

IMPACTOS DE CULTURAS CONSORCIADAS E BIOATIVADOR NO MILHO  
SAFRINHA SOBRE FITONEMATOIDES, FUNGOS DO SOLO E COMPONENTES DE  
PRODUTIVIDADE

por

YASMIN SANTOS SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Rio Verde – GO

Abril – 2019


INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOENERGIA E GRÃOS

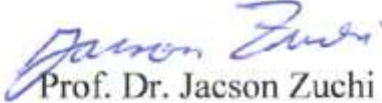
**IMPACTOS DE CULTURAS CONSORCIADAS E  
BIOATIVADOR NO MILHO SAFRINHA SOBRE  
FITONEMATOIDES, FUNGOS DE SOLO E  
COMPONENTES DE PRODUTIVIDADE**


Autora: Yasmin Santos Silva  
Orientador: Leonardo de Castro Santos

*TITULAÇÃO:* Mestre em Bioenergia e Grãos – Área de concentração  
Agroenergia.

APROVADA em 30 de abril de 2019.

  
Prof. Dr. Murillo Lobo Junior  
*Avaliador externo*  
Embrapa Arroz e Feijão

  
Prof. Dr. Jacson Zuchi  
*Avaliador interno*  
IF Goiano/ Polo de Inovação

  
Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos  
*Presidente da banca*  
IF Goiano/Polo de Inovação

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

S586i Silva, Yasmin Santos  
Impactos de Culturas Consorciadas e Bioativador no Milho Safrinha sobre Fitonematoides, Fungos do Solo e Componentes de Produtividade / Yasmin Santos Silva; orientador Leonardo de Castro Santos; co-orientador Alaerson Maia Geraldine. -- Rio Verde, 2019.  
81 p.

Dissertação (Mestrado em Programa de Pós Graduação em Bioenergia e Grãos) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2019.

1. Penegetic. 2. Manejo. 3. Microorganismos. 4. Soja. 5. Zea mays. I. de Castro Santos, Leonardo, orient. II. Maia Geraldine, Alaerson, co-orient. III. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 nº2376

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese  | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação                      | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação                             | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |   |

Nome Completo do Autor: Yasmin Santos Silva

Matrícula: 2017102331540062

Título do Trabalho: Impactos de Bioativador e Culturas Consorciadas com Milho Safrinha sobre Fitonematóides, Fungos do Solo e Componentes de Produtividade.

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Pio Verde , 15/07/19.  
Local Data

Yasmin Santos Silva

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Haroldo de Castro Santos  
Assinatura do(a) orientador(a)

IMPACTOS DE CULTURAS CONSORCIADAS E BIOATIVADOR NO MILHO  
SAFRINHA SOBRE FITONEMATÓIDES, FUNGOS DO SOLO E COMPONENTES DE  
PRODUTIVIDADE

por

YASMIN SANTOS SILVA

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos – IFGoiano - Polo de Inovação

Prof. Dr. Alaerson Maia Geraldine – IFGoiano - Polo de Inovação

IMPACTOS DE CULTURAS CONSORCIADAS E BIOATIVADOR NO MILHO  
SAFRINHA SOBRE FITONEMATOIDES, FUNGOS DO SOLO E COMPONENTES DE  
PRODUTIVIDADE

por

YASMIN SANTOS SILVA

Orientador: \_\_\_\_\_  
(Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos) – IFGoiano - Polo de Inovação

Orientador: \_\_\_\_\_  
(Prof. Dr. Alaerson Maia Geraldine) – IFGoiano - Polo de Inovação

Examinadores: \_\_\_\_\_  
(Exam. 1, Prof. Dr. Murillo Lobo Júnior ) – EMBRAPA CNPAF  
\_\_\_\_\_  
(Exam. 2, Prof. Dr. Jacson Zuchi ) – IFGoiano – Polo de Inovação

## AGRADECIMENTOS

Impossível expressar em palavras a imensidão da gratidão que meu coração sente. Finalizar essa etapa só foi possível graças as várias mãos, cérebros, corações e horas dedicadas por pessoas que ajudaram, muitas vezes, de maneira despretensiosa. Foram frentes de trabalho: nematologia, microbiologia, coleta de dados e tão importante quanto, frentes de apoio em forma de ligações, orações, abraços...pessoas que me lembraram de quem eu sou, da minha força e da minha determinação. Posso afirmar com certeza que foi a empreitada mais difícil que eu já topei. Obrigada ao Instituto Federal Goiano, pela estrutura e pelos recursos humanos. À equipe do laboratório de fitopatologia, em especial à Eide e Suellen, que mesmo diante de tantas outras tarefas estavam sempre prontas para me ajudar. Obrigada à Fazenda São Tomé, por oferecer a área, os insumos e principalmente a ajuda generosa dos funcionários Cau, Ricardo e Henrique. Aos meus pais, Ailton e Jacilene, à minha irmã, Kyanne, presença que acalma e dá forças para seguir. Ao orientador e coorientador, Leonardo e Alaerson, pela confiança e orientação. A Deus e ao Universo, pelas vibrações e conexão com o todo, pela existência.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	1
ABSTRACT .....	2
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	7
2.1. Cenário Mundial e Nacional – Soja e Milho .....	7
2.2 Principais Doenças e Pragas de solo do sistema Soja-Milho .....	8
2.3 Qualidade Biológica de Solos.....	12
2.4 Bioativadores de Solo .....	14
2.5 Manejo e Controle Biológico de Doenças .....	15
2.6 Manejo e Controle Cultural de Patógenos de Solo .....	16
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	18
CAPÍTULO 1: IMPACTOS DE BIOATIVADOR E CULTURAS CONSORCIADAS COM MILHO SAFRINHA SOBRE A POPULAÇÃO DE FUNGOS DE SOLO .....	24
RESUMO.....	25
1. INTRODUÇÃO.....	26
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	28
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
3.1 Milho.....	31
4. CONCLUSÃO .....	34



5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	35
CAPÍTULO 2. IMPACTOS DE BIOATIVADOR E CULTURAS CONSORCIADAS COM MILHO SAFRINHA SOBRE A POPULAÇÃO DE NEMATÓIDES FITOPATOGÊNICOS.	
.....	37
RESUMO.....	38
1. INTRODUÇÃO.....	39
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	41
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
3.1 Milho.....	43
3.2 Soja .....	51
4. CONCLUSÃO.....	55
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	56
CAPÍTULO 3. IMPACTOS DE BIOATIVADOR E CULTURAS CONSORCIADAS COM MILHO SAFRINHA SOBRE A PRODUTIVIDADE E DADOS MORFOMÉTRICOS DE SOJA E MILHO.	
.....	58
RESUMO.....	59
1. INTRODUÇÃO.....	60
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	62
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
3.1 Milho.....	65
3.2 Soja .....	76
4. CONCLUSÃO.....	81
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	82

IMPACTOS DE CULTURAS CONSORCIADAS COM MILHO SOBRE A  
MICROBIOLOGIA DO SOLO E CONTROLE DE DOENÇAS

por

YASMIN SANTOS SILVA

(Sob Orientação dos Professores Dr. Leonardo de Castro Santos e Dr. Alaerson Maia  
Geraldine – IFGoiano Campus Rio Verde)

RESUMO

As plantas de cobertura apresentam efeitos benéficos sobre os atributos biológicos e patógenos do solo, porém, ainda há poucos trabalhos avaliando esses efeitos em sistemas de cultivo consorciado. Diante disto, este trabalho teve por objetivo a avaliação dos efeitos de diferentes mix de culturas de cobertura consorciadas com milho safrinha sobre alguns atributos da qualidade biológica do solo e sua relação com fungos benéficos e patogênicos. Os experimentos foram conduzidos em Rio Verde – GO, em três experimentos subsequentes com duas culturas principais (milho e soja). Os experimentos foram conduzidos em DBC em arranjo fatorial 5 (consórcio) x 2 (biotivador) com 4 repetições. Avaliou-se as variáveis altura de planta, diâmetro do colmo, massa fresca e seca da parte aérea e da raiz, clorofila a, b e total, comprimento e diâmetro da espiga, mil grãos líquido e bruto, peso total líquido e bruto, porcentagem de umidade, produtividade em sacas e flutuação da população de fitopatógenos e fungos antagonistas. As médias obtidas analisadas e comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). Na primeira e segunda safra de milho, o consórcio com *Crotalaria spectabilis* destacou-se dos demais consórcios e igualou-se a testemunha em todas variáveis morfométricas analisadas. Já na safra de soja, o tratamento que se destacou foi aquele que continha palhada

com o mix de plantas, composto por milho + mix. A produtividade do milho foi afetada pelos consórcios, porém, essa redução na produtividade foi compensada na cultura da soja, em que as produtividades sob algumas palhadas de plantas de cobertura superaram a testemunha sem palhada. O bioativador Penergetic® mostrou-se eficiente quanto as variáveis morfométricas, no entanto o produto pode ter favorecido a multiplicação dos fitonematoides, como também do fungo antagonista *Trichoderma* spp.

**PALAVRAS-CHAVE:** Penergetic, Manejo, Microorganismos, Soja, *Zea mays*.

IMPACTS OF BIOATIVATOR AND COVER CROPS INTERCROPPED WITH CORN ON  
FITONEMATODES, SOILBORN FUNGI AND PRODUCTIVITY

by

YASMIN SANTOS SILVA

(Sob Orientação dos Professores Dr. Leonardo de Castro Santos e Dr. Alaerson Maia  
Geraldine – IFGoiano Campus Rio Verde)

ABSTRACT

Cover crops have beneficial effects on soil biological and pathogenic attributes, but there are still few studies evaluating these effects on intercropping systems. The objective of this study was to evaluate the effects of different cover crops mixtures intercropped with second harvest corn on attributes of soil biological quality and its relation with beneficial and pathogenic fungi. The experiments were carried out in Rio Verde - GO, in three subsequent experiments with two main crops (corn and soybean). The experiments were in RBD in factorial arrangement of 5 (consortium) x 2 (biotivator) with 4 replications. Plant height, stem diameter, fresh and dry matter of shoot and root, a, b and total chlorophyll, ear length and diameter, liquid and gross weight of one thousand kernels, net and gross total weight, humidity percentage, corn and soybean yield and population fluctuation of phytopathogens and antagonistic fungi were assessed. The observed means were analyzed and compared by the Scott-Knott test ( $p < 0.05$ ). In the first and second corn crop, the intercropping system with *Crotalaria spectabilis* stood out from the other consortia and was matched with the control in all analyzed morphometric variables. In the soybean crop, the treatment that stood out was the one with the plant mix straw composed of corn + *C. spectabilis* + millet + *C. ochroleuca* +

*Fagopyrum esculentum* + *Eleusine coracana*. The corn productivity in both years was affected by cover crops however, the soybean crop offset this yield loss, where the yields under some cover crops straw surpassed the control without any one. The Penergetic® bioactivator showed to be efficient as morphometric variables however the product may have favored the phytonematodes multiplication, as well as the antagonistic fungus *Trichoderma* spp.

KEY WORDS: Penergetic, Intercropping, Microorganism, Soybean, *Zea mays*.

## 1. INTRODUÇÃO

A diversidade microbiológica dos solos cultivados é afetada por vários fatores. O revolvimento do solo, alto aporte de insumos químicos, compactação, cultivo de monoculturas, dentre outras variáveis, reduzem tal diversidade quando comparada com os ecossistemas naturais. Nesses sistemas alterados, tem-se aumentado a carga de insumos químicos visando o controle de patógenos e apesar disso, observa-se maior incidência e severidade de doenças de solo. Como consequência, a produtividade vem diminuindo apesar dos maiores investimentos no controle de doenças. Este fato pode ser associado com a redução da diversidade microbiológica do solo que diminui o nível de supressão a patógenos (Garbeva *et al* 2006).

Apesar dos estudos mostrando o efeito de plantas de cobertura sobre os atributos biológicos do solo (Silveira Neto *et al.* 2006, Lourente *et al.* 2010) e patógenos do solo (Berni *et al.* 2002, Debiasi *et al.* 2016), ainda há poucos trabalhos avaliando esses efeitos em sistemas de cultivo consorciado. Observa-se a campo, que a rotação de culturas se resumiu à sucessão soja-milho safrinha, pois a segunda safra, apesar de apresentar alto risco pelas variáveis climáticas, ainda gera boa lucratividade, sendo importante aliada na viabilidade econômica da atividade agrícola. Portanto, o produtor dificilmente substitui o plantio de milho safrinha pela instalação de uma área com plantas de cobertura visando um manejo sustentável do sistema.

Daí a importância de se procurar soluções alternativas para a implementação da rotação de culturas, como é o caso do consórcio de plantas de cobertura com o milho safrinha. A partir da implantação desse modelo de consórcio, espera-se que a produtividade da cultura principal não seja afetada e que a produtividade da cultura subsequente seja aumentada pela melhoria

das condições microbiológicas do solo com supressão a fungos e nematoides fitopatogênicos e aumento da população de fungos antagonistas.

De acordo com a Sociedade Brasileira de Nematologia (SBN), as perdas na produtividade causadas por nematoides variam em média entre 5 e 35%, dependendo do tipo de cultivo, e em casos mais severos as perdas podem ser ainda maiores. Anualmente, o agronegócio brasileiro contabiliza prejuízos de R\$ 35 bilhões provocados por nematoides, e as perdas estimadas apenas na produção de soja são em torno de R\$16,2 bilhões (Costa *et al* 2014, DuPont 2015). Os fungos fitopatogênicos também estão entre os fatores que mais reduzem a produtividade das culturas, dependendo da severidade que a doença venha ocorrer e da suscetibilidade das cultivares implantadas, podem ser responsáveis por perdas de 10 a 90% na produção de milho e soja (Godoy *et al.* 2014).

Diante deste cenário, este trabalho teve por objetivo a avaliação dos efeitos de diferentes mix de culturas de cobertura consorciadas com milho safrinha sobre alguns atributos da qualidade biológica do solo e sua relação com fungos benéficos e patogênicos. Essa avaliação foi feita através da quantificação da flutuação populacional dos fungos fitopatogênicos do gênero *Fusarium*, dos nematoides *Heterodera glycines* e *Pratylenchus brachyurus*, e de fungos antagonistas do gênero *Trichoderma*; quantificação das alterações ocorridas na microbiota do solo em função da presença do bioativador de solos Pengergetic®; avaliação dos benefícios ocorridos em função do consórcio de culturas e estimativa da produtividade da cultura principal (milho e soja) em função dos diferentes tratamentos.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Cenário Mundial e Nacional – Soja e Milho**

O milho (*Zea mays* L.) é o grão mais produzido no mundo, seguido pelo arroz, trigo e soja. A produção mundial de milho na safra 2016-17 foi de 1.075,2 milhões de toneladas, tendo os EUA, China e Brasil como maiores produtores. A produção mundial de soja (*Glycine Max* L. Merrill) na safra 2016-17 foi de 351,31 milhões de toneladas em 120,95 milhões de hectares, com destaque para Estados Unidos e Brasil que são atualmente os maiores produtores (USDA 2017).

No cenário da agricultura brasileira, o grão mais produzido é a soja com produção de 119 milhões de toneladas, seguido pela produção de milho de quase 81 milhões de toneladas na safra 2017-18. A cultura do milho no Brasil possui duas janelas de produção conhecidas como 1ª e 2ª safras, as quais renderam a produção de 26,8 e 54 milhões de toneladas, respectivamente na safra 2017-18. Como pode ser observado, a 2ª safra de milho no Brasil representa 66,8% da produção total, sendo bastante expressiva na região centro-oeste com destaque para o estado do Mato Grosso (CONAB 2018).

Ao longo dos anos, a agricultura foi se intensificando e novos conceitos foram surgindo como resultado da conscientização aliada ao objetivo de aumento de produtividade. A prática do plantio direto revolucionou a agricultura no Cerrado no que diz respeito a preservação do solo e ao aumento de matéria orgânica. No entanto, na maior parte das áreas ocupadas com atividade agrícola, os três pilares do plantio direto não são totalmente executados (formação de palha, não revolvimento do solo e rotação de culturas) (Silva Neto 2011).

Observa-se que a rotação de culturas no Cerrado se resume a sucessão soja-milho 2ª safra, sistema que se tornou importante para a viabilização da agricultura brasileira, pois a sua



utilização proporcionou aumento na produção sem que houvesse o aumento proporcional da área cultivada, e resultou em melhor aproveitamento do solo e também dos recursos ambientais no Brasil. Essa modalidade foi aderida pelos produtores com facilidade uma vez que possibilitou também a otimização do uso do maquinário e da mão de obra da propriedade (Silva Neto 2011). Além dos benefícios operacionais, a sucessão soja-milho proporciona a redução dos riscos de produção dentro do mesmo ano agrícola, melhor uso do solo, menor infestação por plantas daninhas e ocupação da área por espécies de interesse econômico (Sedyama 2009).

Apesar dos benefícios, a sucessão de culturas pode apresentar alguns pontos negativos para o sistema agrícola como a degradação física, química e biológica do solo e surgimento de condições favoráveis ao desenvolvimento de pragas e doenças com conseqüente queda na produtividade (Sedyama 2009).

Além disso, a forte expansão das áreas cultivadas no país, sobretudo com práticas de rotação de culturas inadequadas ou inexistentes, tem proporcionado aumento na incidência de nematoides (Costa 2012). Um claro ponto negativo da sucessão soja-milho pode ser observado em relação a infestação das áreas por nematoides do gênero *Pratylenchus*. Ambas culturas são hospedeiras desses patógenos, desta forma, a sucessão com cultivares de soja e milho susceptíveis pode apresentar alto fator de multiplicação da população de fitonematoides nas áreas agricultáveis (Goulart 2008, Neves *et al.* 2016).

## **2.2 Principais Doenças e Pragas de solo do sistema Soja-Milho**

O Brasil possui grande expressão cenário mundial de produção de grãos, porém vários fatores têm estagnado a produtividade na maior parte das regiões produtoras. Entre os fatores bióticos, as doenças e pragas de solo possuem grande importância pela diversidade de agentes patogênicos e pelo alto poder de redução da produtividade. Os principais patógenos de solo

que afetam o sistema soja-milho são: *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Pratylenchus* spp., e *Heterodera glycines* (Van & Fickh 2016, Mitchum 2017).

*Fusarium* é um dos gêneros de fungos de solo mais abundantes (Wakelin *et al.* 2008) e podem ser patogênicos a uma grande variedade de culturas de interesse econômico, provocando doenças como podridões de colo e raiz, murcha vascular e *damping off* (Agrios 2005, Wakelin *et al.* 2008). Eles sobrevivem na forma de clamidósporos por vários anos e sua principal forma de disseminação são os esporos mitospóricos (macro e microconídios) que são produzidos em grandes quantidades na superfície das plantas infectadas (Abawi 1989). Esses fungos atacam as raízes, podendo penetrar no hospedeiro por aberturas naturais ou ferimentos (Bianchini *et al.* 1997).

Na cultura da soja, a podridão vermelha da raiz (PVR) conhecida também como síndrome da morte súbita (SDS) é uma das principais doenças de solo causando perdas de até 70% na produção (Freitas *et al.* 2004) pela diminuição no peso e número de grãos. Ainda não estão disponíveis formas eficientes de controle da PVR por causa da grande variabilidade genética do gênero *Fusarium* e a complexidade do sistema solo (umidade, compactação, microbiologia, fertilidade, profundidade, etc) (Milanese *et al.* 2013).

O uso de cultivares resistentes consiste na melhor expectativa de controle da doença e de convivência com o patógeno causador da doença (Farias Neto *et al.* 2006), porém mesmo as cultivares consideradas resistentes possuem algum nível de susceptibilidade à doença (Yorinori 2000).

Segundo com Gorgen *et al* (2009) o uso de palhada de braquiária associado ao fungo *Trichoderma harzianum* é um método viável e eficiente no controle do mofo-branco da soja em áreas de Cerrado, sendo a palhada um barreira física para a esporulação dos apotécios e o *T. harzianum* um parasita dos escleródios do fungo causador do mofo-branco na soja.

*Rhizoctonia solani* é um fungo causador de podridões radiculares na fase inicial de desenvolvimento de plântulas e provoca redução no vigor e na germinação da semente. Também é causador de queima da folha e/ou mela em soja (Jones & Belmar 1989) e está também associado a outros hospedeiros tais como arroz, milho, sorgo, feijão-de-corda e caupi (O'Neill *et al.* 1977, Câmara 1998). Geralmente é encontrado na forma micelial e pode sobreviver no solo com atividade saprofítica ou através da formação de estruturas de sobrevivência denominadas escleródios ou esclerócios (Krugner 1995).

É um fungo que apresenta difícil controle, cuja incidência e severidade do ataque estão associadas às condições do solo e a sequência de culturas cultivadas na área. Sendo assim, o manejo integrado de doenças se faz necessário a fim de se obter maior eficiência no controle. Berni *et al.* (2002) encontraram diferenças estatísticas na severidade da doença provocada por *R. solani* em diferentes preparos de solo e rotações, em que o plantio direto apresentou menor severidade e a rotação arroz/calopogônio (*Calopogonium muconoides*) - feijão apresentou maior severidade da doença.

Assim como os demais patógenos de solo, os fitonematoides são microrganismos que ganharam expressiva importância em função dos danos e perdas de produtividade que podem causar em diversas culturas, provocadas pela destruição do sistema radicular (Amorim *et al.* 2011). Na cultura da soja, a espécie *Pratylenchus* spp. apresenta grande importância e segundo Antonio *et al.* (2012) este nematoide pode causar perdas de até 50% na produtividade. *Pratylenchus* spp. é um agente patogênico endoparasita conhecido como o nematoide das lesões radiculares devido ao seu hábito migrador, que destrói as células das raízes causando sintomas de necrose (Dias *et al.* 2010, Goulart 2008). Sua alta frequência está associada ao seu hábito polífago, ao cultivo sucessivo de variedades suscetíveis de soja bem como o cultivo de outras culturas hospedeiras na safrinha tais como milho ou algodoeiro (Dias *et al.*, 2010).

Além disso, a utilização de máquinas terceirizadas tem contribuído para a disseminação desse patógeno. Segundo Mainardi e Asmus (2015) milho e soja são as espécies que permitem a maior multiplicação de *Pratylenchus* spp. em suas raízes, comprovando o aumento da população de nematoides desse gênero em áreas de sucessão soja-milho segunda safra.

A rotação com culturas não hospedeiras ou com baixo fator de reprodução (FR) é uma alternativa para o manejo desse patógeno uma vez que não existe relatos de cultivares de soja e milho resistentes ao nematoide das lesões radiculares. Várias espécies já foram estudadas, e algumas apresentaram baixo fator de reprodução, como é o caso da *Crotalaria spectabilis* e *C. breviflora* (Inomoto 2008). Alguns autores relataram a eficiência da rotação com adubos verdes na diminuição da população de *Pratylenchus brachyurus*. Segundo Vedoveto *et al.* (2013), mucuna, crotalária e estilosantes apresentaram maior redução na população do nematoide quando comparado a testemunha (milho). Os adubos verdes, além de reduzir a população de nematoides, melhoram as condições físico-químicas e microbiológicas do solo (Fileti *et al.* 2011).

*Heterodera glycines*, mais conhecido como nematoide do cisto da soja, é uma espécie de nematoide caracterizada pela formação de estruturas de resistência chamadas cistos. Ao morrer, o corpo da fêmea transforma-se no cisto em formato de limão, de coloração marrom e muito resistente a dessecação e degradação (Schmitt & Noel 1984, Taylor, 1971). Os ovos no interior do cisto podem sobreviver por até oito anos na ausência de plantas hospedeiras (Moore *et al.* 1984). Ao contrário do gênero *Pratylenchus*, que é polífago, o nematoide *H. glycines* ataca menor número de culturas, sendo a soja e o feijão as culturas cultivadas mais atacadas (Zambudio 2007).

Este patógeno é considerado um dos principais nematoides da cultura da soja, causando perdas na produção que variam de 15 % a 100 % dependendo do nível de infestação, da susceptibilidade da cultivar, da raça do nematoide e da fertilidade do solo (Dhingra *et al.* 2009,

Embrapa 2010). A identificação deste nematoide é facilmente realizada ao se observar as fêmeas aderidas as raízes das plantas. Muitos estudos têm sido conduzidos a fim de se identificar cultivares resistentes ao nematoide do cisto da soja (Dias *et al.* 2009, Matsuo *et al.* 2011, Matsuo *et al.* 2012). Estratégias de controle incluem rotação de culturas (Vedoveto *et al.* 2013), uso de cultivares de soja resistentes e a combinação desses métodos tem se mostrado eficiente (Embrapa 2010, Stirling 2013).

### **2.3 Qualidade Biológica de Solos**

A diversidade microbiológica dos solos cultivados é afetada por vários fatores. O revolvimento do solo, alto aporte de insumos químicos, compactação, cultivo de monoculturas, dentre outras variáveis, reduzem tal diversidade quando comparada com os ecossistemas naturais. Nesses sistemas alterados, apesar do aumento do uso de insumos químicos visando o controle de patógenos, observa-se maior incidência e severidade de doenças de solo (Reis *et al.* 2011, Van Bruggen & Semenov 2015). Como consequência, a produtividade vem diminuindo apesar dos maiores investimentos no controle de doenças. Este fato pode ser associado com a redução da diversidade microbiológica do solo que diminui o nível de supressão a patógenos (Garbeva *et al.* 2006).

Muitos trabalhos têm sido realizados com o objetivo de se avaliar os efeitos de culturas de cobertura sobre a qualidade física e química do solo, e, apesar da complexidade da avaliação dos componentes biológicos, nos últimos anos aumentou o interesse pela utilização de organismos presentes na biomassa microbiana como indicadores da qualidade biológica do solo (Ferreira *et al.* 2010, Ferreira *et al.* 2011, Oliveira *et al.* 2016). A avaliação da atividade microbiana do solo tem sido realizada através da estimativa da respiração basal (De-Polli & Pimentel 2005), e avaliações de atividade enzimática através da hidrólise do diacetato de fluoresceína (Adam & Duncam 2001). O carbono e nitrogênio da biomassa microbiana, o quociente metabólico e a relação respiração basal do solo/carbono da biomassa microbiana

também são parâmetros que vêm sendo utilizados para avaliação da qualidade biológica do solo.

A fração biológica do solo é bastante dinâmica e um dos fatores que alteram a diversidade estrutural e funcional da comunidade microbiana do solo são os exsudatos liberado pelas raízes das plantas (Araújo & Monteiro 2007). Esses exsudatos contêm compostos ricos em carbono, incluindo aminoácidos, açúcares, compostos fenólicos, ácidos orgânicos, metabólitos secundários e proteínas que na sua maioria são excretados através dos pelos radiculares e das células próximas a zona de penetração das raízes (Badri & Vivanco 2009). Diante da diversificada composição dos exsudatos radiculares, essas substâncias podem atrair tanto organismos benéficos como os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) (Akiyama *et al.* 2005) e bactérias fixadoras de N quanto patógenos específicos àquele hospedeiro (Nicol *et al.* 2003, Hamel *et al.* 2005, Hofmann *et al.* 2009) e conseqüentemente pode levar a resposta positiva ou negativa do solo. Como a composição, quantidade e sazonalidade do exsudato depende da identidade da planta (Broeckling *et al.* 2008, Schweitzer *et al.* 2008), a utilização de coberturas com alta diversidade de espécies pode levar a maiores níveis de diversidade microbiana no solo, especialmente aqueles microrganismos associados a rizosfera (Garbeva *et al.* 2004, Garbeva *et al.* 2006, Bardgett & Van Der Putten 2014).

A fim de se praticar um manejo agrícola sustentável, a conservação de espécies e processos biológicos benéficos é crucial para um balanço positivo contra microrganismos patogênicos no solo. Bonanomi *et al.* (2013) mostraram que a qualidade bioquímica dos resíduos das plantas é o principal fator de controle para a fungistase do solo.

A fungistase pode ser definida como a capacidade do solo de inibir a germinação de esporos de fungos e reduzir o crescimento vegetativo de fungos fitopatogênicos (Garbeva *et al.* 2011, Lisboa *et al.* 2015). Ocorre com maior intensidade em solos com alta atividade microbiana e é causada por um complexo de inibidores e estimulantes no solo. Mudanças na

concentração de inibidores ou estimulantes afetam o balanço fungistático no solo e resultam na indução, manutenção ou liberação da fungistase (Benson 1994).

## **2.4 Bioativadores de Solo**

Além da conservação da biodiversidade microbiológica através da rotação de culturas (diversidade de plantas), existem produtos que são utilizados com a finalidade de estimular processos bioquímicos e modular atividades fisiológicas de microrganismos e plantas. Nesse sentido, a tecnologia Penergetic® foi lançada no mercado brasileiro em 2001 e desde então vem sendo realizados diversos trabalhos a fim de se validar o uso da tecnologia na agricultura.

Segundo o fabricante, os produtos Penergetic® K e P são oriundos de argila bentonita submetida a aplicação de campos elétricos e magnéticos (Brito *et al.* 2012). Esses produtos são utilizados como bioativadores de solos (Penergetic® K) e plantas (Penergetic® P) com o objetivo de equilibrar as atividades microbiológicas no solo e disponibilizar mais energia ao processo fotossintético, além de ser um facilitador da interação planta-microrganismo benéfico. A formulação do produto ainda é mantida em sigilo absoluto pelo fabricante, dificultando a compreensão dos mecanismos de atuação sobre o solo e a planta. Entretanto, o produto tem sido comercializado e há relatos de sua eficiência no aumento do rendimento de grãos na soja (Penergetic® 2019).

Antoniolli e Jacques (2014) faz menção do Penergetic® como um produto que promove melhora de qualidade de vida do solo e também ativa a planta, no aproveitamento de nutrientes disponíveis e imobilizados no solo, aumentando a eficiência fotossintética. A esse produto é atribuída a função de aumentar o aproveitamento dos nutrientes disponíveis e imobilizados no sistema e também aumentar a eficiência fotossintética e auxiliar nas interações dos microrganismos nas raízes (Simbioses).

Wolfaardt & Korber (2012) apresentaram bons resultados em campo com a utilização do bioativador, em que ocorrem o aumento da disponibilidade de fósforo e potássio para as

plantas em solos que receberam o produto, reduzindo a necessidade de reposição por fertilizantes minerais. Este aumento da disponibilidade destes nutrientes para as plantas e para os micro-organismos não se deve à adição de elementos ao sistema solo, mas sim às reações que as cargas eletromagnéticas do produto ocasionam no sistema solo, que acabam alterando as formas dos nutrientes que já se encontram no solo, muitas vezes em formas indisponíveis às plantas e aos microrganismos, biodisponibilizando estes nutrientes.

## **2.5 Manejo e Controle Biológico de Doenças**

Diante da complexidade da dinâmica microbiológica no solo e da diversidade genética dos agentes patogênicos, o manejo integrado de doenças (MID) torna-se ainda mais expressivo quando se fala em doenças causadas por patógenos de solo. Dessa forma, faz-se necessária a combinação de vários métodos que, em conjunto, podem resultar em níveis mais elevados de controle.

O manejo cultural, biológico e físico são ferramentas a serem exploradas no manejo integrado de doenças (MID). Berni *et al.* (2002) constataram que a combinação entre preparo de solo e rotação de culturas, pode resultar em interações significativas na severidade de *F. solani* f. sp. *phaseoli* na cultura do feijoeiro. Em casa de vegetação, a incorporação de *C. juncea* e *T. harzianum* de forma isolada ou a interação deles reduziu a sobrevivência de *F. solani*. em solo sob cultivo de meloeiro (Fonsêca Neto *et al.* 2016).

O controle biológico, definido por Bettioli & Ghini (1995) como o uso de microrganismos antagonistas capazes de interferir na sobrevivência ou nas atividades determinantes da doença provocadas pelo fitopatógeno, é um dos métodos que tem sido utilizado no MID. Os mecanismos de controle biológico baseiam-se em relações de competição, predação, antibiose, parasitismo, resistência induzida ou pela produção de metabólitos que inibem o desenvolvimento do organismo patogênico (Sutton *et al.* 2016).



Para a seleção de organismos com aptidão para o controle biológico, deve-se observar a adaptabilidade, estabilidade genética, especificidade em relação ao hospedeiro, capacidade reprodutiva, competitividade, etc. Vários estudos têm demonstrado que fungos do gênero *Trichoderma* apresentam características que os tornam eficientes no manejo de fungos habitantes de solo como *Sclerotinia sclerotiorum* (Silva *et al.* 2015, Gorgen *et al.* 2009), *Fusarium* spp. (Milanese *et al.* 2013), *Rhizoctonia solani* (Dias *et al.* 2013), *Fusarium solanie*, *Rhizoctonia solani* em feijoeiro (Lobo Junior 2005).

## **2.6 Manejo e Controle Cultural de Patógenos de Solo**

O controle cultural de doenças de plantas é um outro método que compõe o manejo integrado de doenças. Esse método consiste na utilização de práticas culturais que interferem na sobrevivência e disseminação do patógeno com o objetivo de redução do inóculo (Kimati 1978). A rotação de culturas é uma ferramenta muito eficiente nesse manejo pois está baseada na sobrevivência limitada aos restos culturais do hospedeiro, na ausência de habilidade competitiva do patógeno, na incapacidade de formar estruturas de resistência e na restrição quanto a hospedeiros alternativos (Carmona 2006).

Além da rotação de culturas, a prática do consórcio entre plantas de cobertura e a cultura de interesse econômico tem surgido com outra prática do controle cultural, trazendo diversidade tanto para a parte aérea quanto para o solo. Tal diversidade tem sido demonstrada como uma precursora para a elevação da diversidade microbiológica nos solos (Garbeva *et al.* 2004, Garbeva *et al.* 2006) e consequente supressão de patógenos (Bonanomi *et al.* 2013).

Plantas de cobertura têm sido utilizadas para melhoria da fertilidade do solo, descompactação, redução de erosão e para a supressão de pragas, plantas daninhas, fungos de solo, nematoides e outros patógenos. A prática do manejo integrado de doenças é bem exemplificada por Gorgen *et al.* (2009) que demonstraram que a rotação de culturas envolvendo a gramínea *Brachiaria ruziziensis* associada à aplicação do agente de biocontrole

*Trichoderma* ssp. apresentou eficiência no controle do fungo de solo *Sclerotinia sclerotiorum* na cultura da soja.

A eficiência no manejo de nematoides se deve ao fato de estes patógenos apresentarem baixa mobilidade, portanto, aqueles nematoides que não apresentam estruturas de sobrevivência vão ter suas populações reduzidas por falta de alimento caso uma cultura não hospedeira seja instalada naquela área. As culturas que mais têm sido utilizadas no manejo de nematoides são as do gênero *Crotalaria* e milheto (*Pennisetum glaucum*) (Inomoto *et al.* 2006, Machado *et al.* 2007, Inomoto 2011, Queiróz *et al.* 2014, Debiasi *et al.* 2016).

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adam, G. & Duncan, H. 2001.** Development of a Sensitive and Rapid Method for the Measurement of Total Microbial Activity Using Fluorescein Diacetate (FDA) in a Range of Soils. *Soil Biology & Biochemistry*, 33, 943-951p.
- Akiyama, K.; Matsuzaki, K. & Hayashi, H. 2005.** Plant sesquiterpenes induce hyphal branching in arbuscular mycorrhizal fungi. *Nature* 435: 824–827.
- Amorim, L.; Rezende, J.A.M. & Bergamin Filho, A. 2011.** Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos. 4ª ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v.1, 704p.
- Antonio, S. F.; Mendes, F. L. & Franchini, J. C. 2012.** Perdas de produtividade da soja em área infestada por nematoide das lesões radiculares em Vera, MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6. 2012, Cuiabá. Anais. Brasília: Embrapa, CD-ROM.
- Antoniolli, Z. I.; Jacques, R. J. S. 2014.** Efeito do Penergetic®P e K na micorrização e nodulação de raízes de soja. Santa Maria.
- Araújo, A.S.F. & Monteiro, R.T.R. 2007.** Indicadores biológicos de qualidade do solo. *Bioscience Journal* 23 (3): 66-75p.
- Badri, D.V. & Vivanco, J.M. 2009.** Regulation and function of root exudates. *Plant Cell Environ.* 32(6): 666–681p.
- Bardgett, R. D.; Van Der Putten, W. H. 2014.** Belowground biodiversity and ecosystem functioning. *Nature* 515, 505-511p.
- Benson, D.M. 1994.** Inoculum. In: Campbell CL, Benson DM (Eds.) *Epidemiology and management of root diseases*. Heidelberg, Germany. Springer-Verlag. pp. 1-33.
- Berni, R.F.; Silveira, P.M. & Costa, J.L.S. 2002.** Influência do preparo de solo e da rotação de culturas na severidade de podridões radiculares no feijoeiro comum. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 32 (2): 69-74p.
- Bettiol, W. & Ghini, R. 1995.** Controle Biológico. In: Bergamin Filho, A.; Kimati, H.; Amorim, L. (Ed). *Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos*. 3.2d. São Paulo: Agronômica Ceres, v.1, 717-728p.

**Bianchini, A.; Maringoni, A. C. & Carneiro, S. M. T. P. G. 1997.** Doenças do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: Kimati, H.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.E.A.; Rezende, J.A.M. Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995-1997. v. 2, cap. 34, 389p.

**Bonanomi, G. et al. 2013.** Biochemical quality of organic amendments affects soil fungistasis. *Applied Soil Ecology*, Amsterdam, v. 72, n. 1, 135-142p.

**Brito, R.O.; Dequech, F. K. & Brito, R. M. 2012.** Use of penergetic products P and K in the snap bean production. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, v.55, 277-278 p.

**Broeckling, C. D.; Broz, A. K.; Bergelson, J.; Manter, D. K. & Vivanco, J. M. 2008.** Root exudates regulate soil fungal community composition and diversity. *Applied Environment Microbiology* 74: 738-744p.

**Câmara, G. M. S. 1998.** Ecofisiologia de soja e rendimento. In: Soja: Tecnologia da Produção. Piracicaba: USP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 256-275p.

**Carmona, M. 2006.** Doenças da soja I: Ferrugem asiática. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 48p.

**Conab - Companhia Nacional de Abastecimento. 2018.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 26 jan. 2019.

**Costa, M.J.N.; Pasqualli, M.P. & Prevedello, R. 2014.** Efeito do teor de matéria orgânica do solo, cultura de cobertura e sistema de plantio no controle de *Pratylenchus brachyurus* em soja. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 40, n. 1, 63-70p.

**Debiasi, H.; Franchini, J. C.; Dias, W.P.; Ramos Junior, E. U. R. & Balbinot Junior, A. B. 2016.** Práticas culturais na entressafra da soja para o controle de *Pratylenchus brachyurus*. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.51, n.10, 1720-1728p.

**De-Polli, Helvécio & Pimentel, M.S. 2005.** Indicadores de qualidade do solo. In: Aquino, Adriana Maria; Assis, Renato Linhares (eds.) *Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável*. Brasília-DF: Embrapa, 17-28 p.

**Dhingra, O.D, Mendonça, H.L & Macedo, D.M. 2009.** Doenças e seu controle. In Sedyiyama T (ed.) *Tecnologias de produção e usos da soja*. Mecenas, Londrina, 133-155 p.

**Dias, W. P.; Asmus, G. L.; Silva, J. F. V.; Garcia, A. & Carneiro, G. E. S. 2010.** Nematoides. In: ALMEIDA, A. M. R; SEIXAS, C. D. S. (ed). *Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura*. Londrina-PR: Embrapa Soja,173-206p.

**Dias, P. P.; Berbara, R. L. L. & Fernandes, M. C. A. 2013.** Controle de *Rhizoctonia solani* e *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* por biopreparados de isolados de *Trichoderma* spp. *Summa Phytopathol.*, Botucatu, v. 39, n. 4, p. 258-262.

**Dias, W.P.; Silva, J.F.V.; Carneiro, G.E.S.; Garcia, A. & Arias, C.A.A. 2009.** Nematóide do cisto da soja: biologia e manejo pelo uso da resistência genética. *Nematologia Brasileira*, v. 33, 1-16p.

**Dupont. Dupont Pioneer. 2015.** Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

**Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2010.** Tecnologias de produção de soja – região Central do Brasil – 2011. Embrapa, Londrina, 255p.

**Ferreira, E. P. B. et al. 2010.** Microbial soil quality indicators under different crop rotations and tillage management. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 177-183p.

**Ferreira, E. P. B.; Wendland, A. & Didonet, A. D. 2011.** Microbial biomass and enzyme activity of a *Cerrado* Oxisol under agroecological production system. *Bragantia*, Campinas, v. 70, n. 4, 899-907p.

**Fileti, M. S.; Signori, G.; Barbieri, M.; Giroto, M.; Felipe, A. L. S.; Junior, C. E. I.; Silva, D. P.; Epiphânio, P.D. & Lima, F. C. C. 2011.** Controle de nematoides utilizando adubos verdes. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia* 10:1-8p.

**Fonsêca Neto, J.; Dantas, A. M. M.; Silva, F.H.A.; Cruz, B.L.S.; Ambrósio, M.M.Q. & Nascimento, S.R.C. 2016.** Efeito de adubo verde e *Trichoderma harzianum* na sobrevivência de *Fusarium solani* e no desenvolvimento do meloeiro. *Revista Agro@mbiente On-line*, v. 10, n. 1, 44-49p.

**Garbeva, P. et al. 2006.** Effect of above-ground plant species on soil microbial community structure and its impact on suppression of *Rhizoctonia solani* AG3. *Environmental Microbiology*, v. 8, n. 2, 233-246p.

**Garbeva, P. et al. 2011.** Soil and general soil biostasis – A new synthesis. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v. 43, n. 3, 469-477p.

**Garbeva, P.; Van Veen, J. A. & Van Elsas, J. D. 2004.** Microbial diversity in soil: selection of microbial populations by plant and soil type and implications for disease suppressiveness. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v. 42, n. 1, 243-270 p.

**Godoy, C. V.; Utiamada, C. M.; Meyer, M. C.; Campos, H. D.; Pimenta, C. B.; Cassetari Neto, D.; & Venancio, W. S. 2014.** Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2013/14: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Embrapa Soja: Londrina, n. 103, 7p.

**Görge, C. A.; Silveira Neto, A. N.; Carneiro, L. C.; Ragagnin, V. & Lobo Junior, M. 2009.** Controle do mofo-branco com palhada e *Trichoderma harzianum* 1306 em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, 1583-1590p.

**Goulart, A. M. C. 2008.** Aspectos Gerais sobre nematoides das lesões radiculares (gênero *Pratylenchus*). Planaltina, DF: EmbrapaCerrados, 30p.

**Hamel, C.; Vujanovic, V.; Jeannotte, R.; Nakano-Hylander, A. & St-Arnaud, M. 2005.** Negative feedback on a perennial crop: *Fusarium* crown and root rot of asparagus is related to changes in soil microbial community structure. *Plant Soil* 268:75–87p.

**Hofmann, A.; Wittenmayer, L.; Arnold, G.; Schicber, A. & Merbach, W. 2009.** Root exudation of phloridzin by apple seedlings (*Malus domestica* Borkh.) with symptoms of apple replant disease. *J Appl Bot Food Qual* 82:193–198p.

**Inomoto, M. M. 2008.** Importância e manejo de *Pratylenchus brachyurus*. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, v. 108, n. 18, 4-9p.

**Inomoto, M.M. 2011.** Avaliação da resistência de 12 híbridos de milho a *Pratylenchus brachyurus*. *Tropical Plant Pathology*, v.36, 308-312p.

**Inomoto, M.M.; Motta, L.C.C.; Beluti, D.B. & Machado, A.C.Z. 2006.** Reação de seis adubos verdes a *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. *Nematologia Brasileira*, v.30, 39-44p.

**Jones, R. K. & Belmar, S. B. 1989.** Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. isolated from rice, soybean and other crops grown in relation with rice in Texas. *Plant Disease*, St. Paul, v. 73, 1004-1010p.

**Kimati, H. 1978.** Princípios gerais de controle de plantas. In: Galli, F. (Org.). *Manual de fitopatologia*. São Paulo: Ceres, v.1, 289-296 p.

**Krugner, T. L. & Bacchi, L. M. A. 1995.** Fungos. In: Bergamin Filho, A.; Kimati, H.; Amorim, L. *Manual de fitopatologia: princípios e conceitos*. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v.1, cap. 4, 85p.

**Lisboa, B. B. et al. 2015.** Soil fungistasis against *Fusarium graminearum* under different crop management systems. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 39, 69-77p.

**Lobo Júnior, M. 2005.** Controle de podridões radiculares no feijoeiro comum com o fungicida microbiano *Trichoderma*. In: Cobucci, T.; Wruck, F.J. (Ed.). *Resultados obtidos na área pólo de feijão no período de 2002 a 2004*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 13-17 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 174).

**Lourente, E. R. P.; Mercante, F. M.; Marchetti, M. E.; Souza, L. C. F.; Souza, C. M. A.; Gonçalves, M. C. & Silva, M. A. G. 2010.** Rotação de culturas e relações com atributos químicos e microbiológicos do solo e produtividade do milho. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, n. 4, p. 829-842, out./dez.

**Machado, A.C.Z.; Motta, L.C.C.; Siqueira, K.M.S. de; Ferraz, L.C.C.B. & Inomoto, M.M. 2007.** Host status of green manures for two isolates of *Pratylenchus brachyurus* in Brazil. *Nematology*, v.9, 799-805p.

**Mainardi, J. T.; Asmus, G.L. 2015.** Danos e potencial reprodutivo de *Pratylenchus brachyurus* em cinco espécies vegetais. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia-MS, v. 2, n. 4, 38-47p., out./dez.

**Matsuo, E.; Sedyama, T.; Cruz, C. D.; Oliveira, R. D. L.; Oliveira, R. C. T. & Nogueira, A. P. O. 2011.** Genetic diversity in soybean genotypes with resistance to *Heterodera glycines*. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 11: 304-312p.

- Matsuo, E.; Sediyaama, T.; Oliveira, R. D. L.; Cruz, C. D. & Oliveira, R. C. T. 2012.** Characterization of type and genetic diversity among soybean cyst nematode differentiators. *Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)*, Piracicaba, v. 69, n. 2, 147-151p.
- Milanese, P. M.; Blume, E.; Antonioli, Z. I.; Muniz, M. F. B.; Santos, R. F.; Finger, G. & Durigon, M. R. 2013.** Biocontrole de *Fusarium* spp. com *Trichoderma* spp. e promoção de crescimento de soja. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 36, n. 3, 347-356p.
- Mitchum, M. G. 2016.** Soybean resistance to the soybean cyst nematode *Heterodera glycines*: an update *Phytopathology*, v. 106, n. 12, 1444-1450p.
- Neves, S.S. et al. 2016.** Desempenho de híbridos de milho sob a ação de *Pratylenchus brachyurus* e *P. Zeae*. *Nematropica*, v.46, n.1, 71-75p.
- Nickle, W.R. 1984.** Plant and insect nematodes. New York: Marcel Dekker, 985p.
- Nicol, R.W.; Yousef, L.; Traquair, J.A. & Bernards, M.A. 2003.** Ginsenosides stimulate the growth of soilborne pathogens of American ginseng. *Phytochemistry* 64:257–264p.
- O’neil, N. R.; Rush, M. C.; Horn, N. L. & Carver, R. B. 1977.** Aerial blight of soybeans caused by *Rhizoctonia solani*. *Plant Disease*, St. Paul, v. 61, 713-717p.
- Oliveira, P. et al. 2016.** Response of soil fungi and biological processes to crop residues in no-tillage system. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 46, n. 1, 57-64p.
- Queiróz, C. De A.; Fernandes, C.D.; Verzignassi, J.R.; Valle, C.B. Do; Jank, L.; Mallmann, G. & Batista, M.V. 2014.** Reação de acessos e cultivares de *Brachiaria* spp. e *Panicum maximum* à *Pratylenchus brachyurus*. *Summa Phytopathologica*, v.40, 226-230p.
- Reis, E.M.; Casa, R.T. & Bianchin, V. 2011.** Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. *Summa Phytopathologica*, v. 37, n. 3, 85-91p.
- Schmitt, R.D. & G.R. Noel. 1984.** Nematodes parasites of soybean. In: Nickle, W.R. (ed). *Plant and Insect Nematodes*. Marcel Dekker, New York, 13-43 p.
- Schweitzer, J. A.; Bailey, J. K.; Fischer, D.G.; Leroy, C.J.; Lonsdorf, E.V.; Whitham, T. G & Hart, S. C. 2008.** Plant–soil–microorganism interactions: heritable relationship between plant genotype and associated soil microorganisms. *Ecology* 89: 773–781p.
- Sediyaama, T. 2009.** Tecnologias de produção e usos da soja. Londrina: Macenas, 314p.
- Silva Neto, S. P. 2011.** Importância da cultivar de soja na viabilidade da sucessão soja-milho. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 3 p.
- Silva, R. A. 2015.** Eficiência das crotalárias no enfreteamento de nematoides. *A Granja* 800: 77-79.
- Silveira Neto, A. N.; Silveira, P. M.; Stone, L. F. & Oliveira, L. F. C. 2006.** Efeitos de manejo de culturas em atributos físicos do solo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 36 (1): 29-35p.

**Stirling, G. R. 2013.** Integration of organic amendments, crop rotation, residue retention and minimal cultivation in a subtropical vegetable cultivation system increases suppression of the gill nematode (*Meloidogyne incognita*). *Australasian Plant Pathology*, v. 42, n. 6, 625-637p.

**Sutton, G. F.; Compton, S. G. & Coetzee, J. A. 2016.** Naturally occurring phytopathogens enhance biological control of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) by *Megamelus scutellaris* (Hemiptera: Delphacidae), even in eutrophic water. *Biological Control*, v. 103, 261-268p.

**Taiz, L. & Zeiger, E. 2009.** *Fisiologia vegetal*. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 819p.

**Taylor, A.L. 1971.** *Introductions to research on plant nematology*. FAO, Rome, 133p.

**United States Department Of Agriculture - Usda. 2017.** Grain: World Markets and Trade. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/grain-world-markets-and-trade>. Acesso em: 30 dez. 2018.

**Van Bruggen, A. H. C. & Finckh, M. 2016.** Plant diseases and management approaches inorganic farming systems. *Annual Review of Phytopathology*, v. 54, 25-54p.

**Van Bruggen, A. H. C. & Semenov, A. M. 2015.** Soil Health and Soilborne Diseases in Organic Agriculture (Chapter 3.2). In: Finckh, M., van Bruggen, A.H.C., Tamm, L. (Eds.) *Plant Diseases and Their Management in Organic Agriculture*. APS Press, St. Paul, Minnesota, 67-89p.

**Vedoveto, M.V.V. et al. 2013.** Adubos verdes no manejo de *Pratylenchus brachyurus* em soja. *Nematropica*, Auburn, v.43, n.2, p.226-232, Disponível em: <<http://journals.fcla.edu/nema-tropica/article/view/82711>>. Acesso em: 31 jan. 2018.

**Wolfaardt, G.M. & Korber, D.R. 2012.** Near-field microbiological considerations relevant to a deep geological repository for used nuclear fuel. *State of Science Review*, 98p.

**Yorinori, J. T. 2000.** Evolução da ocorrência e da severidade da podridão vermelha da raiz da soja (PVR/SDS) e reação das cultivares comerciais à doença In: Reunião de 83 pesquisa de soja da região central do Brasil, 22. Cuiabá. Resumos... Londrina: Embrapa Soja, 94p.

**Zambudio, S. 2007.** Pesquisa desenvolve controle biológico para combater nematoides. Disponível em: <<http://www23.sede.embrapa.br:8080/aplic/bn.nsf/blbbbc852ee10571832568-00005ca0ab/15b0a2fe00870b9583256d39006895e4?OpenDocument>>. Acesso em 08 jan. 2019.



**CAPÍTULO 1: IMPACTOS DE BIOATIVADOR E CULTURAS CONSORCIADAS  
COM MILHO SAFRINHA SOBRE A POPULAÇÃO DE FUNGOS DE SOLO**

## RESUMO

Os patógenos de solo vêm causando diversas perdas na produção das culturas e com isso vários métodos de controle vêm sendo adotados para minimizar a ação desses microrganismos. Um desses métodos utilizados é o uso de plantas de cobertura. As plantas de cobertura apresentam efeitos sobre os atributos biológicos e patógenos do solo, porém ainda há poucos trabalhos na literatura mostrando esses efeitos em sistemas de cultivo consorciado. Assim, este trabalho teve por objetivo a avaliação da flutuação populacional de alguns patógenos de solo (análise da microbiota do solo) em diferentes mix de culturas de cobertura consorciadas com milho safrinha na presença e ausência do bioativador Penergetic®. Os experimentos foram realizados em Rio Verde - GO, em três safras subsequentes (milho-soja-milho) e conduzidos em blocos ao acaso arranjos em esquema fatorial 5 x 2 com 4 repetições. Foi realizada a quantificação dos microrganismos *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia* spp. e *Trichoderma* spp. Para maior confiabilidade dos resultados foram utilizadas metodologias e meios de cultura específico para cada microrganismo.

As médias obtidas foram analisadas e comparadas pelo Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). Os consórcios não demonstraram influência na quantificação microbiológica, exceto na primeira safra de milho para o fungo *Fusarium oxysporum*, com aumento das UFCs nas culturas consorciadas. Na segunda safra de milho, houve diminuição de

*Trichoderma* spp. e *F. solani*, e aumento de *F. oxysporum* e *Rhizoctonia* sp. O Penergetic® mostrou influência apenas na safra de soja com aumento do fungo *Trichoderma* spp, na presença do bioestimulante.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo, Plantas de cobertura, Penergetic, Fungos, Patógenos, Microbiota

## 1. INTRODUÇÃO

Diversas práticas de manejo como revolvimento do solo, alto aporte de insumos químicos, compactação, cultivo de monoculturas, dentre outras variáveis, reduzem a diversidade microbiológica dos solos quando comparada com os ecossistemas naturais. Com isso o número de uso de insumos químicos tem aumentado consideravelmente visando o controle de patógenos e apesar disso, observa-se maior incidência e severidade de doenças de solo. Como consequência, a produtividade vem diminuindo apesar dos maiores investimentos no controle de doenças. Este fato pode ser associado com a redução da diversidade microbiológica do solo que diminui o nível de supressão a patógenos (Garbeva *et al* 2006).

A diversidade microbiológica do solo tem associação direta com a atribuição da característica supressiva de solos a diversas doenças de plantas (Mendes *et al.*, 2011), sendo os microrganismos esses agentes da inibição da ocorrência de doenças mesmo na presença dos patógenos (Van elsas *et al.*, 2012).

Apesar dos estudos mostrando o efeito de plantas de cobertura sobre os atributos biológicos do solo (Silveira Neto *et al.* 2006, Lourente *et al.* 2010) e patógenos do solo (Berniet *al.* 2002, Debiasi *et al.* 2016), ainda há poucos trabalhos avaliando esses efeitos em sistemas de cultivo consorciado e como isso influencia na microbiota do solo.

Os fungos fitopatogênicos estão entre os fatores que mais reduzem a produtividade das culturas, dependendo da severidade que a doença venha ocorrer e da suscetibilidade das cultivares implantadas, podem ser responsáveis por perdas de 10 a 90% na produção de milho e soja (Godoy *et al.* 2014).

A rotação com culturas não hospedeiras ou com baixo fator de reprodução é uma alternativa para o manejo desse patógeno uma vez que não existem relatos de cultivares de soja e milho resistentes ao nematoide das lesões radiculares. Várias espécies já foram estudadas, e algumas apresentaram baixo fator de reprodução, como é o caso da *Crotalaria spectabilis* e *C. breviflora* (Inomoto 2008).

Diante deste cenário, este trabalho teve por objetivo a avaliação dos efeitos da presença do bioativador Penegetic® e diferentes mix de culturas de cobertura consorciadas com milho safrinha sobre a flutuação populacional de fungos benéficos e patogênicos. A quantificação dos fungos fitopatogênicos do gênero *Fusarium* e *Rhizoctonia*, e de fungos antagonistas do gênero *Trichoderma* foi feita através do método de diluição em placas em meio semisseletivo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda São Tomé (17°28'13"S, 51°38'39"O) no município de Rio Verde, estado de Goiás, Brasil. De acordo com a classificação Koppen, o local tem um clima "Aw", com precipitação média anual de 1590 mm e temperatura média variando entre 19,9°C e 23,3°C.

Foram realizados três experimentos subsequentes com duas culturas principais (milho e soja) em épocas distintas. O primeiro experimento ocorreu entre os meses de fevereiro a agosto de 2017 com o cultivo do milho e culturas consorciadas, o segundo entre os meses de outubro de 2017 a fevereiro de 2018 com a cultura da soja sobre a palhada do experimento anterior e por último com a cultura do milho e culturas consorciadas nos meses de fevereiro a agosto de 2018. A área experimental é comercial com histórico de produção de soja e milho desde 1994. Desde 2000 cultiva-se soja no verão e milho safrinha. A área possui histórico de incidência de fungos fitopatogênicos do gênero *Rhizoctonia* e *Fusarium*.

Os experimentos foram conduzidos em blocos ao acaso arranjos em esquema fatorial 5 x 2 com 4 repetições. Sendo o primeiro fator "consórcio" e o segundo fator "bioativador".

---

### CONSÓRCIO

---

Milho Solteiro (Testemunha)

Milho + *Crotalaria spectabilis* (19 kg ha<sup>-1</sup>)

Milho + *Crotalaria ochroleuca* (10 kg ha<sup>-1</sup>) + milheto (10 kg ha<sup>-1</sup>)

Milho + capim-pé-de-galinha gigante (6 kg ha<sup>-1</sup>)

Milho + *Crotalaria spectabilis* (8 kg/ha) + milheto (6 kg ha<sup>-1</sup>) + *Crotalaria ochroleuca* (8

kg ha<sup>-1</sup>) + trigo mourisco (12 kg ha<sup>-1</sup>) + capim-pé-galinha (2 kg ha<sup>-1</sup>)

---

**BIOATIVADOR**

---

Presença

Ausência

---

O híbrido utilizado nos dois experimentos foi o P3646 convencional com um stand final de 55 mil plantas por hectare. O volume de sementes de plantas de cobertura foi baseado no manual do solo vivo (em anexo). A tecnologia de bioativação utilizada foi a Penegetic® que possui dois produtos: Penegetic® K e Penegetic® P. A aplicação do Penegetic® K foi realizada na dessecação (250 g/ha) com o pulverizador Jacto 2000. O produto Penegetic® P foi aplicado duas vezes, sendo a primeira no estágio V3 do milho e a segunda no estágio V6 sempre nas condições ambientais ideais (velocidade do vento entre 3 e 10 km/h, UR% 70-90, temperaturas abaixo de 30°C) para evitar deriva para as parcelas com ausência do produto.

Cada parcela ocupou uma área de 24 m x 38,5 m, no centro das quais foram coletadas as amostras para avaliação.

As sementes das plantas de cobertura foram pré misturadas com o fertilizante fosfato monoamônico (MAP) em um misturador de ração Incomagri MIN-500 P e colocadas na caixa de adubo de uma plantadeira Massey MF 513 de 11 linhas com espaçamento de 50 cm. As mangueiras da caixa de adubo foram retiradas do canal de condução do adubo e amarradas ao cavalete da plantadeira na direção da entrelinha do milho. A partir do movimento das “botinhas” na linha do milho, as sementes das plantas consorciadas foram ligeiramente enterradas, possibilitando sua germinação.

Amostras de solo foram coletadas no estágio de floração do milho safrinha e na soja subsequente em profundidade de 0-10 cm com 1 amostra composta (com 3 amostras simples) por parcela. Essas amostras foram utilizadas para avaliação da flutuação da população de fungos fitopatogênicos (*Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Rizoctonia* ssp.) e fungos antagonistas (*Trichoderma* ssp.).

Avaliações voltadas para a estimação da população de *Fusarium solani* (Nash & Snyder 1962) *Fusarium oxysporum* (Komada 1975), e *Trichoderma* spp. (Martin 1950) foram realizadas através do método de diluição em placas com meio semisseletivo.

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade de distribuição dos resíduos de Shapiro Wilk e homogeneidade das variâncias de Levene, com auxílio do programa IBM SPSS Statistics®, e posteriormente foi realizada a análise de variância dos dados e as médias obtidas foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) utilizando o programa estatístico SISVAR® (Ferreira 2008).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Milho

Na primeira safra de milho os valores médios dos fungos *Trichoderma* spp. (5391,66 UFC), *F. solani* (3241,67 UFC) e *Rhizoctonia* spp. (18,06 UFC) não apresentaram diferença significativa para nenhum dos fatores estudados, nem interação entre eles.

Na Fig. 1 são apresentadas as quantidades médias de unidades formadoras de colônia do fungo *Fusarium oxysporum*, demonstrando a interação dos fatores tipos de consórcios e aplicação de Penergetic®. Na presença do bioestimulante a testemunha apresentou a menor quantidade média deste fungo se comparados aos demais, já o consórcio milho + mix apresentou as maiores médias, e os demais consórcios foram considerados intermediários não demonstrando diferença significativa entre si.

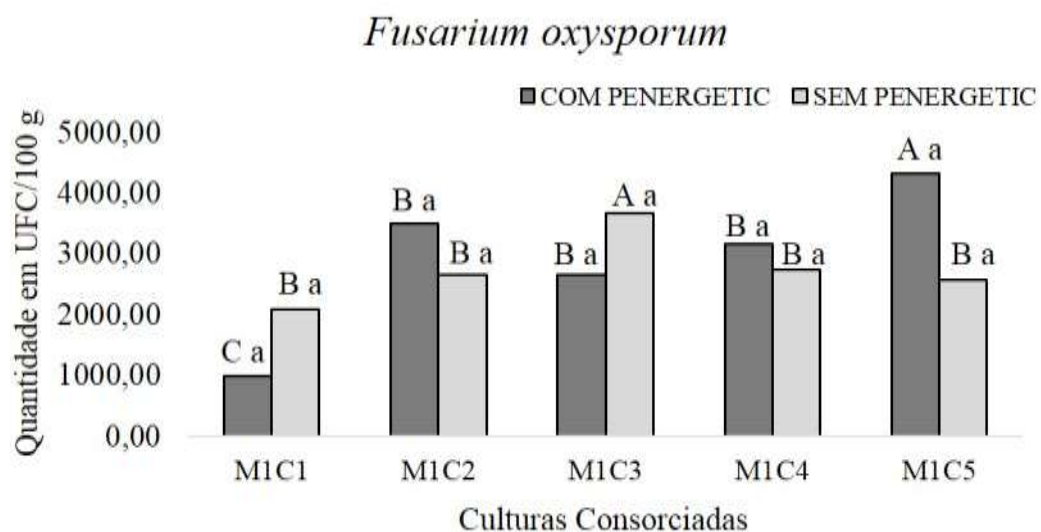




Figura 1. Quantidade média de *Fusarium oxysporum* em diferentes tipos de consórcio com a cultura do milho submetidos ao tipo (com ou sem) de aplicação de Penergetic®. Médias seguidas por mesmas letras minúsculas dentro do consórcio e maiúsculas entre tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de significância.

Na ausência de Penergetic®, a testemunha se igualou estatisticamente a quase todos os consórcios, exceto ao consórcio *C. ochroleuca* + milheto, que foi significativamente aos demais, apresentando as maiores quantidades médias deste fungo. Não houve diferença no desdobramento de Penergetic® dentro de cada consórcio, sendo indiferente a aplicação do bioestimulante.

Na segunda safra de milho, não foram observadas significância para nenhum dos fatores estudados, nem interação entre eles. Ao se comparar a safra anterior, foi possível observar que houve redução drástica na quantidade média geral de unidades formadoras de colônia para *Trichoderma* spp. e *F. solani*, com médias de 8,82 UFC, e 1,16 UFC, respectivamente. Porém houve aumento para *Rhizoctonia* spp. com média de 87,65 UFC e *F. oxysporum* com 4875,00 UFC.

### 3.2 Soja

Quanto a quantificação microbiológica, é possível observar aumento dos valores médios, se comparado a safra de milho, dos fungos *F. oxysporum* (4875,00 UFC), *F. solani* (4197,23 UFC) e *Rhizoctonia* spp. (23,81 UFC), e não foi observada significância estatística para nenhum dos fatores estudados, nem interação entre eles.

Para *Trichoderma* spp. ocorreu significância estatística apenas para o fator Penergetic®, não ocorrendo interação entre os fatores. Na ausência do bioestimulante, independente dos consórcios, ocorreram menores quantidades de unidades formadoras de colônia, do que na sua presença. Segundo Rodriguez-Kábana & Calvet (1994), o antagonismo a determinado patógeno não está limitado a certo grupo ou número de espécies microbianas específicas, mas ao envolvimento microbiano como um todo.

De acordo com Melo (1998), as espécies de *Trichoderma* spp. e algumas formas não patogênicas de *F. oxysporum*, são consideradas eficientes antagonistas contra uma série de fungos fitopatogênicos, e a sua ação ocorre por meio da associação ou não dos mecanismos de parasitismo, antibiose e competição. O potencial antagonista de *Trichoderma* spp. pode ter sido influenciado pela variabilidade de isolados, o tipo de solo, condições de temperatura, umidade e microflora associada (Howel 2003). A explicação para esses resultados ainda é limitada, pois de acordo com Seidl *et al.* (2009) os processos bioquímicos relacionados ao micoparasitismo foram relatados de forma muito fragmentada, sendo que sua dinâmica e sobrevivência em solos com cultivo de plantio direto na palha, ainda é pouco estudada.

Melo & Faull (2000), buscando a seleção de linhagens efetivas de *Trichoderma* sp. para o controle de *R. solani*, concluíram que o uso de *Trichoderma* sp. inibiu o crescimento do patógeno e reduziu a viabilidade dos escleródios, e que não houve interação com o patógeno, provavelmente pela forte inibição causada pelos metabólitos, que impediu o contato entre os dois fungos, sendo eficiente no controle de *R. solani*.

#### 4. CONCLUSÃO

A rotação de culturas não demonstrou influência na quantificação microbiológica. Os consórcios não demonstraram significância estatística, exceto na primeira safra de milho para o fungo *Fusarium oxysporum*, que teve aumento das UFCs nas culturas consorciadas. Na segunda safra de milho, houve diminuição de *Trichoderma* spp. e *F. solani*, e aumento de *F. oxysporum* e *Rhizoctonia* sp. O Pengergetic® mostrou influência apenas na safra de soja, em que o *Trichoderma* spp, apresentou aumento significativo na presença do bioestimulante.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berni, R.F.; Silveira, P.M. & Costa, J.L.S. 2002.** Influência do preparo de solo e da rotação de culturas na severidade de podridões radiculares no feijoeiro comum. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 32 (2): 69-74p.
- Debiasi, H.; Franchini, J. C.; Dias, W.P.; Ramos Junior, E. U. R. & Balbinot Junior, A. B. 2016.** Práticas culturais na entressafra da soja para o controle de *Pratylenchus brachyurus*. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.51, n.10, 1720-1728p.
- Ferreira, D.F. 2008.** SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, v.6, 36-41p.
- Garbeva, P. et al. 2006.** Effect of above-ground plant species on soil microbial community structure and its impact on suppression of *Rhizoctonia solani* AG3. *Environmental Microbiology*, v. 8, n. 2, 233-246p.
- Godoy, C. V.; Utiamada, C. M.; Meyer, M. C.; Campos, H. D.; Pimenta, C. B.; Cassetari Neto, D.; & Venancio, W. S. 2014.** Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2013/14: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. *Embrapa Soja: Londrina*, n. 103, 7p.
- Howel, C. R. 2003.** Mechanisms employed by Trichoderma species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. *Plant Disease*, Saint Paul, v. 87, n. 1, 4-10p.
- Inomoto, M. M. 2008.** Importância e manejo de *Pratylenchusbrachyurus*. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, v. 108, n. 18, 4-9p.
- Komada, H. 1975.** Development of a Selective Medium for Quantitative Isolation of *Fusarium oxysporum* from Natural Soil. *Review of Plant Protection Research*, 8, 114-125p.
- Lourente, E. R. P.; Mercante, F. M.; Marchetti, M. E.; Souza, L. C. F.; Souza, C. M. A.; Gonçalves, M. C. & Silva, M. A. G. 2010.** Rotação de culturas e relações com atributos químicos e microbiológicos do solo e produtividade do milho. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, n. 4, p. 829-842, out./dez.
- Martin, J. P. 1950.** Use of acid, rose bengal and streptomycin in the platermethod for estimating soil fungi. *Soil Science*, Baltimore, v. 69, 215-232p.

**Melo, I. S. De & Faull, J. L. 2000.** Parasitism of *Rhizoctonia solani* by strains of *Trichoderma* spp. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 57, n. 1, 55-59p.

**Melo, I.S. 1998.** Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. In: Melo, I.S. e Azevedo, J.L. (Ed.) - *Controle Biológico*, v.1. Jaguariúna, Embrapa, 17–60p.

**Mendes, R. et al. 2011.** Deciphering the rhizosphere microbiome for disease suppressive bacteria. *Science*, New York, v. 332, p. 1097-1100.

**Nash, S.M.; Snyder, W.C. 1962.** Quantitative estimations by plate counts of propagules of the bean root rot *Fusarium* in field soils. *Phytopathology*, v.52, 567-572p.

**Primavesi, A. 1997.** Agroecologia: ecosfera, tecnosfera e agricultura. São Paulo, Nobel, 199p.

**Rodriguez-Kábana, R. & Calvet, C. 1994.** Capacidad del suelo para controlar enfermedades de origen edáfico. *Fitopatol.Bras.*, 19:129-138p.

**Seidl, V.; Song, L.; Lindquist, E.; Gruber, S.; Koptchinskiy, A.; Zeilinger, S.; Schmoll, M.; Martínez, P.; Sun, J.; Grigoriev, I.; Herrera-Estrella, A.; Baker, S.E. & Kubicek, C.P. 2009.** Transcriptomic response of the mycoparasitic fungus *Trichoderma atroviride* to the presence of a fungal prey. *BMC Genomics* [em linha], vol.10:567.

**Silveira Neto, A. N.; Silveira, P. M.; Stone, L. F. & Oliveira, L. F. C. 2006.** Efeitos de manejo de culturas em atributos físicos do solo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 36 (1): 29-35p.

**Van Elsas, J.D. et al. 2012.** Microbial diversity determines the invasion of soil by a bacterial pathogen. *Proceedings of the National Academy of Science of United States of America*, New York, v. 109, n. 4, p. 1159-1164.

**CAPÍTULO 2. IMPACTOS DE BIOATIVADOR E CULTURAS CONSORCIADAS  
COM MILHO SAFRINHA SOBRE A POPULAÇÃO DE NEMATOIDES  
FITOPATOGÊNICOS.**

## RESUMO

As plantas de cobertura apresentam efeitos benéficos sobre os atributos biológicos e redução de patógenos do solo. Diante disto, este trabalho teve por objetivo a avaliação dos efeitos da presença do bioativador Penergetic® e de diferentes mix de culturas de cobertura consorciadas com milho safrinha sobre a flutuação populacional de nematoides fitopatogênicos. Os experimentos foram realizados em Rio Verde - GO, em três safras subsequentes (milho-soja-milho) e conduzidos em blocos ao acaso arranjos em esquema fatorial 5 x 2 com 4 repetições. A quantificação dos nematoides foi feita através da metodologia de Tihohod e Santos (1993) e Tihohod (2000) para *Heterodera glycines* e Jenkins (1964) e Coolen D'Herde para *Pratylenchus brachyurus* e *Helicotylenchus*. As médias obtidas foram analisadas e comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). O bioativador Penergetic® pode ter favorecido a multiplicação dos fitonematoides. Do primeiro para o segundo ano da safra de milho, houve aumento da quantidade dos fitonematoide *Pratylenchus brachyurus*. O nematoide *Helicotylenchus* foi desfavorecido nos tratamentos de milho + *C. spectabilis* e *P. brachyurus* no consórcio de milho + mix. Mesmo em quantidades elevadas, os nematoides não interferiram na produtividade na primeira safra de milho e de soja.

**PALAVRAS-CHAVE:** penergetic, manejo cultural, consórcio, plantas de cobertura, patógenos.

## **1. INTRODUÇÃO**

A diversidade microbiológica dos solos cultivados é afetada por vários fatores. O revolvimento do solo, alto aporte de insumos químicos, compactação, cultivo de monoculturas, dentre outras variáveis, reduzem tal diversidade quando comparada com os ecossistemas naturais. Nesses sistemas alterados, tem aumentado a carga de insumos químicos visando o controle de patógenos e apesar disso, observa-se maior incidência e severidade de doenças de solo. Como consequência, a produtividade vem diminuindo, apesar dos maiores investimentos no controle de doenças. Este fato pode ser associado com a redução da diversidade microbiológica do solo que diminui o nível de supressão a patógenos (Garbeva et al 2006).

Apesar dos estudos mostrando o efeito de plantas de cobertura sobre os atributos biológicos do solo (Silveira Neto et al. 2006, Lourente et al. 2010) e patógenos do solo (Berni et al. 2002, Debiasi et al. 2016), ainda há poucos trabalhos avaliando esses efeitos em sistemas de cultivo consorciado. Observa-se a campo, que a rotação de culturas se resumiu à sucessão soja-milho safrinha, pois a segunda safra, apesar de apresentar alto risco pelas variáveis climáticas, ainda gera boa lucratividade, sendo importante aliada na viabilidade econômica da atividade agrícola. Portanto, o produtor dificilmente substitui o plantio de milho



safrinha pela instalação de área com plantas de cobertura visando um manejo sustentável do sistema.

Daí a importância de procurar soluções alternativas para a implementação da rotação de culturas, como é o caso do consórcio de plantas de cobertura com o milho safrinha. A partir da implantação desse modelo de consórcio, espera-se que a produtividade da cultura principal não seja afetada e que a produtividade da cultura subsequente seja aumentada pela melhoria das condições microbiológicas do solo com supressão de nematoides fitopatogênicos.

De acordo com a Sociedade Brasileira de Nematologia (SBN), as perdas na produtividade causadas por nematoides variam em média entre 5 e 35%, dependendo do tipo de cultivo, e em casos mais severos as perdas podem ser ainda maiores. Anualmente o agronegócio brasileiro contabiliza prejuízos de R\$ 35 bilhões provocados por nematoides, e as perdas estimadas apenas na produção de soja são em torno de R\$16,2 bilhões (Costa et al 2014, DuPont 2015). Os fungos fitopatogênicos também estão entre os fatores que mais reduzem a produtividade das culturas, dependendo da severidade que a doença venha ocorrer e da suscetibilidade das cultivares implantadas, podem ser responsáveis por perdas de 10 a 90% na produção de milho e soja (Godoy et al. 2014).

Diante deste cenário, este trabalho teve por objetivo a avaliação dos efeitos de diferentes mix de culturas de cobertura consorciadas com milho safrinha sobre alguns atributos da qualidade biológica do solo e sua relação com fitonematoides. Esta avaliação foi feita através da quantificação da flutuação populacional dos nematoides *Heterodera glycines* e *Pratylenchus brachyurus*, quantificação das alterações ocorridas na microbiota do solo em função da presença do bioativador de solos Penergetic®; avaliação dos benefícios ocorridos em função do consórcio de culturas e estimativa da produtividade da cultura principal (milho e soja) em função dos diferentes tratamentos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda São Tomé (17°28'13"S, 51°38'39"O) no município de Rio Verde, estado de Goiás, Brasil. De acordo com a classificação Koppen, o local tem clima "Aw", com precipitação média anual de 1590 mm e temperatura média variando entre 19,9°C e 23,3°C.

Foram realizados três experimentos subsequentes com duas culturas principais (milho e soja) em épocas distintas. O primeiro experimento ocorreu entre os meses de fevereiro a agosto de 2017 com o cultivo do milho e culturas consorciadas, o segundo entre os meses de outubro de 2017 a fevereiro de 2018 com a cultura da soja sobre a palhada do experimento anterior e por último com a cultura do milho e culturas consorciadas nos meses de fevereiro a agosto de 2018. A área experimental é comercial com histórico de produção de soja e milho desde 1994. Desde 2000, cultiva-se soja no verão e milho safrinha. A área possui histórico de incidência de *F. oxysporum*, *H. glycines* e *Pratylenchus* ssp.

Os experimentos foram conduzidos em blocos ao acaso arranjados em esquema fatorial 5 x 2 com 4 repetições. Sendo o primeiro fator "consórcio" e o segundo fator "bioativador".

<b>CONSÓRCIO</b>
Milho Solteiro (Testemunha)
Milho + <i>Crotalaria spectabilis</i> (19 kg ha <sup>-1</sup> )
Milho + <i>Crotalaria ochroleuca</i> (10 kg ha <sup>-1</sup> ) + milho (10 kg ha <sup>-1</sup> )
Milho + capim-pé-de-galinha gigante (6 kg ha <sup>-1</sup> )
Milho + <i>Crotalaria spectabilis</i> (8 kg/ha) + milho (6 kg ha <sup>-1</sup> ) + <i>Crotalaria ochroleuca</i> (8 kg ha <sup>-1</sup> ) + trigo mourisco (12 kg ha <sup>-1</sup> ) + capim-pé-galinha (2 kg ha <sup>-1</sup> )
<b>BIOATIVADOR</b>
Presença
Ausência

O híbrido utilizado nos dois experimentos foi o P3646 convencional com stand final de 55 mil plantas por hectare. O volume de sementes de plantas de cobertura foi baseado no manual do solo vivo (em anexo). A tecnologia de bioativação utilizada foi a Penergetic® que possui dois produtos: Penergetic® K e Penergetic® P. A aplicação do Penergetic® K foi

realizada na dessecação (250 g/ha) com o pulverizador Jacto 2000. O produto Penergetic® P foi aplicado duas vezes, sendo a primeira no estágio V3 do milho e a segunda no estágio V6 sempre nas condições ambientais ideais (velocidade do vento entre 3 e 10 km/h, UR% 70-90, temperaturas abaixo de 30°C) para evitar deriva para as parcelas com ausência do produto.

Cada parcela ocupou uma área de 24 m x 38,5 m, no centro das quais foram coletadas as amostras para avaliação.

As sementes das plantas de cobertura foram pré-misturadas com o fertilizante fosfato monoamônico (MAP) em um misturador de ração Incomagri MIN-500 P e colocadas na caixa de adubo de uma plantadeira Massey MF 513 de 11 linhas com espaçamento de 50 cm. As mangueiras da caixa de adubo foram retiradas do canal de condução do adubo e amarradas ao cavalete da plantadeira na direção da entre linha do milho. A partir do movimento das “botinhas” na linha do milho, as sementes das plantas consorciadas foram ligeiramente enterradas, possibilitando sua germinação.

Amostras de solo foram coletadas no estágio de floração do milho safrinha e na soja subsequente em profundidade de 0-10 cm e 3 amostras simples compunham 1 amostra composta por parcela. Essas amostras foram utilizadas para avaliação da flutuação da população de nematoides (*Pratylenchus* spp., *Heterodera glycines*, e *Helicotylenchus*)

Avaliações nematológicas foram feitas para identificação e contagem de nematoides do gênero *Heterodera*, *Pratylenchus* e *Helicotylenchus*. A extração de cistos de *Heterodera glycines* (cistos/100cm<sup>3</sup> solo) seguiu a metodologia proposta por Tihohod e Santos (1993) e para as leituras foi usado a metodologia de Andrade et al. (1997). Para a extração de fêmeas da raiz (fêmeas/10g raiz) utilizou-se a metodologia desenvolvida por Tihohod (2000), com posterior contagem seguindo a metodologia proposta por Andrade et al. (1995). Para *Pratylenchus* spp. e *Helicotylenchus* utilizou-se a metodologia proposta por Jenkins (1964) e Coolen D'Herde (1972).

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade de distribuição dos resíduos de Shapiro Wilk e homogeneidade das variâncias de Levene, com auxílio do programa IBM SPSS Statistics®, e posteriormente foi realizada a análise de variância dos dados e as médias obtidas foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) utilizando o programa estatístico SISVAR® (Ferreira 2008).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Milho

Alguns fitonematoides avaliados na primeira safra aos 60 dias após o plantio, como *Helicotylenchus* spp. e *Pratylenchus brachyurus*, não apresentaram diferença significativa para os fatores Penergetic® e Consórcio, nem interação entre eles, tendo médias gerais de nematoides de 290,54 e 104,56 em 10 g de raiz, respectivamente. Na segunda safra, também aos 60 dias após o plantio, *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus brachyurus* não apresentaram diferença significativa para os fatores Penergetic® e Consórcio, nem interação entre eles. *Helicotylenchus* spp. apresentou média geral de 176,71 em 10 g de raiz e *P. brachyurus* com médias gerais de 141,18 em 10 g de raiz e 27,72 em 100 cm<sup>3</sup> de solo.

De todas as espécies de nematoides que atacam a cultura do milho, aquelas pertencentes ao gênero *Pratylenchus* são as mais frequentes nas lavouras (Lordello 1984). Nas raízes dos tratamentos aos 30 dias após o plantio (Fig. 2), com presença de Penergetic®, nota-se que no consórcio com capim-pé-de-galinha gigante ocorreram as menores quantidades desse patógeno. Já na ausência do bioestimulante, a testemunha destacou-se dos demais por não apresentar presença do nematoide.

No desdobramento de Penergetic® dentro de cada consórcio, nota-se médias maiores na presença do produto, apenas no consórcio com capim-pé-de-galinha gigante na presença do bioestimulante a média foi menor do que na sua ausência, e no consórcio milho + mix a aplicação (presença ou ausência) foi indiferente, não demonstrando diferença significativamente entre si.

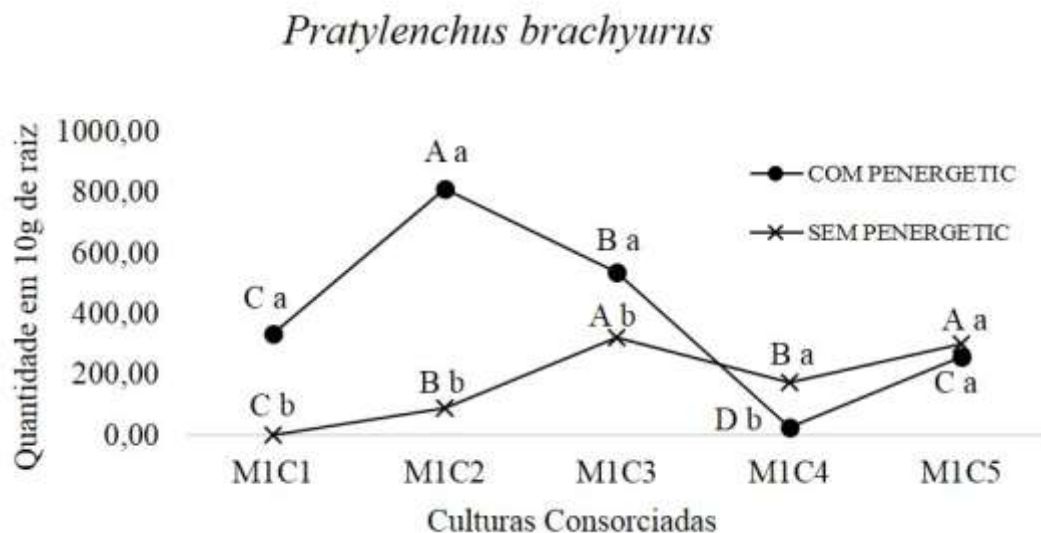


Figura 2. Quantidade média de *Pratylenchus brachyurus* na safra 2017, encontrados aos 30 dias após o plantio, nas raízes dos diferentes tipos de consórcio com a cultura do milho submetidos ao tipo (com ou sem) de aplicação de Penergetic®. Médias seguidas por mesmas letras minúsculas dentro do consórcio e maiúsculas entre tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de significância.

De acordo com Inomoto (2011), a quantidade de pesquisas que avaliam o potencial de *Pratylenchus* spp. como causador de danos em milho, ainda são poucas, prevalecendo ainda o conceito que a cultura, embora hospedeira favorável, apresenta alta tolerância ao nematoide. Confirmando os resultados dessa pesquisa, que mesmo em altas populações nas raízes, os danos do nematoide foram limitados, não desfavorecendo a produtividade.

O crescimento da ocorrência de *Pratylenchus* spp. em alta densidade populacional no Brasil Central, vem ocorrendo de forma expressiva pelo aumento da área cultivada com milho imediatamente após a cultura da soja (milho safrinha), em sistema plantio direto. O tempo reduzido entre a colheita da soja e o estabelecimento do milho, sem revolvimento do solo,

acaba permitindo a migração dos nematoides hospedados nas raízes de soja – ainda não apodrecidas - para as raízes do milho, resultando em intensa multiplicação.

No que se diz respeito a presença do nematoide *Pratylenchus* spp. no solo aos 30 dias após o plantio (Fig. 3), nota-se que na presença do Penergetic®, os valores médios da maioria dos consórcios foram zero ou próximos, apenas o consórcio com *C. spectabilis* que apresentou as maiores quantidades diferiu estatisticamente dos demais. Valores estes que se devem ao fato destes nematoides serem tipicamente migradores e endoparasitos de órgãos subterrâneos, mais comumente encontrados no interior das raízes (Nickle 1984).

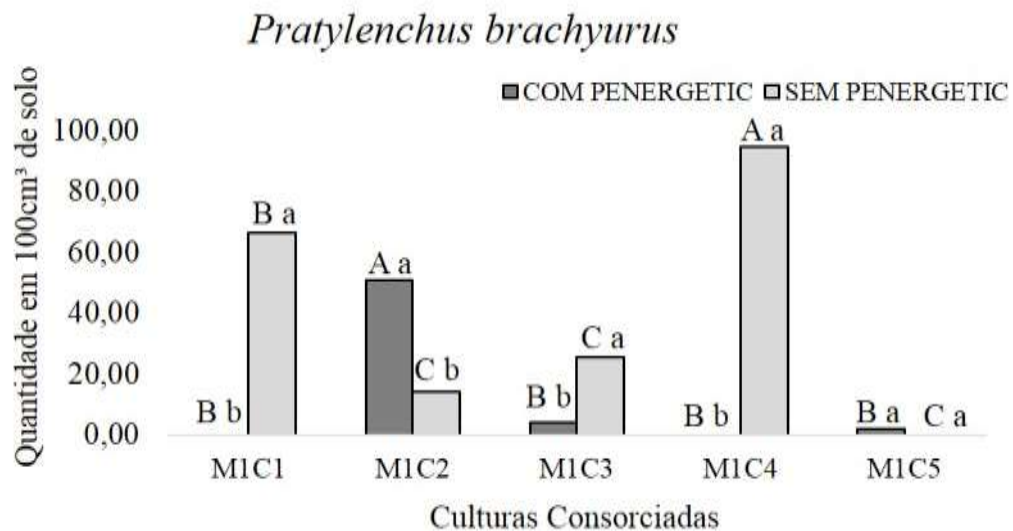


Figura 3. Quantidade média de *Pratylenchus brachyurus* encontrados em solo, na safra 2017, aos 30 dias após o plantio, em diferentes tipos de consorcio com a cultura do milho submetidos ao tipo (com ou sem) de aplicação de Penergetic®. Médias seguidas por mesmas letras minúsculas dentro do consórcio e maiúsculas entre tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de significância.

Na ausência do bioestimulante, observou-se a maior média entre todos os consórcios para a quantidade de nematoide, no consórcio com capim-pé-de-galinha gigante. Ao se avaliar a presença e ausência do Penergetic® em cada consórcio, observa-se que em sua maioria na ausência do bioestimulante ocorreram menores médias de nematoides no solo, do que na presença. Apenas no consórcio com *C. spectabilis* na presença de Penergetic® a quantidade

foi maior do que na ausência, e no consórcio milho + mix foi indiferente, sendo estatisticamente iguais entre si.

Aos 60 dias após o plantio (Fig. 4), também ocorreu interação entre os fatores em estudo. O número médio de *Pratylenchus brachyurus* no solo, na presença de Penergetic®, permaneceu ausente na testemunha, e os consórcios milho + capim-pé-de-galinha gigante e com milho + mix que são estatisticamente iguais a testemunha, apresentaram elevação na quantidade média, ao longo desses 30 dias, de 0,00 para 14,00 e de 2,00 para 4,33 respectivamente. Os consórcios com *C. spectabilis* e com *C. ochroleuca* + milho foram os que ocorreram as maiores médias, não possuindo diferença significativa entre si e também se observou aumento na quantidade média se comparados aos 30 dias anteriores.

Já na ausência de Penergetic®, os consórcios com *C. spectabilis*, capim-pé-de-galinha gigante e milho + mix, foram os que apresentaram menores médias, sendo estatisticamente iguais entre si. O consórcio com *C. spectabilis*, capim-pé-de-galinha gigante e milho + mix, continuou com ausência deste nematoide, no entanto, os consórcios com *C. spectabilis* e com capim-pé-de-galinha gigante, apresentaram diminuição na quantidade média se comparados com a última avaliação, de 14,00 para 0,00 e de 94,50 para 2,00, respectivamente. A maior média foi do consórcio com *C. spectabilis* + milho, que se destacou dos demais, apresentando aumento de 25,50 para 94,33 em 30 dias. A testemunha ficou intermediária aos demais consórcios, apresentou redução na quantidade média se comparada a avaliação anterior que era de 66,50 para esta de 25,58.

No desdobramento das médias de Penergetic® dentro de cada consórcio, nota-se que a testemunha e o consórcio *C. spectabilis* + milho mostraram significância entre as médias, nas quais com a ausência do bioestimulante o número médio destes nematoides foram superiores. O consórcio com *C. spectabilis* apresentou resultado inverso, e na presença a

quantidade média mostrou-se superior. Os demais consórcios não apresentaram diferença significativa para este desdobramento.

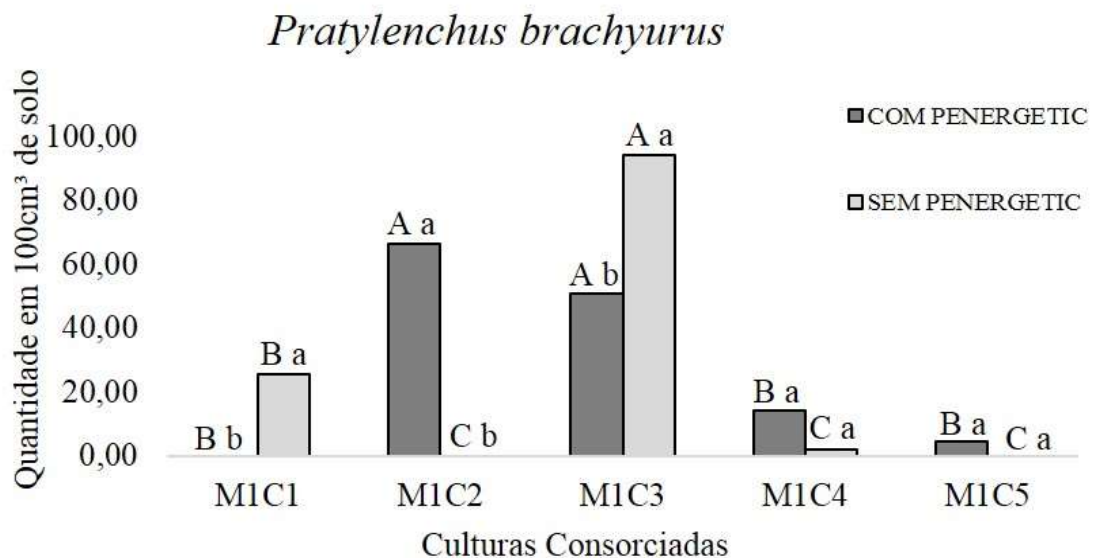


Figura 4. Quantidade média de *Pratylenchus brachyurus* encontrados em solo, na safra 2017, aos 60 dias após o plantio, em diferentes tipos de consórcio com a cultura do milho submetidos ao tipo (com ou sem) de aplicação de PENERGETIC®. Médias seguidas por mesmas letras minúsculas dentro do consórcio e maiúsculas entre tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de significância.

Quanto ao nematoide *Helicotylenchus* spp. aos 30 dias após o plantio (Fig. 5), na presença de PENERGETIC®, o consórcio com capim-pé-de-galinha gigante foi o que apresentou menor quantidade média (14,00) deste nematoide nas raízes, seguido pelo consórcio com milho + mix (265,00) sendo os únicos superiores a testemunha. O consórcio com *C. spectabilis* apresentou as maiores quantidades médias, se comparado aos demais consórcios. Na ausência do bioestimulante os consórcios não apresentaram diferença estatística entre si.



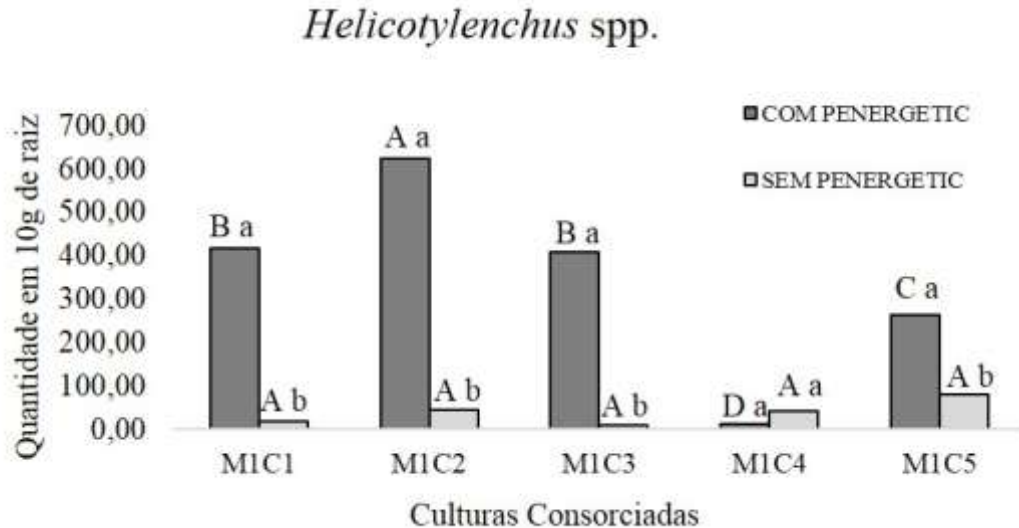


Figura 5. Quantidade média de *Helicotylenchus* spp. encontrados na safra de 2017, aos 30 dias após o plantio, nas raízes dos diferentes tipos de consórcio com a cultura do milho submetidos ao tipo (com ou sem) de aplicação de Penergetic®. Médias seguidas por mesmas letras minúsculas dentro do consórcio e maiúsculas entre tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de significância.

No desdobramento das médias de Penergetic® dentro de cada consórcio, nota-se que as médias com a presença do bioestimulante foram significativamente maiores, na maioria dos consórcios, exceto para o consórcio com capim-pé-de-galinha gigante que foi estatisticamente igual na presença e ausência.

No solo aos 30 dias após o plantio (Fig. 6), o consórcio milho +mix se igualou a testemunha, apresentando as maiores quantidades médias de *Helicotylenchus* sp. na presença de Penergetic®, se comparado aos demais consórcios. Na ausência do bioestimulante, a testemunha se igualou ao consórcio com capim-pé-de-galinha gigante com as maiores médias, sendo estatisticamente iguais entre si e diferindo dos outros consórcios.

Quanto ao desdobramento das médias de Penergetic® dentro do consórcio, nota-se que a testemunha e o consórcio com capim-pé-de-galinha gigante, apresentaram menores quantidades médias, significativas, na presença de Penergetic®. No consórcio com milho + mix, mostrou-se o inverso, com médias menores na ausência do produto. Os demais consórcios não apresentaram diferença estatística para a presença ou não do bioestimulante.

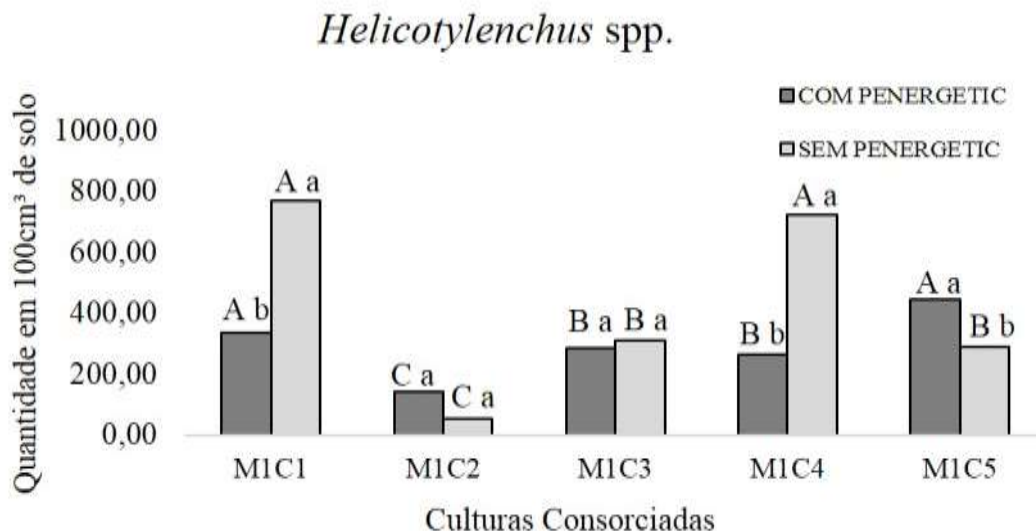


Figura 6. Quantidade média de *Helicotylenchus* spp. encontrados em solo, na safra 2017, aos 30 dias após o plantio, em diferentes tipos de consórcio com a cultura do milho submetidos ao tipo (com ou sem) de aplicação de PENERGETIC®. Médias seguidas por mesmas letras minúsculas dentro do consórcio e maiúsculas entre tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de significância.

É possível observar que na presença de PENERGETIC® houve aumento da quantidade de *Helicotylenchus* sp. no solo aos 60 dias após o plantio (Fig. 7), sendo que as menores médias foram encontradas na testemunha e no consórcio com *C. spectabilis*, não apresentando diferença significativa entre si. Os demais consórcios com presença do bioestimulante foram estatisticamente iguais.

Na ausência do produto não houve diferença entre os consórcios, e ao comparar com as médias dos 30 dias anteriores, apenas os consórcios com *C. spectabilis* e milho + mix mostraram aumento na quantidade média deste nematoide. No desdobramento das médias de PENERGETIC® no consórcio, apenas os consórcios com *C. ochroleuca* + milho e com capim-pé-de-galinha gigante, mostraram diferença significativa para a aplicação, sendo que na ausência do bioestimulante a quantidade média do nematoide foi maior do que na presença. Embora as médias encontradas pareçam expressivas, é comum encontrá-lo em altos níveis populacionais. Figueira *et al.* (2011) constataram que até mesmo a cobertura natural dos solos

pode elevar infestações pelo gênero *Helicotylenchus*, por serem consideradas ótimas hospedeiras alternativas.

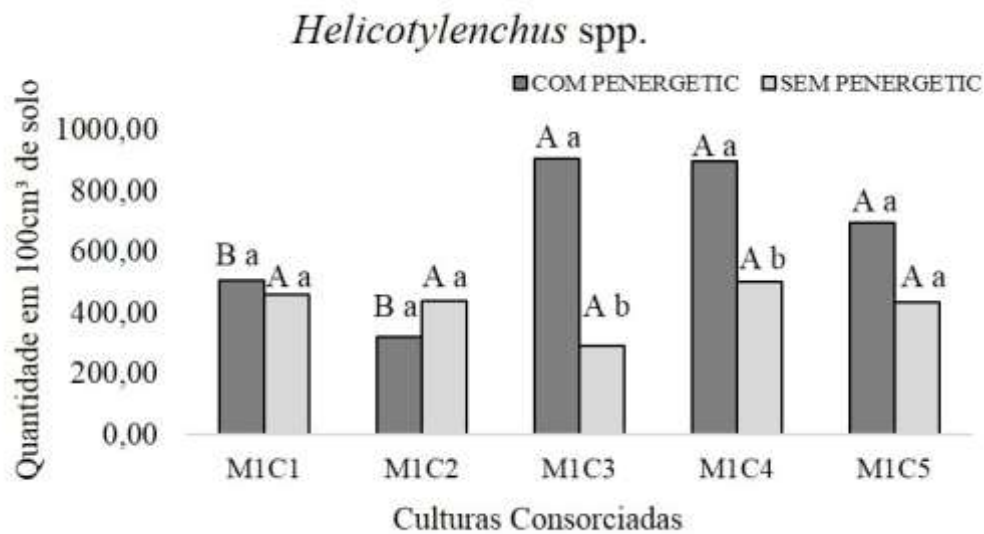


Figura 7. Quantidade média de *Helicotylenchus* spp. encontrados em solo, na safra 2017, aos 60 dias após o plantio, em diferentes tipos de consórcio com a cultura do milho submetidos ao tipo (com ou sem) de aplicação de Penergetic®. Médias seguidas por mesmas letras minúsculas dentro do consórcio e maiúsculas entre tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de significância.

Na segunda safra, *Helicotylenchus* (Fig. 15), obteve influência apenas entre os tipos de consórcio, sem ter sido detectados efeitos significativos da aplicação de Penergetic®, nem interação entre os fatores testados. Os consórcios com *C. spectabilis* e com capim-pé-de-galinha gigante se igualaram a testemunha, demonstrando menores quantidades médias deste nematoide presentes no solo, sendo estatisticamente iguais. Os demais consórcios apresentaram valores médios maiores e não diferiram entre si. Se comparado as médias encontradas na safra de 2017, nota-se a redução da quantidade deste nematoide, nas raízes aos 60 DAP, em 39,18% nesta safra de 2018.

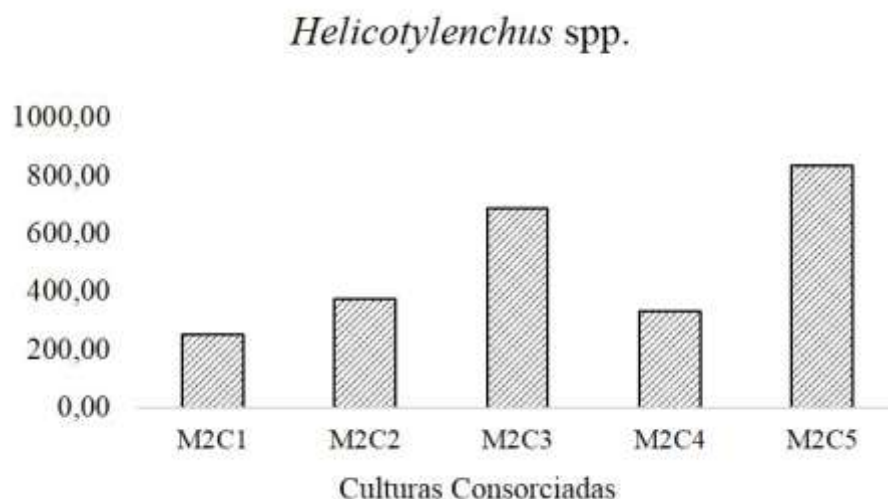


Figura 8. Quantidade média de *Helicotylenchus* spp. encontrados em solo aos 60 dias após o plantio, em diferentes tipos de consórcio com a cultura do milho, na safra 2018. Médias seguidas por mesmas letras maiúsculas, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de significância.

### 3.2 Soja

Na tabela 1, são apresentadas as quantidades médias dos nematoides, fêmeas e cistos que não apresentaram diferença significativa para os fatores Penergetic® e Consórcio, nem interação entre eles. Foi possível observar que não houve presença de *Tubixaba* sp. aos 60 dias após o plantio nas raízes, apenas no solo.

Tabela 1. Números médios de nematoides, fêmeas, cistos viáveis e inviáveis determinados na raiz e no solo, aos 30 e 60 dias após o plantio, na safra de soja em 2017.

Gênero, Fêmea e Cistos	30 DAP <sup>ns</sup>		60 DAP <sup>ns</sup>	
	10 g raiz	100 cm <sup>3</sup> solo	10 g raiz	100 cm <sup>3</sup> solo
<i>Helicotylenchus</i> sp.	126,88	315,22	257,15	646,80
<i>Heterodera glycines</i>	13,00	19,27	24,13	19,53
<i>Pratylenchus brachyurus</i>	333,37	32,38	---	46,47
<i>Tubixaba</i> sp.	1,40	6,31	0,00	0,40
Cistos viáveis	---	3,10	---	3,78
Cistos inviáveis	---	2,75	---	4,83
Fêmeas	1,49	---	---	---

<sup>ns</sup>Não significativo ao teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Pode-se observar que *Pratylenchus* spp. é um dos nematoides com maiores populações encontradas. De acordo com Goulart (2008), o aumento da população dos indivíduos da família Pratylenchidae é especialmente pela adoção do sistema de plantio direto, pois este proporciona condições de temperatura e umidade adequadas ao desenvolvimento da população, além de boa disponibilidade de matéria orgânica.

Nas pesquisas realizadas por Silva *et al.* (2004) mostraram avanço populacional dos fitonematoides polípagos, como *Pratylenchus* spp, pela implantação de algumas gramíneas na cobertura de solo, como milho, servindo como hospedeiros do nematoide das lesões. Costa *et al.* (2014) verificaram que o cultivo de milho na entressafra resultou em densidades populacionais de *Pratylenchus* spp. similares às da testemunha. Na Fig. 10, pode-se observar que nas raízes, aos 60 dias após o plantio, houve apenas significância estatística para o fator Penergetic®, não havendo diferença entre o fator consórcio, demonstrando que os tratamentos com palhada de milho, desta pesquisa, comportaram-se de forma semelhante com os demais tratamentos que não continham milho. Sendo que na ausência do bioestimulante ocorreram menores quantidades deste nematoide nas raízes, do que na sua presença.

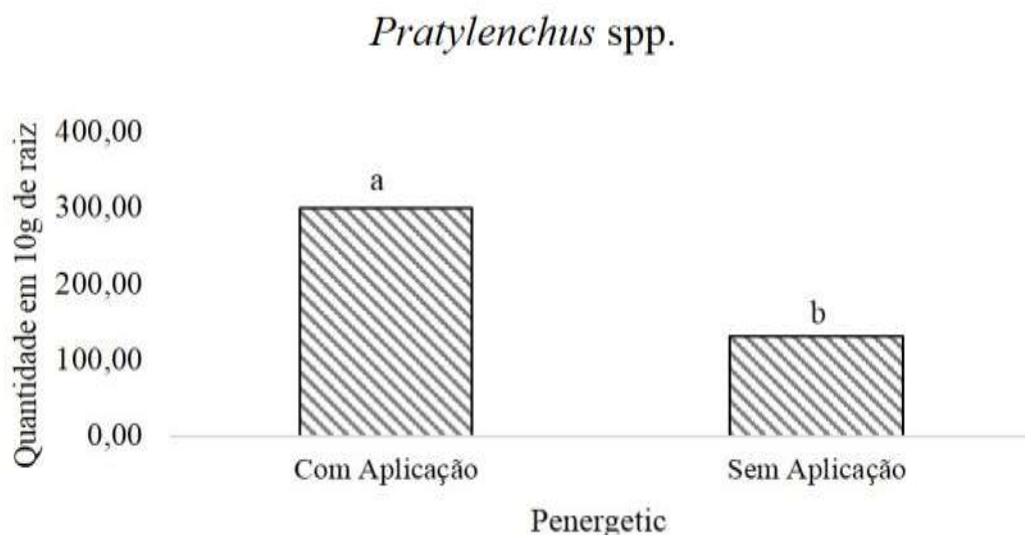


Figura 9. Quantidade média de *Pratylenchus* spp. encontrados nas raízes aos 60 dias após o plantio, da cultura da soja submetidos ao tipo (com ou sem) de aplicação de Penergetic®. Médias seguidas por mesmas letras minúsculas, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de significância.

Por outro lado, Silva (2015) destaca que por causa da pouca disponibilidade de genótipos de soja resistentes a *Pratylenchus* spp, seu manejo tem se baseado no uso de algumas espécies de crotalárias em sucessão ou rotação de culturas, como *Crotalaria spectabilis*, *C. ochroleuca* e *C. breviflora*, e quanto maior for o tempo que esses adubos verdes forem mantidos no local, maior será seu efeito na redução populacional deste nematoide. Debiasi *et al.*, (2016), estudando o comportamento de plantas na entressafra concluiu que o cultivo da *C. spectabilis* na entressafra, solteira ou consorciada com o milho reduz a população e os danos causados por *Pratylenchus* ssp. à soja.

Já, quanto à população de *Heterodera glycyne*s (Fig. 11), aos 60 dias após o plantio, ocorreu interação significativa entre os fatores Penergetic® x Consórcio. Na presença de Penergetic®, todos os consórcios se igualaram a testemunha de milho solteiro, não havendo diferença significativa entre eles. Na ausência do bioestimulante, a testemunha se igualou ao tratamento de soja no consórcio milho + *C. spectabilis* apresentando as maiores quantidade médias de cistos viáveis nas raízes, os demais consórcios apresentaram médias menores e foram estatisticamente iguais entre si. Os resultados apresentados por Dias – Arieira *et al.* (2002) mostraram que os juvenis de *H. glycyne*s não conseguem se desenvolver além do segundo estágio em raízes das gramíneas analisadas, e está de acordo com os resultados obtidos neste trabalho em que os três tratamentos com presença de gramíneas apresentaram menores médias na ausência do bioestimulante. No desdobramento de Penergetic® dentro de cada consórcio, nota-se que apenas na testemunha ocorreu diferença significativa para a aplicação, sendo que na presença do Penergetic® a quantidade de fêmeas foi menor do que na ausência.

De acordo com trabalhos da Embrapa Soja (2003), o uso de sucessão de culturas não garante a redução populacional do nematoide do cisto da soja. Porém, Dias *et al.* (1995)

observaram redução significativa do número de cistos e ovos do nematoide no solo, após 4 meses de cultivo com *Crotalaria* spp.

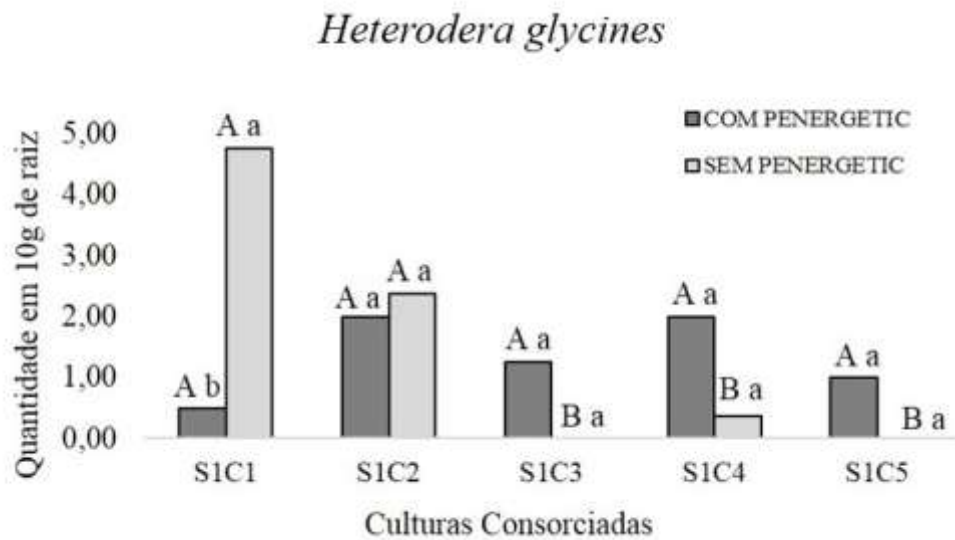


Figura 10. Quantidade média de *Heterodera glycines* encontradas nas raízes de diferentes tratamentos da cultura da soja submetidos ao tipo (com ou sem) de aplicação de Penergetic®, aos 60 dias após o plantio. Médias seguidas por mesmas letras minúsculas dentro do consórcio e maiúsculas entre tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de significância.

#### **4. CONCLUSÃO**

A multiplicação dos fitonematoides foi aparentemente favorecida na presença do biotivador Pengergetic®, resultados estes que precisam de maiores pesquisas e anos de cultivos, das culturas para ser confirmado. No segundo ano da safra de milho, houve aumento da quantidade de *P. brachyurus*. O nematoide *Helicotylenchus* foi desfavorecido nos tratamentos de milho + *C. spectabilis* e *P. brachyurus* no consórcio de milho + mix.



## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, P. J. M.; Asmus, G. L.; Silva, J. F. V. 1995.** Um novo sistema para detecção e contagem de cistos de *Heterodera glycines* recuperados de amostras de solo. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 20 (suplemento), p. 358.
- Berni, R.F.; Silveira, P.M. & Costa, J.L.S. 2002.** Influência do preparo de solo e da rotação de culturas na severidade de podridões radiculares no feijoeiro comum. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 32 (2): 69-74p.
- Coolen, W. A. & D'Herde, C. J. A. 1972.** A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. State Agriculture Research Center – GHENT, Belgium. p.77.
- Costa, M.J.N.; Pasqualli, M.P. & Prevedello, R. 2014.** Efeito do teor de matéria orgânica do solo, cultura de cobertura e sistema de plantio no controle de *Pratylenchus brachyurus* em soja. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 40, n. 1, 63-70p.
- Debiasi, H.; Franchini, J. C.; Dias, W.P.; Ramos Junior, E. U. R. & Balbinot Junior, A. B. 2016.** Práticas culturais na entressafra da soja para o controle de *Pratylenchus brachyurus*. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.51, n.10, 1720-1728p.
- Dias, W. P.; Ferraz, S.; Silva, A.A.; Lima, R. D. & Valle, L.A.C. 1995.** Hospedabilidade de Algumas Ervas Daninhas Ao Nematóide De Cisto Da Soja (*Heterodera glycines* Ichinoe). In: Congresso Internacional de Nematologia Tropical, 1995, Rio Quente. Anais: Sociedade Brasileira de Nematologia, 36p.
- Dias-Arieira, C.R., S. Ferraz, E.H. Mizobutsi & L.G. Freitas. 2003.** Eficiência de gramíneas forrageiras no controle de *Heterodera glycines* e de populações compostas por *H. glycines* e *Meloidogyne* spp. *Summa Phytopathologica*, 29 (1): 7-15p.
- Dias-Arieira, C.; Ferraz, S.; Freitas, L.G. & Mizobutsi, E.H. 2002.** Penetração e Desenvolvimento de *Meloidogyne incógnita*, *M. javanica* e *Heterodera glycines* em quatro gramíneas forrageiras. *Nematologia Brasileira*, Vol. 26(1): 35-41
- Dupont. Dupont Pioneer. 2015.** Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br>>. Acesso em: 20 jan. 2019.
- Embrapa Soja. (Brasil). 2003.** Tecnologias de produção de soja região central do Brasil 2003. Londrina: Embrapa Soja, 199p.
- Ferreira, D.F. 2008.** SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, v.6, 36-41p.
- Figueira, A. F.; Berbara, R. L. L. & Pimentel, J. P. 2011.** Estrutura da população de nematóides do solo em uma unidade de produção agroecológica no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá- PR, v. 33, n. 2, 223-229p.

**Garbeva, P. et al. 2006.** Effect of above-ground plant species on soil microbial community structure and its impact on suppression of *Rhizoctonia solani* AG3. *Environmental Microbiology*, v. 8, n. 2, 233-246p.

**Godoy, C. V.; Utiamada, C. M.; Meyer, M. C.; Campos, H. D.; Pimenta, C. B.; Cassetari Neto, D.; & Venancio, W. S. 2014.** Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2013/14: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Embrapa Soja: Londrina, n. 103, 7p.

**Goulart, A. M. C. 2008.** Aspectos Gerais sobre nematoides das lesões radiculares (gênero *Pratylenchus*). Planaltina, DF: EmbrapaCerrados, 30p.

**Inomoto, M.M. 2011.** Avaliação da resistência de 12 híbridos de milho a *Pratylenchus brachyurus*. *Tropical Plant Pathology*, v.36, 308-312p.

**Jenkins, W. R. 1964.** A rapid centrifugal – flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Report*, v. 48, p. 692.

**Lordello, L.G. 1984.** Nematóides das plantas cultivadas. 8 ed. São Paulo. Nobel.

**Lourente, E. R. P.; Mercante, F. M.; Marchetti, M. E.; Souza, L. C. F.; Souza, C. M. A.; Gonçalves, M. C. & Silva, M. A. G. 2010.** Rotação de culturas e relações com atributos químicos e microbiológicos do solo e produtividade do milho. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, n. 4, p. 829-842, out./dez.

**Nickle, W.R. 1984.** Plant and insect nematodes. New York: Marcel Dekker, 985p.

**Sasser, J. N., and G. Uzzel, Jr. 1991.** Control of the soybean cyst nematode by crop rotation in combination with a nematicide. *Journal of Nematology* 23, in press.

**Schmitt, D.P. & Riggs, R.D. 1991.** Influence of selected plant species on hatching of eggs and development of juveniles of *Heterodera glycines*. *Journal of Nematology*, Florida, v. 23, n. 1, 1-6p.

**Silva, R. A. 2015.** Eficiência das crotalárias no enfretamento de nematoides. *A Granja* 800: 77-79.

**Silva, R. A.; Serrano, M. A.; Gomes, A. C.; Borges, D. C.; Souza, A. A.; Asmus, G. L. & Inomoto, M. M. 2004.** Ocorrência de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne: incognita* na cultura do algodoeiro no estado do Mato Grosso. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília-DF, v. 29, n. 3, 337p.

**Silveira Neto, A. N.; Silveira, P. M.; Stone, L. F. & Oliveira, L. F. C. 2006.** Efeitos de manejo de culturas em atributos físicos do solo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 36 (1): 29-35p.

**Tihohod, D. 2000.** Nematologia agrícola aplicada. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 473 p.

**Tihohod, D., Santos, J. M. Dos. 1993.** *Heterodera glycines*: novo nematoide da soja no Brasil. Detecção e medidas preventivas. Jaboticabal: FUNEP, (Boletim técnico, 4).

**CAPÍTULO 3. IMPACTOS DE BIOATIVADOR E CULTURAS CONSORCIADAS  
COM MILHO SAFRINHA SOBRE A PRODUTIVIDADE E DADOS  
MORFOMÉTRICOS DE SOJA E MILHO.**

## RESUMO

O aumento da produtividade aliado ao menor custo é o maior objetivo na agricultura, porém, tem se observado que o inverso está acontecendo. Diante desse cenário de altos custos e produtividades estagnadas, os produtores têm voltado sua atenção para o uso de ferramentas além do manejo químico, como o uso de plantas de cobertura em rotação ou em consórcio com as culturas principais. As plantas de cobertura apresentam características particulares dependendo da espécie e quando utilizadas de maneira correta, apresentam efeitos positivos sobre a produtividade das culturas de interesse econômico. Assim, objetivou-se com este trabalho a avaliação de atributos da produtividade do milho e soja em diferentes consórcios de plantas de cobertura com milho segunda safra na presença e ausência do bioativador PENERGETIC. Os experimentos foram realizados em Rio Verde - GO, em três safras subsequentes (milho-soja-milho) e conduzidos em blocos ao acaso arranjos em esquema fatorial 5 x 2 com 4 repetições. Foram avaliados os seguintes atributos: massa fresca e seca de raiz e parte aérea, teor de clorofila, diâmetro e comprimento de espiga, número de vagens de soja por planta, peso de mil grãos e produtividade. As médias obtidas foram analisadas e comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). Nas safras de milho, o consórcio com *C. spectabilis* destacou-se entre os consórcios, nas variáveis analisadas. Já na safra de soja o tratamento que continha palhada com o mix de plantas, mostrou-se superior aos demais. De forma geral, o bioativador PENERGETIC® mostrou-se eficiente, apresentando médias superiores, se comparado aqueles tratamentos sem presença do produto.

**Palavras-chave:** consórcio, penergetic, *Zea mays*, plantas de cobertura, produção.

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é o grão mais produzido no mundo, seguido pelo arroz, trigo e soja. A produção mundial de milho na safra 2016-17 foi de 1.075,2 milhões de toneladas, tendo os EUA, China e Brasil como maiores produtores. A produção mundial de soja (*Glycine Max* L. Merrill) na safra 2016-17 foi de 351,31 milhões de toneladas em 120,95 milhões de hectares, com destaque para Estados Unidos e Brasil que são atualmente os maiores produtores (USDA 2017).

No cenário da agricultura brasileira, o grão mais produzido é a soja com a produção de 119 milhões de toneladas, seguido pela produção de milho de quase 81 milhões de toneladas na safra 2017-18. A cultura do milho no Brasil possui duas janelas de produção conhecidas como 1ª e 2ª safras, as quais renderam a produção de 26,8 e 54 milhões de toneladas respectivamente na safra 2017-18. Como se pode observar, a 2ª safra de milho no Brasil representa 66,8% da produção total, sendo bastante expressiva na região centro-oeste com destaque para o estado do Mato Grosso (CONAB 2018).

Ao longo dos anos, a agricultura foi se intensificando e novos conceitos foram surgindo como resultado da conscientização aliada ao objetivo de aumento de produtividade. A prática do plantio direto revolucionou a agricultura no Cerrado no que diz respeito a preservação do solo e ao aumento de matéria orgânica. No entanto, na maior parte das áreas ocupadas com atividade agrícola, os três pilares do plantio direto não são totalmente executados (formação de palha, não revolvimento do solo e rotação de culturas) (Silva Neto 2011).

Observa-se que a rotação de culturas no Cerrado se resumiu à sucessão soja-milho 2ª safra, sistema que se tornou importante para a viabilização da agricultura brasileira, pois a sua utilização proporcionou aumento na produção sem que houvesse o aumento proporcional da área cultivada, o que resultou em melhor aproveitamento do solo e também dos recursos ambientais no Brasil. Essa modalidade foi aderida pelos produtores com facilidade uma vez que possibilitou também a otimização do uso do maquinário e da mão de obra da propriedade (Silva Neto 2011). Além dos benefícios operacionais, a sucessão soja-milho proporciona a redução dos riscos de produção dentro do mesmo ano agrícola, melhor uso do solo, menor infestação por plantas daninhas e ocupação da área por espécies de interesse econômico (Sediyama 2009).

Apesar dos benefícios, a sucessão de culturas pode apresentar pontos negativos para o sistema agrícola como a degradação física, química e biológica do solo e surgimento de condições favoráveis ao desenvolvimento de pragas e doenças (Sediyama 2009). Nesse cenário, observa-se maior investimento nas lavouras para o controle de pragas e doenças, porém a produtividade não tem respondido a tais investimentos.

Assim, objetivou-se com este trabalho a avaliação de atributos da produtividade do milho e soja em diferentes consórcios de plantas de cobertura com milho segunda safra na presença e ausência do bioativador Pengergetic®.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda São Tomé (17°28'13"S, 51°38'39"O) no município de Rio Verde, estado de Goiás, Brasil. De acordo com a classificação Koppen, o local tem um clima "Aw", com precipitação média anual de 1590 mm e temperatura média variando entre 19,9°C e 23,3°C.

Foram realizados três experimentos subsequentes com duas culturas principais (milho e soja) em épocas distintas. O primeiro experimento ocorreu entre os meses de fevereiro a agosto de 2017 com o cultivo do milho e culturas consorciadas, o segundo entre os meses de outubro de 2017 a fevereiro de 2018 com a cultura da soja sobre a palhada do experimento anterior e por último com a cultura do milho e culturas consorciadas nos meses de fevereiro a agosto de 2018. A área experimental é comercial com histórico de produção de soja e milho desde 1994. Desde 2000 cultiva-se soja no verão e milho safrinha. A área possui histórico de incidência de *F. oxysporum*, *H. glycines* e *Pratylenchus* spp.

Os experimentos foram conduzidos em blocos ao acaso arranjados em esquema fatorial 5 x 2 com 4 repetições. Sendo o primeiro fator "consórcio" e o segundo fator "bioativador".

---

### CONSÓRCIO

---

Milho Solteiro (Testemunha)

Milho + *Crotalaria spectabilis* (19 kg ha<sup>-1</sup>)

Milho + *Crotalaria ochroleuca* (10 kg ha<sup>-1</sup>) + milheto (10 kg ha<sup>-1</sup>)

Milho + capim-pé-de-galinha gigante (6 kg ha<sup>-1</sup>)

Milho + *Crotalaria spectabilis* (8 kg/ha) + milheto (6 kg ha<sup>-1</sup>) + *Crotalaria ochroleuca* (8

kg ha<sup>-1</sup>) + trigo mourisco (12 kg ha<sup>-1</sup>) + capim-pé-galinha (2 kg ha<sup>-1</sup>)

---

**BIOATIVADOR**

---

Presença

Ausência

---

O híbrido utilizado nos dois experimentos foi o P3646 convencional com um stand final de 55 mil plantas por hectare. O volume de sementes de plantas de cobertura foi baseado no manual do solo vivo (em anexo). A tecnologia de bioativação utilizada foi a Penergetic® que possui dois produtos: Penergetic® K e Penergetic® P. A aplicação do Penergetic® K foi realizada na dessecação (250 g/ha) com o pulverizador Jacto 2000. O produto Penergetic® P foi aplicado duas vezes, sendo a primeira no estágio V3 do milho e a segunda no estágio V6 sempre nas condições ambientais ideais (velocidade do vento entre 3 e 10 km/h, UR% 70-90, temperaturas abaixo de 30°C) para evitar deriva para as parcelas com ausência do produto.

Cada parcela ocupou uma área de 24 m x 38,5 m, no centro das quais foram coletadas as amostras para avaliação.

As sementes das plantas de cobertura foram pré-misturadas com o fertilizante fosfato monoamônico (MAP) em um misturador de ração Incomagri MIN-500 P e colocadas na caixa de adubo de uma plantadeira Massey MF 513 de 11 linhas com espaçamento de 50 cm. As mangueiras da caixa de adubo foram retiradas do canal de condução do adubo e amarradas ao cavalete da plantadeira na direção da entrelinha do milho. A partir do movimento das “botinhas” na linha do milho, as sementes das plantas consorciadas foram ligeiramente enterradas, possibilitando sua germinação.

Medições dos teores de clorofila foram realizadas com o equipamento ClorofiLOG da marca Falker em 5 plantas por parcela. A altura e diâmetro de plantas de milho foram medidas pelo programa ImageJ através de fotos retiradas no campo (Figura n.) com 3 plantas por parcela. A biomassa fresca e seca de raiz e parte aérea foram avaliadas bem como as produtividades para a cultura da soja e do milho. A coleta de plantas foi feita aos 30 e 60 dias após semeadura, com quatro plantas por parcela, para a pesagem da biomassa fresca de raiz e



parte aérea. Após a pesagem da massa verde, as amostras foram colocadas em estufa com circulação forçada a 65°C. Selecionou-se aleatoriamente 10 amostras que foram pesadas duas vezes ao dia até que houvesse a estabilização do peso para então proceder a pesagem da biomassa seca de todas as amostras.

Para avaliação da produtividade, foram coletadas 3 linhas de 3 metros tanto para soja quanto para o milho. Foram estimados o peso de mil grãos para soja e milho e também comprimento e diâmetro de espiga do milho despilhada com o auxílio de um paquímetro e número de vagens por planta de soja.

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade de distribuição dos resíduos de Shapiro Wilk e homogeneidade das variâncias de Levene, com auxílio do programa IBM SPSS Statistics®, e posteriormente foi realizada a análise de variância dos dados e as médias obtidas foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) utilizando o programa estatístico SISVAR® (Ferreira 2008).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Milho

O fator aplicação (com ou sem) de Penegetic® influenciou na altura de plantas apenas na segunda safra de milho, porém não apresentou significância em ambas safras quanto ao diâmetro do colmo, massa fresca e seca da parte aérea, e massa fresca e seca da raiz. No entanto, quanto a influência dos diferentes consórcios com a cultura do milho foi revelada significância para tais variáveis (Tabela 2).

Na primeira safra de milho, pode-se observar que aos 30 e 60 dias após o plantio (DAP), houve redução na altura de plantas conforme aumentava as culturas em consórcio com o milho. Estes resultados estão de acordo com os encontrados nos estudos de Jakelaitis *et al.* (2004), os quais observaram redução na altura de plantas de milho quando em convivência simultânea com plantas em consórcio.

A testemunha de milho solteiro e o consórcio com *C. spectabilis* não diferiram significativamente entre si, apresentando alturas superiores aos demais. De acordo com Formentini (2008), a taxa de crescimento constante e mais lento, como também a altura que a planta da *C. spectabilis* pode atingir, no caso de 1,2 a 1,5 m de comprimento, são vantagens no consórcio com o milho que contribuem para a redução da competição, além de não atrapalhar a operação de colheita mecanizada do milho.

Na segunda safra de milho, mesmo não apresentando significância quanto à altura, é possível observar que as alturas médias são superiores aos da safra anterior. Mayub et al. (2002) atribuem o aumento na altura das plantas ao fornecimento de N via adubação verde. Por outro lado, Carvalho et al. (2004), ao avaliarem o desempenho do milho em sucessão a adubos verdes, observaram que a altura de plantas de milho não foi influenciada pelos adubos verdes. Os tratamentos que tiveram presença do Penergetic® apresentaram maiores alturas se comparado a aqueles sem aplicação.

Com relação a variável diâmetro do colmo, na primeira safra, verificou-se resultados parecidos a altura, novamente apresentou redução quando a planta de milho estava em consórcio com outras culturas, exceto no consórcio com *C. spectabilis*, que se equiparou ao milho sem consórcio. Tais resultados podem ser explicados em virtude da competição por água e nutrientes, aliados ao arranjo espacial das culturas consorciadas com o milho, proporcionando assim menor desenvolvimento da planta e conseqüentemente menor diâmetro de colmo.

De acordo com Tsumanuma (2004), o diâmetro do colmo é uma estrutura de grande importância no armazenamento de sólidos solúveis, principalmente em situações emergenciais, por isso, quanto maior for o seu diâmetro, maior será também a sua capacidade de armazenamento de fotoassimilados, contribuindo consideravelmente para a formação de grãos.

Foi possível observar que os mesmos consórcios que apresentaram maior diâmetro do colmo, em ambas safras, também apresentaram maiores valores médios para massa fresca e seca da parte aérea, e massa fresca e seca da raiz. Destacaram-se os consórcios com *C. spectabilis* e com capim-pé-de-galinha gigante, os quais também se igualaram a testemunha e foram superiores aos demais tratamentos para as variáveis analisadas.

Os dados deste estudo divergem parcialmente de Gitti *et al.* (2012), que observaram que não houve competição por água, luz e nutrientes entre o milho e as crotalárias em consórcio, por não ocorrer diferenças significativas entre os cultivos consorciados e o milho exclusivo, para as características matéria seca do milho, altura de planta, massa do sabugo, massa de grãos por espiga e massa da espiga sem palha.

Tabela 2. Valores médios da altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC), massa fresca (MFPA) e seca da parte aérea (MSPA), e massa fresca (MFR) e seca da raiz (MSR) nos diferentes consórcios com a cultura do milho, na safra 2017 e 2018.

Tratamentos	AP (m) <sup>1</sup>		DC (mm) <sup>1</sup>		MFPA (g) <sup>1</sup>		MSPA (g) <sup>1</sup>		MFR (g) <sup>1</sup>	MSR (g) <sup>1</sup>
	30 DAP	60 DAP	30 DAP	60 DAP	30 DAP	60 DAP	30 DAP	60 DAP	30 DAP	30 DAP
M1C1	0,92 A	2,11 A	23,12 A	25,33 A	224,89 A	641,43 A	28,09 A	117,06 A	16,46 A	5,78 A
M1C2	0,89 A	2,01 A	22,54 A	25,02 A	221,30 A	631,10 A	27,70 A	118,39 A	14,98 A	5,66 A
M1C3	0,84 B	1,58 B	18,46 C	15,91 B	153,69 B	376,70 C	20,13 B	72,48 B	8,48 B	3,10 B
M1C4	0,85 B	1,72 B	21,03 B	18,67 B	160,47 B	429,65 B	21,27 B	82,99 B	11,94 B	4,32 B
M1C5	0,81 B	1,65 B	18,54 C	17,54 B	140,45 B	443,05 B	17,61 B	82,43 B	10,46 B	3,64 B
CV%	6,65	6,26	7,78	13,25	17,34	10,34	24,67	11,45	27,51	22,98
Tratamentos	AP (m) <sup>ns</sup>		DC (cm) <sup>1</sup>		MFPA (g) <sup>1</sup>		MSPA (g) <sup>1</sup>			
	30 DAP		30 DAP		30 DAP		30 DAP			
M2C1	1,06		22,85 A		312,07 A		32,76 A			
M2C2	1,05		23,80 A		305,92 A		33,75 A			
M2C3	1,09		19,82 B		251,91 B		26,79 B			
M2C4	1,11		23,48 A		323,80 A		33,32 A			
M2C5	1,16		19,57 B		248,09 B		25,56 B			
Penergetic® <sup>1</sup>										
	----- Presença    Ausência -----									
Médias	1,12 a    1,07 b									
CV%	7,1		6,49		15,61		14,72			

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesmas letras, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de significância. M1: Milho primeira safra; M2: milho segunda safra. Consórcios: C1 – sem consórcio; C2 – *C. spectabilis*; C3 – *C. ochroleuca* + milho; C4 – milho + capim-pé-de-galinha gigante; C5 – mix.

Em relação a quantificação do conteúdo de clorofilas em folhas do milho, apresentada na tabela 3, esta é considerada de grande importância no estudo de resposta das plantas às técnicas de nutrição e manejo que visam aumentar o potencial fotossintético e a produtividade (Driscoll *et al.* 2006). Na primeira safra, aos 30 dias após o plantio, a quantificação de clorofila a, b e total não apresentou interação significativa entre o fator aplicação (com ou sem) de Pengergetic® e os tipos de consórcios. Os tipos de consórcios apresentaram significância para essas variáveis, e apenas na clorofila a, foi apresentado significância da aplicação de Pengergetic®. As clorofilas desempenham papel importante na fotossíntese, sendo responsáveis pela captação de energia luminosa, destacando-se a clorofila a como o principal pigmento dos complexos coletores de luz (LHC) para as reações fotoquímicas (Taiz & Zeiger 2009).

O conteúdo de clorofila a na testemunha e no consórcio com *C. spectabilis* foram superiores e diferente dos demais tratamentos. Para essa variável houve também diferença significativa quanto a aplicação de Pengergetic®, sendo que os consórcios que apresentavam a presença do bioestimulante foram superiores àqueles que não foram aplicados. As observações realizadas para conteúdo de clorofila b, demonstraram maiores conteúdos na testemunha, que se igualou estatisticamente ao consórcio com *C. spectabilis* e consórcio com milho + mix. O índice de conteúdo de clorofila total, determinado nas folhas de milho diferiu significativamente entre os tratamentos, sendo que o consórcio com *C. spectabilis* apresentou o maior índice conjuntamente com a testemunha, diferindo dos demais tratamentos.

Após 60 dias do plantio, a testemunha e o consórcio com *C. spectabilis* ainda se mantiveram superiores aos consórcios com *C. ochroleuca* + milheto e o consórcio com milho + mix e igualaram-se também ao consórcio com capim-pé-de-galinha gigante. Quanto a aplicação de Pengergetic®, os resultados foram iguais aos 30 dias, e os consórcios que

apresentavam a presença do bioestimulante foram superiores àqueles que não receberam o produto.

A interação tipo de consórcio x aplicação de PENERGETIC® foi significativa para clorofila b e total aos 60 dias após o plantio. Para o conteúdo de clorofila b, a testemunha e o consórcio com *C. spectabilis*, nos consórcios com aplicação de PENERGETIC® mostraram-se superiores aos demais. Já quanto aos consórcios sem aplicação de PENERGETIC®, apenas os consórcios com capim-pé-de-galinha gigante e o consórcio milho + mix mostraram-se estatisticamente iguais e superiores a testemunha e aos demais consórcios.

Com relação ao efeito das aplicações (com ou sem) de PENERGETIC® dentro de cada tratamento, apenas a testemunha e o consórcio com *C. ochroleuca* + milho não apresentaram diferença significativa. Para o consórcio com *C. spectabilis* o conteúdo de clorofila b na presença de PENERGETIC® foi maior, diferentemente do consórcio com capim-pé-de-galinha gigante e o consórcio milho + mix, em que valores maiores foram encontrados na ausência de PENERGETIC®.

As observações realizadas para conteúdo de clorofila total mostram que apenas o consórcio *C. spectabilis* destacou-se dos demais, na presença de PENERGETIC®. Já na ausência, o consórcio com capim-pé-de-galinha gigante e o consórcio milho + mix, igualaram-se estatisticamente a testemunha e mostraram-se superiores aos demais consórcios. Quanto a relação das aplicações dentro de cada tipo de consórcio, apenas o consórcio com *C. spectabilis* e o consórcio com *C. ochroleuca* + milho, demonstraram diferença significativa entre si, e o índice de clorofila total foi superior quando houve presença de PENERGETIC®.

Segundo Antonioli & Jacques (2014), com a utilização da tecnologia PENERGETIC® ocorre aumento da concentração de clorofilas e carotenoides, com consequente otimização da fotossíntese, influenciando assim na absorção de energia luminosa e sua conversão em energia química, utilizada na assimilação do CO<sub>2</sub>.

Pieielek e Fox (1992) encontraram teores de 43,4 e 42,0 para o estádio V6 e V7, respectivamente. Os resultados deste estudo se aproximam aos encontrados por Argenta et al. (2001), em que obtiveram os valores de 45,4 e 52,1 para a leitura da clorofila, nos estádios V3 e V7, respectivamente, e também aos encontrados por Rambo et al. (2007) que avaliaram a leitura da clorofila em milho e obtiveram valor de 52,7 no estádio V7.

Já na segunda safra de milho, observou-se interação significativa para os fatores Pernergetic x Consórcios. Já para o índice de clorofila b não houve diferença significativa para nenhum dos fatores estudados, com média geral de 13,09  $\mu\text{g cm}^{-2}$ . Na clorofila total houve significância para os diferentes tipos de consórcios e também para a aplicação de Pernergetic®.

O índice de clorofila é muito importante para a produtividade do milho, pois a constituição dos grãos está diretamente associada com a translocação de açúcares da fotossíntese e de N dos órgãos vegetativos para os órgãos reprodutivos (Karlen *et al.* 1988).

Para a variável clorofila a, nos consórcios com presença de Pernergetic®, a testemunha e os consórcios com *C. spectabilis* e com *C. ochoreluca* + milheto foram estatisticamente iguais e superiores aos demais consórcios. O consórcio milho + mix mostrou-se intermediário e o consórcio com capim-pé-de-galinha gigante obteve a menor média. Já para os consórcios sem Pernergetic®, apenas o consórcio com *C. ochoreluca* + milheto obteve maiores médias, e os demais consórcios se igualaram a testemunha e foram estatisticamente iguais entre si. Quando se desdobrou as médias de aplicação de Pernergetic® dentro de cada consórcio, houve diferença significativa apenas na testemunha de milho solteiro e no consórcio com *C. spectabilis*, em que as maiores médias foram obtidas na presença do produto.

Na clorofila total, a testemunha e os consórcios com *C. spectabilis* e com *C. ochoreluca* + milheto obtiveram as maiores médias e não demonstraram diferença significativa entre si. Os demais consórcios, com capim-pé-de-galinha gigante e milho + mix, apresentaram as menores médias e se igualaram estatisticamente entre si. Para o fator Pernergetic®, nesta



variável, os tratamentos com presença do bioestimulante mostraram-se superiores a aqueles sem aplicação.

Tabela 3. Desdobramento da interação de consórcios versus bioestimulante, quanto aos valores médios dos índices de conteúdo de clorofila a, b e total ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ ) em folhas de milho, das safras 2017 e 2018.

Tratamentos	Clorofila a <sup>1</sup>		Clorofila b <sup>1</sup>			Clorofila total <sup>1</sup>		
			Penergetic®			Penergetic®		
	30 DAP	60 DAP	Presença	Ausência	30 DAP	60 DAP	Ausência	
M1C1	39,31 A	38,76 A	15,32 A	15,01 a A	14,01 a B	54,63 A	54,48 a B	52,08 a A
M1C2	40,06 A	39,52 A	16,58 A	15,14 a A	13,28 b B	56,65 A	57,26 a A	50,20 b B
M1C3	33,95 B	36,87 B	10,37 B	12,71 a B	13,24 a B	44,32 C	51,88 a B	47,82 b B
M1C4	34,87 B	38,53 A	11,47 B	13,43 b B	16,42 a A	46,34 C	53,28 a B	53,64 a A
M1C5	36,03 B	37,27 B	13,87 A	13,36 b B	15,97 a A	49,91 B	51,61 a B	52,27 a A
	Penergetic® <sup>1</sup>		Penergetic® <sup>1</sup>					
	Presença	Ausência	Presença	Ausência				
Média	37,73 a	35,96 b	39,72 a	36,61 b				
CV%	6,62	4,15	16,12	8,27	8,5	4,55		
	Clorofila a <sup>1</sup> 30 DAP					Clorofila total <sup>1</sup>		
	Penergetic®					30DAP		
	Presença	Ausência						
M2C1	38,86 a A	35,90 b B				50,93 A		
M2C2	39,83 a A	35,59 b B				51,83 A		
M2C3	39,20 a A	39,45 a A				54,51 A		
M2C4	35,17 a C	36,33 a B				47,53 B		
M2C5	37,17 a B	35,69 a B				47,25 B		
						Penergetic® <sup>1</sup>		
						Presença	Ausência	
Média						52,02 a	48,81 b	
CV%	3,48					7,85		

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesmas letras, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de significância.

Em relação aos componentes de produção (tabela 4), comprimento e diâmetro da espiga sem palha do milho nos diferentes consórcios, não houve significância dessas variáveis para o fator aplicação (com ou sem) de Penergetic®, porém houve influência dos diferentes consórcios com a cultura do milho para tais variáveis analisadas. De acordo com Ohland *et al.* (2005), o comprimento e o diâmetro de espiga são características que determinam o potencial de produtividade da cultura do milho.

O comprimento e diâmetro de espiga apresentaram os mesmos resultados estatísticos. Apesar da baixa variação nas médias entre os tratamentos, houve separação em quatro grupos. O consórcio com *C. spectabilis* destacou-se para ambas variáveis, com as médias mais altas superou a testemunha e os demais consórcios. Já o segundo compreende a testemunha, e o terceiro grupo corresponde ao consórcio com capim-pé-de-galinha gigante e o consórcio milho + mix. Por fim, o consórcio que apresentou menores comprimentos e diâmetros de espiga foi o consórcio com *C. ochroleuca* + milheto.

Quanto as variáveis mil grãos líquido e produtividade em sacas de milho por hectares, foi possível observar que não houve interação significativa entre os fatores Penergetic® x Consórcio em ambas safras, apenas significâncias dos fatores isoladamente na produtividade. Na primeira safra a massa de mil grãos líquido e produtividade em sacas de milho por hectare, o consórcio com *C. spectabilis* e a testemunha se igualaram estatisticamente e foram superiores aos demais consórcios. O consórcio com *Crotalaria ochroleuca* + milheto foi o que apresentou as menores médias para tais variáveis, se igualando estatisticamente na massa de mil grãos líquido com o consórcio com capim-pé-de-galinha gigante. Quanto a aplicação de Penergetic®, para a produtividade, os consórcios com aplicação de Penergetic® mostraram-se superiores a aqueles sem aplicação.

Tabela 4. Valores médios do comprimento (CE) e diâmetro (DE) da espiga despalhada, mil grãos líquido (1000 GL) e produtividade em sacas de milho por hectare (Sc ha<sup>-1</sup>), nas safras 2017 e 2018.

Tratamentos	CE (cm) <sup>1</sup>	DE (cm) <sup>1</sup>	1000 GL (g) <sup>1</sup>	Sc (ha <sup>1</sup> ) <sup>1</sup>
M1C1	14,59 B	5,03 B	282,51 A	114,00 A
M1C2	15,53 A	5,17 A	286,93 A	122,74 A
M1C3	11,78 D	4,69 D	251,22 C	72,21 C
M1C4	12,72 C	4,86 C	255,78 C	90,32 B
M1C5	13,40 C	4,87 C	268,89 B	86,76 B
				Penergetic® <sup>1</sup>
				Presença      Ausência
				-----
Médias				101,23 a      93,18 b
CV%	6,37	2,23	4,96	9,19
Tratamentos				Sc (ha <sup>1</sup> ) <sup>1</sup>
M2C1				72,51 A
M2C2				71,12 A
M2C3				55,02 B
M2C4				68,00 A
M2C5				53,16 B
				Penergetic® <sup>1</sup>
				Presença      Ausência
				-----
Médias				68,23 a      59,70 b
CV%				15,32

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesmas letras, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem e

Foi possível observar que o consórcio com *C. spectabilis* apresentou resultados superiores aos demais consórcios, se igualando a testemunha em todas as variáveis de produtividade avaliadas. As mesmas se destacam quanto a produtividade média em sacas de milho em 114,00 (testemunha) a 122,74 (consórcio com *C. spectabilis*), sendo as únicas que ultrapassaram a média de produtividade estimada de milho no Brasil, que é de 90,70 sacas ha<sup>-1</sup> para a safra 2018/2019, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2019).

Corroborando com o que Heinrichs *et al.* (2005) ressaltam em seu estudo, que não ocorre influência negativa na produtividade do milho pela consorciação com leguminosas, mas sim promove efeito benéfico em anos subsequentes pelo cultivo consorciado na mesma área.

No cultivo consorciado de milho com leguminosas, a gramínea possui vantagem fisiológica por ser mais eficiente na fixação do carbono e acúmulo de matéria seca em altas temperaturas.

Na segunda safra, os consórcios com *C. spectabilis* e com capim-pé-de-galinha gigante apresentaram as maiores médias e se compararam com a testemunha, para sacas de milho. Os demais consórcios com *C. ochoreluca* + milheto e milho + mix obtiveram as menores médias e foram estatisticamente iguais entre si. Quanto aos efeitos da aplicação de Penergetic®, foi possível observar que aqueles com presença do produto demonstraram ser estaticamente superiores a aqueles com ausência do produto para essas variáveis analisadas.

Segundo a estimativa de dados da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2019), que estima a média de produtividade de milho no Brasil em 90,70 sacas ha<sup>-1</sup> para a safra 2018/2019, a testemunha e os consórcios apresentaram quantidade de sacas inferiores à média nacional e a primeira safra dessa pesquisa. Souza (2016) observou em seu trabalho sobre sistemas de consórcio de crotalárias e braquiária com a cultura do milho, que a utilização das coberturas vegetais não contribuiu para o incremento de produtividade da cultura do milho safrinha, dentro do mesmo ciclo, porém apresentaram efeito na cultura em sucessão.

### **3.2 Soja**

Para as variáveis massa fresca e seca da parte aérea, obteve-se interação dos fatores Penergetic® x Consórcio (tabela 5). Já para a massa fresca da raiz, não foi detectado interação dos fatores em estudo, apenas efeitos significativos de ambos. E a massa seca da raiz não demonstrou diferença significativa, com média geral de 7,82 gramas.

É possível observar os mesmos resultados estatísticos nas variáveis massa fresca e seca da parte aérea. Na presença de Penergetic®, os tratamentos de soja no consórcio milho + mix se igualou ao tratamento de soja que compunha a testemunha de milho solteiro, apresentando as maiores médias se comparado aos demais tratamentos, que foram inferiores e não diferiram

estatisticamente. Já na ausência de Penergetic®, o tratamento de soja no consórcio milho + mix foi superior a testemunha e aos demais tratamentos, que foram estatisticamente iguais entre si.

Tabela 5. Valores médios da massa fresca (MFPA) e seca da parte aérea (MSPA), e massa fresca da raiz (MFR) aos 30 dias após o plantio de soja.

Consórcios	MFPA (g) <sup>1</sup>		MSPA (g) <sup>1</sup>		MFR (g) <sup>1</sup>
	Penergetic®		Penergetic®		
	Presença	Ausência	Presença	Ausência	
S1C1	171,06 a A	120,60 b B	16,09 a A	14,82 a B	37,25 A
S1C2	107,55 a B	113,96 a B	12,45 a B	13,66 a B	35,62 B
S1C3	120,25 a B	99,54 a B	13,76 a B	12,65 a B	33,25 B
S1C4	123,02 a B	92,12 b B	13,30 a B	11,32 a B	34,00 B
S1C5	154,86 b A	193,67 a A	16,93 b A	21,15 a A	39,37 A
					Penergetic® <sup>1</sup>
					Presença
					Ausência
Médias					37,60 a
					34,20 b
CV%	15,33		13,63		11,23

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesmas letras, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de significância. Consórcios (cuja a soja foi cultivada subsequente): S1C1 – milho sem consórcio; S1C2 – milho + *C. spectabilis*; S1C3 – milho + *C. ochroleuca* + milheto; S1C4 – milho + capim-pé-de-galinha gigante; S1C5 – milho + mix.

Ao se desdobrar as médias de Penergetic® dentro de cada tratamento (Consórcio), na variável massa fresca da parte aérea, os tratamentos de soja em que se encontravam a testemunha e o consórcio de milho + capim-pé-de-galinha gigante, demonstraram que na presença do produto as médias foram maiores e diferentes estatisticamente. O tratamento de soja no consórcio milho + mix, mostrou significância entre os tratamentos e resultados opostos a testemunha, sendo que na ausência do produto observou-se maior massa do que na presença de Penergetic®.

Na massa seca da parte aérea, ao se desdobrar as médias de Penergetic® dentro de cada tratamento (Consórcio), apenas o tratamento de soja no consórcio milho + mix, mostrou diferença significativa, sendo que na ausência de Penergetic® obteve-se maior média.

Quanto a massa fresca da raiz, o tratamento de soja no consórcio milho + mix igualou-se estatisticamente a testemunha e foram superiores aos demais tratamentos, que não diferiram

entre si. Ao se analisar o fator Penergetic®, constatou-se maior média para a presença do produto. Essas maiores massas de raízes podem favorecer a habilidade e capacidade de fungos como *Trichoderma* spp. na associação simbiótica com as raízes da plântula, que aliada à ação decompositora poderá disponibilizar nutrientes prontamente absorvíveis para o vegetal (Santos 2008).

Para os componentes de produtividade da soja, e produtividade em sacas de soja, foi possível observar interação entre os fatores Penergetic® x Consórcio (Tabela 6). O caractere mil grãos líquido não apresentou diferença significativa para o fator Penergetic®, apenas para o fator Consórcio. Já quanto as variáveis número de vagem, não foi possível observar diferença significativa para nenhum dos fatores, com médias gerais de 12,31 vagens.

Tabela 6. Valores médios da massa de mil grãos líquido (1000 GL) e produtividade em sacas de soja por hectare (Sc ha<sup>-1</sup>).

Consórcios	1000 GL <sup>1</sup>	Sc (ha <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	
		Penergetic®	
		Presença	Ausência
S1C1	150,46 B	73,45 a B	70,73 a B
S1C2	155,84 A	75,25 b B	84,50 a A
S1C3	160,07 A	83,79 a A	76,51 a B
S1C4	164,29 A	78,60 a B	72,55 a B
S1C5	156,48 A	85,84 a A	86,08 a A
CV%	3,82	6,57	

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesmas letras, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de significância. Consórcios cuja soja foi cultivada subsequente: S1C1 – milho sem consórcio; S1C2 – milho + *C. spectabilis*; S1C3 – milho + *C. ochroleuca* + milheto; S1C4 – milho + *E. coracana*; S1C5 – milho + mix.

Carbonell *et al.* (2010), Perina *et al.* (2010), observaram que o tamanho dos grãos é induzido pela massa de mil grãos, que pode variar de acordo com o tratamento e com a condução da cultura no campo. Para a massa de mil grãos líquido, verificou-se pouca diferença entre os tratamentos (Consórcios), em que a testemunha foi a única que diferiu estatisticamente dos demais tratamentos.

Quanto as sacas de soja, as maiores produtividades com aplicação de Penergetic®, foram obtidas pelos tratamentos de soja no consórcio milho + mix, e de soja no consórcio

milho + *C. ochroleuca* + milheto, que não diferiram estatisticamente entre si. Os demais tratamentos apresentaram as menores médias e se igualaram a testemunha. Na ausência de Penergetic® o tratamento de soja no consórcio milho + mix continuou se destacando, e igualou-se ao tratamento de soja no consórcio com *C. spectabilis*, os quais diferiram-se estatisticamente da testemunha e demais consórcios. Silva *et al.* (2018) encontraram resultados semelhantes ao obterem maiores produtividades de soja em sistema de rotação com crotalárias.

Ao se desdobrar as médias de Penergetic® dentro de cada Consórcio, houve diferença significativa apenas no tratamento de soja no consórcio com *C. spectabilis*, e na ausência de Penergetic® foi obtida melhor produtividade, e os demais tratamentos estatisticamente semelhantes.

Segundo Wolfaardt & Korber (2012) o uso de bioestimulantes, como o Penergetic®, auxiliam na micorrização e nodulação das raízes da soja, conseqüentemente proporcionam aumento de produtividade. Vieira (2001) observou efeitos de diferentes dosagens de bioestimulante, que obteve aumento significativo sobre a produtividade nas culturas de soja, feijão e arroz.

Foi possível observar que o tratamento de soja no consórcio milho + mix mostrou-se mais produtivo para todos os caracteres de produção avaliados, se comparados aos demais tratamentos, inclusive a testemunha. De forma geral, a produtividade média em sacas de soja deste experimento variou entre de 70,73 a 86,08 sacas ha<sup>-1</sup> sendo, portanto, superior à produtividade média estimada de soja brasileira de 53,23 sacas ha<sup>-1</sup> para a safra 2018/2019, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (2019).

Os resultados obtidos na presente pesquisa demonstram o potencial de utilização dessas espécies em consórcio com o milho, para a região de Cerrado, ressaltando que os benefícios demandam tempo para se estabilizar e promover aumentos significativos na produtividade da lavoura. Além de que esses sistemas, auxiliam no acúmulo de quantidade de biomassa,



promovem reciclagem de nutrientes e liberação gradativa, principalmente no incremento da demanda das culturas anuais semeadas em sucessão, como a soja. Contribuem também na cobertura do solo para manter os níveis de umidade elevados, redução das perdas pela erosão, diminuição da ocorrência de plantas daninhas e melhor estruturação do solo (Torres *et al.* 2005).

#### **4. CONCLUSÃO**

Nas safras de milho, o consórcio com *C. spectabilis* destacou-se entre os consórcios, nas variáveis analisadas. Já na safra de soja o tratamento que continha palhada com o mix de plantas, mostrou-se superior aos demais. De forma geral, o bioativador Penergetic® mostrou-se eficiente, apresentando médias superiores, se comparado aqueles tratamentos sem presença do produto.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antonioli, Z. I.; Jacques, R. J. S. 2014.** Efeito do Penergetic®P e K na micorrização e nodulação de raízes de soja. Santa Maria.
- Argenta, G. et al. 2001.** Arranjo de plantas em milho: Análise do estado-da-arte. Revisão bibliográfica – Ciência Rural, Santa Maria, Revista da FZVA. Uruguaiana, v.16, n.1, p. 32-41. 2009 39 v.31, n.6, p.1075-1084.
- Carbonell, S.A.M; Chiorato, A.F.; Gonçalves, J.G.R.; Perina, E.F. & Carvalho, C.R.L. 2010.** Tamanho de grão comercial em cultivares de feijoeiro. Ciência Rural, v.40, 2067-2073p.
- Carvalho, M. A. C. et al. 2004.** Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 39, n. 1, 47-53p.
- Conab - Companhia Nacional de Abastecimento (Brasil). 2019.** Avaliação da Safra Agrícola 2018/2019: estimativa de produtividade: março/2019. Brasília. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>> Acesso em: 22 mar. 2019.
- Conab - Companhia Nacional de Abastecimento. 2018.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 26 jan. 2019.
- Driscoll, S. P.; Prins, A.; Olmos, E.; Kunert, K. J. & Foyer, C. H. 2006.** Specification of adaxial and abaxial stomata, epidermal structure and photosynthesis to CO<sub>2</sub> enrichment in maize leaves. Journal of Experimental Botany, Oxford, v. 57, n. 2, 381-390p.
- Ferreira, D.F. 2008.** SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium, v.6, 36-41p.
- Formentini, E. A. 2018.** Cartilha sobre adubação verde e compostagem. Disponível em: <[http://agroecologia.incaper.es.gov.br/site/.../cartilha\\_leguminosas.pdf](http://agroecologia.incaper.es.gov.br/site/.../cartilha_leguminosas.pdf)>. Acesso em: 10 dez. 2018.
- Gitti, D. C.; Vilela, R.G.; Portugal, J.R.; Kaneko, F.H. & Rodrigues, R.A.F. 2012.** Épocas de semeadura de crotalária em consórcio com milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v. 11, n.2, 156-158 p.
- Heinrichs, R.; Vitti, G. C.; Moreira, A.; Figueiredo, P. A. M.; Fancelli, A. L. & Corazza, E. J. 2005.** Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 29, 71-79 p.
- Karlen, D.L.; Flannery, R.L. & Sadler, E.J. 1988.** Aerial accumulation and partitioning of nutrients by corn. Agron. J., 80: 232-242p.

**Mayub, A. et al. 2002.** Effect on different nitrogen levels and seeds rates on growth yield and quality of sorghum (*Sorghum bicolor*) fodder. Indian Journal of Agricultural Sciences, New Delhi, v. 72, n. 11, 648-650p.

**Ohland, R. A. A. et al. 2005.** Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milhoemplantio direto. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 29, n.3, 538-544 p.

**Perina, E.F.; Carvalho, C.R.L.; Chiorato, A.F.; Gonçalves, J.G.R. & Carbonell, S.A.M. 2010.** Avaliação de estabilidade e adaptabilidade de genótipos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) baseada na análise multivariada da performance genotípica. Ciência e Agrotecnologia, v.34, p.398-406.

**Piekielek, W.P. & Fox, R.H. 1992.** Use of a chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for mayze. Agronomy Journal, Madison, v.84, n.1, p.59-65.

**Rambo, L.; Silva, P.R.F.; Strieder, M.L.; Sangoi, L.; Bayer, C. & Argenta, G. 2007.** Monitoramento do nitrogênio na planta e no solo para predição da adubação nitrogenada em milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.42, 407-417p.

**Santos, H.A. 2008.** *Trichoderma spp.* como promotores de crescimento em plantas e como antagonistas a *Fusarium oxysporum*. Dissertação de mestrado, Brasília, Universidade de Brasília. 94p.

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

**Silva Neto, S. P. 2011.** Importância da cultivar de soja na viabilidade da sucessão soja-milho. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 3 p.

**Silva, R.A., N. A. Nunes, T. F. S. Santos, and F. K. Iwano. 2018.** Effect of crop rotation and crop sequences for the management of soybean nematodes in sandy soil. Nematropica 48:198-206.

**Taiz, L. & Zeiger, E. 2009.** Fisiologia vegetal. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 819p.

**Tsumanuma, G. M. 2004.** Desempenho do milho consorciado com diferentes espécies de brachiarias, em Piracicaba, SP. 100 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

**United States Department Of Agriculture - Usda. 2017.** Grain: World Markets and Trade. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/grain-world-markets-and-trade>. Acesso em: 30 dez. 2018.

**Vieira, E.L. 2001.** Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e o arroz (*Oriza sativa* L.). 122p. Tese (Doutorado) -Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

**Wolfaardt, G.M. & Korber, D.R. 2012.** Near-field microbiological considerations relevant to a deep geological repository for used nuclear fuel. State of Science Review, 98p.

