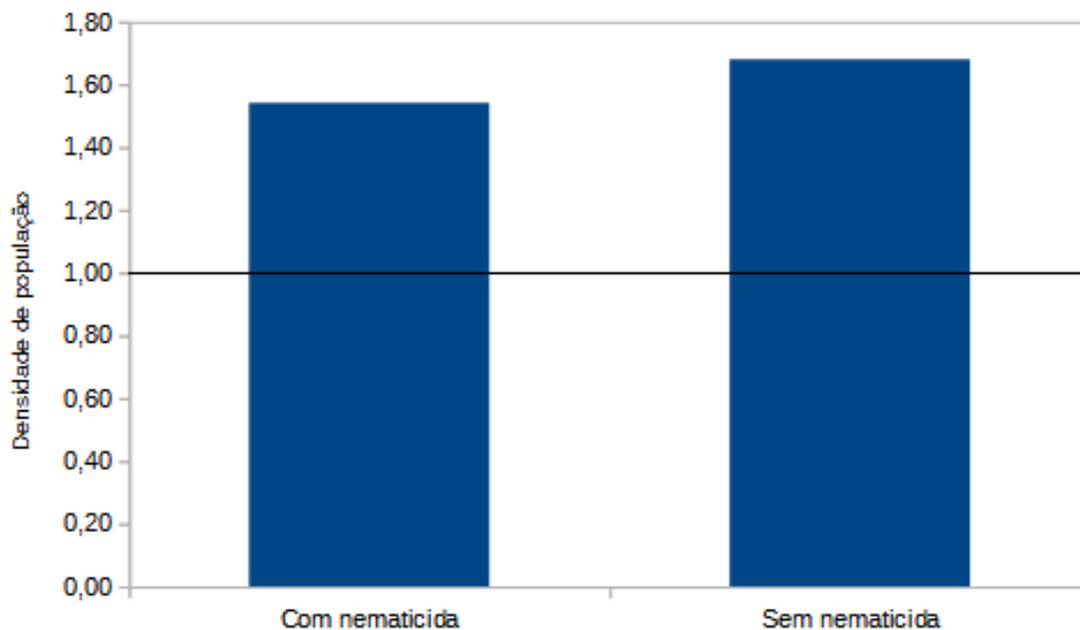


Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

Quando testados separadamente, os tratamentos com o uso de nematicida não proporcionaram redução da população em relação aos tratamentos sem aplicação de nematicida, ou seja em ambos o DP foi superior a 1 (Figura 5). Resultados semelhantes foram observados por Dalla Favera (2014) em seu estudo testando três tipos de nematicida, onde os mesmos não diferiram da testemunha quando foram avaliados juvenis (J2) de *Meloidogyne javanica* 45 e 60 dias após a emergência da cultura da soja. Estudos de Marçal (2019) avaliando diferentes nematicidas químicos e biológicos não observou diferenças estatísticas para número de fêmeas, ovos/fêmea e cistos de *Heterodera glycines* em soja.

No caso de *B. amyloliquefaciens*, bactéria que figura como princípio ativo do produto No-Nema, foi observado potencial de controle *M. javanica* e *Pratylenchus zae* (ALVES et al., 2011), mas também age no controle de *M. incognita*, no entanto, como observado no presente trabalho, nem sempre os efeitos positivos do uso do controle biológico são observados, como ocorreu no experimento realizado por Ferreira et al. (2017), onde o uso de *B. amyloliquefaciens* não controlou *M. javanica* e *M. incognita* em cana de açúcar e por Fernandes et al. (2018) que usando isolados diferentes dessa mesma bactéria não observaram potencial nematicida desta sobre *M. incognita* em feijoeiro.

Figura 5- Densidade da população (DP) do nematoide em função da aplicação ou não de nematicida.



Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

Na produção de matéria seca (MS) destacou-se o milho com uma produção que superou 7 toneladas por hectare, diferindo significativamente das demais culturas (Tabela 2). Resultados semelhantes também foram obtidos por Ledur (2017) e Almeida et al. (2008), onde o milho superou as demais espécies, inclusive devido a sua relação C/N alta o que proporciona uma maior proteção do solo pela palhada devido sua degradação lenta.

No que se refere a *C. juncea*, também destacou-se em relação a produção de matéria seca, produzindo mais de 5 toneladas por hectare. Ledur (2017) observou resultados semelhantes em seu trabalho e ainda constatou que o milho e a *C. juncea* foram as culturas que mais contribuíram para o acúmulo de carbono no solo devido sua alta relação C/N e produção de matéria seca, favorecendo também a proteção do solo pela presença da palhada por período maior.

Tabela 2 - Produção de matéria seca (ton.ha⁻¹) em função do tipo de espécie de planta de cobertura.

Tratamentos	Ton. ha ⁻¹
Milho	7,196 a*
<i>C. juncea</i>	5,026 b
Pousio	3,383 c
Feijão guandu	3,361 c
<i>C. ochroleuca</i>	2,996 c
<i>C. spectabilis</i>	1,973 c
CV	24,07

*Médias não seguidas pela mesma letra, diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. CV= coeficiente de variação

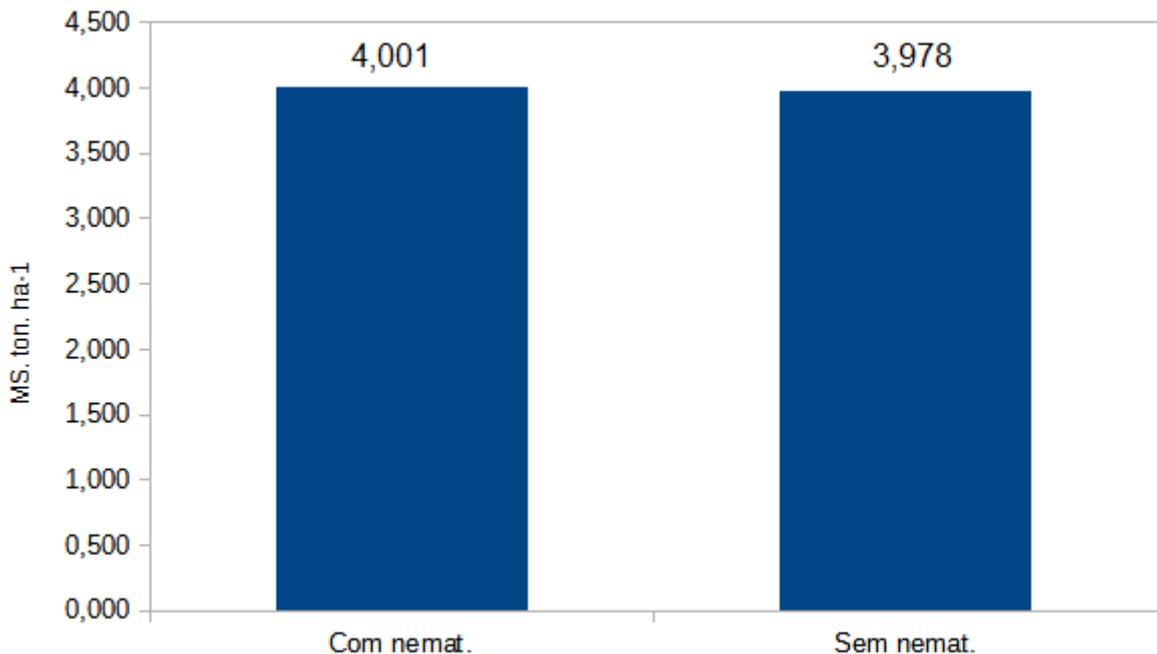
Fonte: elaborado pelo autor, 2022

A *C. spectabilis* apresentou o menor valor para produção de matéria seca não atingindo 2 toneladas por hectare, não diferindo significativamente do tratamento pousio, feijão guandu e *C. ochroleuca* (Tabela 2). O desempenho inferior relacionado a *C. spectabilis* se deu, provavelmente, devido a cultura ter sofrido mais com a estiagem que decorreu durante o período de condução do experimento. A produção de fitomassa e várias outras variáveis relacionadas ao crescimento de plantas utilizadas na adubação verde, são afetadas em condições de deficiência hídrica (SANTOS; CAMPELO JUNIOR, 2003).

Destaca-se ainda a produção de MS do tratamento pousio em relação aos demais tratamentos, exceto para milho e *C. juncea* (Tabela 2). Isso ocorreu devido ao elevado banco de sementes de daninhas como o capim amargoso (*Digitaria insularis*) e o capim carrapicho (*Cenchrus echinathus*) presente na área identificados através de avaliação visual e com auxílio do manual de identificação e controle de plantas daninhas. Isso pode ser explicado pelo fato de plantas daninhas serem mais eficientes no uso da água e assim conseguem produzir quantidade maior de matéria seca por grama de água (MANABE et al., 2014).

Quanto a produção de matéria seca, não foram observadas diferenças significativas quanto ao uso ou não do nematicida, sendo os valores encontrados muito próximos (Figura 6). O uso de *B. amyloliquefaciens* já mostrou resultados positivos na promoção de crescimento de arroz (NAUTIYAL et al., 2013), podendo tal mecanismo estar associado como o aumento da disponibilidade de nutrientes mediado por esse microrganismo (MATSUMURA et al., 2016)

Figura 6 - Produção de MS (ton ha⁻¹) de diferentes plantas de cobertura em função do uso de nematicida.



Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

5 CONCLUSÕES

Para as condições meteorológicas citadas a cima em que o experimento foi conduzido não foi observada a redução na população de nematoides fitopatogênicos (*Meloidogyne incognita*) pelo uso de diferentes plantas de cobertura, associadas ou não ao uso de um nematicida biológico.

6 REFERÊNCIAS

- ABDEL-SALAM, MS et al. Melhorando o potencial nematicida de *Bacillus amyloliquefaciens* e *Lysinibacillus sphaericus* contra o nematoide das galhas *Meloidogyne incognita* usando a técnica de fusão de protoplastos. **Jornal Egípcio de Controle Biológico de Pragas**, v. 28, n. 1, pág. 1-6, 2018.
- ALMEIDA, V.P.; ALVES, M.C.; SILVA, E.C.; OLIVEIRA, S.A. Rotação de culturas e propriedades físicas e químicas em Latossolo Vermelho de Cerrado sob preparo convencional e semeadura direta em adoção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1227-1237, 2008.
- ARAÚJO FILHO, J.V.; INOMOTO, M.M.; GODOY, R.; FERRAZ, L.C.B. Resistência de linhagens de feijão-guandu a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 34, n. 2, p.75-81, 2010.
- ASMUS, G.L. **Reação de algumas culturas de cobertura utilizadas no sistema plantio direto ao nematóide reniforme**. Embrapa Agropecuária Oeste-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2005.
- CARVALHO, P.H. **Controle biológico e alternativo de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* em tomateiro**. 2017, Dissertação (Mestrado, área de concentração em Fitopatologia) –Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2017
- CHARCAR, J.M.; VIEIRA, J.V.; OLIVEIRA, V.R.; MOITA, A.W. Cultivo e incorporação de leguminosas, gramíneas e outras plantas no controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 em cenoura ‘Nantes’. **Nematologia Brasileira**, v.33, n.2, p.139-146, 2009.
- COUTO NETO, Silvio Naves. **Uso de crotalária (*C. spectabilis* e *C. ochroleuca*) e milho para o controle de fitonematóides**. 2019. (Bacharel em Agronomia.) - Centro Universitário de Goiás – Uni - ANHANGUERA. Goiânia, 2019.
- COSTA, M. B. B. da. **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346p.
- DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FREITAS, L.G.; COUTINHO, M.M.; NEVES, W.S.; ZOOCA, R.J.F.; FERRAZ, S. Efeito da farinha de sementes de abóbora e de *Pochonia chlamydosporia* no controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v.34, n. 2, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267830572_Efeito_da_Farinha_de_Sementes_de_Abóbora_e_de_Pochonia_chlamydosporia_no_Controle_de_Meloidogyne_javanica/link/56e2dc5708ae387a2483a394/download. Acesso em 20 ago. 2020
- DALLA FAVERA, D. **Plantas de cobertura, cultivares e nematicidas no manejo de *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus* em soja**. 2014. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2014.
- DECRAEMER, W.; GERAERT, E. Ectoparasitic nematodes. In: PERRY, R. N.; MOENS, M. **Plant Nematology**. Ed. 2, p. 179-216, 2013.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 5 ed. Brasília, Embrapa, 2018.
- FERNANDES, R.H.; LOPES, E.A.; BONTEMPO, A.F.; FUGA, C.A.G.; VIEIRA, B.S. Isolados de *Bacillus* spp. no controle de *Meloidogyne incognita* na cultura do feijoeiro. **Científica**, v.46, n.3, p.235-240, 2018.
- FERRAZ, L.C.B.; BROWN, D.J.F. **Nematologia de plantas: fundamentos e importância**. Sociedade Brasileira de Nematologia, 2016. Disponível em: <http://www.nematologia.com.br/files/livros/1.pdf> . Acesso em 20 ago. 2020.
- FERRAZ, S.; SANTOS, J.M. Os problemas com nematóides na cultura da cenoura e da mandioquinha-salsa. **Informe Agropecuário**, v.10, p.52-60, 1984.
- FERREIRA, P.S. **Plantas de cobertura no controle de *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica***. 2018, Dissertação (Mestrado, área de concentração em Solos) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.
- FERREIRA, R.J.; SOARES, P.L.M.; CARVALHO, R.B.; SANTOS, J.M.; BATISTA, E.S.P.; BARBOSA, J.C. Espécies de *Bacillus* no controle dos nematoides das galhas e no desenvolvimento de cana-de-açúcar. **Nematropica**, v.47, p.106-113, 2017.
- GOULART, A. M. C. **Aspectos gerais sobre nematoides das lesões radiculares (gênero *Pratylenchus*)**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 30 p. (Documentos, 219).
- GUTERRES, C.W.; DEUNER, E. **Importância e manejo de fitonematoides no Rio Grande do Sul**. Disponível em: <https://www.plantiodireto.com.br/artigos/21>. Acesso em: 21 mar. 2022
- INOMOTO, M.M.i; ASMUS, G.L. Culturas de cobertura e de rotação devem ser plantas não hospedeiras de nematóides. **Visão Agrícola**, v.1, n.9, p. 112-116, 2009.
- LEDUR, C.L. **Uso de plantas de cobertura no período outonal e seu efeito sobre os atributos físicos do solo e a produtividade do trigo**. UFFS, 2017. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/1884>. Acesso em: 21 mar. 2022.
- LEITE, R.R. **Diversidade de *Meloidogyne* spp., caracterização de nova espécie na cultura do arroz e seleção de fontes de resistência múltipla em *Oryza* spp.** 2020, Dissertação (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2020.
- LIMA, A.O. **Biofumigação do solo com *Brassica rapa* para o controle de fitonematóides**. 2006. Dissertação (Pós Graduação em Fitopatologia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2006.
- MANABE, P.M.S.; MATOS, C.C.; FERREIRA, E.A.; SILVA, A.A.; SEDIYAMA, T.; MANABE, A.; SILVA, A.F.; ROCHA, P.R.R.; GALON, L. Características fisiológicas de feijoeiro em competição com plantas daninhas. **Bioscience Journal**, v.30, n.6, p.1721-1728, 2014.

MARÇAL, L.M. **Nematicidas no manejo de nematoides na cultura da soja.** 2019. (Doutorado em Proteção de Plantas) - Instituto Federal Goiano. Urutaí- GO, 2019.

Matsumura, A.T.S.; PAZ, I.C.P.; GUIMARÃES, A.M.; SILVA, M.E.; OTT, A.P.; DUARTE, V. Efeito de três formulações de *Bacillus amyloliquefaciens* ICBB200 sobre o crescimento de plantas de alface (*Lactuca sativa* L.) em cinco condições edafoclimáticas. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.15, n.2, p.146-152, 2016

MAZZETTI, V.C.G. **Levantamento populacional de nematoides em soja no Rio Grande do Sul e estratégia genética, química e biológica para controle de nematoides de galha.** 2017. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Passo Fundo, RS, 2017.

MONTEIRO, T.S.A. **Ação combinada de *Pochonia chlamydosporia* e outros microrganismos no controle do nematoide de galhas e no desenvolvimento vegetal.** Tese (Doctor Scientiae), Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Viçosa – MG, 2017.

MOURA, R.M.; MARANHÃO, S.R. VAZ, L. Dados históricos e projeções futuras sobre a fitonematologia. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, vol. 1, p.47-68, 2004.

MOURA, R.M.; OLIVEIRA, I.S.; ALCÂNTARA, M.P.S.; LIMA, C.E.P. Efeito de adubos verdes na densidade de *Pratylenchus zeae* e na produtividade da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v. 34, n. 2, junho de 2010.

MOURA, R.M. Histórico da taxonomia dos nematóides. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v. 3, p.139-169, 2006.

MORAES et al. **Benefícios das plantas de cobertura sobre as propriedades físicas do solo.** In: TIECHER, Tales (org) Manejo e conservação de solo e água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. Porto Alegre: UFRGS, 2016.

MOREIRA, F. J. C.; ALBUQUERQUE, A.M.; ALMEIDA, B.K.S.; SOUZA, I.M.; ARAÚJO, B.A.; GUEDES, F.L. Reação de genótipos de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh) ao nematoide das galhas (*Meloidogyne enterolobii*). **Summa Phytopathologica**, v.44, n.4, p.380-385, 2018.

NAUTIYAL, C. S.; SRIVASTAVA, S.; CHAUHAN, P.S.; SEEM, K.; MISHRA, A.; SOPORY, S.K. Plant growth-promoting bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* NBRISN13 modulates gene expression profile of leaf and rhizosphere community in rice during salt stress. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.66, p.1-9, 2013.

OLIVEIRA, C.M. Panorama das doenças e pragas em horticultura doenças causadas por nematóides. **Biológico**, v.69, n.2, p.85-86, 2007

PECHE FILHO, A. **Mecanização do sistema plantio direto.** 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_2/mecanizacao/Index.htm>. Acesso em: 10/7/2021

REDIN, Marciel et al. **Plantas de cobertura de solo e agricultura sustentável: espécies, matéria seca e ciclagem de carbono e nitrogênio**. TIECHER, Tales (org) Manejo e conservação de solo e água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. Porto Alegre: UFRGS, 2016.

SANTOS, P.S.G. REBELATO, D.; DALLA FAVERA, R.; DAL SOTTO, R.; BALARDIN, E; MADALOSSO M.G. 2014. Mapa dos nematoides. **Revista Cultivar Grandes Culturas**. Ano XV, nº 187. Dezembro de 2014.

SANTOS, V.S.; CAMPELO JUNIOR, J.J.H. Influência dos elementos meteorológicos na produção de adubos verdes, em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.1, p.91-98, 2003.

SILVA, L.L. **Socialização de informações sobre leguminosas tropicais utilizadas para a adubação verde a partir de um aplicativo para dispositivo móvel**. 2018. Dissertação (Mestre em Agricultura Orgânica). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 2018.