

UniRV - UNIVERSIDADE DE RIO VERDE
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

**MANEJO DO NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES COM
DEFENSIVOS BIOLÓGICOS E QUÍMICOS NA SUCESSÃO SOJA E
MILHO SAFRINHA**

ROMERO DE CASTRO BERNARDES

Magister Scientiae

RIO VERDE
GOIÁS – BRASIL

2022

ROMERO DE CASTRO BERNARDES

**MANEJO DO NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES COM DEFENSIVOS
BIOLÓGICOS E QUÍMICOS NA SUCESSÃO SOJA E MILHO SAFRINHA**

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para à obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**RIO VERDE
GOIÁS - BRASIL**

2022

Universidade de Rio Verde
Biblioteca Luiza Carlinda de Oliveira
Bibliotecário: Juatan Tiago da Silva – CRB 1/3158
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – (CIP)

B43m Bernardes, Romero de Castro

Manejo do nematoide das lesões radiculares com defensivos biológicos e químicos na sucessão soja e milho safrinha / Romero de Castro Bernardes. – 2022.
32 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Hercules Diniz Campos.
Coorientadora: Ma. Lorena Lara Ribeiro Moreira.

Dissertação (Mestrado) — Universidade de Rio Verde - UniRV, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, 2022.

Inclui índice de tabelas.

1. *Pratylenchus brachyurus*. 2. Nematicidas. 3. Agente de biocontrole. 4. *Glycine max*. 5. *Zea mays*. 6. Sucessão de cultivos. I. Campos, Hercules Diniz. II. Moreira, Lorena Lara Ribeiro. III. Título.

CDD: 632.95

ROMERO DE CASTRO BERNARDES

**MANEJO DO NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES COM DEFENSIVOS
BIOLÓGICOS E QUÍMICOS NA SUCESSÃO SOJA E MILHO SAFRINHA**

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVAÇÃO: 31 de outubro de 2022



Prof. Dr. Hercules Diniz Campos
Presidente da Banca Examinadora
Membro – FA/UniRV



Prof. Dr. Márcio Rosa
Membro - FA/UniRV



Prof. Dr. Eduardo Souza Freire
Membro – FA/UniRV



Dra. Lilian Simara Abreu Soares Costa
Membro - Pesquisadora Departamento de Microbiologia
Instituto NIOO-KNAW

DEDICATÓRIA

Este trabalho dedico, a minha esposa, Cristiane Cruvinel Veloso Bernardes, aos meus filhos, aos meus pais, Renan de Campos Bernardes e Wilma Ferreira de Castro Bernardes, aos meus irmãos, avós, tios e tias, a todo o meu grupo familiar e a todos que me acompanharam e que estiveram e estão ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela oportunidade de concluir este trabalho e a minha família, pelo apoio durante todo este percurso.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	IV
RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	VI
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Cultura da soja e do milho.....	2
2.2 Nematóide na soja e no milho	3
2.3 Controle biológico.....	3
2.4 Agentes microbiológicos de controle.....	4
2.5 Controle químico.....	5
2.6 Manejo do nematóide das lesões radiculares em sistemas cultivo.....	6
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	6
3.1 Local da condução dos ensaios.....	6
3.2 Instalação dos ensaios.....	7
3.3 Avaliações.....	8
3.4 Análises estatísticas.....	9
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	9
5 CONCLUSÃO.....	18
REFERÊNCIAS.....	19

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Caracterização química do solo da Fazenda Rio Doce, local de implantação do ensaio.....	7
TABELA 2	Tratamentos com produtos comerciais, composição biológica e ingrediente ativo, doses aplicadas. Rio Verde - GO, safra 2019/2020.....	8
TABELA 3	Peso fresco de parte aérea (PFPA), em gramas (g) e peso fresco de raiz (PFR), de planta de soja, aos 45 DAE e 65 DAE, após as aplicações dos tratamentos. Rio Verde - GO, 2022.....	11
TABELA 4	Número de <i>Pratylenchus brachyurus</i> por 100cc de solo (N 100 cc solo ⁻¹) e percentual de controle (%) aos 45 DAE e aos 65 DAE no solo sob cultivo da <u>soja</u> , após a aplicação dos diferentes tratamentos. Rio Verde - GO, 2022.....	11
TABELA 5	Número de <i>Pratylenchus brachyurus</i> por grama de raiz (N g raiz ⁻¹) e percentual de controle (%) aos 45 DAE e aos 65 DAE em plantas de soja, após a aplicação dos diferentes tratamentos. Rio Verde - GO, 2022	12
TABELA 6	Massa de mil grãos (MMG), produtividade em kg ha ⁻¹ e incremento de produtividade em sacas ha ⁻¹ da <u>soja</u> , após as aplicações dos tratamentos. Rio Verde - GO, 2022.....	14
TABELA 7	Peso fresco de parte aérea (PFPA), em gramas (g) e peso fresco de raiz (PFR), de planta de milho, aos 45 DAE e 65 DAE, após as aplicações dos tratamentos. Rio Verde - GO, 2022.....	15
TABELA 8	Número de <i>Pratylenchus brachyurus</i> por grama de raiz (N g raiz ⁻¹) e percentual de controle (%) aos 45 DAE e aos 65 DAE em plantas de milho, após a aplicação dos diferentes tratamentos. Rio Verde - GO, 2022.....	16
TABELA 9	Massa de mil grãos (MMG), produtividade em kg ha ⁻¹ e incremento de produtividade em sacas ha ⁻¹ do milho, após as aplicações dos tratamentos. Rio Verde - GO, 2022.....	17
TABELA 10	População acumulada (final) de <i>P. brachyurus</i> por sistema radicular de plantas nos cultivos sequenciais de soja safra e milho safrinha, em função dos diferentes tratamentos avaliados. Rio Verde - GO, 2022.....	18

RESUMO

Romero de Castro Bernardes. M.S., Universidade de Rio Verde, setembro de 2022. **Manejo do nematoide das lesões radiculares utilizando defensivos biológicos e químicos no sistema soja e milho.** Orientador: Prof. Dr. Hercules Diniz Campos.

O nematoide das lesões radiculares, *Pratylenchus brachyurus*, causa prejuízos há décadas aos agricultores, devido ao seu hábito polífago. É um patógeno natural dos solos do cerrado brasileiro e sua elevada capacidade de proliferação, tem causado danos significativos nas culturas de soja e milho no Sudoeste Goiano, principalmente no atual sistema de sucessão. Portanto, faz-se necessário estudar ferramentas adequadas para manter o equilíbrio e conviver com o nematoide. Assim, a adoção dos controles biológicos e químicos podem trazer resultados promissores no manejo do patógeno durante o ciclo dessas culturas. O presente estudo teve por objetivo avaliar a eficácia de produtos químicos e biológicos para o manejo de *P. brachyurus* nos cultivos de soja safra e milho safrinha. Foram instalados dois ensaios, soja no verão e milho na safrinha, em blocos casualizados, contendo nove tratamentos, sendo um tratamento controle (T1 - testemunha), seis tratamentos com agentes de controle biológico (T2 *Trichoderma harzianum*; T3 *Bacillus amyloliquefaciens* e *Trichoderma harzianum* + *B. subtilis*, *B. licheniformis* e *Purpureocillium lilacinum*; T4 *Pochonia chlamydosporia*; T5 *B. subtilis* + *B. methylotrophicus*; T6 *Purpureocillium lilacinum* + *Trichoderma harzianum*; T7 *B. subtilis* + *B. methylotrophicus* + *T. harzianum*) e dois tratamentos químicos (T8 fluopyram e T9 abamectina) com 4 repetições. Aos 45 e 65 dias após a emergência (DAE) avaliou-se a massa fresca de parte aérea, raiz e a população de nematoides por grama de raiz. Ao final do ciclo determinou-se a massa de mil grãos (MMG) e a produtividade. Na soja verão T5 e T8 diminuiu a população de nematoides somente na primeira avaliação, em MMG todos os tratamentos foram melhores que a testemunha e não houve diferença significativa na produção. No milho safrinha, não houve diferença em redução de nematoides e MMG, porém, os tratamentos T3, T6, T7 e T9 se destacaram em produção. Portanto, conclui-se que a resposta ao manejo químico e biológico para *P. brachyurus* contribui para o manejo do controle do nematoide no sistema de cultivo soja e milho safrinha.

Palavras-chave: *Pratylenchus brachyurus*, nematicidas, agente de biocontrole, *Glycine max*, *Zea mays*, sucessão de cultivos.

ABSTRACT

Romero de Castro Bernardes. M.S., Universidade de Rio Verde, september de 2022.
Management of root lesion nematode using biological and chemical pesticides in the soybean and corn. Advisor: Prof. Dr. Hercules Diniz Campos.

The root lesion nematode, *Pratylenchus brachyurus*, has been causing losses to farmers for decades due to its polyphagous habit. It is a natural pathogen of Brazilian cerrado soils and its high proliferation capacity has caused significant damage to soybean and corn crops in the southwest of Goiás, especially in the current succession system. Therefore, it is necessary to study adequate tools to maintain the balance and coexistence with the nematode. Thus, the adoption of biological and chemical controls can bring promising results in the management of the pathogen during the cycle of these crops. This study aimed to evaluate the efficacy of chemical and biological products for the management of *P. brachyurus* in soybean and corn crops. Two trials were installed, soybean in summer and corn in the second crop, in randomized blocks, containing nine treatments, being a control treatment (T1 - witness), six treatments with biological control agents (T2 *Trichoderma harzianum*; T3 *Bacillus amyloliquefaciens* and *Trichoderma harzianum* + *B. subtilis*, *B. licheniformis* and *Purpureocillium lilacinum*; T4 *Pochonia chlamydosporia*; T5 *B. subtilis* + *B. methylotrophicus*; T6 *Purpureocillium lilacinum* + *Trichoderma harzianum*; T7 *B. subtilis* + *B. methylotrophicus* + *T. harzianum*) and two chemical treatments (T8 fluopyram and T9 abamectin) with 4 repetitions. At 45 and 65 days after emergence (DAE), the fresh mass of aerial part and root and the nematode population per gram of root were evaluated. At the end of the cycle, the mass of one thousand grains (MTG) and productivity were determined. In summer soybean T5 and T8 decreased the nematode population only in the first evaluation, in MTG all treatments were better than the control, and there was no significant difference in yield. In the summer corn, there was no difference in nematode reduction and MMG, but the treatments T3, T6, T7 and T9 stood out in production. Therefore, it can be concluded that the response to chemical and biological management of *P. brachyurus* contributes to the management of nematode control in soybean and corn in the second cropping system.

Key words: *Pratylenchus brachyurus*, nematicides, biocontrol agent, *Glycine max*, *Zea mays*, crop succession.

1 INTRODUÇÃO

O sistema de produção agrícola, soja e milho, é definido essencialmente pela interação entre potencial genético, ambiente e manejo. O potencial produtivo dos cultivos ocorre quando as plantas conseguem se manter fisiologicamente ativas, nutridas e com boa sanidade

O ambiente de produção no Centro-Oeste brasileiro, apresenta grandes áreas consolidadas às atividades da sojicultura, com 90% da área semeada na safra verão, e ao cultivo do milho, com 75,7% da área semeada, sendo 65% milho safrinha. A sucessão de cultivos de soja safra e milho safrinha representa a principal atividade na produção, porém o grande desafio é se manter sustentável ao longo do tempo, visto que a monocultura desses dois cultivos, em épocas sequenciais, proporciona o aumento de inóculo de alguns patógenos presentes no solo, como por exemplo, alguns fitonematoides, que podem ter as duas culturas como hospedeiras potenciais.

Os nematoides de maior importância no sudoeste de Goiás para culturas da soja são: nematoide de cisto da soja - NCS (*Heterodera glycines*), nematoides das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*), nematoides causadores de galhas (*Meloidogyne incognita* e *M. javanica*), nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) e nematoides espiralados (*Helicotylenchus dihystera* e *Scutellonema brachyurus*) (Campos e Silva, 2006).

Dentre os fitonematoides de maior importância agrícola em ambas as culturas (soja e milho), destacam-se os formadores de galhas (*Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita*) e o nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*), os quais podem resultar em prejuízos médios de 10%, podendo chegar até 50% de perdas de produtividade (Machado et. al. (2015). Estima-se que, os danos causados pelos nematoides na cultura da soja atinjam R\$16,2 bilhões (MACHADO, 2015).

As plantas de soja e milho que são parasitadas pelo nematoide das lesões radiculares, *P. brachyurus* apresentam sintomas como: plantas de porte baixo em reboleiras e lesões enegrecidas nas raízes, havendo assim, maior dificuldade e menor capacidade para absorção de água e nutrientes. Para ambas as culturas, observa-se menor peso de grãos e conseqüentemente redução na produtividade.

Entre as medidas de controle com maior destaque, cita-se: a rotação, sucessão de culturas não hospedeiras ou com menor reprodução; uso de plantas para cobertura com menor fator de reprodução, visando incrementar palhadas ou aumento de matéria orgânica; aplicação

de nematicidas químicos ou biológicos via o tratamento de sementes ou aplicação em sulco ou manejo pós-colheita de plantas remanescentes e daninhas hospedeiras.

Com base ao exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar diferentes produtos biológico ou químico no controle do nematoide das lesões radiculares, *P. brachyurus*, no sistema de produção soja em sucessão com milho na segunda safra (safrinha), em áreas de cultivo no sudoeste de Goiás.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da soja e do milho

O Brasil é o maior produtor mundial de soja com área estimada em 40 milhões de hectares de cultivo, o que corresponde 57% da área total de grãos, (EMBRAPA, 2020). A crescente produtividade a da oleaginosa no Brasil está substancialmente relacionada ao melhoramento genético e ao uso de novas tecnologias que facilitem o cultivo em novas áreas (COSTA, 2005). No entanto, como em todas as demais culturas, o cultivo está sob constantes riscos fitossanitários, como: competição de plantas daninhas, ataque de pragas e doenças (AGRIANUAL, 2005). E entre as doenças de maior importância na cultura estão as causadas por fitonematoides (YORINORI, 2002).

A região Centro-Oeste (GO, DF, MT e MS) possui 45,7% da área de soja semeada do Brasil, com 18,5 milhões de hectares, sendo uma das regiões de maior importância para a produção de soja e com maior expansão, com alto nível tecnológico e capacitação (CONAB, 2022).

Na cultura do milho, o Brasil está como terceiro maior produtor mundial, com estimativa de 20,9 milhões de hectares na safra 2021/2022 e na safrinha (ou segunda safra), cultivada entre os meses de janeiro a abril após a colheita da soja, correspondendo a 15,8 milhões de hectares de milho safrinha ou segunda safra, o que equivale a 75% da área semeada de milho. Sendo implantada em sucessão, a cultura da soja na safra verão, o Centro-Oeste corresponde por 64% da área da safrinha com 10,2 milhões de hectares (CONAB, 2022), esse sistema de sucessão de cultivos tem grande importância na agricultura para o Brasil com grande representação do Centro-Oeste para garantir a produção e a oferta do cereal (CALDARELLI; BACCHI, 2012).

2.2 Nematóide na soja e no milho

O nematóide das lesões radiculares, *P. baccyurus* (Godfrey) Filipjev e S. Stekhoven, é considerado o segundo maior causador de danos em cultivos no Brasil e no mundo, pelo seu hábito alimentar polífago e pela sua ampla distribuição territorial (INOMOTO et al., 2001). Há uma predominância deste nematóide nos estados do Centro-Oeste e do Sul do Brasil (FERRAZ, 2006) e as injúrias causadas por ele já são de conhecimento, tanto em casa de vegetação quanto no campo, sendo registrados maiores danos e incidência na região do Centro-Oeste, nos cultivos de: soja, milho, algodão, feijão e pastagens, este aumento se dá principalmente pela intensificação do sistema de sucessão de cultivos, com a safrinha sequeiro e em áreas irrigadas. O sistema de sucessão de cultivo é uma excelente fonte de multiplicação deste nematóide, visto que há fornecimento de alimento, por mais de 260 dias do ano, pelas culturas de soja e milho (INOMOTO et al., 2001).

O cultivo do sistema de plantio direto é considerado o maior disseminador e proliferador de nematóide via máquinas, que provêm de áreas infectadas, onde há intensa rotação/sucessão entre soja e milho e algodão, o que eleva o número de nematoides nas áreas (FERREIRA et al., 2009; SINGH; SCHWARTZ, 2011).

Estudos mostram que os danos causados pelas espécies de *Pratylenchus* spp. têm potencial prejudicial de 30% até 50% na produtividade da soja, em lavouras comerciais do Centro-Oeste (FERRAZ, 2006), e para a cultura do milho observa-se perdas na produtividade de 10% a 54% nos EUA (MCDONALD; NICOL, 2005) e de até 50% no Brasil (COELHO et al., 2021).

2.3 Controle biológico

O controle biológico de patógenos, pela ação antagônica de um microrganismo sobre o outro, ocorre rotineiramente na natureza (AGRIOS, 2004). Contudo, a definição de controle biológico é a redução do inóculo de determinado patógeno ou praga, por um ou mais microrganismos, denominados antagonistas. Assim, os componentes do controle biológico são: os patógenos, os hospedeiros e os antagonistas, sob a influência do ambiente (BETTIOL; MORANDI, 2009).

A busca por alternativas para o controle de patógenos presentes no solo, dentre eles os fitonematoides, tem aumentado cada vez mais, uma delas é a utilização de produtos biológicos de ação nematicidas, capazes de reduzir a população de nematoides, além de poder

promover o controle de outras doenças causadas por fungos fitopatogênicos (MONFORT et al, 2005). Sendo assim, a busca por antagonistas eficientes e o desenvolvimento de produtos tem sido o propósito de muitas pesquisas (MIZUBUTI et al., 2006).

2.4 Agentes microbiológicos de controle

Há diversos microrganismos sendo utilizados como agentes no controle de fitopatógenos, tanto fungos, quanto bactérias antagonistas, que apresentam alta capacidade de reduzir a população de nematoides em diversos patossistemas (CARDOSO; ARAÚJO, 2011; FREITAS et al., 2012; XIANG et al., 2017). Atualmente algumas espécies de *Trichoderma*, *Glucadium*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Agrobacterium* e *Burkholderia* vem se destacando nas pesquisas e nos trabalhos de campo (FRAVEL, 2005), as quais podem atuar como nematicidas ou ainda alterar a reprodução e/ou orientação do parasita, em direção às raízes da planta hospedeira no solo (ARAÚJO, 2002).

Os fungos filamentosos saprófitas, *Purpureocillium lilacinum* (sin. *Paecilomyces lilacinum*) e *Pochonia chlamydosporia* (sin. *Verticillium chlamydosporium*), já são conhecidos pela ação parasita sobre os ovos e fêmeas de espécies de *Meloidogyne*, havendo muitas pesquisas realizadas para o controle de nematoides de galhas com estes fungos. No mercado brasileiro há mais de três empresas que produzem e comercializam diferentes cepas de *Purpureocillium lilacinum* (SHARON; CHET; VITERBO, 2007).

Algumas espécies do fungo *Trichoderma* são microparasita necrotrófico, que vem sendo consolidado por pesquisas, apresentando eficácia no controle de alguns fungos fitopatogênicos como: *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp., *Pythium aphanidermatum*, dentre outros (ETHUR, 2006; PATRÍCIO et al., 2007). Além disso, algumas espécies deste fungo também têm sido promissoras no controle de alguns fitonematoides, apresentado diversos modos de ação, como a produção de enzimas líticas extracelulares (quitinases, β -1, 4-glucanases e proteases) que degradam a parede celular do seu parasita, uma vez que a quitina é o principal constituinte da parede do ovo de nematoides (CORABI-ADELL; LUCON, 2002). Muitos desses antagonistas também produzem toxinas (SHARON et al., 2001) e outras enzimas importantes para inviabilizar os fitonematoides (ZHANG et al., 2015), além de causarem alterações nos exsudados produzidos pelas raízes levando a indução de resistência da planta (KATH et al., 2017).

A espécie *Bacillus subtilis*, também tem se mostrado um alto potencial como antagonista de nematoides formadores de galhas, sendo atualmente utilizada como uma das

estratégias em programas de manejo desses patógenos, em várias culturas de importância econômica (LI et al., 2005). Produzindo endotoxinas, capazes de inibir as atividades e interferir no ciclo reprodutivo dos nematoides, na oviposição e na eclosão de juvenis (ZHANG et al., 2015; XIANG et al., 2017), se envolvem no sistema radicular através dos exsudados de raízes e podem induzir mecanismos de resistência na planta hospedeira (CASTANEDA-ALVAREZ; ABALLAY, 2016). Com tudo, a maioria desses antagonistas (fungos ou bactérias) tem como principal modo de ação a antibiose, através de seus metabólitos constituídos como: enzimas, toxinas e hormônios.

2.5 Controle químico

A partir de 2005 formulações a base de abamectina passaram a ser comercializadas para tratamento de sementes, buscando o controle de nematoides na cultura do algodoeiro (MONFORT et al., 2006). O seu uso foi uma das medidas de controle importante em programas de manejo de *Meloidogyne incognita* e *Rotylenchulus reniformis* e consequentemente colaborando para aumentar a produtividade do algodão em áreas infestadas (PHIPPS et al., 2005; LOVATO et al., 2007 e BESSI, et al., 2010).

A Abamectina pertence ao grupo químico das avermectinas, apresenta ação acaricida, inseticida e nematicida foram introduzidos no mercado na década de 80. Essas inseticidas fazem parte de um grupo de ativos isolados de produtos de fermentação de *Streptomyces avermitili*, onde este composto pertence ao grupo 6, ativadores de GABA – canais de cloro, o modo de ação estimula a liberação de GABA inibindo o sistema nervoso central causando paralisia (Dybas, 1989; IRAC, 2018).

As (abamectina) agem no sistema nervoso como o neurotransmissor GABA, aumentando a permeabilidade da membrana das células para os íons de cloro, bloqueando os estímulos nervosos. O inseto sofre paralisia até a morte (GALLO. Et al 2002).

Atualmente são trinta e seis (36) produtos comerciais contendo abamectina isoladamente ou em associações, registrados junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA, para o controle de nematoides em diferentes culturas. Entre esses produtos, as formulações se diversificam como: concentrado emulsionável (EC), suspensão concentrada (SC), suspensão concentrada para tratamento de sementes (FS) e grânulos dispersíveis em água (WG) em diferentes concentrações (https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons).

Outro ingrediente ativo recém registrado para o controle de alguns fitonematoídeos é o fluopyram, pertencente ao grupo químico carboxamida, conhecido como SDHI (inibidor da enzima succinato desidrogenase). O fluopyram, também atua como fungicida e possui eficácia comprovada no controle de alguns fungos patogênicos como: *Botrytis cinerea*, *Fusarium virguliforme* e *Sclerotinia sclerotiorum* (MAHONEY et al., 2014; VELOUKAS; KARAOGLANIDIS, 2012; WANG et al., 2017). O fluopyram atua inibindo o transporte de elétrons durante o processo respiratório de nematoídeo, causando paralização de sua mobilidade e consequentemente evitando a penetração do nematoídeo na raiz da planta (BEEMAN; TYLKA, 2018; KANDEL et al., 2017).

2.6 Manejo do nematoídeo das lesões radiculares em sistemas cultivo

Considerando a dificuldade de grupos químicos eficientes no controle de nematoídeos, a busca por medidas alternativas de controle é prioritária (Maffia e Mizubuti, 2004). Diferentes alternativas têm sido estudadas e aplicadas de forma isolada, mas ênfase tem sido dada à integração de vários métodos, para tornar a operação de controle mais eficiente e econômica (Rosa et al.2003). A rotação de culturas é um dos métodos mais recomendados para o manejo de nematoídeos (Halbrendt; Lamondia, 2004). Em um sistema de rotação de culturas, quanto maior o intervalo entre o cultivo de plantas suscetíveis, maior a chance de controle do patógeno (Bridge, 1996).

A medida mais eficiente dentro do manejo do controle dos nematoídeos, é a resistência genética ou tolerância de plantas sendo o método mais econômico para se evitar as perdas ocasionadas por estes. Uma planta é resistente quando é capaz de restringir ou prevenir a multiplicação do nematoídeo, por meio de genes específicos (Roberts, 2002).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local da condução dos ensaios

O experimento foi conduzido em área de cultivo de soja e milho da fazenda Rio Doce, no município de Rio Verde, estado de Goiás, nas seguintes coordenadas geográficas: 18°3'20.45"S, com longitude 51°1'32.06"O, e altitude de 767m. O clima da região é

classificado como clima Aw tropical com estação seca no inverno, segundo a classificação de Köppen.

Tabela 1 - Caracterização química do solo da Fazenda Rio Doce, local de implantação do ensaio

-----Cmol.c.dm ⁻³ -----						mg.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	g.dm ⁻³	
pH (CaCl ₂)	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P (mel)	M.O.
5,2	4,9	2,98	1,92	0,01	2,4	0,21	82	30,6	22,36
Micronutrientes (mg.dm ⁻³)					Análise textural (g.dm ⁻³)				
B	Cu	Fe	Mn	Zn	Argila	Silte	Areia		
0,25	0,6	59	8,6	1,8	300	50	650		

3.2 Instalação dos ensaios

O trabalho foi constituído de dois ensaios sequenciais na mesma área, sendo o cultivo de verão com a soja e cultivo de milho em segunda safra (safrinha), sendo a sementeira realizada de forma mecânica, com semeadora da marca Jumil - PD 2640 à vácuo, com espaçamento de 50 cm entre as linhas.

O ensaio com a cultura da soja, teve a sementeira realizada em 25/10/2019, utilizando a cultivar 74I77RSF IPRO (BMX Foco IPRO), de hábito de crescimento indeterminado, de grupo de maturação 7.4. (<https://www.brasmaxgenetica.com.br/cultivar-regiao-cerrado/?produto=273>). A população estabelecida foi de 360 mil plantas finais, sendo realizados todos os demais tratamentos fitossanitários para o controle de pragas durante a condução dos experimentos. E atendendo as demandas nutricionais para o bom estabelecimento da cultura, seguiu-se as recomendações agronômicas de acordo com as “Tecnologias de Produção de Soja” (EMBRAPA, 2013).

O ensaio com a cultura do milho, em segunda safra ou safrinha, foi instalado em sucessão ao cultivo da soja com os mesmos tratamentos nas respectivas parcelas. A sementeira ocorreu no dia 25/02/2020, utilizando o híbrido Morgan 580 PWU, com ciclo, em segunda safra, de 143 dias para a região (<https://www.morgansementes.com.br/produtos/mg580>). A população estabelecida foi de 60 mil plantas, tendo todas as demandas nutricionais para o bom estabelecimento da cultura, seguindo as recomendações agronômicas para a obtenção de altas produtividades de acordo com as recomendações de Sousa e Lobato (2004).

Os ensaios foram instalados em delineamento experimental de blocos casualizados (DBC), constituído por nove tratamentos (Tabela 2), em quatro repetições, em ambos os

ensaios. A parcela experimental, foi composta por 8 fileiras de 10 metros, com espaçamento de 0,5m, compondo uma área total de 24 m².

Tabela 2 - Tratamentos com produtos comerciais, composição biológica, ingrediente ativo e doses aplicadas. Rio Verde - GO, safra 2019/2020

Tratamentos	Ingrediente Ativo (i.a.)	Concentração (g i.a. ou UFC)	Doses (mL ou g ha ⁻¹)
1 – Controle	---	---	---
2 – Trichodermil	<i>Trichoderma harzianum</i>	48 g/L	100
3 - Profix + Shocker	<i>(Bacillus amyloliquefaciens + Trichoderma harzianum) + (Bacillus subtilis + Bacillus licheniformis + Purpureocillium lilacinum)</i>	600g/kg + 880g/kg	Soja: 70 + 70 Milho: 40 + 70
4 – Rizotec	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	280g/kg	250
5 - Rizos + Onix	<i>(Bacillus subtilis) + (Bacillus methylotrophicus)</i>	15g/ml + 15g/ml	100+100
6 - Nemat + Ecotrich	<i>(Purpureocillium lilacinum) + (Trichoderma harzianum)</i>	300g/kg + 300g/kg	50 + 30
7 - Rizos + Onix + Trichodermil	<i>(Bacillus subtilis) + (Bacillus methylotrophicus) + (Trichoderma harzianum)</i>	15g/ml + 15g/ml + 48g/L	100 + 100 + 100
8 – Verango	Fluopyram	500g/L	300
9 - Avicta (TS)*	Abamectina	500g/L	100 mL 100 kg sementes ⁻¹

Obs.: Concentração: g i.a. por L ou kg e ufc (unidade formadora de colônia) por mL ou g do produto comercial

* Aplicações de Avicta ocorreram via tratamento de sementes.

As aplicações dos diferentes tratamentos foram realizadas no sulco de semeadura, utilizando um equipamento costal pressurizado por CO₂ com volume de pulverização igual a 80 L ha⁻¹.

Para o tratamento em que o produto foi aplicado nas sementes, este foi realizado manualmente, utilizando uma amostra de 5 kg de semente de soja ou milho e acondicionada em saco plástico e sendo depositada a dose do produto. Em seguida a amostra foi homogeneizada e imediatamente direcionada para a semeadura.

3.3 Avaliações

Foram realizadas avaliações de massa fresca de parte aérea, massa fresca de raiz, populações de *Pratylenchus brachyurus* (nematoides por grama de raiz, por sistema radicular e por 100 cc de solo) e rendimento da cultura (massa de mil grãos e produtividade em kg ha⁻¹), para as culturas da soja e do milho.

Para a obtenção da massa fresca de parte aérea e raiz, aos 45 e 65 dias após a emergência (DAE) foi utilizada amostragens de plantas inteiras. Em cada parcela foram coletadas 10 plantas e acondicionadas em sacos plásticos e identificadas. Essas amostras foram encaminhadas para o

Laboratório de Fitopatologia da UniRV, sendo separada a parte aérea das raízes, pesadas obtendo a massa em gramas.

Para à obtenção das populações do nematoide, além das plantas com raízes coletadas aos 45 e 65 DAE, também foi coletado solo da rizosfera em 10 plantas por parcela (subamostras) para compor a amostra composta da parcela, e em seguida acondicionada em saco plástico identificado.

No laboratório, as raízes foram lavadas em água corrente, pesadas para à obtenção da massa fresca das raízes (MFR), cortadas em fragmentos de 1 cm e pesadas novamente, para se chegar a massa, da qual foram extraídos os nematoides. As amostras foram processadas em liquidificador por cerca de 5 segundos, seguindo a técnica de Coolen e D'Herde (1972). A suspensão foi vertida em peneiras de 200 mesh acoplada sobre a 500 mesh. O material retido na peneira de 500 mesh foi recolhido com jato de água de uma pisseta, obtendo a suspensão com os nematoides. Para extração dos nematoides no solo, a amostra do solo foi homogeneizada e, 100 cm³ de solo foi retirado, e processada conforme a metodologia proposta por Jenkins (1964).

Para à obtenção dos rendimentos, realizou-se a colheita das 4 linhas centrais por 8 metros, totalizando área de 16 m², em seguida trilhadas e, obtida a massa de grão por parcela. Para o milho foram colhidas 30 plantas (espigas) por parcela, e trilhadas mecanicamente, obtendo-se a massa de grãos na parcela. Estimou-se o rendimento das culturas (massa de mil grãos e produtividade em kg ha⁻¹ e em sacas ha⁻¹), ambos corrigidos para a umidade de 13%, conforme sugerido pela EMBRAPA, (2005).

3.4 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste de Scott-Knott a significância de 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

CLIMA

Para a soja, as condições climáticas foram favoráveis ao desenvolvimento da cultura, bem como, para o parasitismo das plantas pelo *P. brachyurus*. Ocorreram volumes pluviométricos e temperaturas adequadas no período de condução do ensaio, condições estas adequadas para o estabelecimento e atividades dos agentes de biocontrole (Figura 1). Os

volumes pluviométricos mensais, considerados como boa distribuição e temperaturas entre 22°C a 33°C. Vale ressaltar que para as moléculas dos nematicidas químicos utilizados, estas não foram de alta solubilidade (FRAC, 2022), assim os volumes pluviométricos ocorridos foram favoráveis ao residual tóxico ao nematoide no solo.

As condições edafoclimáticas em que foi semeada a cultura do milho safrinha, também se apresentaram favoráveis ao desenvolvimento da cultura até os estádios de enchimento de grãos, havendo volumes pluviométricos (Figura 1) que contribuíram para o maior peso de grãos.



Figura 1 – Volumes pluviométricos no período de condução dos ensaios, safra 2019/2020.

Para o ensaio na cultura da soja, conduzido no período de verão, os resultados das análises de variância mostraram que, para as variáveis relacionadas as características agrônômicas da planta, como peso fresco de parte aérea e de raiz, realizadas aos 45 DAE e aos 65 DAE, não apresentaram diferença significativas (Tabela 3). Resultados semelhantes foram relatados por Oliveira et al. (2011), que verificaram a eficiência de um inoculante natural à base de *P. lilacinum* (Nemout®), isoladamente ou interagindo com inseticidas e de um nematicida à base de Carbofuran (Furadan®), no controle de *Pratylenchus spp.*, no cultivo de cana-de-açúcar. Neste estudo, as alturas das plantas, sessenta dias após inoculação, não apresentaram diferença estatística.

Tabela 3 – Peso fresco de parte aérea (PFPA), em gramas (g) e peso fresco de raiz (PFR), de planta de soja, aos 45 DAE e 65 DAE, após as aplicações dos tratamentos. Rio Verde - GO, 2022.

Tratamentos		PFPA 45 DAE	PFPA 65 DAE	PFR 45 DAE	PFR 54 DAE
T1	Testemunha	44,6 ns	82,6 ns	5,2 ns	9,6 ns
T2	<i>Trichoderma harzianum</i>	47,0	83,0	5,6	9,5
T3	<i>(B. amyloliquefaciens + T. harzianum) + (B. subtilis + B. licheniformis + P. lilacinum)</i>	46,6	96,4	6,8	9,1
T4	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	45,6	94,6	6,1	9,8
T5	<i>B. subtilis + B. methylotrophicus</i>	49,6	87,9	6,0	10,3
T6	<i>P. lilacinum + T. harzianum</i>	45,1	84,6	6,4	8,9
T7	<i>B. subtilis + B. methylotrophicus + T. harzianum</i>	49,8	96,1	6,6	10,5
T8	Fluopyram	46,8	87,0	6,9	8,9
T9	Abamectina	43,4	89,0	6,1	9,5
CV (%)		16,3	11,1	16,1	14,3

Medias ns (não significativas) e médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Não houve diferença estatística no número de *P. brachyurus* em 100 cc de solo, em função dos tratamentos empregados (Tabela 4). Estes resultados foram relatados em cultivos anuais, os nematoide passam a maior parte do seu ciclo dentro das raízes, ocorrendo a migração para o solo, quando as raízes já se tornaram senescentes (Ferraz e Brown, 2016).

Tabela 4 - Número de *Pratylenchus brachyurus* por 100cc de solo (N 100 cc solo⁻¹) e percentual de controle (%) aos 45 DAE e aos 65 DAE no solo sob cultivo da soja, após a aplicação dos diferentes tratamentos. Rio Verde - GO, 2022

Tratamentos		N 100cc solo ⁻¹ 45 DAE	Controle (%) 45 DAE	N 100cc solo ⁻¹ 65 DAE	Controle (%) 65 DAE
T1	Testemunha	23,2 ns	-	25,5	-
T2	<i>Trichoderma harzianum</i>	18	22	23,25	8,8
T3	<i>(B. amyloliquefaciens + T. harzianum) + (B. subtilis + B. licheniformis + P. lilacinum)</i>	22	5	26,5	-
T4	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	51,5	-	25,5	-
T5	<i>B. subtilis + B. methylotrophicus</i>	37,2	-	24,5	3,9
T6	<i>P. lilacinum + T. harzianum</i>	66,5	-	27,25	-
T7	<i>B. subtilis + B. methylotrophicus + T. harzianum</i>	31	-	24,25	4,9
T8	Fluopyram	26,2	-	23,5	7,8
T9	Abamectina	68,2	-	24,75	2,9
CV (%)		39,4		58,1	

Medias ns (não significativas) e médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao teste de Scott-Knott a 5% de significância.

O *P. brachyurus* é um nematoide endoparasita migrador, portanto permanece dentro das raízes nos estágios juvenis e quando adultos podem permanecer nas raízes ou no solo. Sendo assim, o controle do nematoide se estima principalmente nos níveis populacionais das raízes.

Ao avaliar a população de nematoides aos 45 DAE, verificou-se diferença significativa entre os tratamentos para número de nematoide por grama de raiz (Tabela 5). Neste momento a menor população foi observada com os tratamentos contendo *B. subtilis* + *B. methylotrophicus* (T5) e tratamento contendo Fluopyram (T8), e para os mesmos tratamentos o controle foi de 45% e 64%, respectivamente

Na segunda avaliação, nas plantas de soja, aos 65 DAE, não se verificou diferenças significativas entre os tratamentos avaliados (Tabela 5). Entretanto, ao verificar a eficácia entre os tratamentos, observou-se que a mesma variou de 10% a 45% de controle, sendo os maiores níveis, a partir de 30% de controle observados nos tratamentos contendo *B. subtilis* + *B. methylotrophicus* (T5), Fluopyram (T8) e *Trichoderma harzianum* (T2).

Tabela 5 - Número de *Pratylenchus brachyurus* por grama de raiz (N g raiz⁻¹) e percentual de controle (%) aos 45 DAE e aos 65 DAE em plantas de soja, após a aplicação dos diferentes tratamentos. Rio Verde - GO, 2022

Tratamentos	N g raiz ⁻¹ 45 DAE	Controle (%) 45 DAE	N g raiz ⁻¹ 65 DAE	Controle (%) 65 DAE
T1 Testemunha	131,8 b	-	69,4 ns	0
T2 <i>Trichoderma harzianum</i>	143,1 b	-	47,7	31
T3 (<i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>T. harzianum</i>) + (<i>B. subtilis</i> + <i>B. licheniformis</i> + <i>P. lilacinum</i>)	122,5 b	7	62,3	10
T4 <i>Pochonia chlamydosporia</i>	152,7 b	-	53,2	23
T5 <i>B. subtilis</i> + <i>B. methylotrophicus</i>	72,8 a	45	38,3	45
T6 <i>P. lilacinum</i> + <i>T. harzianum</i>	130,5 b	1	62,3	10
T7 <i>B. subtilis</i> + <i>B. methylotrophicus</i> + <i>T. harzianum</i>	132,2 b	-	54,5	21
T8 Fluopyram	47,9 a	64	48,5	30
T9 Abamectina	112,5 b	15	55,0	21
CV (%)	40,1		50,2	

Medias ns (não significativas) e médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Segundo Bortolini et al. (2013), a supressão dos agentes biológicos de controle sob o *P. brachyurus*, são semelhantes aos tratamentos com controle químico, quando utilizados via sementes. Para chegar a tal afirmação, os autores avaliaram os biocontroles de *P. lilacinum* + *Arthrobotrys* spp. e o *Trichoderma* sp. e os comparou com os ingredientes ativos

imidaclopride + thiodicarbe, como também o pyraclostrobina + thiophanatomethyl + fipronil, e a abamectina.

Estudos afirmam que a abamectina apresenta poder residual de até 25 dias, após a aplicação (Gonçalves Junior. et al.,2013), já os nematicidas biológicos permanecem na rizosfera aumentando a sua população e a sua capacidade de controle (VAZ, M. V. et al., 2011). Assim como identificado neste trabalho, aos 45 DAE, o *B. subtilis* + *B. methylotrophicus* (T5) apresentou um maior controle quando comparado a abamectina. Foi também identificado em estudo realizado, em que aos 120 dias após a semeadura, houve um controle superior de agentes biológicos, em relação à abamectina (Oliveira. et al., 2019).

Quanto ao rendimento da soja, verificou-se que a massa de mil grão, em todos os tratamentos contendo nematicidas biológicos ou químicos foram significativamente maiores em relação àquela obtida nas plantas testemunhas (Tabela 6). Para a produtividade em kg por hectare, não houve diferenças significativas entre os tratamentos avaliados.

Ao avaliar o incremento de produtividade, verificou que este variou de 0,8 sacas ha⁻¹ (T3 - *B. amyloliquefaciens* + *T. harzianum*) + (*B. subtilis* + *B. licheniformis* + *P. lilacinum*) a 7,4 sacas ha⁻¹ (T6 - *P. lilacinum* + *T. harzianum*). Entre os tratamentos que proporcionaram os melhores níveis de controle, aos 45 DAE, contendo *B. subtilis* + *B. methylotrophicus* (T5) e tratamento contendo Fluopyram (T8), o incremento de produtividade foi de 5,0 e 2,0 sacas ha⁻¹, respectivamente. De modo geral, exceto o tratamento 3, os demais tratamentos apresentaram incrementos na produtividade. Porém, vale ressaltar que o trabalho visou avaliar o efeito isolado dos tratamentos, e esses devem ser utilizados com uma das ferramentas que compõe o manejo integrado do patógeno em estudo.

A produtividade da cultura da soja para os tratamentos com *B. amyloliquefaciens* 100 mL.ha⁻¹ + *T. harzianum* 300 mL.ha⁻¹ (53,05 sacas) seguidos do tratamento químico de abamectina 100 mL.100 kg de semente⁻¹ (49,5 sacas), não diferiram estatisticamente, mas observou-se incrementos de produtividade quando comparados à testemunha (48,3 sacas) (Máscia, 2016).

Tabela 6 – Massa de mil grãos (MMG), produtividade em kg ha⁻¹ e incremento de produtividade em sacas ha⁻¹ da soja, após as aplicações dos tratamentos. Rio Verde - GO, 2022

Tratamentos		MMG	Produtividade e kg ha ⁻¹	Incremento sacas ha ⁻¹
T1	Testemunha	167,5 b	4.470 ns	-
T2	<i>Trichoderma harzianum</i>	175,5 a	4.686	3,6
T3	<i>(B. amyloliquefaciens + T. harzianum) + (B. subtilis + B. licheniformis + P. lilacinum)</i>	177,7 a	4.518	0,8
T4	<i>Pochonia clamydosporia</i>	179,2 a	4.668	3,3
T5	<i>B. subtilis + B. methylophilicus</i>	176,5 a	4.770	5,0
T6	<i>P. lilacinum + T. harzianum</i>	176,2 a	4.914	7,4
T7	<i>B. subtilis + B. methylophilicus + T. harzianum</i>	176,0 a	4.818	5,8
T8	Fluopyram	174,7 a	4.590	2,0
T9	Abamectina	174,2 a	4.602	2,3
CV (%)		2,2	4,6	

Medias ns (não significativas) e médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Pesquisadores e produtores relatam que altas infestações de *P. brachyurus* nos estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul reduziu a produtividade da soja em até 30% devido aos danos causados pelo nematoide (DIAS et al., 2010). Em ensaios realizados em Sinop - MT, houve perda de 91 kg ha⁻¹ na produtividade de grãos da soja, a cada 100 nematoides por grama de raiz no estágio de florescimento da soja. Ou seja, há perda de uma saca de soja por hectare a cada 65 nematoides, por grama de raiz (Franchini et al., 2014). Considerando tais estimativas, associadas à área infestada, os nematoides das lesões causam perdas superiores a 1,3 milhões de toneladas de soja no Cerrado, ultrapassando 1,5 bilhões de reais, por safra (CAMPOS et al., 2019).

Para o ensaio na cultura do milho, no sistema de sucessão de cultivo com a soja, os dados de características agrônomicas, peso de parte aérea fresco aos 45 DAE não apresentaram diferença estatísticas entre os tratamentos avaliados (Tabela 7). Porém, aos 65 DAE houve diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que os tratamentos com os maiores pesos não diferiram da testemunha (tratamento sem controle), portanto, neste caso ainda não se pode inferir efeitos negativos ou fitotóxicos na planta devido ao tratamento utilizado apresentar menor valor, em relação a testemunha.

Para o peso fresco de raiz aos 45 DAE e aos 65 DAE, estes não apresentaram diferença estatísticas entre os tratamentos avaliados (Tabela 7).

Tabela 7 - Peso fresco de parte aérea (PFPA), em gramas (g) e peso fresco de raiz (PFR), de planta de milho, aos 45 DAE e 65 DAE, após as aplicações dos tratamentos. Rio Verde - GO, 2022

Tratamentos		PFPA (g) 45 DAE	PFPA (g) 65 DAE	PFR (g) 45 DAE	PFR (g) 54 DAE
T1	Testemunha	467,3 ns	1934,2 a	54,9 ns	174,2 ns
T2	<i>Trichoderma harzianum</i>	492,1	1991,7 a	54,8	179
T3	<i>(B. amyloliquefaciens + T. harzianum) + (B. subtilis + B. licheniformis + P. lilacinum)</i>	485,2	1835,8 b	57,9	174,5
T4	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	471,7	1753,3 b	58,8	146,7
T5	<i>B. subtilis + B. methylotrophicus</i>	481,4	1944,2 a	57,6	200,7
T6	<i>P. lilacinum + T. harzianum</i>	488,5	1840,8 b	60,4	173
T7	<i>B. subtilis + B. methylotrophicus + T. harzianum</i>	502,3	1949,2 a	55,2	157,3
T8	Fluopyram	513,1	1745,0 b	57,5	159,8
T9	Abamectina	516,5	1773,3 b	59,2	152,2
CV (%)		7,7	6,9	12,8	19,1

Medias ns (não significativas) e médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Nas análises de população do nematoide em raízes de milho, ou seja, número de *P. brachyurus* por grama de raiz, não se verificou diferenças estatísticas entre os tratamentos e a testemunha, em ambas as avaliações, aos 45 DAE e 65 DAE (Tabela 8).

Aos se observar os níveis de controle, verificou-se que aos 45 DAE, os maiores percentuais de controle foram verificados com os tratamentos contendo Fluopyram (T8) e Abamectina (T9), com 19% e 17%, respectivamente. Aos 65 DAE, o controle variou de 21% (T4 - *Pochonia chlamydosporia*) a 54 % (T2 - *Trichoderma harzianum*) (Tabela 8). A menor eficácia dos tratamentos aos 45 DAE, pode relacionar-se a menor pluviometria na última semana de fevereiro e início do mês de março. Já as semanas que antecedem aos 65 DAE, já apresentaram maiores volumes pluviométricos, contribuindo para maior efetividade dos tratamentos avaliados.

Trabalho realizado na cultura da cana-de-açúcar mostra a importância da umidade do solo, em soqueiras da planta, também mostraram que o nematicida abamectina na dosagem de 0,5 L. ha⁻¹, aplicada aos sessenta dias após o corte, em uma época seca, não diminuiu a população do nematoide (Dinardo-Miranda e Valter 2002).

Tabela 8 - Número de *Pratylenchus brachyurus* por grama de raiz (N g raiz⁻¹) e percentual de controle (%) aos 45 DAE e aos 65 DAE em plantas de milho, após a aplicação dos diferentes tratamentos. Rio Verde - GO, 2022

Tratamentos		N g raiz ⁻¹ 45 DAE	Controle (%) 45 DAE	N g raiz ⁻¹ 65 DAE	Controle (%) 65 DAE
T1	Testemunha	16,4 ns	-	57,6 ns	-
T2	<i>Trichoderma harzianum</i>	19,6	-	26,8	54
T3	<i>(B. amyloliquefaciens + T. harzianum) + (B. subtilis + B. licheniformis + P. lilacinum)</i>	22,7	-	33,7	42
T4	<i>Pochonia clamydosporia</i>	18,4	-	45,8	21
T5	<i>B. subtilis + B. methylophilicus</i>	16,3	1	33,3	42
T6	<i>P. lilacinum + T. harzianum</i>	19,2	-	33,4	42
T7	<i>B. subtilis + B. methylophilicus + T. harzianum</i>	16,2	2	34,9	39
T8	Fluopyram	13,3	19	33,7	42
T9	Abamectina	13,7	17	42,8	26
CV (%)		39,4		58,1	

Medias ns (não significativas) e médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Ao avaliar o rendimento do milho, não se verificou diferenças significativas para massa de mil grãos (Tabela 9). Para produtividade, já houve diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que aqueles que receberam *B. amyloliquefaciens + T. harzianum) + (B. subtilis + B. licheniformis + P. lilacinum* (T3), *P. lilacinum + T. harzianum* (T6), *B. subtilis + B. methylophilicus + T. harzianum* (T7) e Abamectina (T9) apresentaram maiores produtividades, em relação aos demais tratamentos avaliados. Portanto, o incremento em relação a testemunha, ocasionou as maiores produtividades variando de 10,6 sacas ha⁻¹ (T6) a 16,3 sacas ha⁻¹ (T7). Em trabalho realizado por Lima et al. (2011), constataram que a inoculação das sementes com *Bacillus subtilis* melhorou o desenvolvimento e o aumentou a produtividade de grãos do milho, em até 10%, comparado ao padrão sem controle.

Tabela 9 - Massa de mil grãos (MMG), produtividade em kg ha⁻¹ e incremento de produtividade em sacas ha⁻¹ do milho, após as aplicações dos tratamentos. Rio Verde - GO, 2022

Tratamentos	MMG	Produtividade kg ha ⁻¹	Incremento sacas ha ⁻¹
T1 Testemunha	303,0 ns	8.676 b	-
T2 <i>Trichoderma harzianum</i>	323,7	9.101 b	7,1
T3 (<i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>T. harzianum</i>) + (<i>B. subtilis</i> + <i>B. licheniformis</i> + <i>P. lilacinum</i>)	324,7	9.510 a	13,9
T4 <i>Pochonia clamydosporea</i>	317,9	8.952 b	4,6
T5 <i>B. subtilis</i> + <i>B. methylotrophicus</i>	326,9	9.090 b	6,9
T6 <i>P. lilacinum</i> + <i>T. harzianum</i>	322,9	9.312 a	10,6
T7 <i>B. subtilis</i> + <i>B. methylotrophicus</i> + <i>T. harzianum</i>	328,2	9.648 a	16,3
T8 Fluopyram	310	8.748 b	1,2
T9 Abamectina	325,3	9,522 a	14,1
CV (%)	2,9	4,4	

Medias ns (não significativas) e médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Ao analisar a população acumulada de *P. brachyurus* no sistema radicular das plantas nos dois cultivos sequenciais, soja safra e milho safrinha, não se verificou diferenças entre as populações nos tratamentos avaliados e a testemunha (Tabela 10). Porém, ao verificar o percentual de controle já se constatou redução populacional do nematoide com os tratamentos avaliados, variando de 14,6% (T9 – Abamectina) a 39,7% (T7- *B. subtilis* + *B. methylotrophicus* + *T. harzianum*).

Em condições de casa de vegetação e também a nível de campo, DIAS-ARIEIRA et al. (2018), observaram o efeito de *T. harzianum* e *P. lilacinum* na redução de populações de *P. brachyurus* em soja, sendo a ação destes fungos sobre nematoides incrementada quando empregada junto a um fertilizante organomineral. No mesmo trabalho, os autores viram que o emprego de *P. lilacinum* + *T. harzianum* pode reduzir o número de *P. brachyurus* por 10 g de raiz em até 61,2% em soja aos 40 DAS e em 47,2% aos 60 DAS, em condições de campo. MACHADO e DA COSTA (2017), trabalhando com biocontrole de *P. brachyurus* em soja, observaram em condições de casa de vegetação, que *B. subtilis* apresentou eficácia acima de 70% no controle de *P. brachyurus*, quando comparado às testemunhas.

Tabela 10 – População acumulada (final) de *P. brachyurus* por sistema radicular de plantas nos cultivos sequenciais de soja safra e milho safrinha, em função dos diferentes tratamentos avaliados. Rio Verde - GO, 2022

Tratamentos		População final de nematoides	Controle (%)
T1	Testemunha	3.024,2 ns	-
T2	<i>Trichoderma harzianum</i>	2.371,7	21,6
T3	<i>(B. amyloliquefaciens + T. harzianum) + (B. subtilis + B. licheniformis + P. lilacinum)</i>	2.237,0	26,0
T4	<i>Pochonia clamydosporea</i>	2.418,7	20,0
T5	<i>B. subtilis + B. methylophilus</i>	2.355,5	22,1
T6	<i>P. lilacinum + T. harzianum</i>	2.026,2	33,0
T7	<i>B. subtilis + B. methylophilus + T. harzianum</i>	1.823,7	39,7
T8	Fluopyram	2.143,2	29,1
T9	Abamectina	2.581,5	14,6
CV (%)		29,3	

Medias ns (não significativas) e médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao teste de Scott-Knott a 5% de significância.

5 CONCLUSÃO

O manejo do nematoide *P. brachyurus* no sistema de cultivo soja e milho com defensivos biológicos e químicos pode reduzir as perdas ocasionadas pelo nematoide. É necessários mais estudos para este manejo de controle no sistema soja e milho para entender a dinâmica na redução populacional da infestação do nematoide das lesões radiculares, em ambas as culturas em sucessão.

O residual dos ativos químicos no solo, a interação dos agentes biológicos de controle no solo, a relação do patógeno com solo e as plantas hospedeiras, identificaram que o controle realizado varia de acordo com o residual do produto e do potencial de controle assim, o uso dos agentes biológicos de controle não substituirão os nematicidas químicos, vão integrar no manejo como uma alternativa e associação para o controle do nematoide.

Depreende-se que, em função dos resultados obtidos nas condições realizadas no presente experimento, pode-se concluir que os nematicidas biológicos ou químicos utilizados, contribuem como ferramentas de controle em programas de manejo integrado do nematoide das lesões radiculares, no sistema de cultivo da soja safra e em sequência com o cultivo do milho em segunda safra. Todavia são necessários mais estudos a campo deste manejo de

controle proposto no sistema de cultivo de soja e milho em diferentes áreas para identificar uma constância nos resultados.

REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N., **Plant Pathology**, 5 ed., London, 2004.

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. 10 ed. São Paulo: FNP Consultoria e Comercio Agroinformativo Ltda, 2005. 520p.

ARAÚJO, F.F. et al. Influência de *Bacillus subtilis* na eclosão, orientação e infecção de *Heterodera glycines* em soja. **Revista Ciência Rural**, v.32, n.2, p.197-203, 2002.

BEEMAN A.Q., TYLKA G.L. Assessing the Effects of ILeVO and VOTiVO Seed Treatments on Reproduction, Hatching, Motility, and Root Penetration of the Soybean Cyst Nematode, *Heterodera glycines*. **Plant Dis**, 102(1):107-113. Jan. 2018.

BESSI, R; SUJIMOTO, F.R.; INOMOTO, M.M. Seed treatment affects *Meloidogyne incognita* penetration, colonization and reproduction on cotton. **Ciência Rural**, v.40, n.6, p.1428-1430, 2010.

BETTIOL, W; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009.

BORTOLINI, G. L. et al. Controle de *Pratylenchus brachyurus* via tratamento de semente de soja. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 818-830, 2013.

BRIDGE, J. Nematode management in sustainable and subsistence agriculture. **Annual Review of Phytopathology**, v.34, p. 201-250, 1996.

CAMPOS, H. D.; RIBEIRO, M. R.; SILVA, R. S.; PILAR, M. N.; MAGALHÃES, W. B.; BUENO, J. N. Cenário atual de nematoides no cerrado: cultura da soja. In: 36 Congresso Brasileiro De Nematologia, 2019, Caldas Novas. **Resumos: Nematoides: da Ciência ao Campo**, v. 36, p. 1-5, 2019.

CAMPOS, H. D.; SILVA, L. H. C. P. Nematoides na cultura da soja. 2006. 19p. (PIONEER. Informativo, 24).

CALDARELLI, C. E.; BACCHI, M. R. P. Fatores de influência no preço do milho no Brasil. **Nova econ**, Belo Horizonte, v. 22, n. 1, p.1-12, 2012.

CARDOSO, R.B.; ARAÚJO, F.F. Multiplicação de *Bacillus subtilis* em vinhaça e viabilidade no controle de meloidoginose em cana de-açúcar. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.12, p.1283-1288, 2011.

CASTANEDA-ALVAREZ, C.; ABALLAY, E. Rhizobacteria with nematicide aptitude: enzymes and compounds associated. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v.32, n.12, p.203, 2016.

COELHO, T. N.; MARTINS, W. S.; MIRANDA, F. F. R. Controle biológico no manejo de *Pratylenchus brachyurus* em diferentes tratamentos na cultura da soja. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. v. 9, n.3, 2021.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim da safra de grãos: acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2021/2022 – Quarto levantamento**. Brasília, DF, p.1-100, jan. 2022.

CORABI-ADELL, C.; LUCON, C. M. M. Biodiversidade do gênero *Trichoderma* no estado de São Paulo – Aspectos enzimáticos e potencial biocontrolador. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69 (spl.), p. 1-306, 2002.

COSTA, I. F. D. **Controle de doenças de final de ciclo na cultura da soja**. Tese (Doutorado em fitopatologia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

Dinardo-Miranda, L. L. e G. Valter. 2002. Efeito da época de aplicação de nematicidas em soqueiras de cana-deaçúcar. *Nematologia Brasileira*, 26 (2): 177-180.

DIAS-ARIEIRA, C. R. et al. Biological control of *Pratylenchus brachyurus* in soya bean crops. *Journal of Phytopathology*, v. 166, n. 10, p. 1-7, 2018.

DIAS, W. P.; ASMUS, G. L.; SILVA, J. F. V.; GARCIA, A.; CARNEIRO, G. E. S. 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**. p. 173-206, Londrina: Embrapa Soja, 2010.

DYBAS, A. R. Abamectin use in crop protection. Ivermectin and Abamectin. New York, p. 287-310, 1989.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária. **Soja**. Brasília: Embrapa de Informação Tecnológica, 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em: 23 jan. 2022.

EMBRAPA SOJA. Sistemas de Produção, 16. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil 2014**. Londrina: Embrapa Soja, p.265, 2013

ETHUR, L. Z. et al. **Dinaâmica populacional e ação do *Trichoderma* no controle de fusariose em mudas de tomateiro e pepineiro**. 2006 Tese (Programa de Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria, RS, 2006.

FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; DIAS, W.P.; RAMOS JUNIOR, E.U.; SILVA, J.F.V. Perda de produtividade da soja em área infestada por nematoide das lesões radiculares na região médio norte do Mato Grosso. In: BERNARDI, A. C. de C.; NAIME, J. de M.; RESENDE, A.V. de; BASSOI, L.H.; INAMASU, R.Y. (Ed.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília: Embrapa, p. 274-278, 2014.

FERRAZ, L.C.C.B. **O nematoide *Pratylenchus brachyurus* e a soja sob plantio direto.** Revista Plantio Direto, Passo fundo, v. 95, n.5, p.23-27, 2006.

FERRAZ, L.C.C.B.; BROWN, D.J.F. Nematologia de plantas: fundamentos e importância. L.C.C.B. Ferraz e D.J.F. Brown (Orgs.). Manaus: NORMA EDITORA, 2016.

FERREIRA, A.D.; ROCHA, M.R.; BARBOSA, K.A.G.; ALVES, T.G.; FERREIRA, C.S.; LOBO JUNIOR, M.; TERAMOTO, A. Reações de genótipos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) ao nematoide das lesões radiculares. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33, n4.4, p. 312, 2009.

FRAVEL, D. R. Commercialization and implementation of biocontrol. **Annual Review of Phytopathology**, 43, 337- 359, 2005.

FREITAS, M.A.; PEDROSA, E.M.R.; MARIANO, R.L.R.; MARANHÃO, S.R.V.L. Seleção de *Trichoderma spp.* como potenciais agentes de biocontrole para *Meloidogyne incognita* em cana-de-açúcar. **Nematropica**, v.42, n.2, p.115-122, 2012.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; DE BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. Manual de entomologia agrícola. 10.ed. Piracicaba, Fealq, 2002. 920p.

GONÇALVES JUNIOR, D. B. et al. Tratamento de sementes de feijoeiro no controle de *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Revista Brasileira de Nematologia**, v. 37, n. 3, p. 53-56, 2013.

HALBRENDT, J.M.; LaMONDIA, J.A. Crop rotations and other cultural practices. In: CHEN, Z.; CHEN, S.; DICKINSON, D.W. (Ed.). **Nematology – Advances and Perspectives. II: Nematode Management and Utilization**. Beijing: Tsinghua University Press; Wallingford: CABI Publishing, p. 909-930, 2004

INOMOTO, M.M.; GOULART, A.M.C.; MACHADO, A.C.Z.; MONTEIRO, A.R. Effect of population densities of *Pratylenchus brachyurus* on the growth of cotton plants. **Fitopatologia Brasileira**, Piracicaba, 2001.

IRAC. 2018. Mode of Action Classification Scheme. Disponível em: <https://www.illac-online.org/documents/moa-structures-poster-english/?ext=pdf>

KATH, J.; DIAS-ARIEIRA, C.R.; FERREIRA, J.C.A.; HOMIAK, J.A.; SILVA, C.R.; CARDOSO, C.R. Control of *Pratylenchus brachyurus* in soybean with *Trichoderma spp.* and resistance inducers. **Journal of Phytopathology**, v.165, n.11-12, p.791-799, 2017.

KANDEL Y.R, WISE K.A., BRADLEY C.A., CHILVERS M.I., BYRNE A.M., TENUTA A.U., FAGHIHI J., WIGGS S.N., MUELLER D.S. Effect of Soybean Cyst Nematode, 2007.

LI, B.; XIE, G.; SOAD, A.; COOSEMANS, J. Suppression of *Meloidogyne javanica* by antagonistic and plant growth-promoting rhizobacteria. **Journal Zhejiang Univ SCI**, v.6, p496-501, 2005.

LIMA, F.F.; NUNES, L.A.P.L.; MARCIA DO V. B. FIGUEIREDO, M.V.B.; ARAÚJO, F.F.; LUCIANO M. LIMA, L.M.; ARAÚJO, A.S.F. Bacillus subtilis adubação nitrogenada na produtividade do milho. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 6, 2011.

LOVATO, B.V.; NASCIMENTO JUNIOR., A.C.; BUZZEIRO, N.F.; MARTINHO, L. Avaliação da eficiência do nematicida Avicta 500FS para o controle de *Meloidogyne incognita* em diferentes cultivares de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) através do tratamento de sementes. Congresso Brasileiro de Algodão, nº 6, Uberlândia, MG, 2007.

LOVATO, B.V.; NASCIMENTO Jr., A.C.; BUZZEIRO, N.F.; MARTINHO, L. Eficiência do nematicida abamectina (Avicta@ 500 FS) para o controle do *Rotylenchulus reniformis* em algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) através do tratamento de sementes. In: Congresso Brasileiro de Algodão, nº 6., Uberlândia, MG, 2007.

MACHADO, A.C.Z.; DORIGO, O.F.; SILVA, S.A.; AMARO, P.M. Parasitismo de *Scutellonema brachyurus* na cultura da soja. In: XXXII Congresso Brasileiro de Nematologia, 2015, Londrina, PR. **Anais...** Campos dos Goytacazes: Sociedade Brasileira de Nematologia, 2015. v. 1. p. 162-163.

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

MAFFIA, L. A.; MIZUBUTI, E. S. G. Epidemiologia de doenças radiculares. In: MICHEREFF, S. J., ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (Eds.) **Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais**. Recife. Universidade Federal Rural de Pernambuco, p.198-234, 2004.

MAHONEY, K.J., McCREARY, C. M., GILLARD, C.L. Response of dry bean white mould (*Sclerotinia sclerotiorum*, de Bary, casual organism) to fungicides. *Can. J. Plant Sci.* 94: 905-910, 2014.

MÁSCIA, R; ***Bacillus amyloliquefaciens* e *Trichoderma harzianum* no manejo de *Pratylenchus brachyurus* e *Helicotylenchus sp.* na cultura da soja. 2016.** Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas). Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí. Disponível em: https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_1/2017-08-29-04-42-35Rodrigo%20Mascia.pdf. Acesso em: 23 out. 2022.

MIZUBUTI, E.S.G.; Maffia, L.A. Controle biológico. **Introdução à Fitopatologia, caderno didático**. p.106, 2006.

MONFORT, W. S. et al. Efficacy of a novel nematicidal seed treatment against *Meloidogyne incognita* on cotton. **Journal of Nematology**, v. 38, n. 2, p. 245-249, 2006.

MONFORT, E.; LOPEZ-LORCA, L. V.; JANSSEN, H. B.; SALINAS, J.; PARK, J. O.; SIVASITHAMPARAM, K. Colonization of seminal roots of wheat and barley by egg parasitic nematophagous fungi and their effects on *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* and development of root-rot. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 37, n. 7, p. 1229-1235, 2005.

- MCDONALD, A. H.; NICOL, J.M. Nematode parasites of cereals. In: LUC, M.; SIKORA, R.A.; BRIDGE, J. (Ed.) **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Wallingford: CABI, publishing, p.131-191, 2005.
- OLIVEIRA, K. C. L. DE; ARAÚJO, D. V. DE; MENESES, A. C. DE; SILVA, J. M. E; TAVARES, R. L. C. Biological Management of *Pratylenchus Brachyurus* in Soybean Crops. **Revista Caatinga**, v.32, no. 1, p.41-5, January-March, 2019.
- PATRÍCIO, F.R.A., et al. Efeito da solarização associada à aplicação de *Trichoderma* spp. Ou fungicidas, sobre o controle de *Pythium aphanidermatum* e de *Rhizoctonia solani* AG-4. **Summa Phytopathologica**, v.33, n.2, p. 142-146, 2007.
- PHIPPS, P. M.; PARTRIDGE, D. E.; EISENBACK, J. D. Efficacy of abamectin (A16006) on seed and Temik 15 G in- furrow for root-knot nematode control cotton. **Fungicide and Nematicide Tests**, 61:N003, 2005.
- ROBERTS, P. A. Concepts and consequences of resistance. In: STARR, J. L.; COOK, R.; BRIDGE, J. (Eds.) **Plant resistance to parasitic nematodes**. Wallingford: CABInternational, p. 23-41, 2002.
- SINGH, S.P.; SCHWARTZ, H.F. Review: breeding common bean to insect pests and nematodes. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 91, n.6, p.239-250, 2011.
- SOUSA, D. M. G., LOBATO, E. Cerrado: Correção do solo e adubação. **Planaltina**, Embrapa Cerrados, 2004.
- SHARON, E.; BAR-EYAL, I.; CHET, A.; HERRER-ESTRELLA, O.; SPIGEL, Y. Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. **Phytopathology**, v.91, n.7, p.68 -693, 2001.
- SHARON, E.; CHET, I.; VITERBO, A. Parasitism of *Trichoderma* on *Meloidogyne javanica* and role of the gelatinous matrix. **European Journal of Plant Pathology**, 118:247-258, 2007.
- VAZ, M. V. et al. Controle biológico de *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita* com *Bacillus subtilis*. **Revista do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Extensão**, v.1, n. 8, p.203-212, 2011.
- VELOUKAS, T., KARAOGLANIDIS, G. S. Biological activity of the succinate dehydrogenase inhibitor fluopyram against *Botrytis cinerea* and fungal baseline sensitivity. **Past Manage. Sci.** 68: 858-864, 2012.
- WANG J., BRADLEY C.A., STENZEL O., PEDERSEN D.K., REUTER-CARLSON U., CHILVERS M.I. Baseline Sensitivity of *Fusarium virguliforme* to Fluopyram Fungicide. **Plant Dis.**101(4):576-582. Feb. 2017.
- XIANG, N.; LAWRENCE, K.S.; KLOEPPER, J.W.; DONALD, P.A.; MCINROY, J.A.; LAWRENCE, G.W. Biological control of *Meloidogyne incognita* by spore-forming plant growth-promoting rhizobacteria on cotton. **Plant Disease**, v.101, n.5, p.774-784, 2017.

ZHANG, S.; GAN, Y.; XU, B. Biocontrol potential of a native species of *Trichoderma longibrachiatum* against *Meloidogyne incognita*. **Applied Soil Ecology**, v.94, p.21-29, 2015.

YORINORI, J.T. Situação atual das doenças potenciais no cone sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Londrina: Embrapa CNPSoja, 2002, p.171-187.