

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL

DENISE FARAGO DE LIMA

Supressividade de *Meloidogyne incognita* em soja:
interação entre milheto, urocloa, matéria orgânica ativada e *Paecilomyces*
lilacinus

Maringá
2019

DENISE FARAGO DE LIMA

Supressividade de *Meloidogyne incognita* em soja:
interação entre milheto, urocloa, matéria orgânica ativada e *Paecilomyces*
lilacinus

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional, do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá com requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia. Área de concentração: Agroecologia

Orientador: Prof. Dr. Higo Forlan Amaral
Co-orientadora: Dr^a Neucimara Ribeiro

Maringá
2019

FOLHA DE APROVAÇÃO

DENISE FARAGO DE LIMA

Supressividade de *Meloidogyne incognita* em soja:
interação entre milheto, urocloa, matéria orgânica ativada e *Paecilomyces*
lilacinus

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

HIGO FORLAN AMARAL
UNIFIL/UEM (Presidente)

NEUCIMARA RODRIGUES RIBEIRO
GDM Genética do Brasil S/A(membro externo)

KÁTIA REGINA FREITAS SCHWAN ESTRADA
UEM (membro interno)

Aprovada em:.2019

LOCAL DA DEFESA: UEM – Universidade Estadual de Maringá

Aos meus pais, Cleide e Geraldo (*in memoriam*)
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela vida e todas as bênçãos ao longo dela.

As minhas irmãs, por todo apoio, confiança, conselhos e amor.

Ao meu namorado, por estar presente em todos os momentos.

À Universidade Estadual de Maringá (UEM) e ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia (PROFAGROEC)- Mestrado Profissional, do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, pela oportunidade de prosseguir meus estudos.

À Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SETI) pelo fomento da PROFAGROEC/UEM, e assim, dar suporte desta formação.

A GDM – Seeds pelo apoio na execução prática do trabalho, assim como toda equipe técnica.

Ao Prof. Dr. Higo Forlan Amaral, pela orientação, apoio, confiança e amizade.

A pesquisadora Dr^a Neucimara Ribeiro, pela orientação, apoio, confiança e amizade durante a execução do experimento.

A Prof. Dr^a Kátia Regina Freitas Schwan Estrada, pela orientação, apoio, confiança e amizade durante este trabalho.

Os funcionários do departamento de Sanidade da empresa GDM Seeds por todo apoio e amizade durante o tempo em que executei este trabalho.

A todos os meus amigos(as) por todo apoio e amizade.

E a todos aqueles que embora não citados, sabem da sua importância nesta e nas demais conquistas ao longo da minha vida.

EPÍGRAFE

“Tenho-vos dito isto, para que em mim tenhais
paz; no mundo tereis aflições, mas tende bom
ânimo, eu venci o mundo.”
(João 16:33)

Supressividade de *Meloidogyne incognita* em soja:
interação entre milheto, urocloa, matéria orgânica ativada e *Paecilomyces*
lilacinus

RESUMO

Existe relevante perspectiva que ao adotar as técnicas conservacionistas de plantas de cobertura, enriquecimento da matéria orgânica e controle biológico os solos tornem-se mais supressivos que controle a população de *M. incognita* em soja. O objetivo deste trabalho foi avaliar o nível de controle populacional de *M. incognita* em milheto, urocloa, soja em solos tratados com matéria orgânica ativada e controle biológico (*Paecilomyces*) em curto e médio prazo. Utilizou-se Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) em esquema fatorial (3 x 2 x 2), sendo o primeiro fator duas plantas de cobertura (urocloa e milheto), segundo fator com e sem matéria orgânica ativada, o terceiro fator com e sem controle biológico somando aos fatores um tratamento branco, com quatro repetições, totalizando 72 parcelas. Ocorreram três etapas experimentais: primeiro, preparo do inóculo e matéria orgânica inoculada com microrganismos, segundo inoculação de *Paecilomyces* nas sementes das plantas de cobertura e soja, e por último, novo plantio de soja nos mesmos solos dos tratamentos anteriores. Aferiu-se nos finais das etapas 2 e 3 as seguintes variáveis: nota, massa fresca de raiz, número final de nematoide que foi convertido para número de nematoide por grama de raiz, fator de reprodução e percentual de controle. Aplicou-se ANOVA e teste de Duncan 5%, foi utilizado transformação $\log(x+1)$ para os dados que não atingiram pressupôs para ANOVA. Aplicou-se também, análise multivariada de Cluster pelo algoritmo UPGMA e índice de similaridade Bray-Curtis. Em curto prazo, houve distinto efeito das plantas e suas interações com matéria orgânica ativada e controle biológico. Sob soja, independente de matéria orgânica ativada e controle biológico, não se observou diminuição de *M. incognita*. Já milheto*matéria orgânica ativada*controle biológico e urocloa*matéria orgânica ativada*controle biológico, em curto prazo, apresentaram maior efeito de controle deste nematoide. Em médio prazo, para verificar o efeito residual dos tratamentos da etapa 2, também o efeito do tipo de planta foi mais expressivo. O efeito residual urocloa-soja demonstrou que o tratamento urocloa*matéria orgânica ativada*controle biológico resultou para a soja massa fresca de raiz, menor número de nematoide por grama de raiz e menor fator de reprodução e conseqüente maior percentual de controle. O cultivo de soja-soja demonstrou efeito de percentual de controle positivo quando em controle biológico, no entanto, a massa fresca de raiz ficou menor sendo limitante para potencial produtivo. O efeito de milheto-soja um percentual de controle positivo quando milheto*matéria orgânica ativada*controle biológico, porém, com altos valores de número de nematoide por grama de raiz e fator de reprodução. As técnicas de manejo integrado *Meloidogyne* são diversas e complexas, mas existe uma crescente perspectiva do uso de urocloa para melhorias da qualidade do solo, que pelos resultados somam-se o benefício para supressão desse nematoide, sendo potencializado com o uso de matéria orgânica inoculada com microrganismos.

Palavras-chave: Qualidade do solo. Manejo integrado. Plantas de cobertura. Ecologia microbianas. Brachiaria. Nematoide.

Suppression of *Meloidogyne incognita* in soybean: interaction between milley, urochloa, active organic matters and *Paecilomyces lilacinus*

ABSTRACT

There is a relevant perspective that when adopting the techniques of conservation of cover crops, organic matter enrichment and biological control, the soils become more suppressive that control the *M. incognita* population in soybean. The objective of this work was to evaluate the level of population control of *M. incognita* in millet, urochloa, soybean in soils treated with activated organic matter and biological control (*Paecilomyces*) in the short and medium term. It was used a completely randomized design (DIC) in a factorial scheme (3 x 2 x 2), the first factor being two covering plants (urochloa and millet), second factor with and without activated organic matter, the third factor with and without control with a white treatment, with four replications, totaling 72 plots. There were three experimental stages: first, preparation of the inoculum and organic matter inoculated with microorganisms, according to inoculation of *Paecilomyces* in the seeds of cover crops and soybean, and finally, new soybean planting in the same soils of previous treatments. The following variables were checked at the end of steps 2 and 3: note, fresh root mass, final nematode number converted to nematode number per root gram, reproduction factor and control percentage. ANOVA and 5% Duncan test were used, log transformation ($x + 1$) was used for data that did not reach assumptions for ANOVA. It was also applied, Cluster multivariate analysis by the UPGMA algorithm and Bray-Curtis similarity index. In the short term, there was a distinct effect of the plants and their interactions with activated organic matter and biological control. Under soybean, independent of activated organic matter and biological control, no decrease of *M. incognita* was observed. On the other hand, millet * activated organic matter * biological control and urochloa * activated organic matter * biological control, in the short term, presented greater control effect of this nematode. In the medium term, to verify the residual effect of the treatments of step 2, also the effect of the type of plant was more expressive. The residual urochloa-soja effect showed that the urochloa * activated organic matter * biological control treatment resulted in fresh root mass, lower nematoid number per gram of root and lower reproductive factor and consequent higher percentage of control. Soya-soybean cultivation showed a positive control percentage effect when in biological control, however, the fresh root mass was lower, being limiting to productive potential. The effect of millet-soybean was a positive control percentage when millet * activated organic matter * biological control, however, with high numbers of nematode per grass root and reproduction factor. The integrated management techniques of *Meloidogyne* are diverse and complex, but there is a growing perspective on the use of urochloa for soil quality improvements, which add to the benefits of suppressing this nematode, being potentiated with the use of organic matter inoculated with microorganisms.

Keywords: Soil quality. Integrated management. Cover plants. Microbial ecology. Brachiaria. Nematoid.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quadro apresentando o resumo das etapas do experimento como um todo e os principais pontos de aplicação dos tratamentos (ou fatores).....	3 5
Tabela 2. Quadro com escala de valores para avaliação de índice de galhas e/ou massas de ovos.....	3 7
Tabela 3. Quadro de p-valores e médias de nota (NT), massa fresca de raiz (MFR), número de nematoide por grama de raiz (NNGR), fator de reprodução (FR) e percentual de controle (%Cont) sob cultivo de soja (S), milho (M) e urocloa (U), matéria orgânica ativa (MOA) e controle biológico (CB) em 60 dias após a semeadura.....	4 0
...	
Tabela 4. Quadro de p-valores e médias de nota (NT), massa fresca de raiz (MFR), número de nematoide por grama de raiz (NNGR), fator de reprodução (FR) e percentual de controle (%Cont), sob cultivo de soja (S), milho (M) e urocloa (U), matéria orgânica ativa (MOA) e controle biológico (CB) em 120 dias após a semeadura.....	4 5
...	

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Ciclo de vida do nematoide formador de galhas *Meloidogyne* spp25
- Figura 2.** Percentual (%) de controle *Meloidogyne incognita* em soja em 60 dias, em solos previamente cultivado com soja, milho e urucum, e em combinação com matéria orgânica ativada (MOA) e *Paecilomyce lilacinus* como controle biológico (CB).....42
- Figura 3.** Dendograma gerado da análise de Cluster a partir da nota (NT), massa fresca de raiz (MFR), número de nematoide por grama de raiz (NNGR), fator de reprodução (FR) em ensaio sob cultivo de soja (S), milho (M) e urucum (U), matéria orgânica ativa (MOA) e controle biológico (CB) em 60 dias após a semeadura.....43
- Figura 4.** Percentual (%) de controle *Meloidogyne incognita* em soja em 120 dias, em solos previamente cultivado com soja, milho e urucum, e em combinação com matéria orgânica ativada (MOA) e *Paecilomyce lilacinus* como controle biológico (CB).....46
- Figura 5.** Dendograma da análise de Cluster a partir da nota (NT), massa fresca de raiz (MFR), número de nematoide por grama de raiz (NNGR), fator de reprodução (FR) em raízes de soja cultivada após ensaio sob cultivo de soja (S), milho (M) e urucum (U), matéria orgânica ativa (MOA) e controle biológico (CB).....47

LISTA DE ABREVIACÕES

PC – Planta de cobertura
AC – Agricultura Conservacionista
MO – Matéria Orgânica
QS – Qualidade do Solo
EST – Expressed Sequence Tag
MS – Matéria Seca
C/N – Relação Carbono/Nitrogênio
FBN – Fixação Biológica de Nitrogênio
SPD – Sistema de Plantio Direto
BPM – Boas Práticas de Manejo
MOA – Matéria Orgânica Ativada
SBN – Sociedade Brasileira de Nematologia
J₂ – Juvenil de segundo estádio
Pf – População Final
Pi – População Inicial
FR – Fator de Reprodução
NT – Nota
MFR – Matéria Fresca de Raiz
DMS – Diferença Mínima Significativa
NNGR – Número de Nematóide por Grama de Raiz
CB – Controle Biológico
% Control – Porcentagem de Controle

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 OBJETIVOS.....	15
1.1.1 Objetivo Geral.....	15
1.1.2 Objetivos Específicos.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 Agricultura Conservacionista: definição e pilares.....	16
2.2 Produção de grãos no Brasil e a soja.....	19
2.3 Composições do solo e sua biota.....	20
2.4 A problemática dos nematoides fitopatogênicos.....	23
2.5 Matéria orgânica e ação microbiana.....	26
2.6 Plantas de cobertura: gramíneas.....	27
2.6.1 Urocloa.....	29
2.6.2 Milheto.....	29
2.7 Nematicidas.....	30
2.8 Controle Biológico.....	30
2.8.1 Nematoides e manejo integrado.....	30
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.1 Multiplicação do inóculo e ativação da matéria orgânica (etapa 1).....	35
3.1.1 Bioensaio.....	36
3.2 Supressividade de nematoides à curto prazo (etapa 2).....	37
3.3 Supressividade de nematoide a médio prazo (etapa 3).....	38
3.4 Análises estatísticas.....	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1 Manejo e supressividade de nematoides em curto prazo.....	40
4.2 Manejo e supressão de nematoides em médio prazo.....	44
5 CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIAS.....	50
ANEXOS.....	60

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países que lidera, mundialmente, a produção e a exportação de produtos agropecuários, sendo o primeiro produtor e exportador de café, açúcar, álcool e suco de frutas; lidera o ranking das exportações de soja, carne bovina, carne de frango, além de tabaco, couro e calçados de couro (LEITE et al., 2014).

A produção de grãos no Brasil e no mundo é de grande importância para a economia, mas culturas, como a soja, não expressam totalmente seu potencial genético produtivo em virtude do manejo de solo feito incorretamente. Exemplo disso é o sistema plantio direto (SPD), genuinamente brasileiro e conservacionista, é amplamente adotado (mesmo sofrendo variações desde que foi iniciado), dentre suas técnicas está o aumento considerável de quantidade de palhada na superfície do solo, propicia um melhor controle da erosão e evaporação da água do solo, maior acúmulo de MO e nutrientes. Ao contrário dos sistemas convencionais, a regulação e melhoria das condições biológicas e radiculares são muito expressivas em SPD, que conseqüentemente, beneficia a qualidade do solo¹ (“soil health”) (VAN BRUGGEN; SEMENOV, 2000).

Uma das principais variações do SPD é a falta de utilização das plantas de cobertura (PCs). As PCs têm função de manutenção do solo, pois ajudam na adubação, previnem erosões, lixiviações, absorvem nutrientes que serão depositados no local e atuam também no papel de rotação de culturas. O uso dessas plantas é considerado importante, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental. Nas últimas décadas, a não utilização das PCs e a sucessão dos mesmos tipos de plantas sendo cultivadas ao longo dos anos agrícolas levou uma perda da qualidade do solo (QS) BLOEM; BREURE (2003).

O solo é um compartimento terrestre que apresenta grande dinamismo em seus constituintes e está intimamente ligado as características e aos processos que ocorrem na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera (NOVAIS et al., 2007). O solo é o maior reservatório de microrganismos na biosfera terrestre, nele estes se encontram em substratos, raízes de plantas e frutos subterrâneos para se alimentarem e formarem suas colônias.

Segundo Moreira e Siqueira (2006), há em média 15.900 nematoides descritos nas principais categorias taxonômicas de plantas e de organismos de solo, considerando, de modo geral, as categorias com maior número de espécies. Projetos atuais demonstram que grande

¹ Qualidade do solo é o termo ajustado do inglês para “soil health”, como a tradução literal ficaria: saúde do solo, no Brasil a adequação da tradução seria “qualidade do solo”.

número de espécies cultivadas por parasitas por nematoides (400.000 espécies) sendo que 12.752 para parasitados por *M. incognita* (MCCARTER et al., 2003). Os nematoides penetram no sistema radicular, se alimentam por meio do estile que é inserido nas células das raízes para remover o conteúdo celular. Desta forma impedindo a absorção de H₂O e nutrientes pela planta. O dano causado por fitonematoídes depende de uma série de fatores como a espécie presente em determinada área de cultivo, nível populacional cultivar, temperatura, umidade, tipo de solo, fertilidade, culturas anteriores e prática de manejo adotadas.

Os prejuízos maiores na cultura da soja são causados por *H. glycyne*, *M. javanica* e *M. incognita*. *Meloidogyne incognita* é uma espécie que possui uma ampla gama de hospedeiros e está presente em praticamente todo mundo, principalmente em regiões de clima quente, incluindo tropicais e subtropicais. *M. incognita*, vale ressaltar que possui 4 raças. Os sintomas causados são nanismo, clorose, deficiência nutricional e baixa produtividade em consequência.

Esses nematoides causam grandes problemas na produção dos alimentos, eles absorvem os nutrientes que eram para as plantas receberem, diminuindo assim os nutrientes que a planta precisa para sobreviver e produzir. Nematoides são um “terror” aos olhos do produtor, pois geram dano significativo nas lavouras. Eles se instalam nas raízes das plantas e formam massas de ovos, onde começam a se multiplicar até que o produtor não consegue mais controlar a situação.

Dentre essas propriedades a relação das PCs com a biodiversidade nos sistemas agrícolas reforça-se, pois, cada planta é uma verdadeira “fábrica” de substâncias orgânicas, inclusive liberando e transformando energias (PRIMAVESI, 1988). O solo é um ambiente rico em organismos, desde micro, meso e macrofauna, como vertebrados, microrganismos e partículas virais. Entre estes organismos, habitantes do solo, estão os nematóides.

Acredita-se que o solo sem inserção de insumos não é capaz de fornecer os nutrientes necessários para essas plantas, com isso, a falta desses nutrientes pode ser suprida pelas PCs e por MO inseridas anteriormente no solo. O processo de decomposição e mineralização dos nutrientes anteriormente fixados na biomassa vegetal faz com que aumente a fertilidade e a disponibilidade de nutrientes no solo. A MO pode ser produzida de diversas formas: por compostagens de restos de alimentos e folhas secas; pó proveniente de dejetos e ossos de animais; caldas; macerados; etc. Essa MO, assim como as PCs, equilibra o meio a ser cultivado posteriormente e ajuda na eliminação de nematoides no solo (TIMPER, 2014).

Visando a supressividade desses microrganismos, estudos apontam como meio de ajuda o plantio dessas PCs e a aplicação de MO para aumentar os níveis de nutrientes no solo

que, com seu aumento faz ficar inviável a vida do nematoide nesse local. As leguminosas são conhecidas por apresentarem baixa relação C/N em virtude de a planta ter a capacidade de realizar a fixação biológica de nitrogênio (FBN)(LIANG et al., 2014).

Na agricultura conservacionista é importante a utilização de plantas de cobertura, mas é necessário conhecer as reações destas plantas no controle de doenças e nematoides e demonstrar ao agricultor que o investimento em longo prazo é interessante, pois são eficazes no controle dos mesmos.

Portanto, percebe-se que as PC e a MO são eficazes para a supressão dos nematoides no solo e garantem benefícios para as futuras culturas que serão cultivadas no local, onde garantem um substrato rico e sadio para o ambiente, e assim, avaliar o efeito de plantas de cobertura, Poaceae (gramíneas) e matéria orgânica na supressividade dos nematoides na cultura da soja.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho foi investigar o efeito de plantas de cobertura gramíneas, matéria orgânica ativada (MOA) e controle biológico na supressividade de *Meloidogyne incognita* em soja.

1.1.2 Objetivos específicos

- Averiguar a interação entre milho, urocloa, MOA e *Paecilomyce lilacinus* na supressividade de *Meloidogyne incognita* em soja.
- Examinar a interação entre milho, urocloa, MOA e *P. lilacinus* na supressividade a curto prazo de *Meloidogyne incognita* em soja.
- Observar o efeito sucessional na supressividade de *Meloidogyne incognita* em soja após o cultivo de milho e urocloa com MOA e *P. lilacinus*

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Agricultura Conservacionista: definição e pilares

A sustentabilidade dos sistemas agrícolas no Brasil está em frente ao debate internacional, sendo um dos principais produtores de alimento que são commodities, extenso território de terras agrícolas e grande reserva de recursos vegetais, minerais e água potável. É necessário que a cadeia agrícola do país adote as técnicas, práticas, manejos e tecnologias para Agricultura Conservacionista (AC) (LEITE et al., 2014).

Em publicação sobre o assunto, Denardin et al (2014) revisitam o termo ‘conservacionismo’ descrevendo como “a gestão da utilização dos elementos da biosfera, de modo a produzir benefícios à população humana, mantendo sua potencialidade necessária às gerações futuras”. Estes autores também apontam que agricultura conservacionista (AC) deve-se guiar à proteção das tecnologias de caráter sistêmico, observando o manejo integrado do solo, da água e da biodiversidade, devidamente compatibilidade com o uso dos insumos externos.

Em termos técnicos a AC tem três pilares: não revolvimento do solo, cobertura constante e rotação de cultura – há um 4º sendo discutido, ‘gestão agrícola’. Entre estes, o uso de plantas de cobertura (PCs) que permitem ser utilizados na rotação de culturas, mantém o solo coberto em períodos de entressafra e incremento a biodiversidade e matéria orgânica (DENARDIN et al., 2003; BRANDY; WEIL, 2013).

As PCs trazem benefícios para as futuras culturas, como a capacidade de absorverem nutrientes em camadas profundas do solo, acumulando nutrientes nas raízes e partes aéreas, que posteriormente serão disponibilizadas no solo em sua superfície, modificando o teor desses nutrientes e beneficiando o ciclo da cultura que será introduzida posteriormente (KAHMEN et al., 2006). A implementação de PCs é desejável por ser uma prática agrícola para a manutenção dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, melhorando questões de MO, retenção de água, estruturação e níveis de fertilidade relacionados a nutrientes que são as bases das PC (CUNHA et al., 2012).

Além dessas propriedades, a relação das PCs com a biodiversidade nos sistemas agrícolas reforça-se, pois, cada planta é uma verdadeira “fábrica” de substâncias orgânicas, inclusive liberando e transformando energias (PRIMAVESI, 1988). Como o solo é um ambiente rico em organismos, desde micro, meso e macrofauna, como vertebrados, até

microrganismos e partículas virais, as relações tróficas são complexas (MALIK; GROHMANN, 2012).

Acredita-se que o solo, por si só, não é capaz de fornecer os nutrientes necessários para essas plantas. Uma das formas de incremento de nutrientes pode ser suprida pelas PCs e sua MO. O processo de decomposição e mineralização dos nutrientes anteriormente fixados na biomassa vegetal das PCs, faz com que aumente a qualidade e quantidade de nutrientes no solo. Além da MO oriunda das PCs, esta fonte pode ter origens diversas como por compostagens de restos de alimentos e folhas secas, pó proveniente de dejetos e ossos de animais, caldas, macerados e etc. Francioli et al. (2016). O sistema plantio direto (SPD), uma vez que mantém grande quantidade de palhada na superfície do solo, propicia um melhor controle da erosão e maior acúmulo de MO e nutrientes. Por outro lado, nos sistemas de manejo onde é feito o revolvimento do solo, como o plantio convencional e o cultivo mínimo, ocorre à aceleração da mineralização da palhada e, com isso, há uma maior disponibilização de nutrientes para a cultura sucessora. (BONETTI et al. 2018)

O preparo periódico usual do solo, chamado de convencional (aração * gradagens leves), caracteriza-se pelo excessivo número de operações, o que tem trazido sérias consequências, tanto do ponto de vista da compactação de camadas superficiais, quanto de erosão (BERTONI, et al 2005). Com ênfase nesses dados, há uma grande preocupação em relação aos preceitos da agricultura conservacionista que dispõem de ações inerentes ao conservacionismo que são: Preservação; Manutenção; e Restauração ou Recuperação.

As práticas conservacionistas podem ser divididas em: edáficas, vegetativas e mecânicas, que devem ser praticadas de maneira integrada no sistema produtivo. As práticas de caráter edáfico são aquelas feitas por meio do sistema de cultivo, para a melhoria do controle da erosão e da fertilidade do solo: aplicação de fertilizantes (minerais ou orgânicos) e de corretivos (calcário), utilização de adubos verdes e evitar o uso de queimadas [...] as práticas de caráter vegetativo empregam a vegetação para proteger o solo contra o impacto da chuva, minimizando o processo erosivo [...] as práticas de caráter mecânico, por seu turno, são aquelas que usam estruturas artificiais, para interceptar e/ou conduzir o escoamento superficial de água (BALOTA, 2017).

Para White (2009), a qualidade do solo é inferida por: prática de manejo que protege a degradação do solo (causada pela erosão, por exemplo); adoção de “Boas Práticas de Manejo” (BPM), ou outras práticas, dentro de uma área de interesse (uma fazenda, uma bacia ou uma região).

A AC também é entendida como a agricultura conduzida sob a proteção de um complexo de tecnologias de caráter sistêmico, com a finalidade de preservar, de manter e de restaurar – ou recuperar – os recursos naturais, mediante o manejo integrado do solo, da água e da biodiversidade, devidamente compatibilizado com o uso de insumos externos (LEITE et al., 2014).

Não é essa realidade que está sendo praticada atualmente, pois devido às tecnologias o produtor rural está se atualizando frequentemente para produzir em larga escala e não virar refém do mercado consumidor. Com isso, desde a década de 1950 os produtores adotaram o sistema de plantio direto (SPD), mesmo com o aumento das preocupações conservacionistas, onde esse sistema é considerado um dos pilares dessa agricultura, contando também com a importância da rotação de culturas, consorciação e adubação verde. No contexto de agricultura de conservação, o plantio direto possui fundamental importância, estando em primeiro lugar entre as tecnologias agropecuárias sustentáveis (LANDERS, 2007).

Para Balota (2017), o SPD se baseia em três princípios fundamentais: o não revolvimento do solo, a manutenção permanente da cobertura do solo e a diversificação de espécies de plantas, por rotação e/ou consorciação de culturas. Os benefícios do SPD na conservação dos solos e na melhoria dos componentes físicos, químicos e biológicos são bem documentados na literatura, apesar do sistema ser mais dependente de herbicidas para o controle de plantas invasoras.

Outro pilar importante na agricultura conservacionista é a rotação de culturas. É a alternância ordenada de diferentes espécies em uma mesma área, não se repetindo uma mesma cultura em intervalo menor de dois anos (tempo de decomposição dos resíduos). Em geral, um bom esquema de rotação inclui gramíneas, leguminosas e outras espécies em cultivos sucessivos (BALOTA, 2017).

A consorciação de culturas também se caracteriza como uma das práticas da agricultura conservacionista. Práticas de consorciação podem ser feitas utilizando diversas espécies em faixas, ou de maneira a intercalar à cultura principal, com o objetivo de ampliar a diversidade de cultivos. Esse aumento da diversidade de culturas favorece o processo de reciclagem de nutrientes e de controle de erosão, pragas e doenças, melhorando a eficiência no uso dos recursos naturais (BALOTA, 2017).

Segundo Leite et al. (2014), em áreas extensas ainda é possível encontrar o aporte de material orgânico ao solo em quantidade, qualidade e frequência inferiores à demanda biológica

deste para manter sua fertilidade, a má preservação de carreadores e o desrespeito à preservação de ecossistemas sensíveis.

Sendo assim, de acordo com Balota (2017), adubação verde é o uso de plantas (leguminosas, gramíneas ou outras espécies) em rotação, sucessão ou consorciadas à cultura principal, podendo sua biomassa ser incorporada ao solo ou deixada na superfície. Podem ser empregadas uma ou várias espécies em conjunto, podendo ainda consorciar gramínea com leguminosas. Quando é feita a incorporação dos resíduos vegetais, ocorre rápida decomposição, ao passo que quando é deixada na superfície (mulch) acontece lenta decomposição, atuando como cobertura e proteção ao solo.

2.2 Produção de grãos no Brasil e a soja

Segundo Leite et al. (2014), p. 10.

[...] em 2009 as exportações de soja e de milho representaram 33% e 13%, respectivamente, do volume global mundial. [...] Nos últimos 10 anos, o País dobrou o faturamento com as vendas externas de produtos agropecuários e teve um crescimento superior a 100% no saldo comercial, [...] o Brasil dispõe de 388 milhões de hectares de terras agricultáveis, dos quais 90 milhões ainda não foram explorados.

A soja é um dos cultivos mais importantes do mundo; seu grão é rico em proteínas, em torno de 38%, e óleo 18 a 20%. O grão pode fornecer o óleo para alimentação humana, biodiesel, lubrificantes, sabões, etc. O farelo é utilizado na alimentação humana e principalmente para ração animal e também em outros produtos processados e semi-processados (SEDIYAMA, 2015).

A soja é uma das culturas mais antigas do mundo, com centro genético de origem na China. A cultura foi trazida para o Brasil provavelmente em 1882, mas somente a partir da década de 1960 passou a ser utilizada com maior intensidade na Região Sul e, a partir da década seguinte, nos Cerrados. A simbiose resulta de um processo de evolução de milhões de anos, entre a planta hospedeira e a bactéria, para permitir a sobrevivência em condições de baixos teores de N no solo (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2001).

Com o crescimento contínuo da população mundial, sendo que a maior parte desse crescimento ocorre em países pobres em desenvolvimento, uma agricultura orgânica é improvável ser factível (WHITE, 2009).

O Brasil é um dos países que lidera, mundialmente, a produção e a exportação de produtos agropecuários, sendo o primeiro produtor e exportador de café, açúcar, álcool e suco

de frutas; lidera o ranking das exportações de soja, carne bovina, carne de frango, além de tabaco, couro e calçados de couro (LEITE et al., 2014).

Nos últimos anos, apesar de retração econômica e alto risco climático, a produção de soja e milho no país tem se mantido consolidada. Entre diversos aspectos, as tecnologias envolvidas nos sistemas produtivos têm garantido o bom desempenho da produtividade. No entanto, a margem de lucro do agricultor torna-se mais estreita, segundo Lima et al. (2016) em uma discussão sobre o assunto, descreve sobre a produção agrícola no Brasil que,

Com a desvalorização da moeda brasileira, na ordem de 30% (no ano de 2015) em relação ao dólar, juntamente ao aumento de juros e diminuição dos investimentos no setor, a produção está tendo de se adaptar para pagar os custos maiores dos insumos importados, embora a alta da diferença entre o dólar e o real também aumente o valor das receitas recebidas via exportação.

As modernas tecnologias aplicadas à cadeia produtiva da soja têm proporcionado competitividade ao setor agroexportador do grão no âmbito nacional e internacional. Neste sentido, a tecnologia está vinculada especialmente aos processos e métodos que transformam os insumos em produtos. O valor da tecnologia está relacionado à sua correta aplicação, que pode gerar riquezas ou melhorar a qualidade de vida de determinada sociedade (ZAMBRA; SOUZA; PEREIRA, 2015).

As culturas de grãos, como a soja, no Brasil e no mundo é de extrema importância para a economia, contudo essa cultura é a mais prejudicada em relação aos nematoides, pois o mesmo consegue se transportar com facilidade, principalmente por implementos agrícolas e água em abundância.

Segundo informações da Sociedade Brasileira de Nematologia (SBN), as perdas por nematoides chegam a 10,6% da soja mundial. Em relação ao Brasil, os nematoides causam prejuízos de R\$ 35 bilhões ao ano para o agronegócio, apenas na produção de soja, as perdas são estimadas em R\$ 16,2 bilhões, de acordo com a entidade.

2.3 Composições do solo e sua biota

O solo forma-se na interface entre a atmosfera e os produtos de resistência do regolito. O arejamento químico e físico, a erosão e a deposição, combinados com as sucessivas atividades de plantas e animais colonizadores, moldam um corpo de solo diferente do meio dos minerais de rocha (WHITE, 2009; BRANDY; WEI, 2013). Doran e Parkin (1994), relatam que a relação entre o manejo e a qualidade do solo pode ser avaliada estudando os efeitos sobre suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Como componentes físicos e químicos podem ser

citados a granulometria, pH do solo, estrutura, aeração, umidade, teores de nutrientes, entre outros (BALOTA, 2017).

O solo é composto por sua maior parte de partículas físicas, areia, silte e argila, é um dos principais reservatórios nutricionais do planeta, nele é armazenado os constituintes essenciais ao metabolismo, e ajuda na multiplicação de células dos organismos vivos, como o carbono (C) e nitrogênio (N), além de outros macro e micronutrientes, como P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, Co, Na, Cr, Ni, Se, W e V. A matéria mineral derivada da rocha aerada consiste em partículas de diferentes tamanhos, uma variação de argila (as menores), silte, areia, cascalhos, pedras e, em alguns casos, pedregulhos (WHITE, 2009).

O solo também apresenta componentes gasosos, como oxigênio (O₂), dióxido de carbono (CO₂), nitrogênio (N₂) e outros que também estão na atmosfera livre e no solo. Na maioria, esses elementos fazem parte da MO do solo e são importantes para a decomposição, principalmente por microrganismos heterotróficos aeróbicos. Esses nutrientes estão em constante renovação do solo promovendo a manutenção da vida. Os gases no solo podem estar no estado livre nos poros ou dissolvidos na fase gasosa. A aeração do solo é determinante para a atividade biológica, a dinâmica dos nutrientes, para as reações químico-biológicas e para o crescimento das plantas (BALOTA, 2017).

Com relação à biota do solo, existem bilhões de organismos por grama de solo. Estima-se que em um grama de solo haja um número de microrganismos equivalente à população humana na face da Terra, que pertenceriam a mais de cinco mil diferentes espécies (BALOTA, 2017).

Entretanto, Dance (2008), citando estudos recentes de metagenômica, sugere a estimativa da ocorrência de 10 mil a 50 mil espécies por grama de solo [...] a biota do solo tem efeito direto em vários processos que ocorrem no ecossistema, particularmente naqueles relacionados à ciclagem de nutrientes e a estrutura do solo. A fauna do mesmo é representada pela comunidade de invertebrados que vivem de maneira permanente ou que passam um ou mais ciclos de vida no solo, pertencem a vários grupos taxonômicos (protozoários, nematoides, rotíferos, ácaros, colembolos, aranhas, moluscos, minhocas e vários insetos como cupins, formigas, e outros) e possuem estratégias de alimentação bastante variada (HENDRIX, 1990; LAVELLE, 2001; CORREIA; OLIVEIRA, 2005). Estes organismos interagem de maneira dinâmica, influenciando as propriedades do solo com reflexões sobre a produtividade das plantas cultivadas e a sustentabilidade dos agrossistemas. Isto ocorre porque tais processos estão relacionados diretamente à fertilidade do solo, num conceito mais amplo, em que “solo

fértil” é aquele que apresenta condições propícias, do ponto de vista físico, químico e biológico, ao desenvolvimento das plantas (BALOTA, 2017).

A microbiota do solo é de grande importância para a nutrição das plantas, pois opera nos processos de decomposição da MO, e, na conseqüente, mineralização e imobilização de elementos, tais como o nitrogênio (N), fósforo (P), enxofre (S), entre outros (BALOTA, 2017). Esses microrganismos têm um papel muito importante para a nutrição nitrogenada das plantas, pois além da decomposição da MOS, exercem a função de fixação biológica do N. O N pode provir do solo – incluindo matéria orgânica e uma pequena fração resultante da decomposição de rochas -, dos fertilizantes nitrogenados e da fixação biológica de nitrogênio (FBN) (SEDIYAMA, 2009).

Para Balota (2017), alguns grupos de microrganismos possuem a capacidade de converter o N₂ molecular em forma amoniacal, como, por exemplo, o *Rhizobium* que forma simbiose com as leguminosas.

As plantas forrageiras são excelente opção de uso [...], uma vez que fornecem elevado acúmulo de matéria orgânica, melhora a má estruturação física e química do solo, ainda favorecendo a conservação de umidade e aumentando a sua biodiversidade, em detrimento a bi especificidade (KRUTZMANN et al., 2012). A cobertura do solo fornecida pelos resíduos culturais é uma importante fonte de nutrientes aos sistemas agrícolas, uma vez que as plantas os absorvem das camadas subsuperficiais do solo sendo posteriormente liberados na camada superficial pela sua decomposição. Esta ciclagem de nutrientes é de fundamental importância para a sustentabilidade dos ambientes agrícolas (BODDEY, 2004; CARVALHO et al., 2010) citados por Krutzmann (2012).

Segundo Finoto et al (2005) citado por Sedyama (2009), o valor econômico relativamente baixo da soja torna inviável o uso de fertilizantes nitrogenados para complementar o N fornecido pelo solo, sendo que o sucesso da cultura está estreitamente relacionado à eficiência da associação com as bactérias fixadoras de N. Na ausência dessa simbiose, a soja chegaria a ser uma cultura inviável diante dos custos elevados que o agricultor teria com fertilizantes. No entanto, as gramíneas com maior relação C/N (carbono/nitrogênio) possuem taxa de decomposição mais lenta (BALOTA, 2017).

2.4 A problemática dos nematoides fitopatogênicos

Meloidogyne incognita é uma das espécies mais disseminadas desse gênero pelo mundo. É considerada cosmopolita e bem adaptada às condições climáticas brasileira, aumentando assim a facilidade de disseminação, devido a isso, é uma espécie economicamente importante para diversas culturas (FREITAS et al., 2001).

A qualidade do solo determina, de forma significativa, a natureza dos ecossistemas das plantas e a capacidade da terra em sustentar a vida animal e a dos seres humanos (BRADY E WEIL, 2013). Além disso, os solos desempenham papéis fundamentais, criando ambientes, onde as raízes podem crescer fornecendo-lhes nutrientes essenciais para a planta como um todo. E deve ser destacado que um dos principais efeitos benéficos das plantas de coberturas é a grande quantidade de raízes que é produzida e reciclada anualmente (BALOTA, 2017).

Os nematoides constituem o grupo de organismos pluricelulares mais abundantes no planeta. Geralmente, são classificados segundo seu hábito nutricional. Dentre os grandes grupos de nematoides estão os fitonematoides, ou nematoides parasitas de plantas, que causam perdas econômicas significativas em uma grande variedade de culturas. Nematoides de galhas formam importante grupo de patógenos da cultura da soja e o manejo integrado é uma das principais medidas de controle que visam à redução de perdas econômicas.

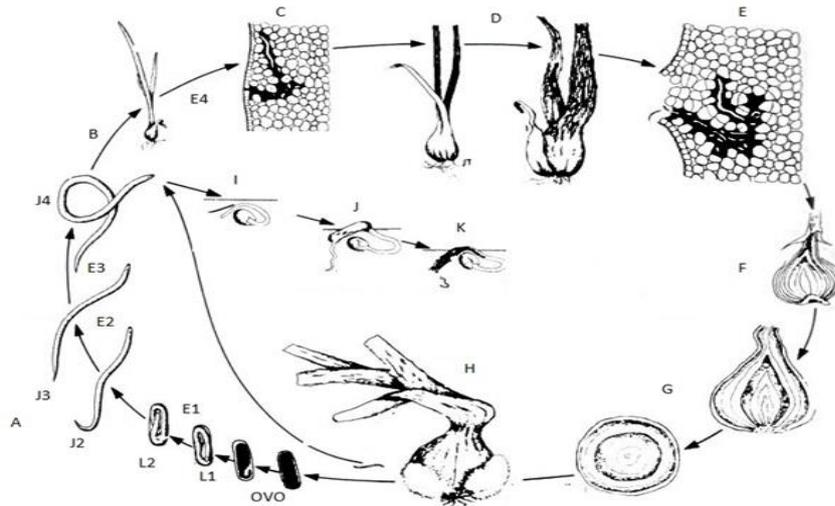
Segundo Balota (2017), as espécies de plantas de cobertura afetam a comunidade microbiana do solo de maneira diversa, não só devido à quantidade de fitomassa e os teores de nutrientes, mas também devido aos compostos orgânicos que são liberados pelos resíduos da parte aérea e pelo sistema radicular. Neste mesmo solo estão presentes microrganismos “benéficos” e “maléficos”. Vários estudos mostram que o tipo de manejo do solo afeta os diferentes microrganismos benéficos ou grupos funcionais do solo. Estes grupos funcionais são definidos como grupo de populações de microrganismos que participam de um mesmo processo de transformação de um nutriente no solo, podendo participar de um ou mais ciclos biogeoquímicos (ANDRADE; NOGUEIRA, 2005).

Campos (2000) cita que em 97% dos hospedeiros parasitados por *Meloidogyne spp.* encontram-se as espécies *M. incognita* e *M. javanica*, parasitando plantas daninhas, espécies florestais, frutíferas, culturas anuais e perenes e hortaliças em geral. Os nematoides do gênero *Meloidogyne incognita* da família Heteroderidae, conhecidos como nematoides de galhas, possuem ampla distribuição geográfica e representam um dos principais problemas para a cultura da soja. Os sintomas causados pelos mesmos são nanismo, clorose, deficiência

nutricional e baixa produtividade em consequência. O método de controle é mais eficiente a utilização de cultivares resistentes, mas atualmente existe um número reduzido dessas cultivares em longo prazo. Quase todas são descendentes de uma única fonte de resistência, a cultivar norte americana 'Bragg'. Como os níveis de resistência dessas cultivares não são altos, em condições de elevadas populações do nematóide no solo, a utilização da cultivar resistente deverá ser precedida de rotação com uma cultura não ou má hospedeira (DIAS et al., 2010). Atualmente tem crescido o mercado para utilização de químicos como tratamentos com nematicidas, porém são caros e o período residual do produto é de aproximadamente 20 dias somente, normalmente em áreas tratadas a população se torna ainda mais elevada e se medir custo/benefício a utilização de AC e outras técnicas, acabam saindo mais barato e eficiente para o produtor devido aos benefícios agregados que elas trazem.

Segundo Dias et al. (2010) o nematoide de cisto da soja penetra nas raízes da planta de soja e dificulta a absorção de água e nutrientes, resultando em porte reduzido das plantas e clorose na parte aérea, daí a doença ser conhecida como nanismo amarelo da soja. Os sintomas aparecem em reboleiras, geralmente, próximo de estradas ou carregadores. Em muitos casos, as plantas de soja acabam morrendo. Por outro lado, em regiões com solos mais férteis e boa distribuição de chuva, os sintomas na parte aérea podem não se manifestar. Assim, o diagnóstico definitivo exige sempre a observação do sistema radicular. Na planta parasitada, o sistema radicular fica reduzido e apresenta, a partir dos 30-40 dias após a semeadura da soja, minúsculas fêmeas do nematóide, com formato de limão ligeiramente alongado e coloração branca. Com o passar do tempo, a coloração vai mudando para amarelo, marrom claro e, finalmente, a fêmea morre e seu corpo se transforma em uma estrutura dura de coloração marrom escura, denominada cisto, que se desprende da raiz e vai para o solo. Cada cisto contém, em média, cerca de 200 ovos. Por ser muito leve e apresentar alta resistência à deterioração e à dessecação, o cisto constitui-se numa unidade muito eficiente de disseminação e sobrevivência. Cada ovo tem no seu interior um juvenil de segundo estágio, que é a forma infectante do nematóide e para a qual devem estar voltadas todas as medidas de controle. A disseminação do nematoide de cisto da soja se dá, principalmente, pelo transporte de solo infestado. Isso pode ocorrer por meio dos equipamentos agrícolas, das sementes mal beneficiadas que contenham partículas de solo, pelo vento, pela água e até por pássaros que, ao coletar alimentos do solo, podem ingerir junto os cistos.

Figura 1 – Desenho esquemático sobre ciclo de vida do nematoide formador de galhas *Meloidogyne* sp.



Fonte: adaptado de Tihohod (2000).

Os mesmos são endoparasitos sedentários obrigatórios com um ciclo que pode variar de 21 a 30 dias, dependendo da temperatura, sendo mais curto o ciclo na faixa de 25°C a 27°C (Figura 1). As massas contêm cerca de 300 a 400 ovos, e possuem preferência por solos arenosos a médio-arenoso.

Os embriões se desenvolvem em uma matriz proteica extrusada pela fêmea adulta e eclodem como larvas de segundo estágio (J₂) que se movem pelo solo e invadem a raiz da planta. Dentro da raiz, o verme estabelece um local de alimentação e passa por três mudas adicionais para se tornar um adulto. *M. incognita* é uma espécie mitogênica partenogênica. Os machos desenvolvem, mas não desempenham nenhum papel na reprodução. As fêmeas passam por transformações ficando em forma de pêra e são incapazes de se mover uma vez se comprometendo com um local de alimentação de raiz (MCCARTER et al., 2003; FERRAZ; MONTEIRO, 2011).

Formação de galhas, redução no volume do sistema radicular, descolamento cortical, raízes digitadas, rachaduras em tubérculos, formação de reboleiras, desencadeamento de deficiências de minerais, murchamento das plantas, desfolhamento e redução da produtividade são sintomas diretos e indiretos provocados pelo ataque de *M. incognita*.

De maneira geral, a interferência de nematoides no desenvolvimento de plantas hospedeiras relaciona-se à: a) espoliação de nutrientes durante sua alimentação; b) alteração na absorção e translocação de água e nutrientes; c) modificação ou destruição de tecidos das raízes; ou d) diminuição do crescimento das raízes (HUSSEY; WILLIAMSON, 1998).

Segundo Ferraz e Freitas (2016), os métodos mais usados para controlar fitonematoides têm sido o uso de nematicidas, variedades resistentes e rotação de culturas.

Mergulhar raízes de mudas de plantas em extratos de plantas antagonistas é um método relativamente novo de induzir resistência a nematoides em plantas geneticamente suscetíveis a eles ou, de algum modo, protegê-las destes importantes patógenos. Um bom controle de *M. incognita*, por exemplo, em tomate e pimentão, foi conseguido ao se mergulhar as raízes destas plantas em extratos de *Azadirachta indica*, *Ricinnus communis*, *Eruca sativa*, *Brassica juncea*, *Melia azedarach* ou *Calotropis procera*. Produtos industriais à base de nim, tais como Nimin, foram também testados com bons resultados (FERRAZ; FREITAS, 2016).

Segundo Inomoto et al. (2009), por outro lado, tornaria tecnicamente mais fácil a inclusão de alguns adubos verdes valiosos no controle de *M. incognita* e de *P. brachyurus*, nematoides cujo manejo no SPD é particularmente difícil.

2.5 Matéria orgânica e ação microbiana

A MO do solo nada mais é que a mistura de componentes biológicos, microrganismos e materiais vegetais não decompostos, além de alguns preparados produzidos pelo homem, como o MOAashi, conhecido como xenobióticos. Os efeitos da MO ocorrem pelos seguintes fatores: clima, composição do material vegetal, características inerentes do solo, sistema de manejo adotado e preparados biológicos feitos pelo homem.

A matéria orgânica ativada (MOA) com microrganismos, denominada de MOAashi, é de origem japonesa e foi relatada por Higa e Parr (1994) na década de 90. Atualmente, vem sendo investigada para promover a ‘restauração’ e ‘ativação’ do solo. Essa matéria proporciona macro e micronutrientes de forma orgânica, não tem cheiro e libera os nutrientes no mesmo instante após a sua aplicação. Segundo Francioli et al. (2016) compostos desta natureza favorece aumento de macro e micronutrientes no solo, e tem a capacidade de troca catiônica, além de corrigir a acidez ao longo do tempo, melhorando seu pH. Desta forma, as plantas conseguem absorver os nutrientes e desenvolvem-se melhor.

Segundo Cardoso (2015), a MO é considerada melhor que outros adubos orgânicos, como esterco de animais, adubos verdes, húmus de minhocas, por conter, de forma equilibrada e controlada, todos os nutrientes necessários para as plantas, o que muitas vezes não ocorre com a utilização dos outros adubos orgânicos. Assim, a maior presença de microrganismos, resultando na MOA, relaciona-se à atuação biológica, por introduzir microrganismos benéficos ao solo, melhorando as condições de vida para minhocas, gongolos e outros seres que vivem na terra. Com isso, criam-se condições favoráveis à multiplicação e atuação da microbiota

benéfica existente no solo, como fungos, bactérias, micorrizas e fixadores de nitrogênio, que fazem parte do processo da nutrição vegetal equilibrada e da construção de plantas e solo saudáveis. Os microrganismos eficazes produzem substâncias orgânicas úteis às plantas, como hormônios e vitaminas, que conseguem melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Na agricultura, principalmente agricultura ecológica, o uso da MOA tem se tornado cada vez mais frequente, principalmente por agricultores familiares, os quais melhoram o solo para ser cultivado e diminuem o uso de fertilizantes químicos e agrotóxicos (HOMMA et al., (2017). Trata-se de um produto agrícola de baixo custo, não agressivo ao meio ambiente, obtido a partir de uma mistura vegetal e/ou animal (farinha de osso, farelo de trigo, farelo de soja, torta de mamona, calcário, pó de rocha, torta de amendoim, dentre outros). O composto orgânico é oriundo a partir de um produto fermentado com microrganismos eficazes nativos que estimulam o processo de fermentação e multiplicação da vida do solo, como fungos, bactérias, actinomicetos, micorrizas e fixadores de nitrogênio. De origem japonesa, o MOA, também conhecido como MOAashi ou EM, contém alto conteúdo orgânico e nutrientes, que pode melhorar as condições biológicas do solo e a disponibilidade de nutrientes para as plantas (HIGA; PARR (1994). Embora as substâncias húmicas constituam a fração da MO mais abundante nos solos, os resultados de pesquisas suportam a ideia de que frações mais lábeis com um tempo de ciclagem mais curto, tal como a MO leve e/ou particulada, podem ser indicadores mais sensíveis às diferenças práticas de manejo (NOVAIS, et al.,2007).

Outro importante campo de pesquisa explorado nas últimas décadas é a associação de plantas antagonistas e fungos nematófagos para controlar nematoides. Matéria orgânica de *Tagetes minuta*, *Ricinus communis* e *Datura stramonium* estimularam o parasitismo de ovos de *M. incognita* e *M. javanica* por *Paecilomyces lilacinus* (FERRAZ; FREITAS, 2016).

2.6 Plantas de cobertura: gramíneas

Algumas espécies de gramíneas (família Poaceae) têm mostrado efeito antagonista sobre fitonematoides. Em certas circunstâncias estas plantas podem ser muito adequadas. Elas encaixam bem em esquemas de rotação com plantas anuais e, para perenes, elas podem ser usadas como cultura de cobertura. Em ambos os casos, quando possível, podem ser usadas como pastagem. Já foi também provado que os exsudatos radiculares de algumas gramíneas

podem afetar fungos fitopatogênicos do solo, como *Fusarium*, *Verticillium* e outros (FERRAZ; FREITAS, 2016).

Com a ação da MO o solo fica mais rico e pronto para receber as plantas de vários tipos. As PC no caso, as gramíneas, são estudadas há anos para o auxílio no combate aos nematoides, um dos principais órgãos responsáveis por essas pesquisas é a Embrapa, que por sua vez busca variedades com alto potencial de sistema radicular e com resistência a problemas oriundos de clima.

Como o nome já diz, as PC têm a finalidade de cobrir o solo, protegendo-o contra processos degradantes como a erosão e a lixiviação de nutrientes, porém não se limitando a isso, já que muitas são usadas para pastoreio, produção de grãos e sementes, silagem, feno e como fornecedoras de palha para o sistema de plantio direto. As leguminosas e gramíneas, especialmente, podem fazer parte de uma prática conhecida como adubação verde, em que a planta ou adubo verde é cultivado, ou não, com a finalidade expressa de enriquecer o solo com sua massa vegetal, quer produzida no local ou importada (KIEHL, 1979).

Segundo Ferraz e Freitas (2016), o uso de plantas antagonistas em esquemas de rotação ou plantio consorciado tem se mostrado uma alternativa bastante atrativa. Algumas delas são capazes de fixar nitrogênio da atmosfera e todas fornecem expressivos volumes de matéria orgânica, aumentando a atividade de fungos antagonistas e melhorando as características gerais do solo.

Quando se trata de cobertura vegetal, há duas famílias principais, as leguminosas que tem menor relação C/N, pois tem capacidade de fixação biológica de nitrogênio, e por isso se decompõe mais rápido; e as gramíneas que se destacam pela alta produtividade mesmo em condições ruins.

Torres et al (2005), por exemplo, verificaram que as gramíneas obtiveram maior produção total de matéria seca (MS) do que as leguminosas tanto em condições de seca quanto de alta pluviosidade.

Os pesquisadores têm procurado por novas ideias no manejo de fitonematoides, tais como a descoberta de antagonistas eficientes, o desenvolvimento de técnicas para melhor utilização de plantas antagonistas e a descoberta de outras propriedades destas plantas para que elas se tornem comerciais, o que estimularia o seu cultivo pelos agricultores (FERRAZ; FREITAS, 2016).

2.6.1 Urocloa

As gramíneas apresentam crescimento vegetativo vigoroso (especialmente *Urochloa*) tanto da parte aérea quanto do sistema radicular, o que facilita o crescimento de raízes da cultura subsequente, pela formação de canais no solo que ajudam a aliviar a compactação (WANG et al., 1986).

O plantio da cultura pode ser feito em linhas, com espaçamento de 20 cm usando-se cerca de 15 a 20 kg/ha, ou cerca de 18 a 24 kg/ha para semeadura. A urocloa ocupa grande parte das áreas de pastagem do Cerrado, cerca de 50 milhões de hectares (SANO et al, 1999).

Destacam-se por sua rusticidade, baixa exigência nutricional e tolerância à seca, com origem principalmente tropical e subtropical africana. Em comparação com outras forrageiras, apresentam excepcional produtividade de matéria seca. Ferreira (2001), apesar de as gramíneas serem tratadas como de lenta decomposição, Torres et al. (2005) verificaram que a urocloa, comparada a outras gramíneas e leguminosas de cobertura, foi a cultura que apresentou a maior taxa de decomposição após milho, e também a que mais liberou N no processo, provavelmente devido ao alto teor de MS produzida.

Como consequência do crescimento da planta de cobertura no local e da presença de seus restos culturais após seu manejo, características de fertilidade, estrutura e inóculo inicial de pragas são melhoradas. Igue (1984) destaca, com o uso de adubos verdes, aumento do teor de MO, da capacidade de troca de cátions e da disponibilidade de macro e micronutrientes; formação e estabilização de agregados; diminuição diuturna da amplitude de variação térmica; aumento da infiltração de água e aeração; controle dos nematoides e, no caso das leguminosas, incorporação ao solo com aumento de N.

2.6.2 Milheto

Algumas variedades mostram diferenças em pesquisas como: o milheto (*Pennisetum glaucum*, *P. americanum*) é uma planta anual, de crescimento cespitoso e ereto, muito utilizado como planta de cobertura na região dos Cerrados. Apresenta ciclo de aproximadamente 130 dias, com origem nas savanas africanas (SALTON, 1998).

Possui resistência a seca e rápido crescimento, características que o fazem muito apreciáveis em sistemas de plantio direto. A semente necessita de temperatura no solo de pelo menos 20 °C para germinação, e pode ser semeada ao fim da safra de verão, aproveitando-se as últimas chuvas para o estabelecimento da planta (SALTON; KICHEL,1997).

Milheto (*Pennisetum glaucum*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus var. oleiferus*) e aveia preta (*Avena strigosa*), utilizadas para formar palhada em cerca de 8 milhões de hectares anualmente cultivados sob SPD, podem hospedar certas espécies de fitonematoides, evitando a drástica redução populacional que ocorre em locais de plantio convencional (INOMOTO; ASMUS, 2009).

Segundo Inomoto et al. (2009) a cultura do milho é classificada como boa hospedeira e aumenta a população do nematoide, quando se trata de *Meloidogyne incognita*.

2.7 Nematicidas

Segundo Ferraz e Freitas (2016), na busca de alternativas para o controle químico de fitonematoides o valor nematicida potencial de muitas plantas, produtos secundários e resíduos têm sido estudados. Contudo, a maior parte destas pesquisas vem sendo feita sobre o efeito nematostático ou nematicida do extrato bruto de plantas sobre certas espécies de nematoides, principalmente, *M. incognita*. Esses nematicidas naturais têm sido procurados pelos pesquisadores para substituir os atuais produtos, que são muito tóxicos e prejudiciais ao ambiente. Sitaramaiah e Pathak (1981) reportaram que a produção de tomates aumentou e o número de galhas de *M. incognita* e *M. javanica* diminuiu depois que as plantas foram pulverizadas com catecol.

Alguns dos produtos derivados de nim, desenvolvidos para o controle de insetos (*Jawan, Neemguard, Neemark, Margoside, Nimbecidine* e outros) têm sido testados em condições de laboratório e de campo para controlar nematoides. Embora o grau de eficiência não tenha sido muito alto, eles podem ser úteis em um esquema de manejo integrado de pragas e doenças (FERRAZ; FREITAS, 2016).

2.8 Controle Biológico

2.8.1 Nematoides e manejo integrado

A qualidade do solo (QS) determina, de forma significativa, a natureza dos ecossistemas das plantas e a capacidade da terra em sustentar a vida animal e a dos seres humanos (BRADY; et al. 2013). Segundo Moreira e Siqueira (2006), há em média 15.900 nematoides descritos nas principais categorias taxonômicas de plantas e de organismos de solo.

Esses nematoides causam grandes problemas na produção dos alimentos, eles absorvem os nutrientes que eram para as plantas receberem, diminuindo assim o alimento que a mesma precisa para sobreviver e produzir. Desde 1987 relata-se o uso do controle biológico como uma das técnicas para minimizar os danos causados por nematoides, desde então, foi explorado as tradicionais formas de controle. Atualmente, segundo Silva, Medeiros e Campos (2018), é preciso explorar a supressividade dos solos para o controle desses organismos. Estes autores incluem em suas descrições, o uso de microrganismos, resíduos orgânicos de plantas e suas integrações para o controle de nematoses.

Para desenvolver técnicas e manejos eficientes para AC que sejam eficazes para controle de doenças é importante explorar o máximo das propriedades das PCs e demonstrar ao agricultor que o investimento nestas técnicas pode aumentar a eficiência do sistema agrícola.

Há anos os produtores rurais vêm sofrendo com a proliferação de nematoides em suas terras, os mesmos atingem vários tipos de cultura como soja, cana-de-açúcar, batata, hortaliças em geral e muitas outras. Pesquisas com o uso de produtos químicos e alternativos têm apresentado pouca melhora da população dos nematoides. Desta forma, há importante lacuna para suprir a proliferação de nematoides no solo, visando aumento na produção e auxílio aos produtores de soja que se encontram nessa mesma situação. Para tanto foi feito um estudo sobre a viabilidade de utilização de PC e incorporação de MO em vasos para simular a realidade da produção.

Pela complexidade de um ambiente agrícola, as ações e abordagens individuais ou isoladas para controle de um agente patogênico não satisfazem as necessidades para alcançar a sustentabilidade e garantir altos patamares produtivos. As mudanças e adaptações das técnicas e dos manejos agrícolas podem alterar todos os níveis de qualidade do solo (QS), entendendo que a incidência de doenças está relacionada à ambientes frágeis e susceptíveis, sendo que ambientes agrícolas com melhor sanidade às plantas, também, relaciona-se à melhor QS. (BETIOL; GHINI, 2005; PONTES; AMARAL; IGARASHI, 2018).

Segundo Brandy e Weil (2013), até pouco tempo, os principais métodos de controle de nematoides parasitas de plantas eram com base em longas rotações com culturas hospedeiras, na utilização de variedades de plantas geneticamente resistentes e também na fumigação do solo com produtos químicos altamente tóxicos.

Os fitonematoides têm um grande leque de inimigos naturais (fungos, ácaros, bactérias, nematoides predadores, dentre outros). Entre esses, os fungos têm se destacado como agentes potenciais para o controle biológico (DIJKSTERHUIS et al., 1994).

Segundo Soares (2006), cerca de 75% dos antagonistas já identificados são fungos encontrados normalmente nos solos e inofensivos às culturas. A utilização de produtos à base de microrganismos vem aumentando cada dia mais. Porém, ainda é uma alternativa pouco estudada e pouco aplicada em nível de campo. O controle biológico dos nematoides apresenta inúmeras vantagens em relação ao controle químico, dentre as quais se destacam:

- 1) não causa efeito danoso ao ambiente;
- 2) não deixa resíduos nos produtos colhidos;
- 3) não favorece o surgimento de formas resistentes dos 20 nematoides;
- 4) não causa desequilíbrio na biota do solo, com conseqüente ressurgimento do problema com maior severidade;
- 5) potencialmente, pode transformar um solo conducente em supressivo;
- 6) é de fácil aplicação. Microrganismos da rizosfera, conhecidos como rizobactérias, têm proporcionado defesa contra o ataque de patógenos de solo em plantas (WELLER, 1988).

O Nemat é um nematicida microbiológico formulado a partir do fungo *Paecilomyces lilacinus* (Pae 10), registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, para o controle do nematoide-das-galhas (*M. incognita*). O *Paecilomyces* é um fungo que pode ser encontrado naturalmente em diversos tipos de solo. Ele se caracteriza por afetar diretamente a capacidade reprodutiva dos nematoides, seja parasitando os ovos, onde ele penetra e destrói o embrião, ou atacando as fêmeas sedentárias, que são colonizadas e mortas.

Segundo Cadioli et al. (2007), o *P. lilacinus* é um fungo de solo, parasita facultativo de ovos de nematoides, que pode crescer rapidamente in vitro, e tem se mostrado muito eficiente na supressão de nematoides. *P. lilacinus* é um anamorfo de ascomiceto da ordem Eurotiales, encontrado em diferentes regiões do mundo e tem sido observado com maior frequência em regiões quentes. Sua presença tem sido detectada em diferentes tipos de hospedeiros e solos, cultivados ou não (FARIA; TIGANO, 1996; SOSA-GOMEZ, 2002).

Dentre os microrganismos antagonistas mais estudados destacam-se as bactérias do gênero *Bacillus*, as quais são efetivas na prevenção e controle de doenças causadas por várias espécies de patógenos (Ferreira et al., 1991). Pertencentes à família *Bacillaceae* são bactérias gram positivas, com formato de bastonete, aeróbias, formadoras de endósporos, muito resistentes no meio ambiente.

Espécies de *Bacillus*, incluindo *B. thuringiensis*, *B. subtilis* e *B. cereus* têm se destacado como importantes agentes de biocontrole de patógenos habitantes do solo (EMMERT; HANDELSMAN, 1999). Sharma e Gomes (1996) relataram que *B. subtilis*

produziram endotoxinas que interferiram no ciclo reprodutivo dos nematoides, principalmente na oviposição e eclosão dos juvenis. Muitas espécies de *Bacillus* secretam enzimas, antibióticos, peptídicos e outras moléculas menores, como os compostos voláteis (PÉREZ-GARCÍA et al., 2011).

De acordo com Silva (2015) essas espécies de *Bacillus* são conhecidas por promoverem o crescimento de plantas, chamadas de PGPR [Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (Rizobactérias Promotoras do Crescimento de Plantas)]. Essas rizobactérias são importantes, pois, além de promoverem o crescimento das plantas, auxiliam no controle de patógenos e não são fitotóxicas (SIKORA, 1988). O crescimento das plantas promovido pelas espécies de *Bacillus* é consequência do aumento da fixação de nitrogênio, solubilização de nutrientes, síntese de fitormônios e melhoria das condições do solo. Alguns isolados de *Bacillus* têm a capacidade de conduzir a regulação hormonal de plantas, controlando assim o crescimento radicular pela síntese de auxina, giberelina e citocinina (TSAVKELOVA et al., 2006).

Segundo Insunza et al. (2000) relataram que espécies de *Bacillus* foram associadas ao controle biológico de nematoides e promoveram o crescimento das plantas em casa de vegetação, observando uma redução de 50-100% da densidade populacional do mesmo. Fungos nematófagos também vêm sendo muito estudados para sua utilização no manejo dos nematoides, espécies do gênero *Trichoderma* ocorrem em todo o mundo e são facilmente isoladas do solo, madeira em decomposição e outras formas de matéria orgânica. Possuem taxa de crescimento rápido e produzem numerosos conídios de coloração verde (SILVA, 2015).

Fungos desse gênero são caracterizados por parasitarem ovos e juvenis através da produção de enzimas, promoverem antibiose, competição, promoção de crescimento e também são capazes de induzir os mecanismos de defesas das plantas (HOWELL, 2003). Enzimas extracelulares, como quitinase e protease, com atividade antifúngica, participam da relação de interação de *Meloidogyne spp.* e *Trichoderma sp.* (SHARON et al., 2001). Além de parasitar ovos de nematoides as espécies de *Trichoderma* são capazes de melhorar o desenvolvimento das plantas. Segundo Freitas et al. (2012) há aumentos de 51,49% e 70,79% nos valores de parte aérea fresca de plantas tratadas com isolados de *Trichoderma* quando comparadas com a testemunha. De acordo com os autores, esse aumento em massa/comprimento da planta deve estar associado ao fato desse fungo favorecer a tolerância da mesma ao estresse ambiental, proporcionar a solubilização e o sequestro de nutrientes inorgânicos e inativação de enzimas do patógeno que alteram o seu desenvolvimento normal.

AL-Shammari et al. (2013) trabalhando com *T. longibrachiatum* observaram 22 uma redução de 8,9% na taxa de eclosão dos ovos de *Meloidogyne*, mortalidade de 64,5% dos juvenis de segundo estágio após 72 horas de exposição dos nematoides ao filtrado do fungo. Em condições de casa de vegetação, esses autores relataram redução na severidade do ataque de *Meloidogyne*, número de galhas, número de massas de ovos e número de ovos/massa de ovos, assim como, aumento no desenvolvimento das plantas de tomate tratadas com *T. longibrachiatum* quando comparadas com a testemunha.

Assim como *Trichoderma* a espécie *Purpureocillium lilacinus*, anteriormente conhecida como *Paecilomyces lilacinus*, é um fungo de solo, saprófita capaz de utilizar grande faixa de substrato e é adaptado a uma ampla faixa de pH. É um fungo parasita de ovos e cistos, com pouca especificidade de hospedeiros (GOETTEL et al., 2001). Esse fungo se estabelece e cresce rapidamente, tornando-se em pouco tempo a espécie dominante (SILVA, 2015). O processo de infecção de ovos é iniciado pelo crescimento da hifa do fungo sobre a massa gelatinosa de ovos. Uma hifa individual penetra a parede do ovo, auxiliada por atividades mecânicas e/ou enzimáticas e rapidamente os ovos são completamente colonizados pelo fungo (JATALA, 1986).

Pochonia chlamydosporia, conhecida anteriormente como *Verticillium chlamydosporium*, é outro fungo que também vem se destacando no controle biológico de nematoides (SILVA, 2015). É um fungo parasita facultativo de ovos e fêmeas de nematoides formadores de galhas e cistos, amplamente distribuído pelo mundo (KERRY et al., 1982). É capaz de sobreviver na ausência do hospedeiro, pois produz clamidósporos, tornando-o mais resistente a condições adversas do ambiente, apresenta boa capacidade saprofítica e é facilmente cultivado *in vitro* (FREIRE & BRIDGE, 1985). A fase de ovo do ciclo de *Meloidogyne* é a fase mais vulnerável ao ataque de patógenos, por estarem geralmente localizados sob a superfície das raízes, agrupados em uma matriz gelatinosa esses ovos ficam expostos ao parasitismo de antagonistas como *Pochonia chlamydosporia* que podem se estabelecer nas proximidades das raízes e 23 eliminar grandes quantidades de ovos (STIRLING, 1991).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, da estação experimental da GDM Genética do Brasil S/A, localizada em Cambé-PR.

Adotou-se o modelo estatístico de Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) em esquema fatorial (3 x 2 x 2), sendo o primeiro fator soja e duas plantas de cobertura (urochloa e milheto), segundo fator com e sem matéria orgânica ativada (MAO), o terceiro fator com e sem controle biológico (CB) somando aos fatores um tratamento “branco” (onde é semeado a planta sem tratamentos), com quatro repetições, totalizando 72 parcelas.

Tabela 1 – Quadro apresentando o resumo das etapas do experimento como um todo e os principais pontos de aplicação dos tratamentos (ou fatores).

ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
<ul style="list-style-type: none"> • Preparo do inóculo de <i>M. incognita</i> e sua multiplicação com planta de soja suscetível • Preparo do solo • Aplicação da matéria orgânica ativada (MOA) que inoculada com microrganismos • Solo com o potencial de inóculo de <i>M. incognita</i> de no mínimo 10 mil ovos ou J2 e com MOA • Semeadura da soja • Tempo de condução: 30 dias após a semeadura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Solo utilizado na etapa 1, que foi mantido com matéria orgânica sem misturar s tratamentos. • Tratamento das sementes com controle biológico (CB) com fungo <i>Paecylomeces</i> • Semeadura das plantas de cobertura e soja • Tempo de condução 60 dias após a semeadura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Solo utilizado na etapa 2, que foi mantido sem misturar os tratamentos MOA, CB e controle. • Semeadura de soja • Tempo de condução 60 dias após a semeadura.

Fonte: próprio autor.

Cabe explicar que o modelo estatístico mencionado foi considerado para as análises estatísticas das informações coletadas ao final da etapa 2 e 3.

3.1 Multiplicação do inóculo e ativação da matéria orgânica (etapa 1)

Esta etapa caracterizou-se pela multiplicação do nematoides e ativação da MO, para que o solo ficasse padronizado e o princípio da ativação biológica para uso de MOA (MOAashi) tivesse tempo para reagir e multiplicar os microrganismos. Assim, simular uma área infestada com *M. incognita* e soja cultivada em solo padronizado para maior controle experimental.

A matéria orgânica (MO), também conhecida como MOAashi, foi formulada contendo os substratos e proporção de 57% de farelo de arroz, 35,71% de torta de mamona e 7,14% de farinha de carne e/ou osso e 210 mL de melão de cana-de-açúcar. Para a ativação da MO foi utilizado 210 mL do produto Embriotic®, que contém os grupos microbianos: bactérias, leveduras, actinomicetos e fungos.

O mesmo foi aplicado de forma manual, incorporado ao solo, em 24 vasos conforme a parcela escolhida, na dosagem de 30 g m⁻² a 5 centímetros da superfície do solo e misturado com enxada (ANEXO 2).

3.1.1 Bioensaio

Foi utilizada a cultivar Brasmax Desafio^{RR} 8473 RSF (escolhida por ser susceptível ao nematoide) que foram semeadas em bandejas plásticas contendo areia e transplantadas para vasos com capacidade para 1 litro, contendo uma mistura de solo: areia (1:3) previamente esterilizado em autoclave a 120° graus por 30 minutos, até oito dias após a semeadura (DAS).

As plântulas foram transplantadas manualmente e a inoculação foi realizada no momento do transplante das plântulas, procedendo de forma manual orifícios de aproximadamente 2 cm de profundidade, e com auxílio de uma pipeta automática, foi inoculado a suspensão de 5 mL próximos ao colo das plantas. Assim, foram inoculados 10 mil ovos em fase J2 por vaso de *M. incognita* obtidos da coleção da empresa.

O inóculo utilizado no trabalho foi composto de populações puras, de *M. incognita*, multiplicada em soja cv. BRS/MT Pintado e Tomate cv. Santa Cruz, em condições de casa de vegetação. Os ovos foram extraídos de acordo com o procedimento de Bonetti e Ferraz (1981). A quantificação dos ovos foi realizada com o auxílio de câmara de contagem de Peters sob microscópio ótico e a concentração foi ajustada para conter 2.000 ovos na fase J2 por mL de solução.

Esta etapa foi conduzida até 30 DAS. As raízes foram cortadas e incorporadas ao solo e devolvido aos vasos de origem (de cada tratamento), a fim de garantir o ciclo reprodutivo do *M. incognita* e seu alto potencial de inóculo do solo.

3.2 Supressividade de nematoides à curto prazo (etapa 2)

Esta etapa do ensaio considerou a implementação dos tratamentos segundo a combinação do modelo estatístico descrito anteriormente, para avaliação da supressividade dos tratamentos em curto prazo, considerados aqui em 60 dias.

Nas sementes, tanto de soja quanto das PCs, foi adicionado com produto comercial (Nemat®) a base de *Paecilomyces* de acordo com a solução recomendada em bula de 25 mL de água, 10 g do produto. Desta solução utiliza-se 1,2 mL de solução para 400 g de semente, acondicionados em saco plástico, que for agitado manualmente para homogeneizar a solução e sua distribuição nas sementes. Assim completando os seguintes tratamentos: soja*controle, soja*matéria orgânica, soja*controle biológico, soja*matéria orgânica*controle biológico, milho*controle, milho*matéria orgânica, milho*controle biológico, milho*matéria orgânica*controle biológico, urocloa*controle, urocloa*matéria orgânica, urocloa*controle biológico e urocloa*matéria orgânica*controle biológico. Houve semeadura manual, a condução desta etapa foi por um período de 60 dias.

As plantas foram retiradas dos vasos e separadas do solo, o solo foi voltado para os mesmos vasos de seus respectivos tratamentos. As plantas foram levadas ao laboratório, lavadas em água corrente e com auxílio de tesoura foram separados a parte aérea da radicular; seguindo a avaliação das seguintes variáveis: nota, massa fresca de raiz, nº de nematoides por grama de raiz, fator de reprodução e percentual de controle, descritos a seguir.

Para a avaliação de “nota” (NT), as raízes das plantas foram lavadas para a atribuição de notas visuais, de acordo com a intensidade de sintoma de galha, conforme proposto pelo Taylor e Sasser (1978), apresentados na escala diagramática do anexo 8 e tabela 1.

Tabela 2 – Quadro com escala de valores para avaliação de índice de galhas e/ou massas de ovos.

Índice (nota)	Nº de galhas e/ou massa de ovos
0	0
1	01-02
2	03-10
3	11-30
4	31-100
5	>100

Fonte: Taylor e Sasser, 1978.

Para massa fresca de raiz (MFR), as raízes foram pesadas em balança semi-analítica. Para estimar o número de nematóides, as raízes foram processadas para a extração de ovos e juvenis segundo metodologia de Boneti e Ferraz (1981), sendo que a suspensão foi analisada

em câmara de Peter em microscópio óptico contando o número de ovos em 80 mL, assim estimando o nº de total (população final) de nematoide e racionalizando com a MFR, resultando em número de nematoide por grama de raiz (NNGR).

O Fator de Reprodução (FR) foi estimado conforme proposto por Oostenbrink (1966), em que, $FR = PF/Pi$, onde $FR \leq 1$, as plantas são “classificados” como resistentes e $FR \geq 1$, como suscetíveis.

Para o percentual de controle (%Cont), calculou-se:
$$\frac{\text{Testemunha} - \text{Tratamento}}{\text{Testemunha}} * 100$$

3.3 Supressividade de nematoide a médio prazo (etapa 3)

Na terceira etapa, afim de avaliar o efeito dos tratamentos e supressividade de *M. incognita* sequencial ao novo plantio de soja. Não houve mistura dos solos e tratamentos.

Foram semeadas 3 sementes por vaso de soja da variedade Brasmax Desafio^{RR} 8473 RSF, sendo conduzidas por 60 dias após a semeadura. As plantas foram retiradas dos vasos e separadas do solo. As plantas foram levadas ao laboratório, lavadas em água corrente e com auxílio de tesoura foram separados a parte aérea da radicular; seguindo a avaliação das seguintes variáveis: nota, massa fresca de raiz, nº de nematoides, que favoreceu a estimação de nº de nematoide por grama de raiz, fator de reprodução e percentual de controle (como descrito anteriormente no item 3.2).

3.4 Análises estatísticas

Os dados coletados nas etapas 2 e 3 foram submetidos à ANOVA e as variáveis que não atingiram os pressupostos básicos, principalmente para Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk), foram transformados por $\log(x+1)$. Utilizou o software RStudio versão 3.5.1 e o pacote estatístico ‘ExpDes.pt’, versão 1.2.0.

Importante ressaltar que foi realizado a ANOVA para o modelo DIC fatorial (3 x 2 x 2) há necessidade de desdobramento dos fatores quando significativo ao teste F da ANOVA (PIMENTEL-GOMES, 2009). Assim, o modelo matemático e estatístico tornou-se complexo e resultou em 12 possíveis combinações de tratamentos.

Optou-se por apresentar o resumo dos dados em tabelas, nas quais os valores e suas significância “p-valores” para o teste F dos fatores e suas diferenças mínimas significativas

(DMS) para o teste de média de Duncan 5%. Portanto, duas ou mais as médias foram diferentes significativamente quando, pelas suas diferenças, o resultado dessa subtração for maior que o valor da DMS.

Também foi aplicado a análise de cluster considerando os valores médios das variáveis NT, MFR, NNGR e FR. Considerou-se o algoritmo UPGMA “grupos pareados”, índice de similaridade de Bray-Curtis e simulando n=9999 vezes a reamostragem, e assim, gerando o dendograma. Utilizou-se o programa PAST versão 3.23 (HAMMER, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Manejo e supressividade de nematoides em curto prazo

As médias das variáveis da etapa 2 foram apresentados na tabela 3, sendo que o fator planta (P) foi significativo para todas as variáveis. Os fatores matéria orgânica ativada (MOA) e controle biológico (CB) foram significativos para número de nematoide por grama de raiz (NNGR), fator de reprodução (FR).

Tabela 3 - Quadro de p-valores e médias de nota (NT), massa fresca de raiz (MFR), número de nematoide por grama de raiz (NNGR), fator de reprodução (FR) e percentual de controle (%Cont) sob cultivo de soja (S), milho (M) e urocloa (U), matéria orgânica ativa (MOA) e controle biológico (CB) em 60 dias após a semeadura.

FATORES	NT	MFR	NNGR	FR	%Cont
	-	(g)	(n°. g ⁻¹)	-	-
	p-valor				
Planta (P)	0,001**	0,001**	0,001**	0,001**	-
Matéria Orgânica Ativada (MOA)	0,09ns	0,216ns	0,001**	0,001**	-
Controle Biológico (CB)	0,56ns	0,235ns	0,001**	0,001**	-
P*MOA	0,48ns	0,003**	0,001**	0,001**	-
P*CB	0,92ns	0,070ns	0,001**	0,001**	-
CB*MOA	0,56ns	0,042*	0,001**	0,001**	-
P*CB*MOA	0,35ns	0,0004**	0,001**	0,001**	-
DMS	1,23	2,27	13415	4,01	-
CV%	18,0%	27,7%	20,3%	30,8%	-

Valores das médias (dados sem transformação)

TRATAMENTOS	SOJA (S)				
Testemunha (branco)	5	2,6	35986	8,27	0
Controle Biológico (CB)	5	7,0	20267	13,02	-57,44
Matéria Orgânica Ativada (MOA)	4,75	3,4	26598	9,02	-9,07
CB*MOA	4,5	2,5	48771	9,62	-16,32
	MILHETO (M)				
Testemunha (branco)	3,25	6	7974	4,81	0
Controle Biológico (CB)	2,75	5,1	3749	1,81	62,37
Matéria Orgânica Ativada (MOA)	2,5	4,6	2817	1,25	74,01
CB*MOA	2,75	4,3	1726	0,74	84,62
	UROCLOA (U)				
Testemunha (branco)	0	1,3	2000	0,16	0
Controle Biológico (CB)	0	1,9	1223	0,16	0
Matéria Orgânica Ativada (MOA)	0	3	61	0,02	87,5
CB*MOA	0	4	48	0,02	87,5

DMS = diferença mínima significativa pelo teste Duncan. CV% = coeficiente de variação percentual. (*) p-valor significativo a 5% pelo teste Duncan. (**) p-valor significativo a 1% pelo teste Duncan. (ns) p-valor não significativo a 5% pelo teste Duncan.

Segundo Pimentel-Gomes (2009) o desejável seria o desdobramento (quanto houve significância) das interações dos fatores. Dessa forma, houve significância para da interação tripla dos fatores (P*CB*MOA) para MFR, NNGR e FR (Tabela 3).

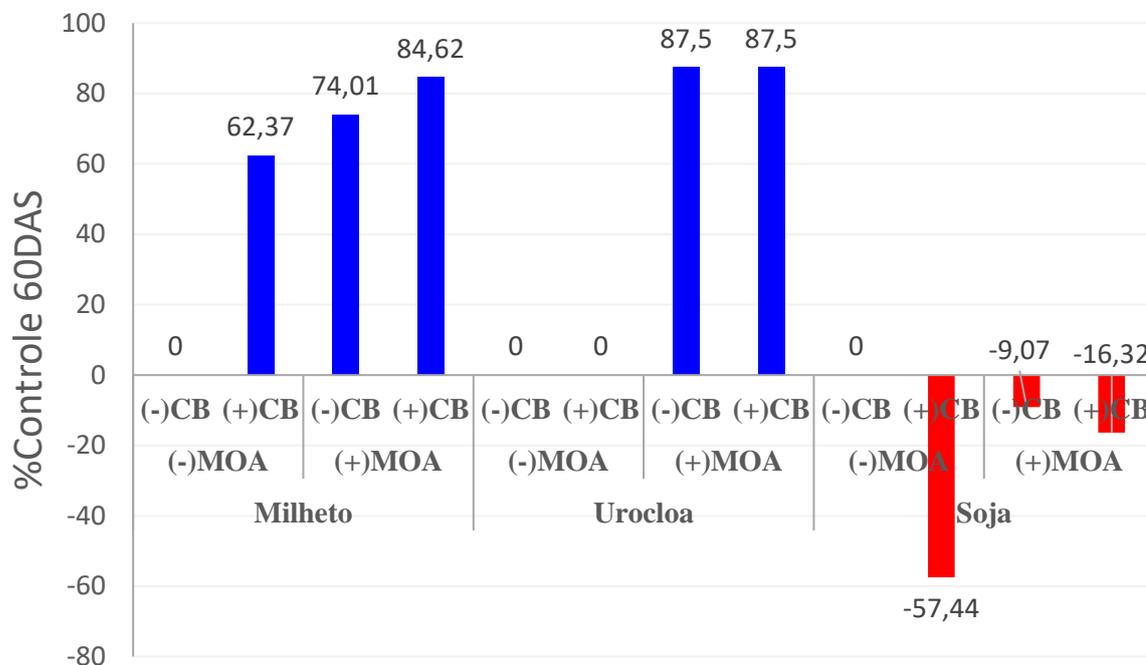
Em geral, para variável nota (NT) apenas o fator 'planta' foi significativo, em Urochloa houve, em média, nota zero (Tabela 3). As notas sob milho foram significativamente menores que sob Soja.

A manutenção da Soja, independente do CB e MOA, em geral, resultou em maiores médias de NNGR e FR, e, assim, resultando em %Cont negativo de até -57,4. Quanto à variável matéria fresca de raiz (MFR) houve significância para a interação tripla dos fatores: plantas, controle biológico e Matéria Orgânica Ativada (MOA) (P*CB*MOA), permitindo observar diferenças entre os fatores e dentro dos fatores através da diferença mínima significativa (DMS) que foi 2,27 g (Tabela 3, Figura 2). A maior média de MFR foi em S*CB e a menor no tratamento Controle. Para as variáveis NNGR e FR houve significância para todos os fatores e suas interações. As menores médias de NNGR e FR foram em U*CB*MOA, correspondendo um %Cont de 87,62%. Em relação ao plantio do milho após a soja apresentado na tabela 2, todos os tratamentos obtiveram maior %Cont, em 78% de controle no tratamento CB*MOA. As demais variáveis foram semelhantes nos resultados, porém o FR para o tratamento CB*MOA, houve uma boa resistência a multiplicação do nematoide.

Segundo Inomoto e Asmus (2009), quando observado PCs de verão para rotação com a soja, tais autores observaram pode haver diferentes respostas, principalmente porque as plantas e suas variedades e/ou cultivares apresentam respostas variáveis a supressão e controle de fitonematoides.

Quanto à variável NNGR, foi preciso desdobrar atentamente as interações dos fatores, especialmente quando os solos foram cultivados com soja-soja e milho-soja (Tabela 3). Dessas interações, os menores valores foram observados em S*CB e M*CB*MOA. O fator MOA não suprimiu a população de nematoides em curto prazo, quando observado o cultivo de soja-soja e, já em soja-milho, apenas a combinação de CB*MOA reduziu a população desses microrganismos. Em se tratando de efeito rizosférico e as interações estudadas, em solos sob U e MOA houve diminuição abrupta da população de *M. incognita* em curto prazo. O uso de CB não induziu o efeito de supressão esperado. Foi observada uma maior FR no tratamento de CB, devido à maior MFR, pois quanto maior a raiz, mais galhas ela terá, no entanto, o mesmo tratamento obteve uma porcentagem maior de controle da multiplicação de *M. incognita* em curto prazo.

Figura 2. Percentual (%) de controle *Meloidogyne incognita* em soja em 60 dias, em solos previamente cultivado com soja, milho e urocloa, e em combinação com matéria orgânica ativada (MOA) e *Paecilomyce lilacinus* como controle biológico (CB).

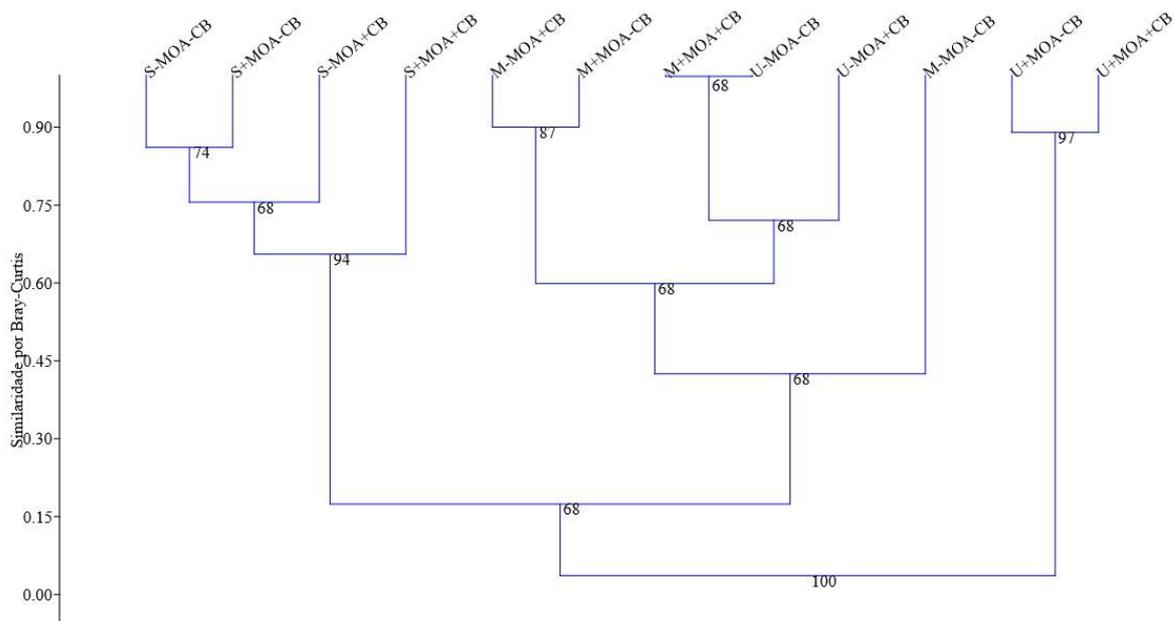


Nos últimos anos, com os avanços das técnicas microbiológicas, e estas sendo aplicadas a microbiologia do solo, têm-se relatado que o efeito rizosférico é muito significativo para cada espécie de planta e até mesmo para suas variações genéticas de cultivares, híbridos e etc. (CARDOSO; ANDREOTE, 2016); BÜNEMANN et al., 2018; PHILIPPOT et al., 2013; SHAMSI et al., 2009). A rizosfera governa a população por diversos mecanismos, principalmente, por sinalização bioquímica de exsudatos, quando o solo e as raízes das plantas são estimulados por substâncias orgânicas e/ou inoculação microbiana pode-se encontrar diversas respostas que pode estimular a população microbiana ou diminuir, sendo dependente da planta-microrganismos (população) (PHILIPPOT et al., 2013).

Pela análise de cluster notou-se três agrupamentos (Figura 3). Em 0.45 de similaridade distinguiu-se um agrupamento com predominância da “S”, outro com “M” e duas interações com “U”. E o terceiro apenas com duas interações de “U”.

Em curto, o efeito das PCs utilizadas se distinguiram na supressividade de *M. incognita*. Principalmente pelo %Cont (tabela 3) e das respostas em conjunto (figura 3), o uso de Urocloa associada com MOA demonstrou-se ser maior controle de *M. incognita* que outras combinações.

Figura 3 – Dendograma gerado da análise de Cluster a partir da nota (NT), massa fresca de raiz (MFR), número de nematoide por grama de raiz (NNGR), fator de reprodução (FR) em ensaio sob cultivo de soja (S), milho (M) e urocloa (U), matéria orgânica ativa (MOA) e controle biológico (CB) em 60 dias após a semeadura.



É descrito que o uso de milho e outras gramíneas, como milho, sorgo e urocloa (=braquiária) são supressoras e auxiliam no manejo do *Meloidogyne sp.*, como apresentado por Carneiro et al. (2007), Serrão et al. (2018), Stangarlin et al. (2015), Wang et al. (2002), Peyre et al. (2011). Segundo Carneiro (2007) estudando o híbrido BRS 306 de sorgo e as cultivares 90, 1449 e Takashi de milho são plantas que apresentaram $FR < 1$ aos parasitas *M. incógnita* raça 3. Outros autores, Queiróz et al. (2014), apontaram as plantas *Urochloa* (=Brachiaria) *humidicola* cv. BRS Tupi, milho ADR 300 e *U. ruziziensis* como capazes de reduzir o FR de outros grupos de nematoides de outro gênero, como *Pratylenchus*. As PCs graminiformes com sistema radicular abundante e que podem melhorar as condições de qualidade de solo (QS) e contribuir para os sistemas produtivos de grãos (BALOTA, 2017). Tais argumentos reforçam a importância de utilizar PCs em sistemas de produção de grãos e o atributo de QS quanto a sanidade e equilíbrio biológico do solo em curto prazo.

O CB de nematoide é descrito como vantajoso e promissor (Stangarlin et al. (2015) Timper (2014) Manzoor et al. (2014), porém, é preciso observar o agente (o microrganismos) utilizado, o fungo *Paecilomyces* não demonstrou efeito sinérgico quando associado com as PCs do estudo. Já uso de MOA teve maior efeito supressor a curto prazo para *M. incógnita*. Apesar

dos estudos referentes a MO inoculada e ativada com microrganismos na supressão de *Meloidogyne* ser escasso e em crescimento, houve relevante promessa pelos resultados encontrados, confirmando o descrito por alguns autores, como, Shamsi et al. (2009), De Barros et al. (2017), Oka (2010) descrevem em seus trabalhos. Os resultados deste bioensaio demonstrou que Segundo Oka (2010) descreve por diferentes mecanismos para o controle de nematoide, entre as quais estão os produtos da decomposição da matéria orgânica e população de microrganismos antagonistas.

4.2 Manejo e supressão de nematoides em médio prazo

Diferente do efeito a curto prazo, a supressividade de nematoide é desejável ao longo do tempo que o agricultor retoma com a cultura de interesse, principalmente, no caso da soja devido à sua importância econômica. Então, a 3ª etapa do estudo procurou avaliar o efeito dos tratamentos utilizados na volta da cultura da soja. As médias das variáveis da etapa 3 foram apresentados na tabela 4, sendo que o fator planta (P), novamente, foi significativo para todas as variáveis. Houve significância para interação tripla dos fatores apenas para FR.

Relevante apontar que o fator CB em efeito isolado foi significativo apenas para variável nota, que é um parâmetro qualitativo. Ao passo que, o fator MOA foi significativo para NT, MFR e NNGR (Tabela 4).

A avaliação pela NT das raízes não apresentou relevância para comparar o efeito de supressão, sendo que para todos os tratamentos observou NT maior que 3. Houve efeito significativo para os fatores e as interações para MFR, com exceção de CB. Já para NNGR os fatores planta: P, MOA e suas interações. Efeito CB foi significativo apenas em interação com P e MOA (Tabela 4). As menores médias foram observadas em S*MOA e U*MOA*CB, as maiores médias de FR foram observadas em M, independente de outros tratamentos.

Tabela 4 - Quadro de p-valores e médias de nota (NT), massa fresca de raiz (MFR), número de nematoide por grama de raiz (NNGR), fator de reprodução (FR) e percentual de controle (%Cont), sob cultivo de soja (S), milho (M) e urocloa (U), matéria orgânica ativa (MOA) e controle biológico (CB) em 120 dias após a semeadura.

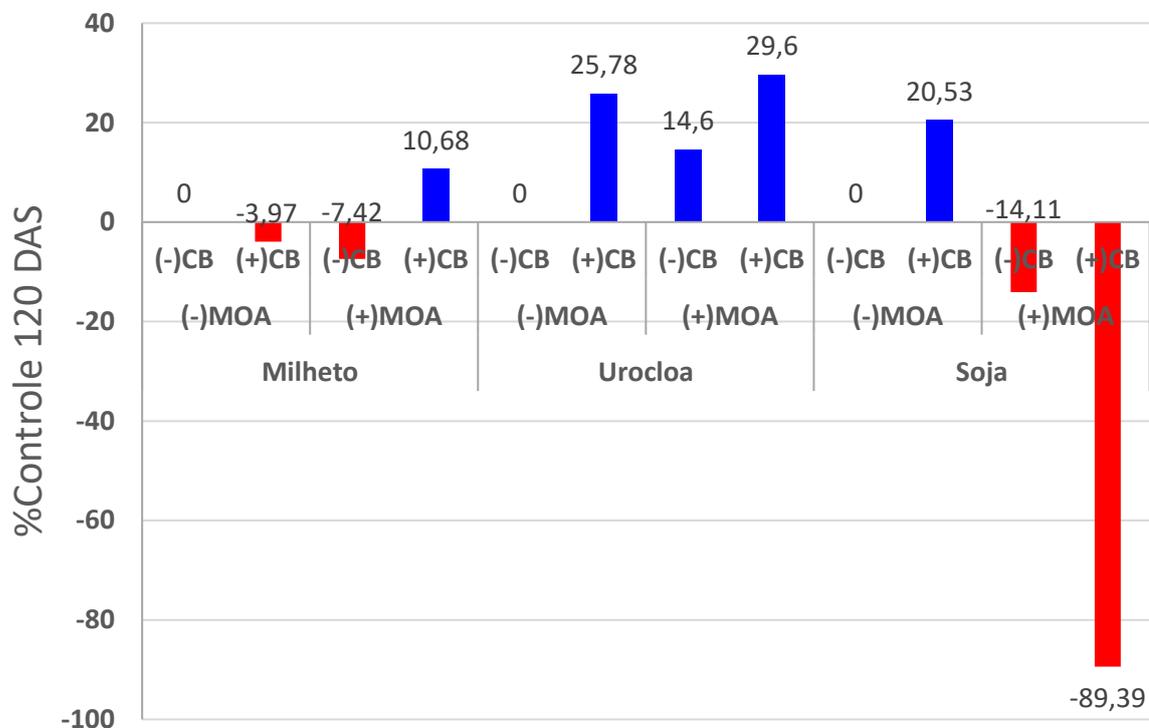
FATORES	NT	MFR	NNGR	FR	%Cont
	-	(g)	(n°. g-1)	-	
	p-valor				
Planta (P)	0,003**	0,001**	0,001**	0,001**	-
Matéria Orgânica Ativada (MOA)	0,006**	0,001**	0,001**	0,193ns	-
Controle Biológico (CB)	0,024*	0,053ns	0,161ns	0,895ns	-
P* MOA	0,680ns	0,001**	0,001**	0,003**	-
P*CB	0,492ns	0,017**	0,001**	0,001**	-
CB* MOA	0,024*	0,001**	0,007**	0,040*	-
P*CB* MOA	0,190ns	0,121ns	0,439ns	0,029*	-
DMS	1,48	1,21	27378	4,95	-
CV%	28,0%	29,0%	26,7%	22,7%	-

Valores das médias (dados sem transformação)

TRATAMENTOS	SOJA - SOJA				
Testemunha (branco)	4,75	1,68	41.320,0	7,16	0
Controle Biológico (CB)	3,25	0,91	62.643,0	5,69	20,53
Matéria Orgânica Ativada (MOA)	4,5	2,25	34.332,0	8,17	-14,11
CB* MOA	4,75	2,45	62.040,0	13,56	-89,39
	MILHETO - SOJA				
Testemunha (branco)	3,75	2,83	53.776,0	15,63	0
Controle Biológico (CB)	3	2,65	65.612,0	16,25	-3,97
Matéria Orgânica Ativada (MOA)	4	2,19	76.565,0	16,79	-7,42
CB* MOA	3,75	2,43	59.307,0	13,96	10,68
	UROCLOA - SOJA				
Testemunha (branco)	4,25	0,98	77.045,0	7,33	0
Controle Biológico (CB)	4	0,78	72.666,0	5,44	25,78
Matéria Orgânica Ativada (MOA)	5	2,13	36.602,0	6,26	14,60
CB*MOA	5	3,05	18.277,0	5,16	29,60

DMS = diferença mínima significativa pelo teste Duncan. CV% = coeficiente de variação percentual. (*) p-valor significativo a 5% pelo teste Duncan. (**) p-valor significativo a 1% pelo teste Duncan. (ns) p-valor não significativo a 5% pelo teste Duncan.

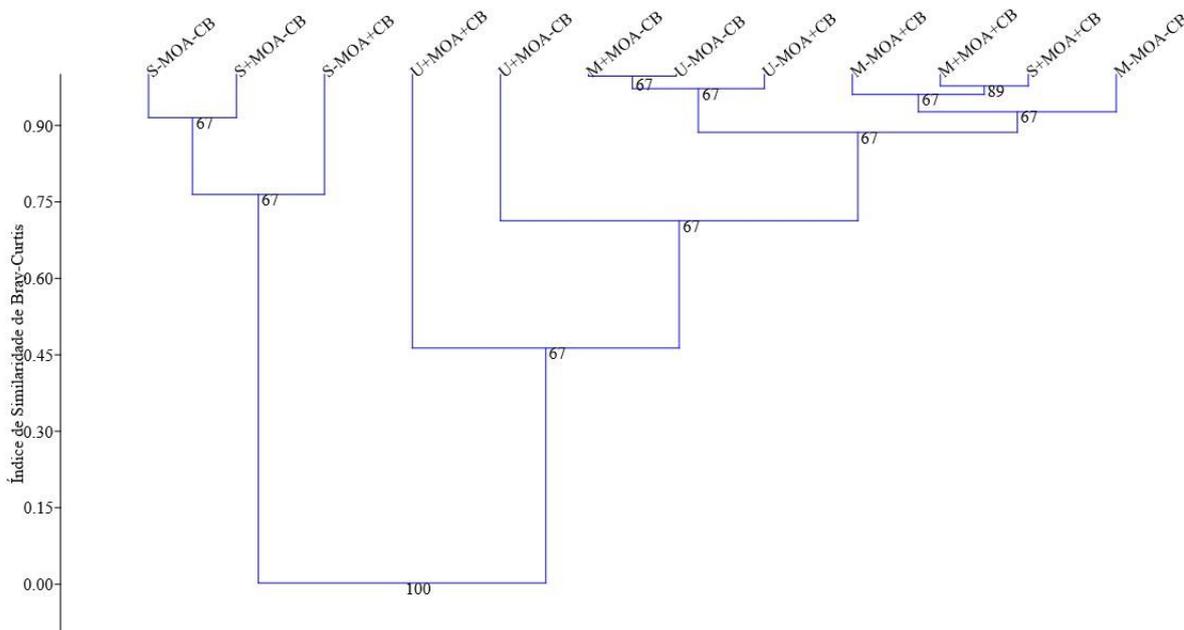
Figura 4 - Percentual (%) de controle *Meloidogyne incognita* em soja em 120 dias, em solos previamente cultivado com soja, milho e urocloa, e em combinação com matéria orgânica ativada (MOA) e *Paecilomyce lilacinus* como controle biológico (CB).



Pela análise de Cluster, em ~0.7 de similaridade, distinguiram-se três grupos, um predominante sob S (com exceção de S*MOA*CB), outro apenas com U*MOA*CB, e o terceiro com os demais tratamentos (Figura 4).

O tratamento U*MOA*CB se distingue dos demais, principalmente, por apresentar maior MFR que indica melhor desenvolvimento da soja, menor NNGR e FR que indica que houve supressividade da população de *M. incognita* resultando em ~29% de controle (Tabela 4).

Figura 5 – Dendrograma da análise de Cluster a partir da nota (NT), massa fresca de raiz (MFR), número de nematoide por grama de raiz (NNGR), fator de reprodução (FR) em raízes de soja cultivada após ensaio sob cultivo de soja (S), milho (M) e urocloa (U), matéria orgânica ativa (MOA) e controle biológico (CB).



A sucessão de cultura (soja-soja), apesar do CB via *Paecilomyces* diminuir o %Cont, confirmou a necessidade das PCs e MOA para melhor supressão e desenvolvimento radicular da soja. Os resultados da tabela 3 demonstram que S*CB resultou em aproximadamente 20% de controle, porém, a MFR dessas plantas foi muito inferior às demais, portanto, prejudicial ao potencial produtivo da cultura; este tratamento (S-MOA*CB) teve alta similaridade (>0.75) com: S-MOA-CB, S*MOA-CB e S-MOA*CB (Figura 3 e 4). Então, houve resultados de supressividade em médio prazo semelhantes entre estes tratamentos e suas interações.

O efeito residual de U associada com MOA e CB resultou que as plantas de soja tivessem maior MFR e menor NNGR, isso decorreu em menor FR e maior %Cont de *M. incognita* (Tabela 4 e Figura 3 e 4). Por outro lado, mesmo com relativo efeito positivo em %Cont, o cultivo de milho aumentou abruptamente o FR deste nematoide na cultura da soja.

O cultivo de M teve efeito residual benéfico apenas quando associado com MOA e CB, havendo %Cont positivo (aproximadamente 10%) neste tratamento, porém, pondera-se que os NNGR foram maiores que 50 mil para todos os tratamentos em interação com M.

Segundo Bettiol e Ghini (2005) solos ricos em MO apresentam maior supressividade, principalmente, devido à capacidade de suportar maior atividade microbiana, entre outras propriedades edáficas, mas, segundo Oka (2010) os mecanismos para supressividade são

diversos e complexo. Pelos resultados encontrados, ficou expresso que o efeito radicular e o enriquecimento com MOA resultaram em diferentes níveis de supressividade corroborando o descrito por Oka (2010) Agbenin (2011), De Barros et al. (2017), Peyre et al. (2011) e Youssef; Eissa (2014), todos esses autores descrevem que o enriquecimento do solo com MO altera os níveis de controle de nematoides. Em um amplo trabalho sobre o efeito das PCs em populações de diferentes grupos de nematoide e cana-de-açúcar, Berry et al. (2011) apontaram que existe efeito supressivo das PCs sobre nematoides, porém, foi variável de acordo com a sazonalidade e o gênero do nematoide. Estes autores apontam que o controle dos nematoides foi pela diferenciação de exsudatos radiculares, mudança na biota rizosférica do solo, que geram diferentes pressões seletivas feitas pela planta hospedeira.

Segundo Serrão et al. (2018), estudando *M. enterolobii* em manejo com PCs (aveia, sorgo e trigo - de diferentes materiais genéticos), existe efeito de controle para os materiais testados. Outros autores apontam que o controle do milho pode ser visto em outros trabalhos, obtidos anteriormente por Inomoto e Asmus (2009) estudando culturas para formação de palhada no SPD e efeitos sobre os fitonematoides, afirmam que o milho é um bom hospedeiro e aumentam a população de nematoide. No entanto, também afirmam que a cultura da urocloa não é hospedeira, reduzindo, portanto, a população do nematoide. Ribeiro et al. (2002) apresentando estudos sobre avaliação da resistência de genótipos de milho, sorgo e milho a *M. javanica* e *M. incognita* e ressaltam a preocupação com a quebra de resistências dessas plantas à *M. incognita* raça 3.

Existe uma crescente perspectiva do uso de urocloa (=brachiaria) para melhorias da qualidade do solo, principalmente, pelos seus benefícios físicos, químicos e biológicos no solo (CALLEGARI, (2016); Berry et al. (2011) Flávio Neto et al. (2015) Brandan et al. (2017) Bonetti et al. (2018) Balbinot et al. (2017)). Soma-se, pelos resultados encontrados, proeminente efeito na supressão de *M. incognita* e outras doenças associadas.

5. CONCLUSÃO

Independentemente do tempo de manejo o fator mais significativo para supressão de *M. incognita* foi o tipo de planta e matéria orgânica ativada.

A utilização de matéria orgânica ativada e controle biológico são eficientes a longo prazo (120 dias após a semeadura inicial) no controle de *M. incognita*. Sendo que plantas como milho deve ser feito o cultivo em áreas com nematoide. E que urocloa associada a matéria orgânica ativada e controle biológico deve ser utilizada em áreas infestadas com nematoides.

REFERÊNCIAS

- AGBENIN, N. O. Biological control of plant parasitic nematodes: Prospects and challenges for the poor Africa farmer. **Plant Protection Science**, v. 47, n. 2, p. 62-67, 2011.
- AGRIOS, G. N., **Plant Pathology**, 5 ed., London, 2004.
- AL-SHAMMARI, T. A.; BAHKALI, A. H.; ELGORBAN, A. M.; EL-KAHKY, M. T.; AL-SUM, B. A. The use of *Trichoderma longibrachiatum* and *Mortierella alpina* against root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* on tomato. **Journal of Pure and Applied Microbiology**, Bopthal, v. 7, n. Special edition, p. 199-207, 2013.
- ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M.; FILHO, W. M.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, DF, v. 30, n. 2, 175-185, fev. 1995.
- ANDRADE, G.; NOGUEIRA, M. Bioindicadores para uma análise de risco ambiental. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 34: n. 1, p. 11-19, 2005.
- ARAÚJO, F. F.; BRAGANTE, R. J.; BRAGANTE, C. E. Controle genético, químico e biológico de Meloidoginose na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p.220-224, 2012.
- BALBINOT, A. A.; DOS SANTOS, J. C. F.; DEBIASI, H.; YOKOYAMA, A. H. Contribution of roots and shoots of Brachiaria species to soybean performance in succession. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 8, p. 592-598, 2017.
- BALOTA, E. L. **Manejo e qualidade biológica do solo**. Londrina: Mecenas, 2017. 288 p.
- BERRY, S. D.; RHODES, R.; FOSTER, J.; RISEDE, J. M.; VAN ANTWERPEN, R. The effect of cover crops on plant parasitic-nematodes of sugarcane. **International Journal of Pest Management**, v. 57, n. 4, p. 363-375, 2011.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo, 5ª edição, 2005.
- BETTIOL, W. GHINI, R. Solos supressivos. In: MICHEREFF, Sami J.; ANDRADE, Domingos E. G. T.; MENEZES, Maria. Ecologia e Manejo de patógenos Radiculares em Solos Tropicais. Recife: Ufrp, 2005. Cap. 6. p. 125-152. Disponível em: <<https://ppgfito.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/Michereff-et-al.-2005.pdf>>.
- BLOEM, J.; BREURE, A. M. Chapter 8 Microbial indicators. **Trace Metals and other Contaminants in the Environment**, v. 6, n. C, p. 259–282, 2003.
- BONETI, J.I.S.; FERRAZ, S. Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Revista Fitopatologia Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 533-XX, 1981.

BONETTI, J. DE A.; PAULINO, H. B.; DE SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; CAETANO, J. O. Soil physical and biological properties in an integrated crop-livestock system in the Brazilian Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 11, p. 1239-1247, 2018.

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

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 686 p. Tradução de: Igo Fernando Lepsch.

BRANDAN, C. P.; CHAVARRÍA, D.; HUIDOBRO, J.; et al. Influence of a tropical grass (*Brachiaria brizantha* cv. Mulato) as covers crop on soil biochemical properties in a degraded agricultural soil. **European Journal of Soil Biology**, v. 83, n. July, p. 84-90, 2017. Elsevier.

BÜNEMANN, E. K.; BONGIORNO, G.; BAI, Z.; et al. Soil quality - A critical review. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 120, n. September 2017, p. 105-125, 2018. Elsevier.

CADIOLI, M. C. et al. Crescimento micelial e parasitismo de *Paecilomyces lilacinus* sobre ovos de *Meloidogyne paranaensis* em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, [s.l.], v. 31, n. 2, p.305-311, abr. 2007.

CALEGARI, A. **Plantas de cobertura**: Manual técnico. 2. ed. SI: Webbio Academy, 2016. 32 p.

CALVO, C.L; FOLONI, J. S. S.; BRANCALIÃO, S.R. Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu-anão, milheto e sorgo em três épocas de corte. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.1, p.77-86, 2010.

CAMPOS, V. P. Doenças causadas por nematóides em tomate. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; COSTA, H. (Ed.) **Controle de doenças de plantas - hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000, p. 801-841.

CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do Solo**. 2016.

CARDOSO, G. MOAASHI: **O adubo orgânico que cura o solo**. Disponível em:<<http://pergunteaoagronomo.com.br/MOAashi-adubo-organico/#.WTgBXvyuM9>>. Acesso em 07 de junho de 2017, 10:39:51.

CARDOZO, R. B. Multiplicação de *bacillus subtilis* em vinhaça e viabilidade no controle de meloidoginose em cana-de-açúcar. 2009. 32 f. **Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia**, Produção Vegetal, Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2009.

CARNEIRO, R. G. et al. Reação de Milho, Sorgo e Milheto a *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis*. **Nematologia Brasileira**, Londrina, p.09-13, jul. 2007.

CHARCHAR, J. M; MOITA, A. W. **Controle de *Meloidogyne javanica* em tomate-salada e feijão-de-vagem com o cultivo prévio de *Crotalaria spectabilis***. Brasília: Embrapa Hortaliças, 1999. 6p.

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

CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. Importância da fauna para a ciclagem de nutrientes. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (Eds.). **Processos biológicos no sistema solo planta: ferramentas para a agricultura sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 18-29.

COSTA, F. S.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; WOBETO, C. (2003). Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27 (3): 527-535.

CUNHA, E. Q. et al.; Atributos físicos, químicos e biológicos de solo sob produção orgânica impactados por sistemas de cultivo. **Rev. bras. Eng. Agríc. Ambient.** vol.16, n.1, p.56-63. 2012.

DANCE, A. **Soil ecology: what lies beneath**. Nature, London, v.v 455, p. 724-725, 2008.

DE BARROS, P.; PEDROS, E. M. R.; DE OLIVEIRA, C. M. S.; ROLIM, M. M. Relationship between soil organic matter and nematodes in sugarcane fields. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 2, p. 551-560, 2017.

DENARDIN, J. E. et al. Agricultura conservacionista no Brasil: Uma análise do conceito à adoção. In: LEITE, L. F. C.; MACIEL, G. A.; ARAÚJO, A. S. F. **Agricultura Conservacionista no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2014. Cap. 1. p. 23-41.

DIAS, W. P. et al. **Nematóides em Soja: Identificação e Controle**. 76. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 8 p.

DIJKSTERHUIS, J.; VEENHUIS, M.; HARDER, W. Ultrastructural study of adhesion and initial stages of infection of nematodes by conidia of *Drechmeria coniospora*. **Mycological Research**, Cambridge, v. 94, n. 1, p. 1-8, 1994.

DORAN, J.W.; PARKIN, T. B. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. In: DORAN J. w.; JONES, A. J. (Eds.) **Methods for Assessing Soil Quality**. Madison: Soil Science Society of America, Special Publication 49. 1996. p. 25-37.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região Central do Brasil 2000/01**. Londrina: Embrapa Soja/Fundação MT, 2000.

EMBRAPA. Cultivo de tomate para industrialização. Doenças causadas por nematoides 2003. Disponível em: 68. Acesso em: 07 jul. 2014. EMBRAPA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 1995/96**. Londrina, Embrapa-CNPSO. Documento 88, 1995. 149 p.

EMMERT, E. A. B.; HANDELSMAN, J. Biocontrol of plant disease: a (Gram-) positive perspective. **FEMS Microbiology Letters**, Amsterdam, v. 171, n. 1, p. 1-9, 1999.

FARIA, M. R.; TIGANO, M. S. **Coleção de fungos entomopatogênicos do Cenargen**. Brasília, DF: Embrapa, 1996. 76 p.

FERRAZ, L. C. C. B.; MONTEIRO, A. R. Nematoides. In: AMORIM, L.; KIMATI, H.; BERGAMIN FILHO, A. (Ed.). **Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011, p. 168-199.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G. **O controle de fitonematóides por plantas antagonistas e produtos naturais**. Viçosa, v. 1, p.1-17, 11 mar. 2016.

FERREIRA, A. De M. **Emergência, crescimento e senescência de uma cultivar de urocloa em condições de Cerrados**. 2001. 45 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiás, Goiânia. 2001.

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.

FERRAZ, L. C. C. B.; MONTEIRO, A. R. **Nematoides**. In: AMORIM, L.; KIMATI, H.; BERGAMIN FILHO, A. (Ed.). Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011, p. 168-199.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.. **O CONTROLE DE FITONEMATÓIDES POR PLANTAS ANTAGONISTAS E PRODUTOS NATURAIS**. Researchgate, Viçosa, v. 1, p.1-17, 11 mar. 2016.

FLÁVIO NETO, J.; ANDRADE, R.; GUIMARÃES JUNNYOR, W. S.; et al. **Biological soil loosening by grasses from genus Brachiaria in crop-livestock integration**. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 37, n. 3, p. 375, 2015.

FRANCIOLI, D.; SCHULZ, E.; LENTENDU, G.; et al. Mineral vs. Organic Amendments: Microbial Community Structure, Activity and Abundance of Agriculturally Relevant Microbes Are Driven by Long-Term Fertilization Strategies. *Frontiers in Microbiology*, v. 7, p. 1446, 2016. [Frontiers. Disponível em: <http://journal.frontiersin.org/Article/10.3389/fmicb.2016.01446/abstract>](http://journal.frontiersin.org/Article/10.3389/fmicb.2016.01446/abstract). Acesso em: 15/4/2019.

FREIRE, F. C. O.; BRIDGE, J. **Parasitism of eggs, females and juveniles of Meloidogyne incognita by Paecilomyces lilacinus and Verticillium chlamyosporium**. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 10, n. 1, p. 577-596, 1985.

FREITAS, M. A.; PEDROSA, E. M. R.; MARIANO, R. L. R.; MARANHÃO, S. R. V. L. **Seleção de Trichoderma spp. como potenciais agentes para biocontrole de Meloidogyne incognita em cana-de-açúcar**. *Nematropica*, Bradenton, v. 42, n. 1, p. 115-122, 2012.

GARCIA, J. M.; KAWAKITA, K.; MIOTTO, S. T. S.; SOUZA, M. C. de. **O gênero Crotalaria L. (Leguminosae, Faboideae, Crotalarieae) na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná, Brasil**. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 209-226, abr./jun. 2013.

GARCIA, J. M.; KAWAKITA, K.; MIOTTO, S. T. S.; SOUZA, M. C. de. **O gênero Crotalaria L. (Leguminosae, Faboideae, Crotalarieae) na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná, Brasil**. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 209-226, abr./jun. 2013.

GARDIANO, C. G.; KRZYZANOWSKI, A. A.; SAAB, Otavio J. G. A. Eficiência de espécies de adubos verdes sobre a população do nematoide reniforme. **Semina: Ciências Agrárias**, [s.l.], v. 35, n. 2, p.719-726, 28 abr. 2014.

GOETTEL, M. S.; HAJEK, A. E.; SIEGEL, J. P.; EVANS, H. C. Safety of fungal biocontrol agents. In: BUTT, T. M.; JACKSON, C.; MAGAN, N. *Fungi as biocontrol Agents: Progress, Problems and Potential*. **United Kingdom**: CABI Publishing, cap. 13, p. 347-376, 2001.

HENDRIX, P. F.; CROSSLEY JÚNIOR, D. A.; BLAIR, J. M. COLEMAN, D. C. Soil biota as component of sustainable agroecosystems. In: EDWARDS, C. A.; LAL, R.; MADDEN, P.; MILLER, R. H.; HOUSE, G. (Eds.) *Sustainable agricultural systems*. **Ankeny**: Soil and Water Conservation Society. 1990. P. 637-654.

HIGA, T.; PARR, J. F. BENEFICIAL AND EFFECTIVE MICROORGANISMS for a: SUSTAINABLE AGRICULTURE AND ENVIRONMENT. **International Nature Farming Research Center**, Atami, Japan, p.1-16, 1994.

HOMMA, S. K.; CAMPOS, A. A. B.; PEREIRA, J. D. S.; et al. Different Sources of Inoculum To the MOAashi Provides Distinct Effects on the Soil Quality. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 32–38, 2017.

HOWELL, C. R. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. **Plant Disease**, St. Paul, v. 87, n. 1, p. 4-10, 2003.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura do soja**. Londrina: Embrapa, 2001. 48 p.

HUSSEY, R.S; WILLIAMSON, V.M. **Patogênese e Resistência do Nematódo em Plantas**. Califórnia, EUA, 1998, cap 5, p.87-108.

IGUE, K. **Dinâmica da MO e seus efeitos na propriedade do solo. Adubação verde no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, . p. 232- 267, 1984.

INOMOTO, M. M. et al. Avaliação em casa de vegetação do uso de sorgo, milho e crotalária no manejo de *Meloidogyne javanica*. **Tropical Plant Pathology**, São Paulo, v. 33, p.125-129, mar. 2008.

INOMOTO, M. M.; ASMUS, Guilherme L. Culturas de cobertura e de rotação devem ser plantas não hospedeiras de nematóides. 2009. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA9-Protacao04.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2019.

INSUNZA, V.; ALSTRÖM, S.; ERIKSSON, B. Root-associated bacteria from nematicidal plants and their suppressive effects on nematodes in potato. **Proceedings of the Fifth International PGPR Workshop**, Cordoba, Argentina, Anais...2000. p. 224.

JATALA, P. Biological control of plant-parasitic nematodes. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 24, n. 1, p. 453-489, 1986.

KAHMEN A.; RENKER C.; UNSICKER S. B.; Buchmann N. Niche complementarity for nitrogen: an explanation for the biodiversity and ecosystem functioning relationship. **Ecology**, v.87, p. 1244-1255, 2006.

KERRY, B. R.; CRUMP, D. H.; MULLEN, L. A. Studies of the cereal cyst-nematode, *Heterodera avenae* under continuous cereals, 1975-1978. II. Fungal parasitism of nematode females and eggs. **Annals of Applied Biology**, London, v. 100, n. 1, p. 489-499, 1982.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo: CERES, 1979. 262 p.

KRUTZMANN, A. et al. Palhadas de gramíneas tropicais e rendimento da soja no sistema de integração lavoura-pecuária. **Open Journal Systems**. Maringa, p. 842-851. 05 out. 2012. Disponível em: <www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/download/15043/12889>. Acesso em: 24 out. 2018.

LAVELLE, P.; SPAIN, A. V. **Soil ecology**. Dordrecht: Kluwer Academic, 2001. 654p.

LEANDRO, H. M.; ASMUS, G. L. Efeito do cultivo de milho, braquiária, crotalária e soja sobre a população do nematóide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) em solo naturalmente infestado. **Jornada de Iniciação à Pesquisa da Embrapa**, Dourados, MS, 2012.

LEITE, L. F. C.; MACIEL, G. A.; ARAÚJO, A. S. F. **Agricultura conservacionista no Brasil**. 1º ed. Brasília: EMBRAPA, 2014.

LIANG, S.; GROSSMAN, J.; SHI, W. Soil microbial responses to winter legume cover crop management during organic transition. **European Journal of Soil Biology**, v. 65, p. 15–22, 2014.

LIMA, N. R. S. et al. **FATORES ECONÔMICOS QUE INFLUENCIAM NA CADEIA PRODUTIVA DE SOJA NO PIAUÍ**. 36º Encontro Nacional de Engenharia de Produção, João Pessoa, out. 2016.

LUZ, W. C. Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas e bioproteção. In: Luz, W. C. et al. (Ed.). **Revisão Anual de Patologia de Plantas (RAPP)**, v. 4, p. 1749, 1996.

MALIK, A.; GROHMANN, E. Environmental Protection Strategies for Sustainable Development. **Dordrecht Heidelberg London New York**: Springer, 2012. 605 p.

MANZOOR, H.; ZOUHAR, M.; RYŠÁNEK, P. Suppression of *Meloidogyne incognita* by the entomopathogenic fungus *Lecanicillium muscarium*. **Journal of neurotrauma**, p. 1–33, 2014.

MATSUO, E. SEDIYAMA T.; DIAS, W. P.; GLASENAPP, J. S. Resistência a nematóides. In: SEDIYAMA T. Melhoramento genético da soja. Londrina: **Mecenas**, 2015. p. 211-238.

MCCARTER, J. P. et al. Analysis and functional classification of transcripts from the nematode *Meloidogyne incognita*. **Genome Biology**, [s.l.], v. 4, n. 4, p.26-26.19, 2003. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1186/gb-2003-4-4-r26>.

MENDONÇA, E. S. et al. Agroecologia, conservação do solo e da água e produção de alimento na agricultura familiar. In: LEITE, L. F. C.; MACIEL, Giovanna G. A.; ARAÚJO, A. S. F. Agricultura Conservacionista no Brasil. Brasília: **Embrapa**, 2014. Cap. 2. p. 411-424.

MONTEIRO, A. C.; NUNES, H. T.; POMELA, A. W. V. Uso de agentes microbianos e químico para o controle de *Meloidogyne incognita* em soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, [s.l.], v. 32, n. 3, p.403-409, 27 ago. 2010. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v32i3.2166>.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2. ed. Lavras: Ufla, 2006. 729 p.

MORGAN-JONES, G.; WHITE, J. F.; RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. Phytonematode pathology: Ultrastructural studies. Parasitism of *Meloidogyne arenaria* eggs by *Verticillium chlamydosporium*. **Nematropica**, Bradenton, v. 13, n. 12, p. 245-260, 1983.

NOVAIS, R.F. et al. **Fertilidade Do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1 edição, 2007.

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

OKA, Y. Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments-A review. **Applied Soil Ecology**, v. 44, n. 2, p. 101-115, 2010.

OLIVEIRA, G. R. F. et al. Influência do *Bacillus subtilis* no controle biológico de nematoides e aspectos produtivos do feijoeiro. **Brazilian Journal Of Biosystems Engineering**, São Paulo, v. 11, p.47-58, 2017. Trimestral.

OOSTENBRINK, M. Major characteristic of the relation between nematodes and plants. **Mededelingen Van De Landbouwhogeschool**, Wageningen, v. 66, n. 4, p. 3-46, 1966.

PÉREZ-GARCÍA, A.; ROMERO, D.; VICENTE, A. Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological applications of *Bacillus* in agriculture. **Current Opinion in Biotechnology**, London, v. 22, n. 2, p. 187-193, 2011.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. **Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado**. Brasília, v.39, n.1, p.35-40, jan. 2004.

PEYRE, G.; TCHAMITCHIAN, M.; COLLANGE, B.; NAVARRETE, M.; MATEILLE, T. Root-knot nematode (*Meloidogyne*) management in vegetable crop production: The challenge of an agronomic system analysis. **Crop Protection**, v. 30, n. 10, p. 1251–1262, 2011.

PHILIPPOT, L.; RAAIJMAKERS, J. M.; LEMANCEAU, P.; VAN DER PUTTEN, W. H. Going back to the roots: The microbial ecology of the rhizosphere. **Nature Reviews Microbiology**, v. 11, n. 11, p. 789–799, 2013. Nature Publishing Group. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/nrmicro3109>>.

PIMENTEL, M. S.; PEIXOTO, A. R.; PAZ, C. D. Potential of biological control of *Meloidogyne* by *nematophagous* fungi and bacteria in coffee. **Coffee Science**. Lavras, p. 84-92. jun. 2009.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 15. ed. Piracicaba: Fealq, 2009. 451 p.

PONTES, K. B.; AMARAL, H. F.; IGARASHI, S. Qualidade do solo associada ao monitoramento e manejo da *Phakopsora pachyrhizie* em áreas de diferentes sucessões da cultura da soja. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, Londrina, v. 34, n. especial, p. 333-359, set. 2018.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo, 9 edição, 1988.

QUEIROZ, C. A. et al. Reação de acessos e cultivares de *Brachiaria* spp. e *Panicum maximum* à *Pratylenchus brachyurus*. **Summa Phytopathologica**, [s.l.], v. 40, n. 3, p.226-230, set. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0100-5405/1899>.

RIBEIRO, N.r. et al. Avaliação da Resistência de Genótipos de Milho, Sorgo e Milheto a *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* Raça 3. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, [s.l.], v. 1, n. 3, p.102-103, 30 dez. 2002. Revista Brasileira de Milho e Sorgo. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v1n3p102-103>.

SALTON, J.C.; KICHEL, A.N. Milheto - Alternativa para cobertura do solo e alimentação animal. Dourados: **EMBRAPA**, 1998. 6p. Folheto.

SANO, E. E.; BARCELLOS, A. de O.; BEZERRA, H. S. Área e distribuição espacial de pastagens cultivadas no cerrado brasileiro. Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, 1999. 21p.

SANTIN, R. C. M. Potencial do uso dos fundos *Trichoderma* spp. e *Paecilomyces lilacinus* no biocontrole de *Meloidogyne incognita* em *Phaseolus vulgaris*. **Lume: Repositório Digital**, Porto Alegre, p.1-91, jul. 2008. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/15383>>. Acesso em: 25 fev. 2019.

SCHIPPERS, B.; BAKKER, A.W.; BAKKER, P. A. H. M. Interaction of deleterious and beneficial SHARMA, R.D.; GOMES, A.C. *Effect of Bacillus* spp. Toxins on oviposition and juvenile hatching of *Heterodera glycines*. **Nematologia Brasileira**, v.20, p.53-62, 1996.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenias, 2009. 314 p.

SERRÃO, J. E.; WILCKEN, S. R. S.; CASTRO, B. M. DE C. E.; ZANUNCIO, J. C.; DE BRIDA, A. L. Oat, wheat and sorghum cultivars for the management of *Meloidogyne enterolobii*. **Nematology**, v. 20, n. 2, p. 169-173, 2018.

SHAMSI, I. H.; ALI, R. M.; CHAUDHRY, A. G.; et al. Enhancing crop growth, nutrients availability, economics and beneficial rhizosphere microflora through organic and biofertilizers. **Annals of Microbiology**, v. 57, n. 2, p. 177-184, 2009.

SHARMA, R. D.; GOMES, A. C. Effect of *Bacillus spp.* toxins on oviposition and juvenile hatching of *Heterodera glycines*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v.20, n. 1, p.53- 62, 1996.

SHARON, E., BAR-AR-EYAL, M.; CHET, I.; HERRERA-ESTRELLA, A.; OKLEIFELD, O.; SPIEGEL, Y. Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 91, n. 7, p. 687-693, 2001.

SIDDIQUI, Z. A.; IQBAL, A.; MAHMOOD, I. Effects of *Pseudomonas fluorescens* and fertilizers on the reproduction of *Meloidogyne incognita* and growth of tomato. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.16, n. 2, p.179-185, 2001.

SIKORA, R. A. Interrelationship between plant health-promoting rhizobacteria, plant parasitic nematodes and soil microorganisms. **Mededelingen Faculteit Landbouwkundige Rijksuniversiteit**, Gent, v. 53, n.1, p. 867-878, 1988.

SILVA, J.F.V. **Relações Parasito-Hospedeiro nas Meloidoginoses da Soja**. Londrina: Embrapa, 2001. 127p.

SILVA, J. O. *Meloidogyne incognita* na cultura do tomate: levantamento e manejo com produtos biológicos. 2015. 77 f. **Dissertação (Mestrado)** - Curso de Agronomia, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos - Eaea (rg), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

SILVA, J. C. P.; MEDEIROS, F. H. V.; CAMPOS, V. P. Building soil suppressiveness against plant-parasitic nematodes. **Biocontrol Science and Technology**, [s.l.], v. 28, n. 5, p.423-445, 5 abr. 2018.

SITARAMAIAH, K. & K. N. Pathak. 1981. Effect of growth regulators, phenolics and an aromatic acid on root-knot severity (*Meloidogyne incognita* and *M. javanica*) on tomato. **Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz** 88(11): 651-654.

SOARES, P. L. M. Estudo do controle biológico de fitonematoides com fungos nematófagos. 2006. 252 f. **Tese (Doutorado em Agronomia: Entomologia Agrícola)**- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2006.

SOSA-GOMEZ, D. R. **Fungos entomopatogênicos: catálogo de isolados**. Londrina: Embrapa-Soja, 2002. v. 1, p. 1-32. (Série Documentos).

STANGARLIN, J. R.; KUHN, O. J.; HENKEMEIER, N. P.; et al. Controle Alternativo Sobre *Meloidogyne incognita* em Soja. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 14, n. sup, p. 281-285, 2015.

STEVENSON, F.J. **Humus chemistry: Genesis, composition and reactions**. 2.ed. New York, John Wiley e Sons, 1994. 443p.

STIRLING, G. R. **Biological control of plant parasitic nematodes**. Wallingford: CAB International, 1991. 282 p.

TAYLOR, A.; SASSER, J. N. **Biology, identification and control of rootknot nematodes (*Meloidogyne species*)**. United States: North Caroline State University Graphics, 1978. 111 p.

TIHOHOD, D. **Nematogia agrícola aplicada**. 2. ed. rev. amp. Jaboticabal: Funep, 2000, 473 p.

TIMPER, P. Conserving and enhancing biological control of nematodes. **Journal of nematology**, v. 46, n. 2, p. 75–89, 2014. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24987159>><<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4077175>>.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de PC em um solo de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 29:609-618, 2005.

TSAVKELOVA, E. A.; KLIMOVA, S. Y.; CHERDYNTSEVA, T. A.; NETRUSOV, A. I. Microbial Producers of Plant Growth Stimulators and Their Practical Use: **A Review**. *Applied Biochemistry and Microbiology*, New York, v. 42, n. 2, p.117-126, 2006.

VAN BRUGGEN, A. H. C.; SEMENOV, A. M. In search of biological indicators for soil health and disease suppression. **Applied Soil Ecology**, v. 15, n. 1, p. 13–24, 2000.

VILELA, N. J.; MACEDO, M. M. C. **Fluxo de poder no agronegócio: o caso das hortaliças**. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.18, n.2, p.88-94, 2000.

WANG, J.; HESKETH, J.D.; WOOLLEY, J.T. **Canais Pré existentes e Padrões de Enraizamento da Soja**. *Soil Science*, v.141, p.432-437, 1986.

WANG, K.; SIPES, B. S.; SCHMITT, D. P. Crotalaria As a Cover Crop for Nematode Management : a Review. **Nematropica**, v. 32, n. 4584, p. 35–57, 2002.

WELLER, D. M. Biological control of soil borne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v. 26, n. 1, p. 379-407, 1988.

WHITE, R. E. **Princípios e práticas da ciência do solo: o solo como um recurso natural**. 4. ed. São Paulo: Organização Andrei, 2009. 426 p. Tradução de: Iara Fino Silva e Durval Dourado Neto.

YOUSSEF, M.; EISSA, M. Biofertilizers and their role in management of plant parasitic nematodes. A review. **E3 Journal of Biotechnology and Pharmaceutical Research**, v. 5, n. 1, p. 1–6, 2014. Disponível em: <<http://www.e3journals.org>>.

ZAMBRA, E. M.; SOUZA, P. A. R.; PEREIRA, R. S. OS IMPACTOS DA PRODUÇÃO DE SOJA E A DINÂMICA DO DESENVOLVIMENTO EM SORRISO-MT. **Pretexto**, Belo Horizonte, v. 16, n. 3, p.92-105, set. 2015.

ANEXOS

Anexo A – Análise química do solo utilizado para o experimento.

LABORSOLO

RELATÓRIO DE ENSAIO AGRÔNOMICO, QUÍMICA DE SOLO

PROPRIEDADES FÍSICO-CHEMICAS	ESTATÍSTICAS	PROPRIEDADES QUÍMICAS
CTC (cmol ⁺ c) 9,000	Matéria Orgânica (M.O.) (%) 1,1	pH em CaCl ₂ 5,66
CTC (catânicos) 4,233	Posição Nutricional (PN) 1,1	pH em H ₂ O 6,23
CTC (anionômica) 4,767		pH em NaOH 7,24
		Alcali Total (meq) 1,97
		Alcali Trovável (meq) 1,97

MACROELEMENTOS CATIONICOS	NÍVEL DE SUPLENÇIA	ÍNDICES DE SATURAÇÃO	LEGENDA
Calcio (Ca ²⁺) 3,08	Baixo Médio Alto	Ca (%) 30,83	1
Magnésio (Mg ²⁺) 0,64	Baixo Médio Alto	Mg (%) 10,87	2
Fósforo (P ⁵⁺) 0,30	Baixo Médio Alto	P (%) 0,98	3
Sódio (Na ⁺) 0,04	Baixo Médio Alto	Na (%) 0,67	4

MACROELEMENTOS ANIONICOS	NÍVEL DE SUPLENÇIA	REPTITUIDADE DO EQUILÍBRIO DA SATURAÇÃO
Fósforo Moliécul 1 24,66	Baixo Médio Alto	Resíduo Trovável (%) 0,98
Fósforo Moliécul 2 21,01	Baixo Médio Alto	Resíduo Disponível (%) 0,56
Enxofre (S ²⁻) 0,55	Baixo Médio Alto	Resíduo Disponível (%) 0,98

MICROELEMENTOS	NÍVEL DE SUPLENÇIA	VALORES RELATIVOS	NÍVEL DE SUPLENÇIA
Ácido B ³⁺ 0,11	Baixo Médio Alto	Fósforo (%) 1,1	Baixo Médio Alto
Calcio (Ca ²⁺) 4,27	Baixo Médio Alto	Enxofre (%) 1,1	Baixo Médio Alto
Fósforo (P ⁵⁺) 143,11	Baixo Médio Alto	Zinco (%) 1,1	Baixo Médio Alto
Manganês (Mn ²⁺) 124,98	Baixo Médio Alto		
Zinco (Zn ²⁺) 1,86	Baixo Médio Alto		

Fonte: próprio autor

Anexo D – Transplante de mudas Brasmex Desafio^{RR} 8473 e inoculação de ovos J₂.



Fonte: próprio autor

Anexo B – Incorporação da matéria orgânica ativada.



Fonte: próprio autor

Anexo E – Mudas de Soja após 30 dias de plantio.



Fonte: próprio autor

Anexo C – Revolvimento do solo.



Fonte: próprio autor

Anexo F – Solo após a retirada da soja.



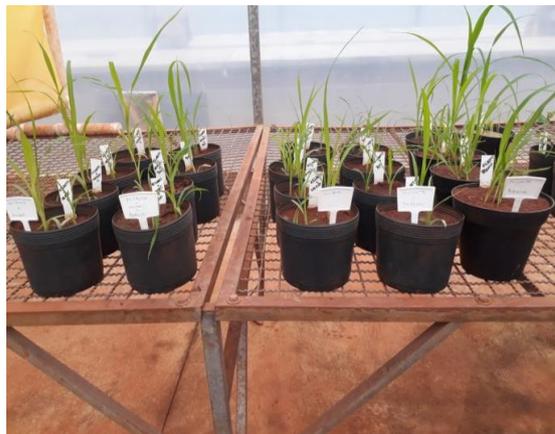
Fonte: próprio autor

Anexo G – Semeio e crescimento das plantas de Urocloa.



Fonte: próprio autor

Anexo J – Urocloa em crescimento, separada por tratamentos.



Fonte: próprio autor

Anexo H – Urocloa com 60 dias após a semeadura.



Fonte: próprio autor

Anexo K – Retirada e corte das raízes das plantas para análise em laboratório.



Fonte: próprio autor

Anexo I – Milheto após 60 dias de semeadura e seus tratamentos.



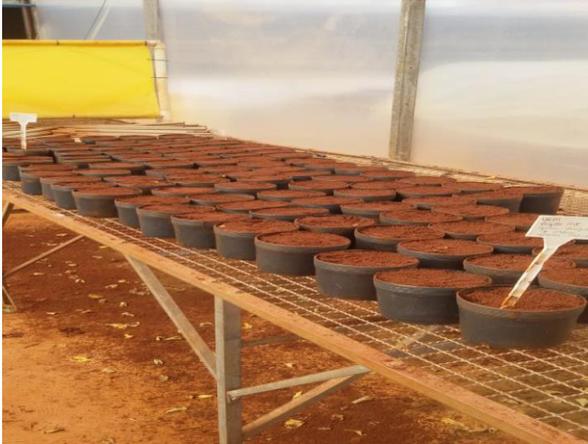
Fonte: próprio autor

Anexo M – Raízes das plantas com infestação de massa de ovos.



Fonte: próprio autor

Anexo N – Devolução dos solos para os vasos, separados por seus tratamentos.



Fonte: próprio autor

Anexo O – Etiquetas contendo os nomes dos tratamentos.



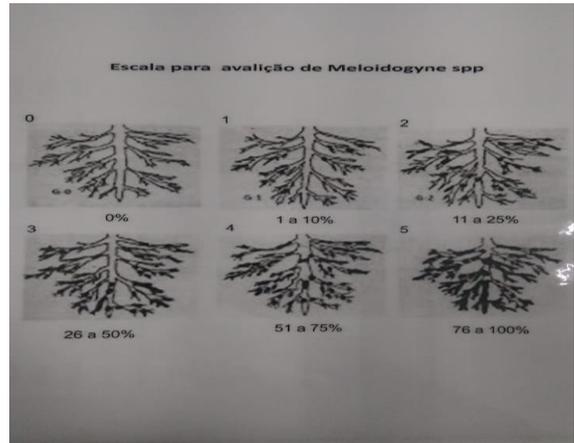
Fonte: próprio autor

Anexo P – Pesagem e anotações das raízes retiradas dos vasos.



Fonte: próprio autor

Anexo Q – Tabela de notas de galhas com valores de 0 à 5.



Fonte: Taylor e Sasser (1978)

Anexo R – Raízes do milho com galhas e seus tratamentos.



Fonte: próprio autor

Anexo S – Raízes de urocloa com galhas e seus tratamentos.



Fonte: próprio autor

Anexo T – Peneiras de 50 e 500mm para separar os nematoides das impurezas.



Fonte: próprio autor

Anexo W – Ovos de nematoides colocados em tubos de Becker para análise microscópica.



Fonte: próprio autor

Anexo U – Processo de extração de ovos segundo metodologia.



Fonte: próprio autor

Anexo X – Centrífuga utilizada para separação de ovos de nematoides.



Fonte: próprio autor

Anexo V – Lavagem dos ovos em água corrente para retirada de impurezas.



Fonte: próprio autor

Anexo Y – Centrífuga com a configuração correta proposta pela metodologia.



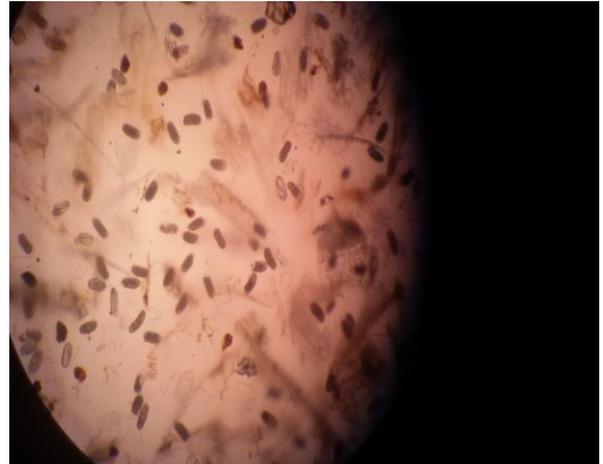
Fonte: próprio autor

Anexo 2 – Raízes de milho infestada por nematoides.



Fonte: próprio autor

Anexo 3 – Nematoides e seus ovos em microscópio.



Fonte: próprio autor

Anexo 1 – Autora separando as raízes por tratamentos para análise microscópica



Fonte: próprio autor

Anexo 4 – Autora lavando as raízes das plantas para análise em laboratório.



Fonte: próprio autor

Anexo 2 – Autora picotando as raízes para extração dos ovos conforme metodologia.



Fonte: próprio autor

Anexo 5 – Raízes do segundo plantio do soja e seu grau de infestação.



Fonte: próprio autor