



ANDRESSA DRUMOND FERNANDES

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE PRODUTOS BIOLÓGICOS
E QUÍMICOS EM APLICAÇÕES COMBINADAS, ISOLADA E
REAPLICAÇÃO NO MANEJO DE *MELOIDOGYNE* SPP. EM
CAFÉ**

LAVRAS –MG

2022

ANDRESSA DRUMOND FERNANDES

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE PRODUTOS BIOLÓGICOS E QUÍMICOS EM
APLICAÇÕES COMBINADAS, ISOLADA E REAPLICAÇÃO NO MANEJO DE
MELOIDOGYNE SPP. EM CAFÉ**

Monografia apresentada à Universidade
Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Agronomia, para
a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros

Orientador

Dra. Rafaela Araújo Guimarães

Coorientadora

LAVRAS – MG

2022

ANDRESSA DRUMOND FERNANDES

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE PRODUTOS BIOLÓGICOS E QUÍMICOS EM
APLICAÇÕES COMBINADAS, ISOLADA E REAPLICAÇÃO NO MANEJO DE
MELOIDOGYNE SPP. EM CAFÉ**

Monografia apresentada à Universidade
Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Agronomia, para
a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 01/09/2022

Prof. Dr. Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros UFLA

Dra. Rafaela Araújo Guimarães UFLA

Ms. Carla Maria Cavalcanti Ribeiro UFLA

Ms. Marina Scalioni Vilela UFLA

Prof. Dr. Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros

Orientador

Dra. Rafaela Araújo Guimarães

Coorientadora

LAVRAS – MG

2022

Dedicatória

Aos meus pais, Murilo Arriel Fernandes e Mônia Drumond Fernandes.

Resumo

A produção de café é considerada uma das mais valiosas commodities comercializados no Brasil, e na agricultura moderna e competitiva é essencial o uso de plantas livres de pragas e doenças para uma maior produtividade. Por isso, o objetivo deste trabalho foi mostrar no campo, por dois anos seguidos, a eficiência e aplicabilidade de produtos biológicos e químicos combinados ou não, com intuito de minimizar fitonematoides existentes, para que ocorra um aumento de produtividade na lavoura. O experimento foi conduzido nos anos de 2020 e 2021 na Fazenda Lagoa, no município de Carmo da Cachoeira – MG, a cultivar plantada é a Mundo Novo, *Coffea arábica L.*, conduzida no sistema safra zero, com produção de frutos somente no segundo ano. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) com sete tratamentos e seis repetições (blocos). As parcelas possuem 10 plantas cada, com área de 5,95m². Os tratamentos foram constituídos com a testemunha e os produtos comerciais aplicados no início das avaliações de cada ano, Biobac, Biobac + Glyphotal + Select, Biobac + Raizal, Biobac com aplicação A+B, Rugby 200 cs e Quartzo. As aplicações foram feitas com uso de cilindro compressor tipo CO₂, composto por barra de aplicação com um bico do tipo esguicho para aplicação via “drench”. Durante a condução de cada ensaio foram feitas quatro amostragens de solo e raiz para quantificação de *Meloidogyne sp.* e outras espécies, avaliações de comprimento de ramos, número de nós e vigor de plantas. No segundo ano do ensaio foi realizada a colheita do café de forma manual para a determinação do rendimento e produtividade dos tratamentos. As análises estatísticas foram realizadas através do programa RStudio, e as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey a 5% de significância, as variáveis respostas foram transformados em raiz de $\sqrt{(x+0,5)}$. O controle biológico proporciona redução na população de nematoides e de forma indireta pelo controle do nematoide ou direta pela produção de fitormônios, solubilização de nutrientes ou ambos proporcionam o maior desenvolvimento do sistema radicular e parte aérea. Dentre as variáveis consideradas relacionadas à dinâmica da população de nematoides, análise de vigor, desenvolvimento de ramos e produtividade, não foram obtidos efeitos significativos para as variáveis. Os tratamentos testados em campo não proporcionaram redução significativa no número de J2 no solo ou na raiz nem no número de ovos por grama de raiz apesar de se observar diferença numérica para alguns tratamentos. O mesmo foi observado para número de nós por ramo e seu comprimento. Por outro lado, os tratamentos 2 e 4 proporcionaram aumento no vigor de plantas durante a condução do primeiro ano de ensaio.

Palavras-chave: fitonematoides; controle biológico; *Coffea arábica L.*; *Meloidogyne sp.*

Abstract

Coffee production is considered one of the most valuable commodities traded in Brazil, and in modern and competitive agriculture, the use of plants free of pests and diseases is essential for greater productivity. Therefore, the objective of this work was to show in the field, for two years in a row, the efficiency and applicability of biological and chemical products, combined or not, in order to minimize existing phytonematodes, so that there is an increase in productivity in crop. The experiment was conducted in the years 2020 and 2021 at Fazenda Lagoa, in the municipality of Carmo da Cachoeira - MG, the cultivar planted is Mundo Novo, *Coffea arábica* L., conducted in the zero crop system, with fruit production only in the second year. The experimental design used was randomized blocks (DBC) with seven treatments and six replications (blocks). The plots have 10 plants each, with an area of 5.95 m². The treatments were constituted with the control and the commercial products applied at the beginning of the evaluations of each year, Biobac, Biobac + Glyphotal + Select, Biobac + Raizal, Biobac with A+B application, Rugby 200 cs and Quartzo. Applications were made using a CO₂-type compressor cylinder, consisting of an application bar with a squirt-type nozzle for application via “drench”. During the conduction of each trial, four soil and root samples were taken to quantify *Meloidogyne* sp. and other species, evaluations of branch length, number of nodes and plant vigor. In the second year of the trial, coffee was harvested manually to determine the yield and productivity of the treatments. Statistical analyzes were performed using the RStudio program, and the means were compared with each other using the Tukey test at 5% significance, the response variables were transformed into the root of $\sqrt{(x+0.5)}$. Biological control provides a reduction in the population of nematodes and indirectly through the control of the nematode or directly through the production of phytohormones, nutrient solubilization or both provide greater development of the root system and shoot. Among the variables considered related to the nematode population dynamics, vigor analysis, branch development and productivity, no significant effects were obtained for the variables. The treatments tested in the field did not provide a significant reduction in the number of J2 in the soil or in the root, nor in the number of eggs per gram of root, despite a numerical difference for some treatments. The same was observed for the number of nodes per branch and their length. On the other hand, treatments 2 and 4 provided an increase in plant vigor during the first year of the trial.

Keywords: phytonematodes; biological control; *Coffea arabica* L.; *Meloidogyne* sp.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	7
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1	Cafeicultura no Brasil	9
2.2	Fitonematoides	10
2.3	Controle biológico de fitonematoides	12
2.4	Gênero <i>Bacillus</i> spp.	14
3.	METODOLOGIA	15
3.1	Local e condução do experimento	15
3.1.1	Cultivar e aplicação dos tratamentos	16
3.1.2	Aplicação dos tratamentos em campo	16
3.1.3	Variáveis analisadas	17
3.1.3.1	Juvenis na raiz e no solo	17
3.1.3.2	Comprimento de ramos e número de nós	17
3.1.3.3	Vigor de plantas	18
3.1.3.4	Produtividade	18
3.2	Análise estatística	18
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1	Ano 1 (2019-2020)	19
4.1.1	População de <i>Meloidogyne</i> spp.	19
4.1.2	Análise de vigor	21
4.1.3	Comprimento de ramos	22
4.2	Ano 2 (2020 - 2021)	25
4.2.1	População de <i>Meloidogyne</i> spp.	25
4.2.2	Análise de vigor	25
4.2.3	Comprimento de ramos	26
4.2.4	Produtividade e rendimento	29
4.3	Ano 1 e Ano 2	29
5.	CONCLUSÃO	31
	REFERÊNCIAS	32

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o país maior produtor e exportador mundial de café (*Coffea sp.*), ocupando o quinto lugar em produtos no ranking de exportações Brasileiras, com participação de aproximadamente 5,4% na receita cambial (FERREIRA; EMBRAPA, 2018). A cafeicultura possui grande importância econômica e gera milhares de empregos e renda no país.

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), no ano de 2020 houve uma safra recorde no Brasil com produção de 63,08 milhões de sacas de café, enquanto que na safra de 2021, o volume total de café produzido foi 47,7 milhões de sacas (CONAB, 2022). Em 2021, o Brasil exportou cerca de 42,4 milhões de sacas de 60 quilos de café verde, o que representa um recuo de 3,3% em relação ao volume exportado no ano anterior, mas equivale um aumento na receita de 15,3%, chegando a US\$ 6,4 bilhões (CONAB, 2022).

Mesmo com a alta produção da cultura, a cafeicultura possui alguns fatores que afetam os tetos produtivos, com os problemas fitossanitários que contribuem para a redução significativa e potencial na produtividade das lavouras. Um dos principais problemas são os danos causados por fitonematoides, que ocasionam perdas de produtividade e até a morte da planta, sendo muitas vezes até responsáveis pelo declínio da cafeicultura (CONTARATO et al., 2014).

Os fitonematoides são encontrados na produção cafeeira de diversos países, porém as espécies do gênero *Meloidogyne* são as mais prejudiciais em lavouras tropicais. Existem mais de 90 espécies do gênero *Meloidogyne* (HUNT; HANDOO, 2009), sendo 18 espécies parasitas do cafeeiro (CARNEIRO; COFCEWICZ, 2008) e três economicamente importantes no Brasil: *M. exigua*, *M. incognita* e *M. paranaensis* (CAMPOS; VILLAIN, 2005). Em plantio de café arábica, a espécie *Meloidogyne exigua*, possui destaque pelas maiores perdas de produtividade relacionadas a presença deste (SILVAROLLA et al., 1998).

Os fitonematoides do gênero *Meloidogyne* spp. causam danos mais severos quando a planta hospedeira é submetida a condições de estresses causados por fatores abióticos (secas, deficiências nutricionais, frio, etc.) e bióticos (pragas, doenças) que as plantas são submetidas nos diferentes momentos de cultivo (CAMPOS, 1997a; MOURA, 1997).

O manejo dos nematoides-de-galha (*Meloidogyne* sp.) em cafeeiro tem sido praticado principalmente com a aplicação de nematicidas químicos, (KRZYŻANOWSKI, 2006) buscando reduzir sua população, reprodução e multiplicação e conseqüentemente evitar

danos ainda maiores na produtividade do cafeeiro. Os nematicidas químicos, usados na agricultura, são voláteis, altamente tóxicos a outros organismos, o que representa alto risco para o ser humano e o meio ambiente (MARQUES, 2018). Com a atual preocupação em tornar a agricultura cada vez mais sustentável, surgem estudos que investigam novas formas de manejo de pragas e doenças utilizando defensivos que são menos tóxicos ao ser humano e ao meio ambiente.

Desta forma, despertou-se o interesse por métodos de controle que não resultassem em contaminações ambientais e que sejam efetivos em atuar em diferentes momentos do hábito de vida de nematoides. A partir daí muitas pesquisas foram realizadas no intuito de se desenvolver medidas de controle biológico de nematoides. O controle biológico vem se mostrando uma alternativa inovadora e com bons resultados no mercado, sendo cada vez mais aderido pelos produtores e contribuindo para o constante aumento na produtividade e qualidade dos cafeeiros no mundo. O controle biológico, apresenta uma série de vantagens para a cultura, pois é um método de manejo com baixo custo, de fácil aplicação, sem contaminação ao meio ambiente, não deixa resíduos tóxicos, garantindo e assegurando a sustentabilidade dos sistemas produtivos da cultura do cafeeiro (CARDOSO; ARAÚJO, 2011).

Os principais agentes de controle biológico de nematoides são fungos e bactérias (ARAÚJO, 2009). As pesquisas com a utilização de microrganismos da rizosfera, conhecidos como rizobactérias, proporcionaram defesa da raiz contra o ataque aos fitonematoides (ARAÚJO, 2015). De acordo com Araújo (2015) as rizobactérias do gênero *Bacillus* spp. apresentaram controle de várias doenças, em diferentes espécies de plantas. *Bacillus* spp. apresentam várias ações sobre os fitonematoides, como a produção de metabólitos que reduzem a eclosão do parasita, indução sistêmica de resistência na planta, que é mediada pela bactéria no solo, onde ocorre um desencadeamento de uma cascata de eventos associados com a transdução de sinais intracelularmente e posterior ativação dos mecanismos de defesa (ARAÚJO, 2015).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar em campo a eficiência e aplicabilidade de produtos biológicos e químicos combinados ou não, com intuito de minimizar os danos causados por *Meloidogyne* spp. e a relação de ganho da aplicação e compatibilidade destes produtos tanto em safra zero como em ano produtivo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CAFEICULTURA NO BRASIL

O plantio do café (*Coffea sp.*) vem sendo realizado desde o século 18 no Brasil, é uma prática que abrange além da planta em si, muita cultura, história social, desenvolvimento e paixão.

A planta de café é arbustiva, de ciclo perene, originária da Etiópia, e propagou-se pelos continentes até chegar ao Brasil em 1727, onde se inseriu inicialmente no Pará e Maranhão, expandindo-se para Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Paraná e outros. Houve boa adaptação climática para o cultivo e com o passar do tempo, a planta foi se diversificando, surgindo no Brasil o cultivo do café robusta, da variedade Conilon (*Coffea canephora*) (ORMOND; PAULA; FAVERET FILHO, 1999; THOMAZIELLO et al., 2000; SOUZA, 2006; ROSA, 2007; PONCIANO et al., 2008; VELOSO; VIEGAS; CARVALHO, 2008; ABIC, 2019).

A produção de café no Brasil tem uma grande participação para a economia nacional, contribuindo para os setores de indústria, serviços, geração de empregos e desde o século 20 ocupa posição de destaque nas exportações do país (SARA et al., 2019).

O Brasil é um país de destaque na cadeia produtiva e consumidora do café, sendo o maior produtor, exportador e segundo maior consumidor mundial, sendo o sul e sudoeste de Minas Gerais as regiões que mais produz o fruto no país (DUARTE; GRUNMANN; RAMOS, 2020).

A espécie *Coffea arabica*, é atualmente a espécie mais cultivada no país, representando 74% da produção nacional sendo o estado de Minas Gerais o maior produtor, com 67% do café arábica produzido no Brasil (CONAB, 2011a). A espécie é nativa de sub-bosques de regiões com alta altitude, sendo mais adaptado a clima ameno e úmido, é a única do gênero *Coffea* que além de ser tetraplóide é autógama, ou seja, é predominantemente auto fecundada. É conduzida por um único ramo ortotrópico e vários plagiotrópicos e tolerante ao sombreamento. Possui teor de cafeína relativamente baixo (entre 0,9% e 1,5%) e é característico por possuir uma qualidade de bebida superior, com aroma e sabor marcantes, o que faz da espécie ser a mais cultivada (LIVRAMENTO, 2010).

Em condições ideais de condução da lavoura, a produtividade brasileira de café poderia ultrapassar as 49 milhões de sacas (CONAB, 2013), porém esta média vem sendo abaixo do

estimado há alguns anos devido a ocorrência de doenças durante o ciclo da cultura, podendo provocar perdas que variam de 5% a 35% de toda a produção (VIEIRA JÚNIOR et al., 2014).

Os fatores climáticos e o sistema de cultivo influenciam diretamente no desempenho da produção da lavoura cafeeira, que, por sua vez, é influenciada pelo solo, relevo, clima, plantio, colheita e pela bienalidade, fator determinante para a rentabilidade da cultura (ROSA, 2007). A bienalidade é uma característica fisiológica da planta, em que no período de um ano a planta predomina pelo crescimento vegetativo e outro ano pelo crescimento reprodutivo, resultando em anos alternados de baixa e alta safra. A produção de fruto se dá proporcionalmente ao número de nós ou gemas que se formam (BACHA, 1998; ROSA, 2007).

As pragas e doenças que ocasionam danos na lavoura cafeeira influenciam também diretamente na produção do fruto. Com o cultivo intensivo da agricultura, os produtores enfrentam novos desafios, como casos de resistência das pragas e doenças a moléculas que são usadas frequentemente e de forma errônea. Além de resistência, outro problema é a dificuldade no manejo de pragas e doenças que antes eram consideradas secundárias e que hoje se tornaram de difícil controle, ou alteração do clima que favorece alguns organismos.

Os danos causados pelo nematoide-das-galhas (*Meloidogyne spp.*) têm tido destaque, pois ocasionam redução significativa na produção e, em alguns casos, até o abandono da atividade cafeeira (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001), sendo que, em média as perdas variam entre 10% e 25% da produção (CAMPOS; VILLAIN, 2005; KOENNING et al., 1999).

2.2 FITONEMATOIDES

Os nematoides são vermes cilíndricos, com corpo filiforme, pertencem ao filo Nematoda, e precisam de um ambiente úmido para sobrevivência, podendo viver em diferentes habitats (FERRAZ; FINLAY BROWN, 2016). Podem ser de vida livre, ou parasitas de animais e também de plantas. Os nematoides parasitas de plantas, são chamados também de fitonematoides, correspondem a apenas aproximadamente 15% das espécies descritas do filo Nematoda, porém são de extrema importância para a agricultura, pois causam destruição das plantas e podem facilitar a entrada de patógenos como fungos e bactérias, por meio dos ferimentos causados (FERRAZ; FINLAY BROWN, 2016).

A maioria dos fitonematoides tem tamanho microscópico, sendo as fêmeas no geral maiores que os correspondentes machos (FERRAZ; FINLAY BROWN, 2016). Os fitonematoides não possuem cor, com exceção das fêmeas obesas filiadas a certos gêneros, que

são brancas enquanto vivas (*Meloidogyne*, *Heterodera*) e se tornam amareladas, douradas ou pardo-escuras (*Heterodera*, *Globodera*) após a morte. A parede do corpo, ou tegumento, serve como interface entre o nematoide e o ambiente que o envolve, servindo como barreira eficiente com função de proteger o nematoide do meio (FERRAZ; FINLAY BROWN, 2016).

Nematoides endoparasitas de raízes, migradores e sedentários, constituem um grupo que causa sérios danos e enormes perdas a culturas de interesse econômico em todo o mundo, eles são capazes de atacar também outros órgãos subterrâneos, além das raízes. O nematoide penetra completamente no interior do tecido da planta hospedeira, ação conhecida como endoparasitismo, isso ocorre com as espécies de *Pratylenchus* e *Radopholus*, que são tipicamente migradoras, e de *Meloidogyne*, que inclui alguns estádios sedentários (FERRAZ; FINLAY BROWN, 2016).

Os fitonematoides foram encontrados inicialmente nas lavouras cafeeiras no Paraná e São Paulo, causando alta redução na produtividade e morte dos cafezais. Sua fácil disseminação os levou a outras regiões produtoras, como a do Cerrado de Minas Gerais. (SANTINATO et al., 2014). As espécies do gênero *Meloidogyne* spp., conhecidos como nematoides das galhas, estão presentes em diversas regiões produtoras de café no Brasil, se tornando uma ameaça à produtividade das lavouras cafeeiras. Esses nematoides são patógenos biotróficos e possuem hábito alimentar especializado com plantas hospedeiras (ROSSO et al., 2011). Nos últimos 20 anos, os nematoides vem impactando as lavouras de café devido ao sistema de produção intenso com uso de plantios adensados, e variedades altamente produtivas (HERVE et al., 2005).

O gênero *Meloidogyne* possui dimorfismo sexual, sendo as fêmeas obesas, com forma de saco, e os machos filiformes, as diferenças no formato corporal ocorrem durante o desenvolvimento pós-embrionário. O fitonematoide sofre quatro ecdises antes de se tornar adulto, o juvenil de primeiro estágio (J1) sofre a primeira ecdise ainda no interior do ovo e eclode já como J2, sendo o estágio que infecta a planta. O J2, movimenta-se no solo na busca de raízes de plantas hospedeiras favoráveis. Após penetrarem as raízes, os juvenis migram ao longo do córtex até encontrarem local favorável ao estabelecimento do sítio de alimentação nas camadas mais profundas, levando a formação de células nutridoras ou “gigantes”, que servem de sustento ao juvenil, o qual torna-se sedentário, sofre alterações morfológicas mudando para a forma de salsicha. Ainda fixo no tecido nutridor, o nematoide irá sofrer as três ecdises subsequentes para poder atingir a fase adulta. Os estádios J3 e J4, femininos e masculinos, não

se alimentam das raízes por não possuírem estilete bucal e os seus esôfagos são mal formados, sendo tais características recuperadas no adulto (FERRAZ; FINLAY BROWN, 2016).

No estado de Minas Gerais, tem predominância do nematoide *Meloidogyne exigua*, sendo a espécie mais disseminada no Brasil e com capacidade adaptativa a diversas regiões (CAMPOS; VILLAIN, 2005). *Meloidogyne exigua* possuem fácil disseminação, sendo facilitada por mudas contaminadas, enxurradas, implementos agrícolas e irrigação com uso de água coletada ao longo de encostas com cafezais infestados. (CEPLAC, 2013).

Com a preocupação atual de adotar medidas de controle ambientalmente aceitáveis, torna-se um desafio reduzir a população do nematoide das galhas nas lavouras cafeeiras. O *Meloidogyne exigua* se alimenta, desenvolve, reproduz e permanece no interior das raízes por várias semanas, o que torna difícil a eficiência do controle pelo uso de nematicidas químicos devido à distância do sitio de aplicação do produto. Além disso, os nematicidas químicos apresentam alta toxicidade a outros organismos, se tornando um risco à segurança humana e ambiental, tal como a contaminação do meio ambiente. Por isso há uma crescente necessidade de novos métodos de controle de nematoides que seja uma alternativa sustentável. (SALGADO; RESENDE; CAMPOS, 2007).

2.3 CONTROLE BIOLÓGICO DE FITONEMATOIDES

O controle dos fitonematoides, normalmente, vem sendo conduzido, com o manejo cultural ou controle químico, com aplicação de produtos que são altamente tóxicos. Uma alternativa vem sendo recentemente testada, que é o uso de produtos biológicos, obtendo controle satisfatório. Em solos com alto teor de matéria orgânica, como é o caso de lavouras adubadas com esterco de galinha ou de curral e palha de café, o resultado é ainda melhor. Isto ocorre pelo fato de que a matéria orgânica é capaz de elevar a permanência dos fungos e bactérias nematófagas no solo. (SANTINATO et al., 2014)

O manejo integrado no controle de nematoides se tornou uma prática essencial no Brasil e no mundo. São utilizadas as medidas de exclusão, a rotação de culturas, utilização de plantas antagonistas, o controle químico, o uso de cultivares resistentes e o controle biológico (GALBIERI; BELOT, 2016).

Vários estudos têm confirmado o potencial do controle biológico de nematoides em diversas culturas agrícolas. O controle biológico é a total ou parcial redução da população de patógenos por outros organismos, fenômeno que já ocorre com frequência na natureza

(AGRIOS, 2004). Estes estudos consideram o controle biológico como uma alternativa que pode proporcionar reduções na população de nematoides para níveis abaixo do nível de dano econômico (DUNCAN, 1991).

O controle biológico de doenças de plantas teve seu marco inicial como ciência em 1926, quando B.B. Sanford publicou um trabalho sobre fatores que afetavam a patogenicidade de *Streptomyces scabies*, agente causal da sarna comum da batata. Em 1931, Sanford e W.C. Broadfoot usaram pela primeira vez o termo “controle biológico”, em um artigo sobre o mal-do-pé do trigo, causado por *Gaeumannomyces graminis var. tritici* (MICHEREFF; MARIANO, 1993).

No âmbito do controle biológico, a doença é o resultado de uma interação entre hospedeiro, patógeno e organismos não patogênicos que também habitam o sítio de infecção e que apresentam potencial para reduzir ou limitar a atividade do patógeno ou aumentar a resistência do hospedeiro, portanto os componentes do controle biológico são o patógeno, o hospedeiro e os antagonistas, sob a influência do ambiente, todos interagindo dentro de um sistema biológico (MICHEREFF; MARIANO, 1993).

O controle biológico de nematoides pode ocorrer por meio de uma série de ações realizadas pelo homem, sendo elas a introdução de um organismo exótico em uma nova região; a aplicação de indivíduos cultivados em laboratório para compensar a ineficiência da população dos agentes microbianos presentes na área; a inoculação de um antagonista nativo onde este não estiver presente; o cultivo em massa de um agente e a formulação de produtos comerciais para aplicação em áreas infestadas (KERRY; HOMINICK, 2002).

As bactérias, principalmente dos gêneros *Pasteuria*, *Pseudomonas* e *Bacillus*, têm mostrado grande potencial para o biocontrole de nematoides. Bactérias nematófagas possuem diversos modos de ação, como produção de toxinas, antibióticos ou enzimas, parasitismo, competição por nutrientes e indução de resistência sistêmica na planta (GALBIERI; BELOT, 2016).

As rizobactérias, são consideradas como promotoras de crescimento, são colonizadoras agressivas das raízes, podendo promover incremento no crescimento das plantas e também atuar como agentes antagonistas de nematoides (STAFFORD et al., 2005). Elas são abundantes no solo e fáceis de serem multiplicadas em laboratório. Os principais gêneros são *Pseudomonas* e *Bacillus*, mas também são relatadas espécies de outros gêneros, como *Azotobacter*,

Arthrobacter, Clostridium, Hydrogenophaga, Enterobacter, Serratia e *Azospirillum* (MELO; AZEVEDO, 2000).

2.4 GÊNERO *BACILLUS* SPP.

Este gênero é conhecido por serem rizobactérias com poder antagonista de maior importância, se destacando pela capacidade de formar endósporos, que são estruturas resistentes a condições adversas e apresentar uma multiplicidade de mecanismos antagônicos, portanto possibilita longa manutenção e sobrevivência em nichos ecológicos específicos, com grande versatilidade nos mecanismos de ação e inibição das defesas dos fitopatógenos. A espécie *B. subtilis* tem um grande potencial como agente de controle biológico devido a diversos modos de ação, entre eles a antibiose (LANNA FILHO et al., 2010).

A espécie *B. subtilis* apresenta sucesso na prevenção e controle de doenças causadas por várias espécies de patógenos. Seu modo de ação é inibir a germinação de esporos, crescimento do tubo germinativo e micelial dos patógenos, bloqueando o ataque do patógeno pela formação de uma zona de inibição e também por indução de resistência no hospedeiro (D'AGOSTINO; MORANDI, 2009).

Espécies do gênero *Bacillus* tem se destacado como agente de biocontrole de pragas e doenças. Se trata de uma bactéria epífita e endofítica com grande capacidade antagonista diversificada e promotora do crescimento vegetal (GUPTA et al., 2000; ONGENA et al., 2005) Estes microrganismos são caracterizados como Gram-positivos, aeróbios obrigatórios ou facultativos, produtores de enzima catalase e formam endósporos como estrutura de sobrevivência em períodos de estresse ambiental (MADIGAN et al., 2016).

Os produtos comerciais à base de *Bacillus*, são uma alternativa que podem ser uma boa ferramenta de controle de fitopatógenos, em combinação com outros fungicidas químicos em cultivos convencionais ou são também interessantes no controle de doenças em cultivos orgânicos, onde a oferta de produtos é escassa (D'AGOSTINO; MORANDI, 2009).

3. METODOLOGIA

3.1 LOCAL E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido na Fazenda Lagoa, no município de Carmo da Cachoeira – MG, na latitude 21°27'17" S e longitude 45°17'20" W, com cerca de 1.100 m de altitude, no período de dezembro de 2019 a junho de 2021. O talhão definido para a condução do ensaio possui histórico de patógenos de radiculares (fitonematoides), e foi conduzido no sistema de “Safr Zero” até em ano de produtividade (Segundo ano).

Para comprovar a eficácia do produto biológico no controle do nematoide *Meloidogyne spp.*, o ensaio foi conduzido por duas vezes consecutivas, sendo o primeiro no período de dezembro de 2019 a abril de 2020, após o esqueletamento da lavoura, sem produção de frutos na safra de 2020. No período de dezembro de 2020 a junho de 2021 o ensaio foi repetido com o uso da mesma área, tratamentos e análise de variáveis, porém com produção de frutos na safra 2021. Os meses de dezembro a abril normalmente apresentam alto índice pluviométrico. A constituição dos tratamentos, produtos, dose e a época de aplicação estão representadas abaixo (Tabela 1). No tratamento 5, aplicou-se o produto Biobac duas vezes, sendo a primeira na prévia do início do ensaio, assim como os demais tratamentos, e a segunda aos 30 dias após o início do ensaio.

Tabela 1- Produtos comerciais aplicados, doses e épocas de aplicação nos ensaios de campo.

Tratamentos	Produtos	Dose	Época
T1	Testemunha	-	A
T2	Biobac	3000 g/ha	A
T3	Biobac + Glyphotal + Select	3000 g/ha + 3000 ml-g/ha + 1400 ml-g/ha	A
T4	Biobac + Raizal	3000 g/ha + 2000 g/ha	A
T5	Biobac	2000 g/ha	A+B
T6	Rugby 200 cs	15000 ml-g/ha	A
T7	Quartzo	300 g/ha	A

Fonte: Do autor.

3.1.1 Cultivar e aplicação dos tratamentos

A cultivar plantada foi a Mundo Novo, da espécie *Coffea arabica L.* Os produtos químicos e biológicos aplicados são comercializados atualmente e possuem as seguintes características (Tabela 2):

Tabela 2 - Nome comercial, composição, classe e tipo de formulação dos produtos aplicados no ensaio.

Produto comercial	Composição	Classe	Tipo de formulação
Biobac	<i>Bacillus subtilis</i> Y1336	Fungicida, bactericida e nematocida microbiológico	Pó molhável (WP)
Quartzo	<i>Bacillus subtilis</i> e <i>Bacillus licheniformis</i>	Nematocida microbiológico	Pó molhável (WP)
Rugby® 200 CS	Cadusafós e solvente nafta de petróleo aromático	Inseticida e nematocida químico de contato e ingestão e formulado	Suspensão de cápsulas (CS)
Glyphotal TR	Glifosato	Herbicida	Concentrado solúvel (SL).
Select One Pack	Cletodim e outros ingredientes	Herbicida sistêmico do grupo químico oxima ciclohexanodiona	Concentrado emulsionável (EC)
Raizal	N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	Fertilizante mineral misto	Sólido - pó

Fonte: Bula dos produtos comerciais

3.1.2 Aplicação dos tratamentos em campo

A lavoura foi plantada no espaçamento de 3,85m entre linhas e 0,85m entre plantas e densidade populacional de 3055 plantas/ha, com carga média de produção de 20 sacas/ha. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) com sete tratamentos e seis repetições (blocos). As parcelas possuem 10 plantas cada, com área de 5,95m², sendo que, os tratamentos utilizados foram conforme a Tabela 1.

As aplicações foram feitas com uso de cilindro compressor tipo CO₂, composto por barra de aplicação com um bico do tipo esguicho para aplicação via “drench”, com volume de calda de 1,5L e pressão de 2 bar. Foram usadas dosagens proporcionais à um hectare (ha) na área experimental, feita de forma que o produto atingisse a área da copa da planta de café e com

maior uniformidade possível. Todos os produtos foram aplicados em momentos de baixa luminosidade, sem precipitação e sem nebulosidade.

Também foi realizado o acompanhamento meteorológico da área no período da condução do ensaio (Tabela 3).

Tabela 3 - Média dos dados Meteorológicos no período de condução do experimento.

Período	Precipitação (mm)	Umidade (%; Média)	Temperatura (°C; Máx./Mín.)
Dezembro/2019	7	73,5	28/19
Janeiro/2020	3,2	72	27/20
Fevereiro/2020	21	79	25/19
Março/2020	3	73	28/17
Abril/2020	0,80	73,5	26/16
Dezembro/2020	307,7	77	28/19
Janeiro/2021	245	78	28/19
Fevereiro/2021	220	78	29/19
Março/2021	95,4	72	30/18
Abril/2021	8,7	66	28/15
Mai/2021	10,8	71	26/14
Junho/2021	19	75	25/13

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia, INMET.

3.1.3 Variáveis analisadas

3.1.3.1 Juvenis na raiz e no solo

A metodologia utilizada para avaliação de juvenis na raiz foi a proposta por Coolen & D'Herde, 1972, modificado por Boneti & Ferraz e em relação a presença no solo foi de Jenkins, 1964. Foram coletadas cinco gramas de raiz e 100cm³ de solo que passaram pelo processo de extração e posterior quantificação de ovos presentes na raiz e juvenis de *Meloidogyne* sp. no microscópio de luz.

Foram feitas quatro amostragens em cada ano de ensaio para a quantificação, sendo elas na prévia da aplicação dos produtos (tempo 0), trinta, sessenta, noventa dias após a aplicação e uma amostragem no período da colheita do café na safra de 2021.

3.1.3.2 Comprimento de ramos e número nós

Esta variável foi obtida através da medida expressa em centímetros, feita com o auxílio de fita métrica (cm) e contagem dos nós de seis ramos plagiotrópicos da planta central de cada

parcela, sendo três ramos localizados no terço superior da planta e três ramos localizados no terço inferior.

3.1.3.3 Vigor de plantas

O vigor de plantas foi obtido pela análise visual das plantas da parcela útil, foram atribuídas notas de 0 a 10 ao vigor, onde a nota 0 atribui-se a plantas com menor porte, enfolhamento e produção de ramos nulo e a nota 10 atribui-se a plantas com porte maior, alta taxa de enfolhamento e crescimento de ramos.

As avaliações de comprimento de ramos, número de nós e vigor de plantas foram aferidos sete vezes no decorrer do ensaio, nas mesmas épocas que as amostragens de solo e raiz, e no período da colheita.

3.1.3.4 Produtividade

A colheita da safra 2021 foi realizada de forma manual no dia 23/06/2021, onde foi coletada a parcela útil, cujo foi quantificado o volume e peso da mesma. Posteriormente, separou-se 3 L de café *in natura*, para posterior secagem em terreiro de asfalto até atingir aproximadamente a umidade de 11%. Ao atingir a umidade desejada, o mesmo foi beneficiado e pesado para a determinação do rendimento e produtividade.

O rendimento é a quantidade de café *in natura* que é necessário para formar uma saca de 60 quilos de café beneficiado.

3.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas foram realizadas através do programa RStudio, e as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey a 5% de significância, as variáveis respostas foram transformadas em raiz de $\sqrt{(x+0,5)}$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ano 1 (2019 – 2020)

4.1.1 População de *Meloidogyne* spp.

Para a população de nematoides (Tabela 4), medida no solo, em raízes e número de ovos, não foi obtida diferença significativa ($P < 0,05$).

Em relação as médias do tratamento controle, houve redução no número de J2 e ovos por grama de raiz e aumento de J2 amostrado no solo ao decorrer das amostragens.

Nos tratamentos em que foram aplicados os produtos contendo a bactéria *B. subtilis* (T2, T3, T4, T5, T7), observa-se um aumento do número de J2 no solo em relação a amostragem de 60 dias após o início do ensaio para os 90 dias.

Houve uma redução no número de J2 amostrada por grama de raiz nas duas últimas amostragens (60 e 90 dias após o início do ensaio), e também uma redução drástica de ovos por grama de raiz dos 30 para os 60 dias, fato esse que pode ser explicado devido ao estabelecimento da rizobactéria no sistema radicular, interferindo na população de nematoides que eclodiram dos ovos após os 30 dias e que foram para o solo, e encontraram dificuldade de penetrarem as raízes da planta. Portanto, um maior número da média de J2 amostrado no solo ao decorrer das avaliações pode ser um indicativo de controle do fitonematoide pela bactéria, que atua como antagonista direto contra fitopatógenos pelos mecanismos de antibiose, como a síntese de substâncias antimicrobianas, a competição por espaço e nutrientes e a síntese de compostos voláteis (LEELASUPHAKUL et al., 2008), e indiretamente pelo fenômeno de resistência sistêmica induzida, impedindo o mesmo de se alimentar e prejudicar o desenvolvimento da planta.

Em relação a drástica redução no número médio de ovos, o trabalho de Araújo et al. (2002) verificou a influência de *B. subtilis* na eclosão, orientação e infecção de *H. glycines* em soja, in vitro e in vivo. Em condições de laboratório, os autores verificaram que a presença da bactéria inibe a eclosão de ovos do nematoide, mesmo na presença de exsudatos de soja. Além disso, raízes tratadas com a bactéria foram menos atrativas aos vermes que as não tratadas.

Araujo & Marchesi (2009), observaram o efeito do tratamento biológico sobre a reprodução de *Meloidogyne* spp. onde houve redução do número de juvenis e no desenvolvimento de massas de ovos na raiz. Segundo Maciel & Ferraz (1996), o método biológico para o controle de nematoides pode acontecer pela paralização do ciclo ou, pelo

menos, pela redução da capacidade reprodutiva do parasita. Além disso, a transformação dos exsudatos radiculares em subprodutos pela ação dos microrganismos, pode fazer com que o nematoide não reconheça o estímulo quimiotrópico e continue movimentando-se no solo até morrer (FREITAS, 2001).

Porém, sustentando o fato de não ter tido diferença significativa em nenhum parâmetro avaliado, alguns trabalhos disponíveis na literatura demonstram que a utilização de espécies de *Bacillus* pouco interferem ou não interferem no parasitismo de fitonematoides. Vaz et al. (2011) microbiolizaram sementes de tomate com a bactéria *B. subtilis*, produziram mudas a partir destas e transplantaram essas mudas para vasos contendo uma população mista de *M. incognita* e *M. javanica*. Após 60 dias do transplântio, foram avaliados os parâmetros massa das raízes e parte aérea, número de galhas e ovos. O que se observou foi que não houve interferência da microbiolização das sementes em nenhum dos parâmetros avaliados, em relação aos controles. Fernandes et al. (2014) verificaram também que a microbiolização de sementes de tomateiro não interferiu na massa fresca da raiz e da parte aérea de tomateiros parasitados por *M. incognita* e *M. javanica*, tampouco reduziu o número de galhas nas raízes, quando em comparação com o controle.

Tabela 4 - Dinâmica da população de juvenis de segundo estágio (J2) no solo, sistema radicular e número de ovos por sistema radicular em amostragens no momento da instalação do ensaio (0 dias), aos 30, 60, 90 dias após o início do ensaio.

Tratamento	J2 no solo por 100cm ³ ^{ns}				J2 na raiz por grama ^{ns}				Ovos na raiz por grama ^{ns}			
	0	30	60	90	0	30	60	90	0	30	60	90
T1-Testemunha	3,83	4	14,8	170,7	194	124,8	4,17	6,88	112,7	132,7	16,5	11,78
T2-Biobac (1x)	6,83	3,5	2,33	128	127,5	37,5	1,5	6,71	2	65,7	11	11,2
T3-Biobac+Glyphotal+Select	8,7	3,5	6,83	44	43	62,8	1,33	4,71	9,5	60,8	22,5	5,14
T4-Biobac+Raizal	5,17	1,8	2,33	81,5	12	53	1,0	3,59	5,7	107,8	7,33	6,25
T5-Biobac (2x)	1,5	2	2,33	194,8	67	96,2	2,5	6,53	37,3	194,2	55	9,9
T6-Rugby	10,5	1,5	2381,3	270,2	276	20	1,67	10,4	148,8	102,7	21,5	24,5
T7-Quartzo	1,5	1,5	20,33	135	158	156,8	2,33	7,87	26,8	128,3	91,7	14,3
<i>P</i> valor	0,56	0,86	0,59	0,85	0,41	0,82	0,57	0,92	0,35	0,96	0,31	0,60

^{ns}variável não teve efeito significativo

Fonte: do autor.

4.1.2 Análise de vigor

Na análise de vigor de plantas foram observadas diferenças significativas nas avaliações de 15, 30 e 90 dias após aplicação do tratamentos ($P < 0,05$).

As avaliações obtidas aos 30 dias foram semelhantes à obtida aos 15 dias e por isso não foram incluídas no relatório. Houve efeito significativo para a análise visual de vigor nas avaliações aos 15, 30 e 90 dias após o início do ensaio e não houve diferenças significativas aos 60 dias após o início do ensaio (Tabela 5).

Tabela 5 - Vigor de plantas de café submetidas a diferentes tratamentos medido aos 30,60 e 90 dias após instalação do experimento e próximo a colheita do café através de uma escala da 1 a 10, onde 1 eram plantas desfolhadas e 10 planta enfolhadas e com muito vigor.

Tratamento	Avaliação de vigor		
	30 ^{ns}	60 ^{ns}	90 ^{ns}
T1-Testemunha	6 b	7,83 a	8 a
T2-Biobac (1x)	7 c	8,5 a	8,67 ab
T3-Biobac+Glyphotal+Select	5,17 a	8,5 a	8,83 ab
T4-Biobac+Raizal	7 c	7,83 a	9,33 b
T5-Biobac (2x)	6 b	8,83 a	8,83 ab
T6-Rugby	6,83 c	8 a	8,17 ab
T7-Quartzo	6 b	7,83 a	8 a
P valor	<0,01	0,04	0,01

^{ns}variável não teve efeito significativo

Fonte: Do autor.

Na avaliação aos 30 dias após o início do ensaio, os tratamentos onde foram aplicados Biobac 1x (T2) e Biobac + Raizal (T4), obtiveram a maior média de vigor. Este último tratamento também foi aquele que proporcionou maior vigor aos 90 dias. Já na avaliação aos 60 dias, os tratamentos onde foram aplicados Biobac 1x (T2) e Biobac + Glyphotal + Select (T3), obtiveram maior média.

O acréscimo de matéria seca na parte aérea de plantas, com conseqüente aumento de vigor, tratadas com *Bacillus* caracteriza a bactéria como promotora de crescimento de plantas, com a produção de fitoreguladores vegetais por *B. subtilis* na rizosfera (ARAÚJO et al., 2005),

da fixação de nitrogênio, solubilização de nutrientes, e melhoria das condições de solo, além disso, existem também os benefícios indiretos gerados pela modificação do ambiente, fato que pode interferir no desenvolvimento de fitopatógenos (MANJULA & PODILE, 2005). Estas características podem explicar as diferenças significativas obtidas no aumento de vigor nos tratamentos em que foram aplicados o produto biológico Biobac (T2, T3, T4).

No trabalho de Mazzuchelli e Araújo (2011), a aplicação de isolados de *B. subtilis* proporcionou um incremento da parte aérea em plantas de cana-de-açúcar mesmo que a população de fitonematoides tenha aumentado ao longo do cultivo da cana.

Em relação as médias, observa-se um aumento na análise de vigor em todos os tratamentos no decorrer das avaliações, fato esse que pode ser explicado devido a condução do sistema de safra zero onde as plantas foram esqueletadas no ano de 2019, estimulando uma alta taxa de crescimento vegetativo do cafeeiro.

4.1.3 Comprimento de ramos

As variáveis relativas ao crescimento vegetal foram medidas pelo desenvolvimento dos ramos plagiotrópicos da parte superior e da parte inferior da copa. Foi determinada a média dos cinco ramos avaliados para cada lado da planta (Tabelas 6, 7, 8 e 9). Não foram observadas diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos para a avaliação inicial, para a primeira e segunda avaliações, mas o efeito significativo foi obtido aos 90 dias após o início do ensaio (Tabela 9). Para a variável comprimento dos ramos, foi observado maior desenvolvimento dos ramos para o tratamento onde foi aplicado o produto Quartzo (T7), sendo este superior ao tratamento Biobac 1x (T2), mas nenhum dos dois tratamentos diferiu da testemunha e esta diferença foi apenas observada para os ramos da parte de baixo da copa da planta, na parte superior este efeito não foi significativo.

Também na parte inferior da copa, foi observado efeito significativo, com maior número de nós para o tratamento 3 (Biobac + glyphotal + select) e 5 (Biobac aplicado duas vezes), diferindo da testemunha, mas não diferindo dos demais tratamentos.

No ensaio, não avaliou-se sobre fertilidade das gemas dos nós e sobre pegamento de flores, ou seja, não se pode afirmar que estes resultados de crescimento de ramos e número de nós vão interferir na produtividade de frutos na próxima safra.

Tabela 6 - Desenvolvimento de plantas em função de diferentes tratamentos aplicados via drench no solo para o manejo de nematoide de galhas (*Meloidogyne exigua*) medido pelo comprimento médio de ramos, número médio de nós por ramo no momento da instalação do ensaio (tempo 0).

Tratamento	Comprimento ramo (cm)		Número de nós	
	cima ^{ns}	baixo ^{ns}	cima ^{ns}	baixo ^{ns}
1	54,3	46,8	5,8	6,6
2	51,8	42,2	5,47	7,2
3	46,9	42,4	5,7	6,2
4	52,3	42,6	5,8	6,5
5	46,9	41,7	6,9	6,6
6	49,6	48,2	6	6,3
7	53,5	43,6	6,4	6,4
<i>P</i> valor interação	0,76		0,21	

^{ns}variável não teve efeito significativo

Fonte: Do autor.

Tabela 7 - Desenvolvimento de plantas em função de diferentes tratamentos aplicados via drench no solo para o manejo de nematoide de galhas (*Meloidogyne exigua*) medido pelo comprimento médio de ramos, número médio de nós por ramo medidos no lado superior e inferior da copa aos 30 dias após a instalação do ensaio (tempo 30)

Tratamento	Comprimento ramo (cm)		Número de nós	
	cima ^{ns}	baixo ^{ns}	cima ^{ns}	baixo ^{ns}
1	53,9	46,9	5,88	6,75
2	51,8	46,9	5,67	6,91
3	45,8	43,4	5,83	6,66
4	52,1	43,6	6	6,75
5	49,6	40,6	6,97	6,42
6	51,3	43,2	6,44	6,91
7	54,3	41,3	6,55	6,36
<i>P</i> valor interação	0,89		0,35	

^{ns}variável não teve efeito significativo

Fonte: Do autor

Tabela 8 - Desenvolvimento de plantas em função de diferentes tratamentos aplicados via drench no solo para o manejo de nematoide de galhas (*Meloidogyne exigua*) medido pelo comprimento médio de ramos, número médio de nós por ramo e comprimento do internódio medidos no lado superior e inferior da copa aos 60 dias após a instalação do ensaio (tempo 60)

Tratamento	Comprimento ramo	Comprimento ramo	Número de	Número de
	(cm)	(cm)	nós	nós
	cima^{ns}	baixo^{ns}	cima^{ns}	baixo^{ns}
1	47,38	46,22	12,8	11,9
2	51,19	46,47	13,5	11,6
3	48,08	43,97	14,2	10,8
4	50,48	44,31	12,4	11,1
5	48,72	45,75	12,9	13,7
6	52,58	43,61	11,6	11,2
7	48,13	45,19	13,5	11,3
<i>P</i> valor interação	0,84		0,62	

^{ns}variável não teve efeito significativo

Fonte: Do autor.

Tabela 9 - Desenvolvimento de plantas em função de diferentes tratamentos aplicados via drench no solo para o manejo de nematoide de galhas (*Meloidogyne exigua*) medido pelo comprimento médio de ramos, número médio de nós por ramo e comprimento do internódio medidos no lado superior e inferior da copa aos 90 dias após a instalação do ensaio (tempo 90).

Tratamento	Comprimento ramo	Comprimento ramo	Número de	Número de nós
	(cm)	(cm)	nós	
	cima^{ns}	baixo	cima^{ns}	baixo
1	72,5	67,91 ab	13,2	11,4 a
2	82,9	65,91 a	16,1	13,4 ab
3	89,4	82,14 ab	13,9	15 b
4	66,9	55,7 a	15,1	12,3ab
5	84,9	79,6 ab	14,5	15,1 b
6	71	61,8 a	14,1	13,9 ab
7	82,3	94,6 b	14,02	14,1 ab
<i>P</i> valor interação	0,43		0,02	

^{ns}variável não teve efeito significativo

Fonte: Do autor.

4.2 Ano 2 (2020 – 2021)

4.2.1 População de *Meloidogyne* spp.

No segundo ano de ensaio, não foi obtida diferença significativa ($P \leq 0,05$), nas amostragens de J2 no solo e J2 e ovos por grama de raiz (Tabela 10).

Em relação as médias do tratamento controle, houve redução gradual no número médio de J2 amostrado no solo a partir dos 60 dias após o início do ensaio até a amostragem próxima a colheita. Já na raiz, houve uma drástica redução de J2 por grama de raiz amostrada dos 60 aos 90 dias após o início do ensaio, e o mesmo também se observa para o número de ovos amostrados no mesmo período, porém com um posterior aumento na média na amostragem próxima a colheita.

Quando se compara a dinâmica populacional de J2 no solo, J2 na raiz e ovos na raiz em todas as amostragens, é possível observar que os tratamentos que foram aplicados o produto Biobac obtiveram no geral um menor número de juvenis e ovos, dando destaque ao tratamento que foi aplicado Biobac 1x, pois este teve uma média de zero juvenis e ovos na raiz nas duas últimas amostragens. O tratamento em que foi utilizado o fungicida químico Rugby (T6), obteve uma média geral alta de juvenis e ovos na raiz.

Tabela 10 - Dinâmica da população de juvenis de segundo estágio (J2) no solo, sistema radicular e número de ovos por sistema radicular em amostragens no momento da instalação do ensaio (0 dias), aos 60, 90 dias após o início do ensaio e próximo a colheita do café.

Tratamento	J2 no solo por 200cm ³ ^{ns}				J2 na raiz por grama ^{ns}				Ovos na raiz por grama ^{ns}			
	0	60	90	colheita	0	60	90	colheita	0	60	90	colheita
T1-Testemunha	6,50	36,67	26,67	22,50	74,14	152,00	18,00	23,33	43,29	110,67	36,00	116,00
T2-Biobac (1x)	0,00	56,67	20,00	15,83	20,15	101,33	0,00	0,00	0,30	58,67	0,00	0,00
T3Biobac+Glyphotal+Select	5,33	41,67	45,00	10,00	20,31	101,33	28,33	37,95	1,73	120,00	36,50	39,65
T4-Biobac+Raizal	17,17	20,00	0,00	0,00	6,06	82,67	7,33	90,00	0,14	101,33	13,33	354,00
T5-Biobac (2x)	16,50	0,00	0,00	7,50	12,48	8,00	29,33	58,33	1,51	2,67	102,67	1085,00
T6-Rugby	22,83	10,00	10,00	12,50	53,01	80,33	80,67	154,00	6,37	135,33	100,67	1172,00
T7-Quartzo	8,33	20,00	28,33	21,67	75,09	90,67	21,33	179,33	13,88	77,33	39,33	193,00
<i>P valor</i>	<i>0.58</i>	<i>0.21</i>	<i>0.47</i>	<i>0.21</i>	<i>0.47</i>	<i>0.85</i>	<i>0.22</i>	<i>0.72</i>	<i>0.26</i>	<i>0.85</i>	<i>0.77</i>	<i>0.70</i>

^{ns}variável não teve efeito significativo

Fonte: Do autor.

4.2.2 Análise de vigor

Na análise de vigor não foram observadas diferenças significativas ($P \leq 0,05$) (Tabela 11). As médias de vigor se encontram próximas entre os tratamentos nas três amostragens. Isso pode ser explicado devido a todas as plantas apresentarem taxa de crescimento vegetativo semelhantes, já que foram igualmente submetidas ao esqueletamento no ano de 2019 e não

sofreram estresse pela colheita do café no ano de 2020. Porém todas as médias de vigor são abaixo de 7, o que se pode concluir que as plantas não se encontram com alta taxa de enfolhamento e muito vigor devido a diversos fatores bióticos e abióticos, sendo um deles os prejuízos que a alta taxa de população de nematoides traz para a lavoura cafeeira pois o desenvolvimento do cafeeiro ocorre numa razão sustentável entre o sistema radicular e a copa da planta.

Segundo Rena; Guimarães (2000), durante os ciclos de desenvolvimento do cafeeiro, em condições normais de crescimento, frações específicas de metabólitos são dirigidas às raízes e à parte aérea, porém se houver qualquer distúrbio em um desses órgãos, como a ocorrência de fitonematoides, a planta inicia um processo que é chamado de crescimento compensatório. Então, novas correlações são estabelecidas, sendo dirigidas por fitormônios sintetizados, tanto na parte aérea, quanto na raiz. Portanto, o crescimento adequado das plantas depende de um equilíbrio no crescimento e na função entre raízes e na parte aérea.

Tabela 11 - Vigor de plantas de café submetidas a diferentes tratamentos medido aos 60, 90 dias após instalação do experimento e próximo a colheita do café através de uma escala da 1 a 10, onde 1 eram plantas desfolhadas e 10 planta enfolhadas e com muito vigor.

Tratamento	Avaliação de vigor		
	60 ^{ns}	90 ^{ns}	colheita ^{ns}
T1-Testemunha	4,67	5,33	5,33
T2-Biobac (1x)	4,50	5,17	5,67
T3-Biobac+Glyphotal+Select	4,50	4,83	5,67
T4-Biobac+Raizal	5,50	5,67	6,17
T5-Biobac (2x)	5,33	6,00	6,67
T6-Rugby	4,67	5,33	5,83
T7-Quartzo	4,83	5,33	6,17
<i>P valor</i>	<i>0,32</i>	<i>0,61</i>	<i>0,66</i>

^{ns}variável não teve efeito significativo

Fonte: Do autor.

4.2.3 Comprimento de ramos

As variáveis relativas ao crescimento vegetal foram medidas pelo desenvolvimento dos ramos plagiotrópicos da parte superior e da parte inferior da copa nos tempos 60 e 90 dias após o início do ensaio e próximo a colheita. Foi determinada a média dos seis ramos avaliados para cada lado da planta (Tabelas 12,13 e 14). Não foram observadas diferenças significativas entre

os tratamentos para as variáveis analisadas ($P \leq 0,05$). As médias entre os tratamentos se encontram semelhantes tanto para comprimento de ramo quanto número de nós nas três avaliações, porém observa-se um aumento gradual no comprimento de ramos e número de nós, fato esse devido ao crescimento dos ramos e nós para a formação de gemas reprodutivas. Também se observa um maior número de nós em todos os tratamentos na parte superior da copa nas avaliações do tempo 90 e próximo a colheita, o que pode estar ligado a maior incidência solar da copa.

Tabela 12 - Desenvolvimento de plantas em função de diferentes tratamentos aplicados via drench no solo para o manejo de nematoide de galhas (*Meloidogyne exigua*) medido pelo comprimento médio de ramos e número médio de nós por ramo medidos no lado superior e inferior da copa aos 60 dias após a instalação do ensaio (tempo 60).

Tratamento	Comprimento ramo	Comprimento ramo	Número de	Número de
	(cm)	(cm)	nós	nós
	cima^{ns}	baixo^{ns}	cima^{ns}	baixo^{ns}
1	64,53	59,53	12,11	12,33
2	61,47	58,44	13,03	12,64
3	65,94	56,36	12,97	12,28
4	65,06	65,92	13,42	14,03
5	65,69	64,75	13,36	13,06
6	67,83	62,64	12,25	12,50
7	68,17	65,03	13,28	14,83
<i>P valor</i>	0,92	0,32	0,74	0,24

^{ns}variável não teve efeito significativo

Fonte: Do autor.

Tabela 13 - Desenvolvimento de plantas em função de diferentes tratamentos aplicados via drench no solo para o manejo de nematoide de galhas (*Meloidogyne exigua*) medido pelo comprimento médio de ramo e número médio de nós por ramo medidos no lado superior e inferior da copa aos 90 dias após a instalação do ensaio (tempo 90).

Tratamento	Comprimento ramo		Número de nós	
	(cm)	(cm)		
	cima^{ns}	baixo^{ns}	cima^{ns}	baixo^{ns}
1	63,53	63,97	16,08	13,97
2	54,64	61,53	13,89	14,14
3	60,50	61,94	15,19	14,78
4	62,56	63,08	15,47	14,61
5	63,28	65,75	15,78	14,61
6	65,11	66,72	15,25	15,11
7	63,08	85,69	15,81	15,72
<i>P valor</i>	<i>0,50</i>	<i>0,18</i>	<i>0,28</i>	<i>0,62</i>

^{ns}variável não teve efeito significativo

Fonte: Do autor.

Tabela 14 - Desenvolvimento de plantas em função de diferentes tratamentos aplicados via drench no solo para o manejo de nematoide de galhas (*Meloidogyne exigua*) medido pelo comprimento médio de ramos e número médio de nós por ramo no lado superior e inferior da copa na época da colheita do café (tempo próximo a colheita).

Tratamento	Comprimento ramo		Número de nós	
	(cm)	(cm)		
	cima^{ns}	baixo^{ns}	cima^{ns}	baixo^{ns}
1	71,81	71,69	16,64	15,36
2	62,58	69,92	16,92	15,39
3	64,72	64,78	16,94	14,64
4	68,89	69,42	16,25	15,81
5	71,00	67,17	17,64	14,86
6	70,53	69,08	16,31	15,64
7	64,89	75,17	17,03	16,92
<i>P valor</i>	<i>0,58</i>	<i>0,83</i>	<i>0,82</i>	<i>0,74</i>

^{ns}variável não teve efeito significativo

Fonte: Do autor.

4.2.4 Produtividade e rendimento

Para a produtividade e rendimento do cafeeiro, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos ($P \leq 0,05$). Porém observa-se uma variação entre as médias dos tratamentos.

Santinato, et al. (2014), fizeram uso de produtos biológicos e químicos para avaliar sua eficiência no controle do *Meloidogyne exigua* na cultura do café, também avaliando a produtividade da lavoura em junho de 2014 e não encontrou diferenças significativas entre as produtividades.

Apesar de não haver diferenças significativas, o tratamento Biobac 1x (T2) obteve a menor média de produtividade entre os tratamentos, sendo o único que obteve média de produtividade menor que o tratamento controle (T1), enquanto que o tratamento com Biobac 2x (T5) obteve a maior média de produtividade. O resultado da média de produtividade para o tratamento Biobac 1x foi inverso ao resultado da população de J2 e ovos na raiz, onde esse mesmo tratamento teve o número de J2 e ovos igual a zero nas duas últimas amostragens de raiz.

Vale destacar também que a média geral de produtividade dos tratamentos, com exceção do tratamento Biobac 1x (T2), foi maior que a média geral da área antes da instalação do ensaio que era de 20 sacas por hectare.

Tabela 15 - Rendimento em gramas e produtividade em sacas por hectare realizada na colheita do cafeeiro.

Tratamento	Rendimento (g) ^{ns}	Produtividade (sc/ha) ^{ns}
T1-Testemunha	451,93	22,01
T2-Biobac (1x)	487,26	17,59
T3-Biobac+Glyphotal+Select	403,80	25,79
T4-Biobac+Raizal	460,35	25,91
T5-Biobac (2x)	450,50	28,27
T6-Rugby	446,75	24,01
T7-Quartzo	407,64	26,49
P valor	0,37	0,32

^{ns}variável não teve efeito significativo

Fonte: Do autor.

4.3 Ano 1 e Ano 2

Durante os dois anos de condução do ensaio não houve diferenças significativas no número J2 e ovos de *Meloidogyne* spp. amostrados entre os tratamentos testados. Apesar de perceber variações no valor das médias dos tratamentos, não foi possível definir os benefícios que os tratamentos causaram as plantas de café para o controle do fitonematoide nos dois anos de condução. Para avaliações de vigor e comprimento de ramo tempo, também não foi possível identificar um maior desenvolvimento vegetativo das plantas onde foi aplicado a rizobactéria (*Bacillus subtilis*) em um período de tempo maior.

O desenvolvimento e a reprodução dos fitonematoides no cafeeiro ocorrem praticamente durante o ano todo, porém é durante o período de chuvas, no verão, que o aumento da população do nematoide é mais rápido. Durante o período da realização do ensaio, houve uma alta taxa de precipitação mensal, o que pode explicar a alta população de indivíduos no sistema.

5. CONCLUSÃO

- Os tratamentos testados não proporcionaram redução significativa no número de J2 e ovos amostrados na raiz e solo, porém observa-se diferenças nas médias em alguns tratamentos.
- No ano um de ensaio (safra zero), a média da população amostrada de J2 e ovos na raiz foi baixa nas amostragens de 60 e 90 dias após o ensaio.
- No ano dois de ensaio (safra produtiva), a maioria dos tratamentos apresentaram produtividade acima da média da área antes do início do ensaio, que era de 20 sacas/hectare.
- Nos anos 1 e 2 do ensaio não houve grandes diferenças na dinâmica populacional de nematoides entre os tratamentos que fazem uso do produto Biobac aplicados sozinhos e os que são aplicados com Glyphotal + Select ou Raizal, portanto este ensaio não define se a eficiência do produto biológico é alterada com a mistura de produtos de outra finalidade.

REFERÊNCIAS

- ABIC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ. **História**. Disponível em: <http://abic.com.br/cafe-com/historia>.
- AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**, 5th ed., London, 2004.
- ARAÚJO, F. F. D., & MARCHESI, G. V. P. Uso de *Bacillus subtilis* no controle da meloidoginose e na promoção do crescimento do tomateiro. **Ciência Rural**, 39(5), 1558-1561, 2009.
- ARAÚJO, F. F. D., SILVA, J. F. V., & ARAÚJO, A. S. F. D. Influência de *Bacillus subtilis* na eclosão, orientação e infecção de *Heterodera glycines* em soja. **Ciência Rural**, 32(2), 197-203, 2002.
- ARAÚJO, F. F.; HENNING, A.; HUNGRIA, M. Phytohormones and antibiotics produced by *Bacillus subtilis* and their effects on seed pathogenic fungi and on soybean root development. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, Dordrecht, v. 21, p. 1639-1645, 2005.
- ARAÚJO, F.F de. **Bacillus subtilis: Biocontrolador de fitonematoides**. 2015
- ARAÚJO, F.F. de; MARCHESI, G. V.P. Uso de *Bacillus subtilis* no controle da meloidoginose e na promoção do crescimento do tomateiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p.1558-1561, ago. 2009
- BACHA, C. J. C. A cafeicultura brasileira nas décadas de 80 e 90 e suas perspectivas. **Preços Agrícolas**, São Paulo, v. 7, n. 142, p. 14-22, 1998.
- BONETI, J.I.S. & FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**. 1981
- CAMPOS V; VILLAIN L (2005) Nematode parasites of Coffee and Cocoa. In: Luc M, Sikora RA, Bridge J (Eds.) **Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture**. 2ª ed. Egham, UK. CABI. pp. 529-580.
- CAMPOS, V. P.; VILLAIN, L. Nematodes parasites of coffee and cocoa. In: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. (Ed.). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Wallingford: CAB International, 2005. p. 529-579.
- CAMPOS, V.P. Situação atual do ataque de nematóides ao cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, P. 22: 230, 1997.
- CARDOSO, R.B.; ARAÚJO, F.F. Multiplicação de *Bacillus subtilis* em vinhaça e viabilidade no controle da meloidoginose, em cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, p.1283-1288, 2011
- CARNEIRO RMDG; COFCEWICZ ET. Taxonomy of coffee-parasitic root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp. In: Souza RM (Ed.) **Plant-Parasitic Nematodes of Coffee**. Dordrecht, NL. **Springer ScienceBusiness**. pp.87-121, 2008.
- CARVALHO, CHS de et al. Cultivares de café: origem, características e recomendações. **Brasília: Embrapa Café**, v. 334, 2008.
- CEPLAC. **Comissão executiva de planejamento da lavoura de cacaueteira**. 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Perspectivas para a agropecuária**. v.1 – Safra 2013/2014. Brasília: Conab, 2013. 154 p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de café**: Safra 2011, terceira estimativa, setembro/2011. Brasília: Conab, 2011a. 22p.

CONTARATO, C. et al. Reaction of Cultivar Coffee 'Vitória INCAPER 8142' of Conillon to Parasitism of *Meloidogyne exigua*. **Idesia**, Arica, v.32, n.1, p.93-97, 2014.

D'AGOSTINO, Fabiana; MORANDI, Marcelo Augusto Boechat. Análise da viabilidade comercial de produtos à base de *Bacillus subtilis* e *Bacillus pumilus* para o controle de fitopatógenos no Brasil. **Embrapa Meio Ambiente-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2009.

DUARTE, Alice Silva; GRUNMANN, Pablo Javier; RAMOS, Cláudia Adam. Análise de eventos extremos em Minas Gerais e sua implicação para o cultivo do café. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 7, n. 1, 2020.

DUNCAN, L.W. Current options for nematode management. **Annual Review of Phytopathology**, 29:469-490, 1991.

FERNANDES, R. H., VIEIRA, B. S., FUGA, C. A. G., & LOPES, E. A. *Pochonia chlamydosporia* e *Bacillus subtilis* no controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* em mudas de tomateiro. **Bioscience Journal**, 30, 2014.

FERRAZ, L. C. C. B.; FINLAY BROWN, D. J. Nematologia de Plantas: fundamentos e importância. **Norma Editora**, 2.ed, 2016.

FERREIRA, L. T.; EMBRAPA. **Cafés do Brasil são exportados para 99 países e geram receita cambial de US\$ 808 milhões no primeiro bimestre de 2018**. 2018.

FREITAS, L.G., OLIVEIRA, R.D.L., FERRAZ, S. **Introdução à nematologia**. Universidade Federal de Viçosa, 2001.

GALBIERI, Rafael; BELOT, Jean Louis (Ed.). **Nematoides fitoparasitas do algodoeiro nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle**. Instituto Mato-grossense do Algodão, 2016.

GUPTA, V.P.; BOCHOW, H.; DOLEJ, S.; FISCHER, I. Plant growth-promoting *Bacillus subtilis* strain as potential inducer of systemic resistance in tomato against *Fusarium wilt*. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, v.107, p.145-154, 2000.

HERVE, G. et al. Distribution analyses of *Meloidogyne* spp. and *Pratylenchus coffeaesensu latu* in coffee plots in Costa Rica and Guatemala. **Plant Pathology**, Oxford, v. 54, p. 471-475, 2005.

HUNT DJ; HANDOO ZA (2009) Taxonomy, identification and principal species. In: Perry RN, Moens M, Starr JL (Eds.) **Root-Knot Nematodes**. Egham, UK. CABI. pp. 55-88.

KERRY, B. R.; HOMINICK, W. M. Biological control. In: Lee, D. (ed). **The biology of nematodes**, Taylor & Francis: London, New York, 2002. p. 483- 509.

KRZYZANOWSKI, Alaíde Aparecida. **Controle biológico de nematóides de galha do cafeeiro com fungos nematófagos**. 2006. 60 p. Tese (doutorado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006.

LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; DE PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, p. 12-20, 2010.

- LEELASUPHAKUL, W. et al. Growth inhibitory properties of *Bacillus subtilis* strains and their metabolites against the green mold pathogen (*Penicillium digitatum* Sacc.) of citrus fruit. Postharvest. **Biology and Technology**, v.48, p.113-121, 2008.
- LIVRAMENTO, D. E. Morfologia e fisiologia do cafeeiro. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: U.R. EPAMIG SM, 2010. v.1. p.87- 161.
- MACIEL, S. L., & FERRAZ, L. C. C. B. Reprodução de *Meloidogyne incognita* raça 2 e de *Meloidogyne javanica* em oito espécies de plantas medicinais. **Scientia Agricola**, 53(2-3), 232-236, 1996.
- MADIGAN, M.; JOHN, M.; KELLY B.; DANIEL, B.; DAVID, S. **Microbiologia de Brock**, 14° ed.. Porto Alegre: Artmed, 2016. 960 p.
- MANJULA, K., & PODILE, A. R. (2005). Increase in seedling emergence and dry weight of pigeon pea in the field with chitin-supplemented formulations of *Bacillus subtilis* AF 1. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, 21(6), 1057-1062.
- MARQUES, R. M. Avaliação do controle de nematóides fitopatogênicos do cafeeiro com nematicida de origem biológica na região de Monte Carmelo, Minas Gerais. **Artigo Original**, UNIFUCAMP, Monte Carmelo, 2018.
- MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. **Controle biológico**. Embrapa Meio Ambiente, 388 pp., 2000.
- MICHEREFF, Sami J.; MARIANO, RLR. Controle Biológico de doenças de plantas. **Periódicos existentes no Brasil e onde encontrá-los-Guia Básico**. Recife. **Imprensa Universitária-UFRPE**, 1993.
- MOURA, Romero Marinho. O gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose - Parte II. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.5, p. 281-315, 1997.
- ONGENA, M.; DUBY, F.; JOURDAN, E.; BEAUDRY, T.; JADIN, V.; DOMMES, J.; THONART, P. *Bacillus subtilis* M4 decreases plant susceptibility towards fungal pathogens by increasing host resistance associated with differential gene expression. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.67, 692-698 . 2005
- ORMOND, J. G. P.; PAULA, S. R. L. de; FAVERET FILHO, P. de S. C. **Café: (re)conquista dos mercados**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 10, p. 3-55, set. 1999. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2983>.
- PONCIANO, N. J. et al. Dinâmica da cadeia agroindustrial do café (*Coffea arabica* L.) brasileiro após a desregulamentação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL-SOBER. **Anais eletrônicos...** Rio Branco, 2008.
- RAIMUNDI, M. K. Fitopatologia Aplicada. **Editora e Distribuidora Educacional S.A**, p.208, 2019.
- RENA, A. B.; GUIMARÃES, P. T. G. **Sistema radicular do cafeeiro: estrutura, distribuição, atividade e fatores que o influenciam**. Belo Horizonte: Epamig, 2000. 80 p.
- ROSA, V.G.C. **Modelo agrometeorológico-espectral para monitoramento e estimativa da produtividade do café na região sul/sudoeste do estado de Minas Gerais**. 142p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Jose dos Campos/SP, 2007.

- ROSSO, M. N. et al. Proteins secreted by root-knot nematodes accumulate in the extracellular compartment during root infection. **Plant Signaling & Behavior**, Edinburgh, v. 6, p. 1232-1234, 2011
- SALGADO, Sônia Maria de Lima; RESENDE, Mário Lúcio Vilela; CAMPOS, Vicente Paulo. Efeito de indutores de resistência sobre *Meloidogyne exigua* do cafeeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1007-1013, 2007.
- SANTINATO, R. et al. **Controle biológico do Nematóide *Meloidogyne* sp. no cafeeiro**. 2014.
- SARA, Caroline Estefanie do Amaral Brasil et al. Competitividade da cafeicultura brasileira. **Revista de Política Agrícola**, v. 27, n. 3, p. 9-16, 2019.
- SILVAROLLA, GONÇALVES, LIMA. Resistência do Cafeeiro a Nematóides V – Reprodução de *Meloidogyne exigua* em Cafeeiros Derivados da Híbridação de *Coffea arábica* com *C. can fora*. **Nematologia Brasileira**, vol. 22(2), p. 51-59, 1998.
- SOUZA, M. C. M. de. **Cafés Sustentáveis e Denomina o de Origem**: a certifica o de qualidade na diferencia o de cafés orgânicos, sombreados e solidários. 2006. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. 192 f.
- STAFFORD, W. H. L.; BAKER, G. C.; BROWN, S. A.; BURTON, S. G.; COWAN, D. A. Bacterial diversity in the rhizosphere of proteaceae species. **Environmental Microbiology**, 7:1755-1768, 2005.
- Vaz, M. V., Canedo, E. J., Machado, J. C., Vieira, B. S., & Lopes, E. A. Controle biológico de *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita* com *Bacillus subtilis*. **Perquirere**, 8, 203-212, 2011.
- VELOSO, C. A.; VIEGAS, I. de J. M.; CARVALHO, E. J. M. **A cultura do cafeeiro no Pará**. Belém: Embrapa, 2008. 245 p.
- VIERIA JÚNIOR, José Roberto et al. Alternativas para o manejo integrado de nematóide-das-galhas do cafeeiro. 2014.
- ZZUCHELLI, R.C.L. & ARAÚJO, F.F. 2011. Eficácia do controle de nematóides por *Bacillus subtilis* em duas variedades de cana-de-açúcar. Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão, Presidente Prudente. **Colloquium Agrariae**, vol. 7. 51-58, 2011.