



HENRIQUE NOVAES MEDEIROS

**AVALIAÇÃO DE POPULAÇÕES DE NEMATOIDES QUANDO
SUBMETIDOS A TRATAMENTOS COM PRODUTOS BIOLÓGICOS
EM HÍBRIDOS DE MILHO**

LAVRAS - MG

2019

HENRIQUE NOVAES MEDEIROS

**AVALIAÇÃO DE POPULAÇÕES DE NEMATÓIDES QUANDO SUBMETIDOS A
TRATAMENTOS COM PRODUTOS BIOLÓGICOS EM HÍBRIDOS DE MILHO.**

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

Orientador

Prof. Dr. Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros

LAVRAS – MG

2019

HENRIQUE NOVAES MEDEIROS

AVALIAÇÃO DE POPULAÇÕES DE NEMATOIDES QUANDO SUBMETIDOS A TRATAMENTOS COM PRODUTOS BIOLÓGICOS EM HÍBRIDOS DE MILHO.

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

APROVADA em 18 de novembro, 2019.

Dr. Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros (DFP/UFLA)

Dra. Rafaela Araújo Guimarães (DFP/UFLA)

MSc. Cleber Maximiniano (DFP/UFLA)

Prof. Dr. Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros

Orientador

LAVRAS – MG

2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus que iluminou e me deu forças durante todo meu caminho durante esta caminhada.

Aos meus familiares, e em especial aos meus pais Sandro e Lucimara, meus avós e minha bisavó Lucia por me darem a oportunidade de estudar, e pelo apoio e amor que me amparou durante toda a graduação.

As amigas construídas na universidade e principalmente aos meus irmãos da República Arueira pela contribuição no meu crescimento pessoal e profissional.

Agradeço também a Bruna e o K-lado, que me ajudaram e deram um grande apoio na reta final deste trabalho.

À Universidade Federal de Lavras – UFLA pela oportunidade oferecida.

Ao professor Dr. Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros, pela orientação, ajuda, confiança, paciência e amizade.

A todos os integrantes e ex-integrantes do Laboratório de Controle Biológico, que de alguma forma contribuíram para meu crescimento e para conclusão desse trabalho, em especial a Rafaela pela ajuda e paciência, ao Cleber pelo incentivo e ideias e a Luísa por toda boa vontade e prazer em ajudar.

RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura de base alimentar tanto humanos quanto animais. Este cereal é muito utilizado e seu consumo e cultivo são realizados em todos os continentes, e já alcançou o patamar de maior cultura agrícola do mundo. As doenças de plantas são muitas vezes responsáveis por causarem perdas quantitativas e qualitativas. Dentre os tipos de agentes que causam doenças na plantas, os nematoides são obstáculos que dificultam um aumento de produtividade. A espécie *Pratylenchus* spp. em especial *P. brachyurus* é o principal causador de danos econômicos à cultura do milho. Essas espécies além de afetar o milho, também causam danos para outras culturas, como a soja, que é uma das principais culturas de rotação do milho safrinha. Uma das alternativas para o combate dos fitonematoides, é a utilização do controle biológico. Para entender como funciona a dinâmica dessas espécies, foi implantado um experimento em campo, na cidade de Campos Gerais – MG, contando com sete tratamentos, com delineamento fatorial, em DBC com em dois híbridos de milho (DKB390 e NS90), sendo eles: Testemunha, NEMOUT, ACTIVE, TRUST, NEMOUT+ACTIVE, ACTIVE+TRUST, ONIX+RHIZO. Os produtos foram aplicados em sulco de plantio com dosagem recomendada pelos fabricantes. O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de sete tratamentos biológicos, utilizando dois híbridos diferentes sobre fator de reprodução (FR1 e FR2), população final e produtividade. Para FR1, FR2 e população final não houve diferença significativa entre os tratamentos, contudo, para produtividade, embora não tenha sido encontrada diferenças significativas, houve um aumento da produção de grãos em 12,9%, com um aumento de 7,4 sacas quando comparada a maior produtividade com a testemunha.

Palavras-chaves: Fitonematoides, Nematicidas Biológicos, Milho, Híbridos, Controle biológico.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1. Cultura do Milho.....	9
2.2. Fitonematoide.....	9
2.3. <i>Pratylenchus brachyurus</i>	10
2.3.1 Caracterização morfológica.....	11
2.3.3 Disseminação e sobrevivência.....	13
2.3.4 Sintomas e danos.....	14
2.4. Controle biológico de fitonematoides.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4. CONCLUSÕES.....	26
5. REFERÊNCIAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) planta da família *Poaceae* é utilizado na alimentação humana e animal. No decorrer das últimas décadas, o milho alcançou o patamar de maior cultura agrícola do mundo, sendo a única a ter ultrapassado a marca de 1 bilhão de toneladas. Concomitantemente à sua importância em termos de produção, a cultura ainda se notabiliza pelos diversos usos. Estimativas apontam para mais de 3.500 aplicações de consumo deste cereal. (MIRANDA, 2018).

Danos causadas por microrganismos já são observadas desde o início do desenvolvimento da agricultura, existem atualmente, e sem dúvida nenhuma o correrá também no futuro. A importância das doenças de plantas é que se manifesta de formas mais variadas. Podemos dizer que a incidência de doenças em plantas cultivadas, afetam de maneira direta ou indiretamente toda a humanidade. Doenças de plantas, talvez a maioria delas, tem importância secundária, porque ocorrem normalmente sobre uma planta hospedeira, causando pouco ou nenhum prejuízo economicamente palpável. Com outras, entretanto, o panorama é diferente (CARVALHO, 1978)

Os nematoides são animais invertebrados e geralmente microscópicos, pertencendo a um filo Nematoda (MAGGENTI, 1981; BONGERS; FERRIS, 1999; HUGOT et al.,2001). Estima-se a existência de 1 milhão de espécies de nematoides, das quais não mais que 20 mil já foram descritas (EISENBACK, 1998).

Nematoides fitoparasitas são vermes microscópicos que habitam o solo e atacam as plantas (geralmente as raízes ou outros órgãos subterrâneos), também são conhecidos como fitonematoides, os quais causam sérios danos as culturas agrícolas e acarretam prejuízos econômicos ao produtor rural. Dentre os nematoides de maior importância agrícola, pode-se citar *Meloidogyne* spp. (nematóide das galhas), *Pratylenchus* spp. (nematóide das lesões radiculares) e *Heterodera glycines* Ichinohe (nematóide dos cistos da soja) (FERRAZ; MONTEIRO, 1995; WEISCHER; BROWN, 2001).

Diante das limitações na produção agrícola causada pelos fitonematoides, ressalta-se a necessidade iminente de estudos sobre estratégias sustentáveis para o manejo destes, uma alternativa é o controle biológico. Em milho a ocorrência e disseminação de *P. brachyurus* merecem atenção especial nas áreas produtoras. Com base nisso, objetiva-se através deste trabalho, foi avaliar a população de *P. brachyurus* e *P. zae* em dois híbridos diferentes de milho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cultura do Milho

O milho pode ser considerado uma das culturas mais antigas do continente americano, sendo o México o centro de origem e diversidade. Dentre os parentes silvestres mais próximos do milho está o teosinte e o *Tripsacum* ssp. (HALLAUER, 1985). Evidências indicam que a domesticação do milho se iniciou, há cerca de quatro mil anos, e as plantas já apresentavam grande parte das características fenotípicas que conhecemos na atualidade (GUIMARÃES, 2007).

Botanicamente, o milho é uma gramínea, pertencente à família Poaceae da tribo Maydeae, ao gênero *Zea* e à espécie *Zea mays* L. É uma espécie monoica, alógama, tendo sua via de fotossíntese C4; anual, robusta, ereta e diploide com $2n=2x=20$ cromossomos (PATERNIANI, 1980).

Com a produção realizada em quase todos os continentes e sua importância estando ligada as várias formas de utilização, que podem ser desde alimentação animal até a utilização em indústrias com grande tecnologia. A maior parte da produção mundial é destinada para alimentação animal seguida pela alimentação humana de forma direta ou indireta (PAES, 2006).

No Brasil o milho é menor produzido somente pela soja em questões de, assim a cultura possui a colocação de segundo lugar de maior produção e tem se caracterizado pela divisão da produção em duas épocas de plantio: plantio de verão ou primeira safra, que se tem início com início das chuvas e abrange de setembro a novembro dependendo da região e, plantio da safrinha ou segunda safra, geralmente plantado em fevereiro ou março, após a colheita da soja.(EMBRAPA, 2019)

A estimativa de área de milho para a primeira safra na temporada 2019/20, é de 4.142,6 mil hectares, sendo assim 0,9% maior que a área cultivada na safra 2018/19. A competição de área por soja e a possibilidade de cultivo de milho no segundo momento da safra nos ajuda a entender a diminuição das área de milho primeira safra. A safra 2011/12 marca o momento no qual a segunda safra, até então denominada safrinha, assumiu o protagonismo como a principal safra de milho do país (CONAB, 2019).

2.2. Fitonematoide

Os nematoides causam normalmente causam danos no sistema radicular das plantas e os sintomas aparecem em áreas delimitadas da lavoura, conhecidas como hotspots ou reboleiras.

Nestes locais, as plantas exibem menor porte e ficam mais sensíveis ao estresse hídrico, causam estresse no florescimento e o amadurecimento prematuro das folhas, confundido muitas vezes com deficiência nutricional. Os nematoides estão entre os principais patógenos da agricultura mundial em função dos prejuízos significativos que causam em culturas de importância econômica (LOPES et al., 2017).

O manejo de nematoides é mais complicado quando comparado a outras pragas agrícolas, uma vez que a maioria deles habitam inicialmente o solo e atacam as partes subterrâneas das plantas (STIRLING, 1991). Os métodos utilizados no controle são variados e envolvem controle químico, manejo do solo, variedade de plantas resistentes, solarização do solo e controle biológico, com graus variados de sucesso na proteção das plantas (RANDHAWA et al. 2001, SAKHUJA & JAIN 2001).

2.3. *Pratylenchus brachyurus*

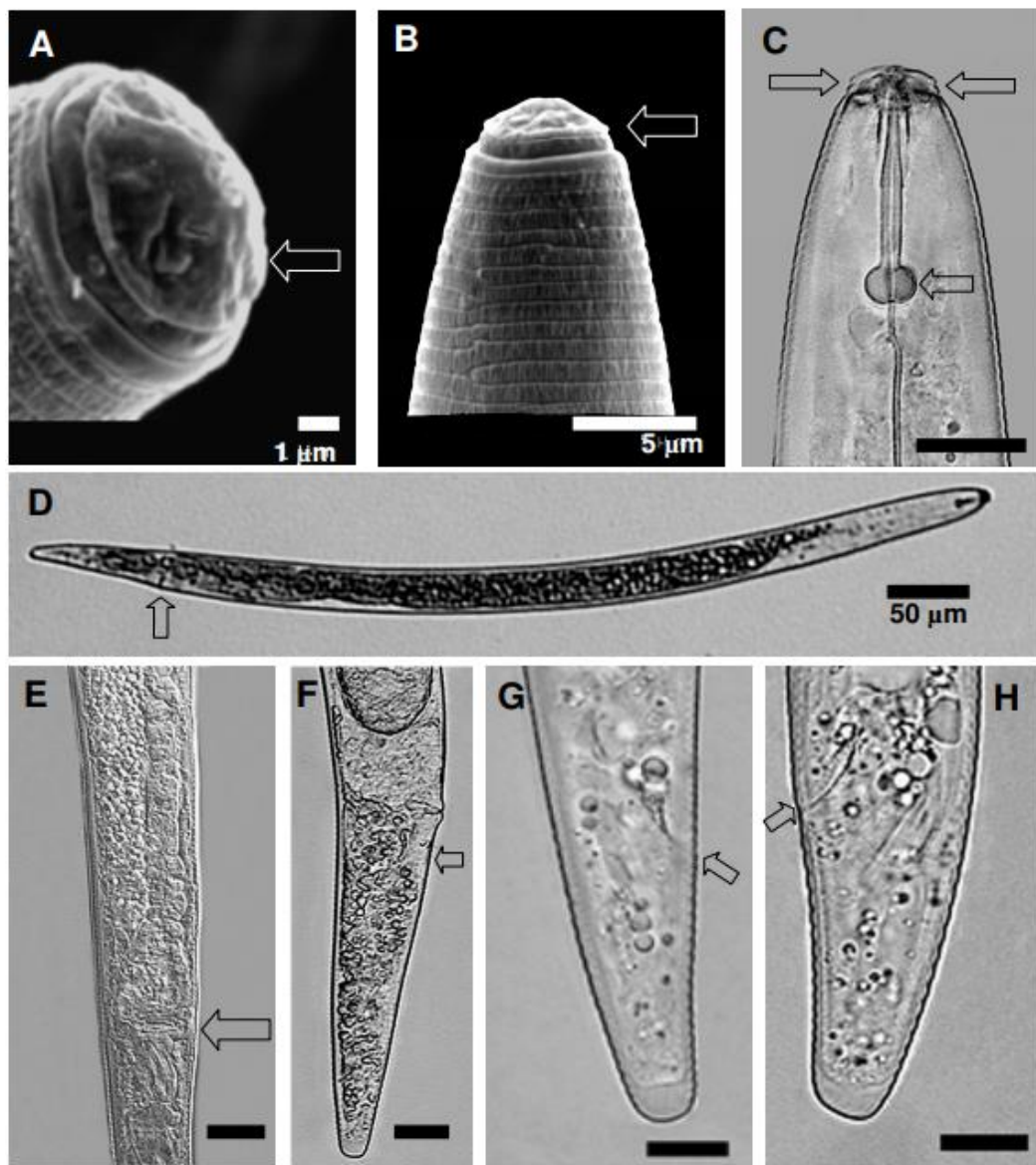
O gênero *Pratylenchus* é considerado um dos mais importantes grupos de nematoides fitoparasitos no mundo. Já foram encontrados setenta espécies de *Pratylenchus*, no Brasil foram registradas: *P. coffeae*, *P. brachyurus*, *P. zaeae*, *P. penetrans*, *P. neglectus*, *P. scribneri*, *P. vulnus*, *P. pseudopratensis*, *P. jordanensis*, *P. pseudofallax* e *P. jaehni* (MONTEIRO et al, 2003). Pelo fato de causar lesões necróticas nas raízes, os nematoides do gênero *Pratylenchus* são também conhecidos como “nematoides das lesões radiculares” (LORDELLO, 1988).

A espécie *P. brachyurus* é uma das espécies mais destacadas em todo mundo. De acordo com Ferraz (2006), essa relevância está associada a algumas características do nematoide, entre as quais destacam-se ampla distribuição geográfica, alto grau de polifagia, e ação patogênica pronunciada em várias culturas de interesse agrônomo, anuais e perenes podendo ocasionar grandes perdas econômicas.

Os nematoides das lesões radiculares possuem uma auto disseminação relativamente pequena, pois se movem a pequenas distâncias geralmente, formando reboleiras que aumentam de ano para ano, no mesmo local. De acordo com Stolf (2006), existem outras formas de disseminação, como por exemplo o trânsito de trabalhadores e animais, uso de implementos agrícolas contaminados, o escoamento de água em áreas de declive e as águas de irrigação. Ferraz, (2006), complementa ainda que com o uso de material vegetativo propagativo contaminado também pode ser um meio de difusão dos fitonematoides.

2.3.1 Caracterização morfológica

A região labial de *P. brachyurus* é angulosa, com o anel da base mais estreito que o primeiro anel do corpo (Figura 1 B e C). Esse caráter, por si só, na opinião de LOOF (1991), é suficiente para o reconhecimento da espécie. Além disso, os nódulos basais do estilete massivos e arredondados, como ilustrado na Figura 1 C, e a posição da vulva mais posterior que nas outras espécies (Figura 1 D) são características marcantes dessa espécie (LOOF, 1991; ROMAN & HIRSCHMANN, 1969). *P.brachyurus* reproduz-se por partenogênese, uma vez que os machos são muito raros na população, e a gônada não exhibe espermateca funcional (espermateca contendo espermatozoides), como indicado na Figura 1 E. A cauda usualmente é hemisférica com término liso (Figura 1 G), embora haja variações (Figura 1 H). ROMAN & HIRSCHMANN (1969).



Fonte: Gonzaga, V. (2006)

Figura 1. Principais caracteres morfológicos para identificação de *Pratylenchus brachyurus*. A) Eletromicrografia de varredura da placa labial indivisa (seta). B) Eletromicrografia de varredura da região labial angulosa, exibindo dois anéis (seta), sendo o anel da base mais estreito que o primeiro anel do corpo. C) Fotomicrografia da região anterior, exibindo o estilete (seta) com nódulos basais esféricos. D) Fotomicrografia da fêmea, exibindo a posição da vulva (seta). E) Gônada desprovida de espermateca funcional (a seta indica a posição da vulva). F) Saco pós-uterino (seta). G) Cauda hemisférica com término liso, característica da espécie. H) Variação na forma da cauda (as setas em ambas indicam o ânus). Barra das escalas = 10 μm ou outro valor, conforme indicado.

2.3.3 Disseminação e sobrevivência

O ciclo de vida compreende seis estádios: o ovo, quatro estádios juvenis (J1 a J4) e a forma adulta. Todas as fases de juvenis a adulto são vermiformes e a partir de J2 podem se mover até as raízes. Uma fêmea coloca setenta a oitenta ovos no interior dos tecidos vegetais e todo ciclo biológico ocorre na planta, migrando para o solo quando as condições das raízes tornam-se desfavoráveis (FERRAZ, 2010). Os machos de *P. brachyurus* são extremamente raros, visto que as fêmeas reproduzem-se por partenogênese. Uma geração completa seu ciclo, em média, com três a oito semanas, dependendo das condições climáticas. Dessa forma, podem ocorrer várias gerações durante o ciclo vegetativo das culturas (CASTILHO; VOVLAS, 2007). Nesse gênero, todos os estádios tanto adultos quanto juvenis são vermiformes, movimentam-se intensamente e podem iniciar o parasitismo, deste modo, todas as formas são infestantes. As fêmeas depositam seus ovos isoladamente, podendo ser no solo ou no interior das raízes parasitadas. Deles eclodem J2, pelo fato de que a primeira ecdise ocorre ainda dentro dos ovos. Os J2 que passam por mais quatro ecdises, formando-se os adultos (FERRAZ & MONTEIRO, 1995; FERRAZ & BROWN, 2016).

A infestação, no geral, restringe-se ao parênquima cortical, o qual fica bastante desorganizado devido à destruição de numerosas células durante a movimentação dos nematoides. Para se alimentar, os nematoides posicionam-se paralelamente ao cilindro central, secretam enzimas no interior das células e sugam seu conteúdo. As células assim atingidas se degeneram e acabam morrendo pouco tempo depois da saída do nematoide. Devido aos danos mecânicos decorrentes do caminhar dos nematoides e à ação tóxica dos enzimas por eles excretados, muitas células morrem e são invadidas por fungos e bactérias do solo, resultando no aparecimento de lesões necróticas típicas, de coloração escura (FERRAZ & MONTEIRO, 1995; FERRAZ & BROWN, 2016).

A duração do ciclo (Figura 2) pode variar em virtude dos fatores ambientais, como temperatura e umidade, e também pela planta hospedeiro, sendo, geralmente, de três a seis semanas. Eles penetram o córtex radicular, e ali vão se alimentando e causando prejuízos e danos nas raízes, causando também uma porta de entrada para fungos e bactérias. Eles se mantêm nas raízes até colocar os ovos no interior das raízes, mas também podem voltar para o solo em condições desfavoráveis (FERRAZ & MONTEIRO, 1995).

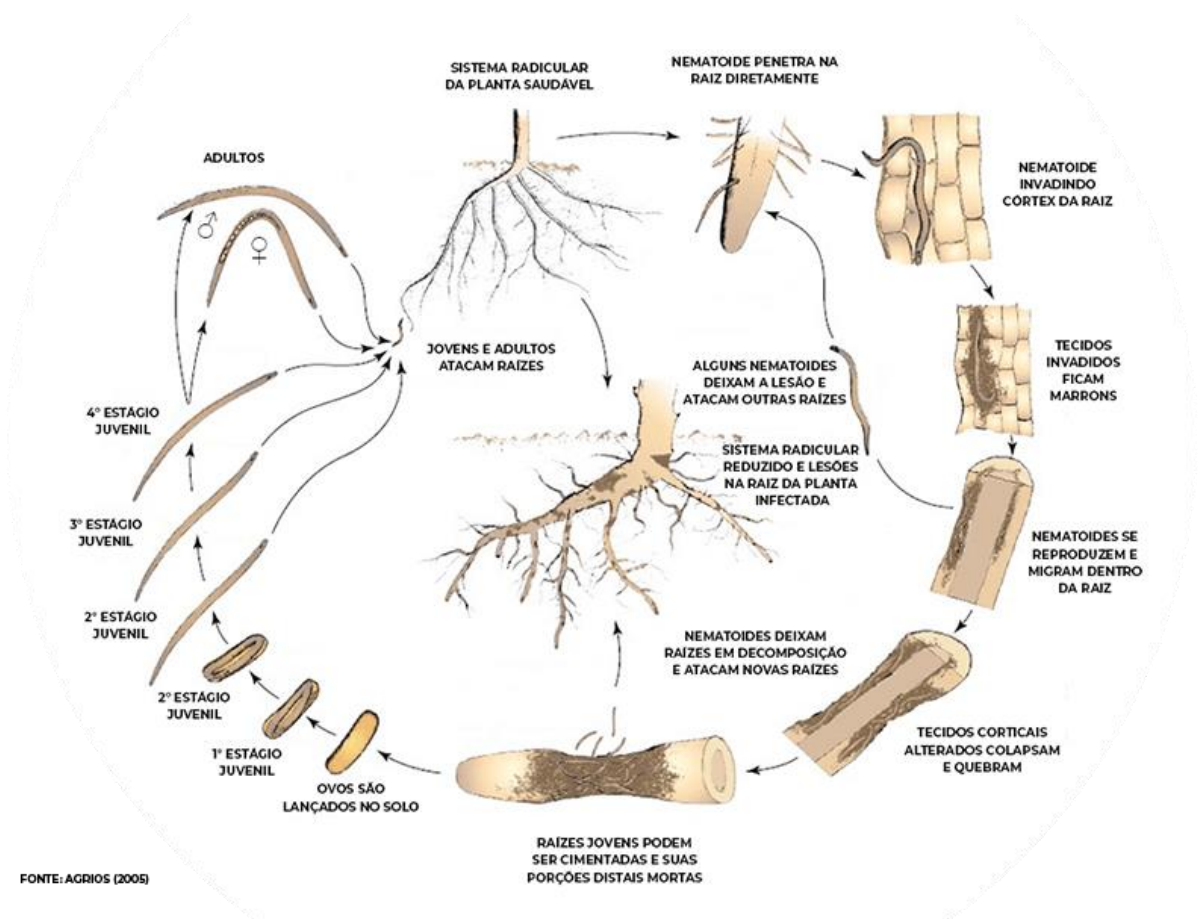


Figura 2. Ciclo biológico de nematoides dos gêneros *Pratylenchus*

Fonte: PROMIP (2005)

2.3.4 Sintomas e danos.

Os sintomas causados pelos nematoides do gênero *Pratylenchus* spp. podem estar geralmente associado a podridões e necroses do sistema radicular de plantas hospedeiras. Causando lesões nas raízes, através das quais outros organismos patogênicos, como bactérias e fungos, penetram. A interação desses agentes resultam na redução das radículas, e em muitos casos, perda da raiz pivotante. As folhas de plantas afetadas podem apresentar murchamento ou clorose durante a estação seca, refletindo assim na perda da produção. A desfolha total pode ocorrer quando o ataque é severo (ALVES, 2008). Os danos causados por *P. brachyurus* às raízes de plantas hospedeiras ocorre com a associação de três tipos de ação: mecânica: a qual

decorre da migração típica realizada pelo nematoide no interior do córtex radicular, assim destruindo grande número de células mesmo sem se alimentar; espoliativa: a qual é representada pela remoção do conteúdo citoplasmático e tóxicas: resultante da injeção de secreções esofagianas produzidas pelo nematoide no citoplasma das células selecionadas para o parasitismo (FERRAZ, 2006).

Um dos principais métodos de controle dessas pragas é o uso de nematicidas, o qual apresenta um elevado custo, além de causar grande impacto ambiental, acumulando substâncias tóxicas no solo e na água, o que nos leva a buscar um controle biológico efetivo.

2.4. Controle biológico de fitonematoides

Nas últimas décadas, devido aos problemas associados à aplicação de produtos químicos tem-se impulsionado estudos envolvendo métodos alternativos de controle, especialmente o controle biológico (AKHTAR 1997, BARKER & KOENNING, 1998, KERRY 2000). O controle biológico possui grande importância dentro das estratégias de manejo integrado de pragas (MIP) que incluem bactérias e fungos como agentes de controle aos fitonematóides.

Podemos definir controle biológico como a ação de um ou mais organismos, na regulação do número de indivíduos de uma população de nematoides ou na capacidade dos mesmos se alimentarem ou causar danos em plantas, podendo ocorrer de forma natural, pela manipulação do ambiente, ou ainda pela introdução de organismos antagonistas (BAKER; COOK, 1974). Estes organismos antagonistas conseguem de alguma forma impedir que a população sobre a qual eles atuam se torne numericamente tão alta a ponto de causar prejuízos econômicos, além de manter ambas populações em equilíbrio. (CARVALHO, 2018)

Podemos citar alguns inimigos naturais dos nematoides e separá-los em três categorias principais: predadores, parasitoides e patógenos. As duas primeiras categorias são compostas por agentes entomófagos (vertebrados ou invertebrados), enquanto a última compreende os agentes entomopatógenos (fungos, vírus, bactérias, nematoides e outros microorganismos), capazes de causar doenças em nematoides. As espécies de bactérias são as mais promissoras no controle de nematoides são as pertencentes à família Bacillaceae, especialmente os gêneros *Bacillus* e *Chlostridium*, possuindo diferentes modos de ação e um amplo espectro de

hospedeiros. Estas bactérias são encontradas nos tecidos de plantas hospedeiras, no solo e nos próprios nematoides, incluindo os cistos e ovos (MEYER, 2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda situada em Campos Gerais-MG (Faz. Imaculada Conceição) com dois híbridos de milho, sendo um susceptível ao *P. brachyurus* DKB390 e outro resistente o NS90. O milho foi plantado em 11/02/2019. Os tratamentos culturais foram feitos no dia 24/02/2019 pulverizado por hectare 2,5 PT Atrazina, óleo mineral(600ml), Triflumurom(120 mL/ha) e Acefato(750g/ha). No dia 26/02/2019 foi feita uma adubação de cobertura de Ureia protegida (130kg/ha) com chuva logo após a aplicação

Com o experimento fatorial, em delineamento de blocos casualizados (DBC) com tratamentos culturais foram iguais a todas as parcelas, diferenciando apenas em cada tratamento seguindo a tabela 1. As aplicações dos produtos foram feitas diretamente no sulco de plantio, podemos resumir os tratamentos como, uma testemunha sem utilização de tratamentos. O segundo tratamento foi utilizando enzimas e microorganismos selecionados (Nem-OutTM), aplicado em sulco de plantio na proporção de 1 Kg/ha.

O terceiro tratamento, foi utilizado extratos fermentados aplicados na proporção de 1L/ha do produto no sulco do plantio (Soil-Plex[®] Active). O quarto tratamento consiste em metabólitos extraídos de bioprocessos (Soil-Plex[®] Trust) na proporção de 2L/ha no sulco de plantio. O quinto tratamento foram aplicados também no sulco de plantio, extratos fermentados (Nem-OutTM) na proporção de 1L/ha, e enzimas e microorganismos selecionados (Soil-Plex[®] Active) na proporção de 1Kg/ha também no sulco de plantio. Já o tratamento seis, consistem na mistura de ambos, sendo o sexto extratos fermentados com os metabólitos extraídos de bioprocessos nas mesmas proporções dos outros tratamentos, sendo respectivos 1L/ha e 2L/ha no sulco de plantio. O sétimo e último tratamento foram utilizados o ONIX+RHIZO na proporção de 0,5 L/ha de cada produto respectivamente aplicados no sulco de plantio.

Sendo feito assim, cada tratamento descrito acima para as duas cultivares de milho utilizadas, formando assim um total de 14 tratamentos em um total de quatro blocos. As amostragens de solo e raiz foram feitas respectivamente no plantio, 40 dias após o plantio e aplicação dos produtos via sulco e na colheita do milho. As amostras foram coletadas a uma profundidade de 0 a 25 cm, com o auxílio de um enxadão. Foram retiradas 3 amostras próximas

a raiz de 3 plantas diferentes no meio da parcela útil, misturadas e acondicionadas em sacos plásticos resistentes, bem fechados e devidamente identificados.

TRATAMENTO	HIBRIDO	PRODUTO
T1	DKB390	TESTEMUNHA
T2	DKB390	NEMOUT
T3	DKB390	ACTIVE
T4	DKB390	TRUST
T5	DKB390	NEMOUT+ACTIVE
T6	DKB390	ACTIVE+TRUST
T7	DKB390	ONIX+RHIZO
T8	NS90	TESTEMUNHA
T9	NS90	NEMOUT
T10	NS90	ACTIVE
T11	NS90	TRUST
T12	NS90	NEMOUT+ACTIVE
T13	NS90	ACTIVE+TRUST
T14	NS90	ONIX+RHIZO

Tabela 1. Relação dos tratamentos aplicados via drench no momento do plantio de dois híbridos de milho (DKB390 e NS60)

As amostras foram armazenadas em saco plástico e identificadas para serem armazenadas em câmara fria no departamento de nematologia da Universidade Federal de Lavras UFLA até serem processadas. A extração do solo foi feita no laboratório de nematologia da UFLA, pela metodologia proposta por JENKINS (1964 enquanto as amostras de raiz foram feitas através da metodologia proposta por COOLEN & D'HERDE (1972).

Foram quantificados através de microscópio a quantidade de *P. brachyurus* em cada amostra de solo e raiz, a amostra de solo processada de 200g e raiz pesadas separadamente, sendo feita a transformação proporcional para menor cota de gramas da amostragem geral padronizando os valores finais em relação a 1g de raiz.

Depois da quantificação feita, obtivemos os fatores de reprodução (FR1 e FR2), no qual o FR1 foi o resultado da divisão entre a soma das amostras de raiz e solo da segunda coleta e o valor respectivo da primeira coleta. Já o FR2 foi obtido através da divisão da soma das amostras de raiz e solo da terceira e última amostragem pelo valor da primeira amostragem.

E para concluirmos obtivemos a população final (PF) de *P. brachyurus* em cada amostra de solo e raiz, na qual foi obtido através da soma dos valores da terceira amostragem de raiz e solo.

A produtividade foi estimada através da colheita das duas linhas uteis de cada parcela, na qual é composta por 3 metros de cada linha espaçados de 0,6 m, totalizando uma área de 1,8 m². Obtivemos o peso em gramas e umidade da parcela útil de cada parcela, padronizando todas as amostras em uma única umidade 14,8%. Assim através destes dados, fizemos a transformação da área útil de colheita, a transformando para valores de produtividade por hectare, nos quais foram transformados em produtividade em sacos por hectare a qual foi a unidade utilizada para ANOVA pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$).

A quantificação das amostras foi feita, através de microscópio, na qual foi feita a contagem de população de *P. brachyurus* e *P. zae* nas amostras. Com isso conseguimos obter o fator de reprodução (FR), no qual se baseia na população final (PF) dividido pela população inicial das amostras (PI). Foram determinados dois fatores de reprodução, um baseado nas amostragens inicial (PI) e naquela obtida aos 45 dias (P45), o que estará denominado de FR1, e outro determinado baseado na amostragem da população inicial (Pi) e população final, obtida no momento da colheita (Pfinal), estará denominado nas tabelas como FR2. Os valores de fator de reprodução 1 e 2, bem como população final e produtividade foram submetidos a análise de variância (ANOVA), passando pelo teste de igualdade de variâncias (teste F), quando os valores destes testes se apresentaram satisfatórios, as médias foram submetidas ao teste de Tukey à 5% de probabilidade com o programa estatístico SISVAR.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora nosso trabalho ter como foco o *P. Pratylenchus*, encontramos em nossas amostras uma quantidade relevante de *Helicotylenchus dihystera* o que nos levou as análises com relação ao fator de reprodução 1 (45 dias) para *H. dihystera* (Figura 3), os dados obtidos apresentaram normalidade ($P>0,05$) pelo teste F, não houve interação entre os fatores híbrido e tratamentos ($P>0,05$) e, portanto, foram feitos os testes de média para o fator tratamentos, independente do híbrido considerado. Entre híbridos, houve efeito significativo para híbridos ($P= 0,0460$), sendo o híbrido NS60 aquele que proporcionou o menor FR.

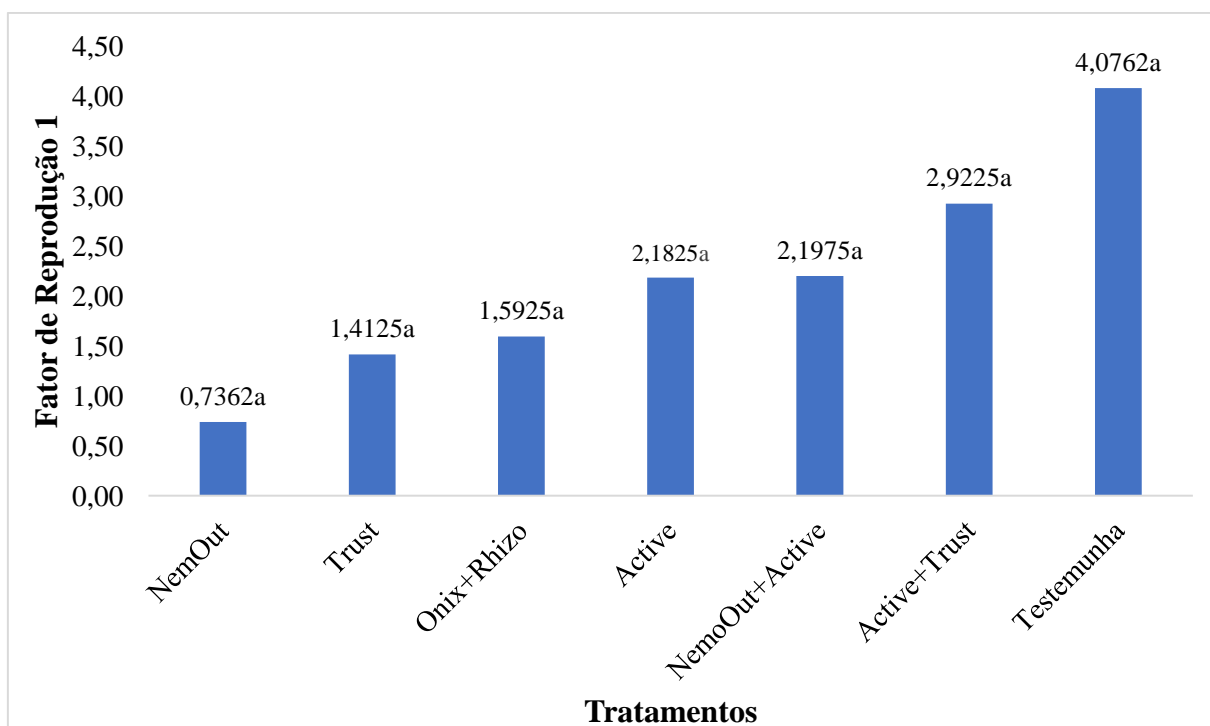


Figura 3. Fator de reprodução de *Helycontilenchus dihystera* no híbrido ... submetidos a diferentes tratamentos, determinado pela razão entre a amostragem de solo aos 45 dias e aquela obtido na amostragem inicial. *Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($p<0,05$).

Apesar de não termos obtido diferença significativa entre os tratamentos, podemos observar que o único tratamento que proporcionou FR inferior a 1 para o *H. dihystera* foi o NemOut.

Em relação ao fator de reprodução 2 (que leva em conta a população inicial e a final) de *Helicotylenchus* sp. (Figura 4) os dados obtidos apresentaram normalidade mas pelo teste F os efeitos não foram significativos a 5% de probabilidade. Neste caso, nenhum dos tratamentos proporcionou FR inferior a 1, sendo os menores FR (inferior a 5) garantidos pelo NEMOUT e TRUST separadamente, semelhante ao obtido no FR determinado baseado nas populações aos 0 e 45 dias após o plantio que também foram os menores valores.

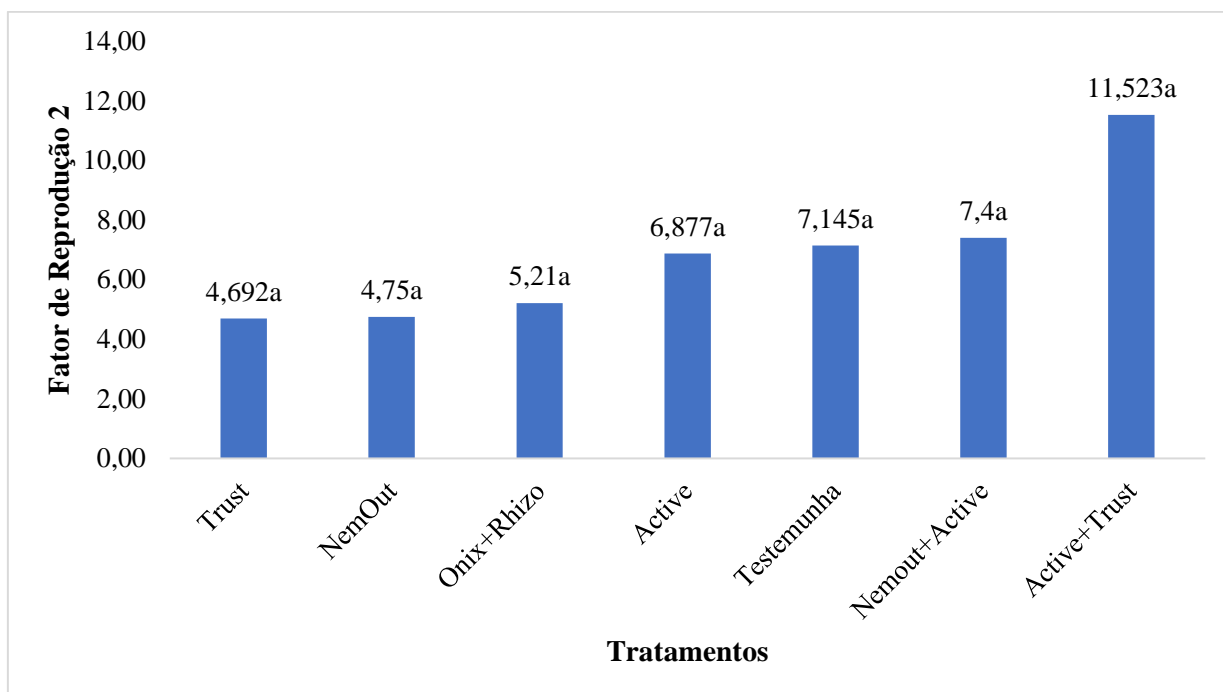


Figura 4. Teste Tukey com probabilidade 5% do FR2 médio para *Helicotylenchus dihysera*, obtido através de uma divisão, da quantidade de indivíduos da terceira coleta de solo pela quantidade de indivíduos da primeira coleta de solo.

Da mesma forma, a população final (PF) de *H. dihysera* (Figura 5) também não tiveram efeito significativo, sendo as menores populações em valores numéricos observadas na testemunha, nemout e nemout+active.

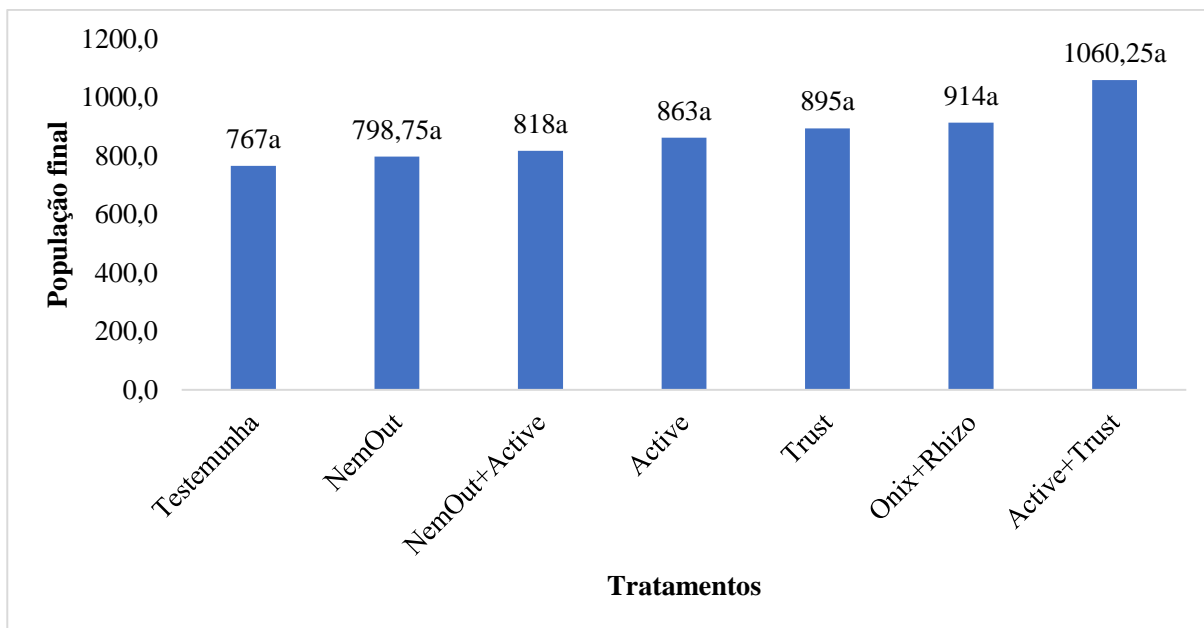


Figura 5. Teste Tukey com probabilidade 5% da População final média para *Helicotylenchus dihysera*. Obtido através dos valores totais de indivíduos da terceira coleta de solo.

Da mesma forma que para *H. dihysera*, para o *P. brachyurus* determinamos o FR1 (Figura 6), FR2 (Figura 7) e população final mas os efeitos não foram significativos. Neste caso, surpreendentemente, a testemunha foi aquela que garantiu FR inferior a 1 e este também foi obtido pelo tratamento de Active+ Trust.

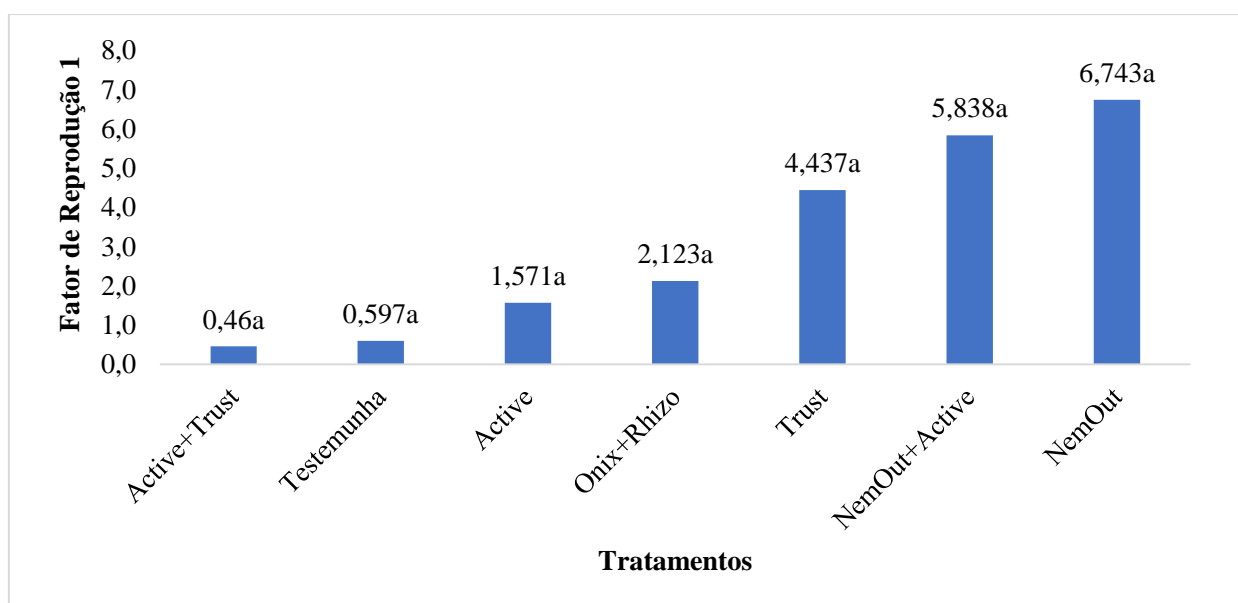


Figura 6. Tabela de médias do teste Tukey com probabilidade 5% do FR1 para *Pratylenchus brachyurus*. Obtido através de uma divisão, da soma de indivíduos da segunda coleta de solo e raiz pela quantidade de indivíduos da primeira coleta de solo.

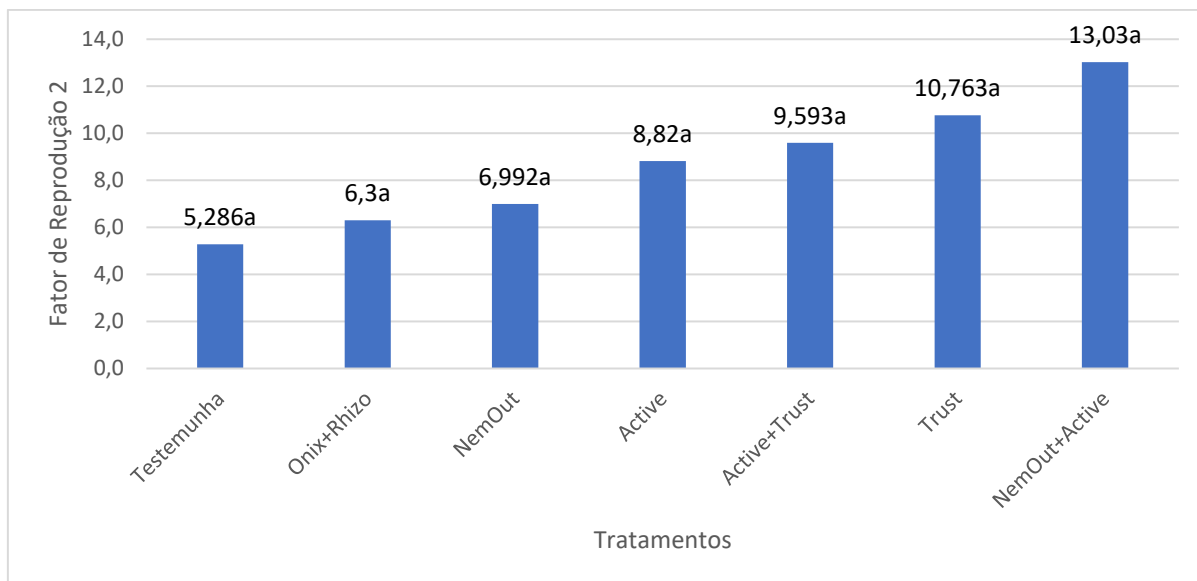


Figura 7. Tabela de médias do teste Tukey com probabilidade 5% do FR2 para *Pratylenchus brachyurus*. Obtido através de uma divisão, da soma das amostras de raiz e solo da terceira amostragem pelo valor da primeira amostragem.

O fator de reprodução 2 para *P. brachyurus* também não foi significativo e, mais uma vez, o menor FR foi observado para a testemunha, mesmo assim ele foi superior a 1.

De forma semelhante, também não foi observado efeito significativo para a população final de *P. brachyurus* (Figura 8) e a testemunha foi aquela que apresentou a menor população.

A primeira vista, o resultado para menor fator de reprodução de *P. brachyurus* por parte da testemunha parece não fazer sentido, como também parece não fazer sentido não ter tido efeito significativo da interação híbrido x tratamentos ou isoladamente para híbrido mas se considerarmos o hábito alimentar de ambos os nematoides: *H. dihysera* como ectoparasita migrador e *P. brachyurus* como endoparasita migrador, ambos causam destruição dos sistema radicular e, aquele que estiver em maior população ou as condições de manejo tiverem favorecido sua população, acabarão prevalecendo. O fator híbrido foi escolhido com base no menor FR para *P. brachyurus*, mas não para *H. dihysera*, ou seja, *H. dihysera* estava em maior população e os tratamentos que proporcionaram melhor controle para este nematoide, garantiram maior desenvolvimento de raízes e produtividade de pelo menos duas sacas a mais que a testemunha, apesar da diferença significativa também não ter sido observada.

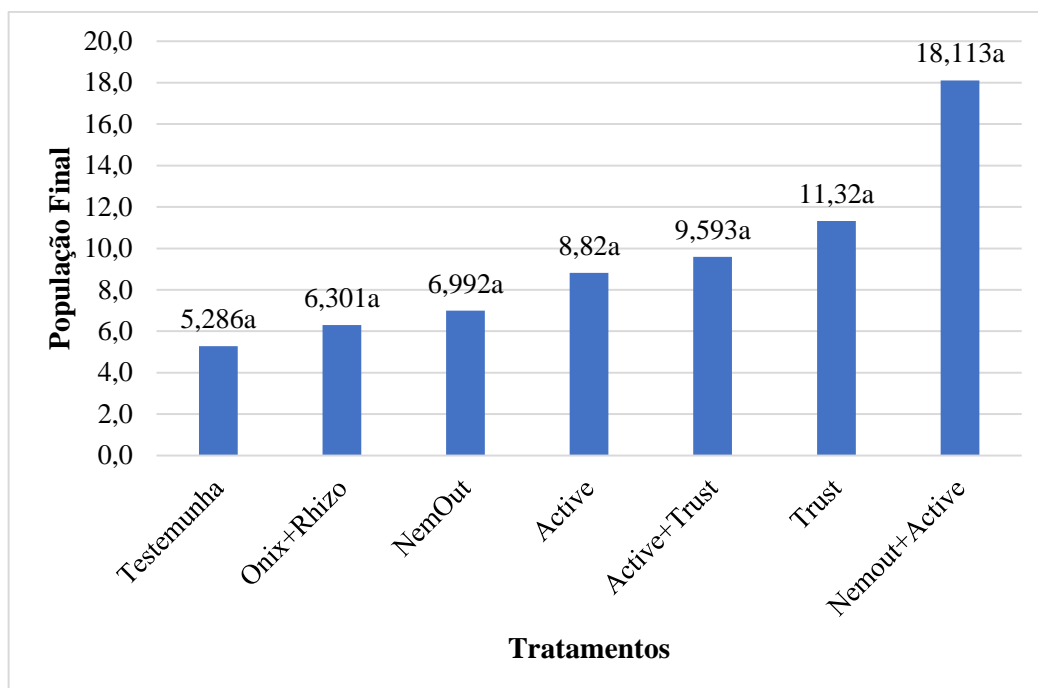


Figura 8. Tabela de médias do Teste Tukey com probabilidade 5% da População final média para *Pratylenchus brachyurus*. Obtido através dos valores totais de indivíduos da terceira coleta de solo e raiz somados.

Finalmente em relação a produtividade (Figura 9), os efeitos não foram significativos, mas todos os tratamentos proporcionaram aumento numérico de produtividade em relação à testemunha. Os tratamentos Onix+Rizos foi aquele que proporcionou maior produtividade, seguido do Nemout+Active e Nemout, com respectivamente 64,6 sacas/ha, em segundo 62,8 sacas/ha e terceiro 61,7 sacas/há, enquanto a testemunha produziu 57 sacas (Figura 9).

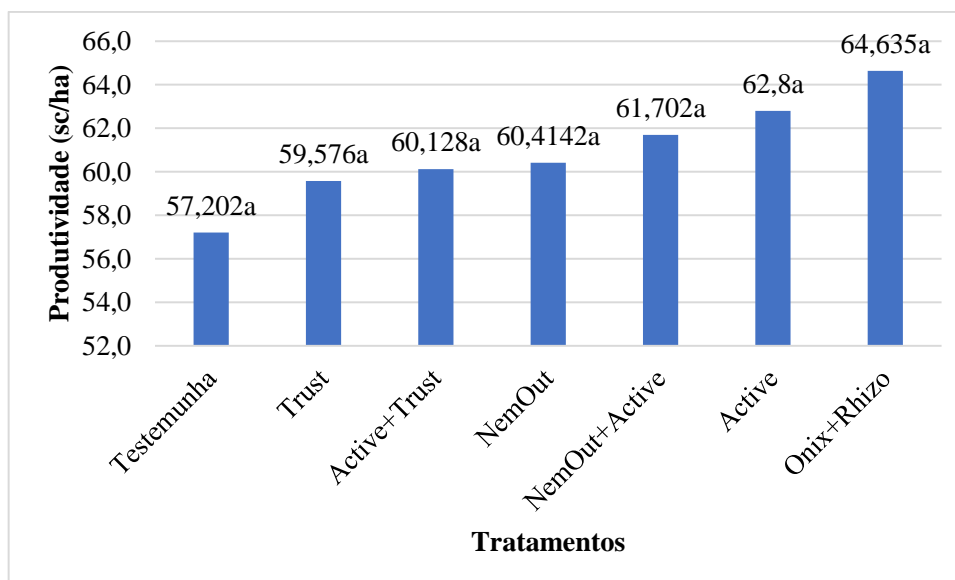


Figura 9. Tabela de médias do teste Tukey probabilidade de 5%, avaliando a influência dos tratamentos na produtividade de grãos de milho (sacas/hectare).

O efeito dos tratamentos sobre as dinâmicas de populações de *P. brachyurus* e *H. dihysera* independeu do híbrido considerado (DKB390 ou NS90), assim foi utilizado o valor das médias de produtividade

Apesar de nenhum dos tratamentos testados reduzir significativamente o fator de reprodução ou população final de *H. dihysera*, o Nemout e Trust isoladamente foram aqueles que proporcionaram FR inferior quando comparado a testemunha, quando consideradas as populações inicial e aos 45 dias após o plantio. No FR determinado baseado na população final, nenhum tratamento teve FR inferior à testemunha e todos foram superiores a 1.

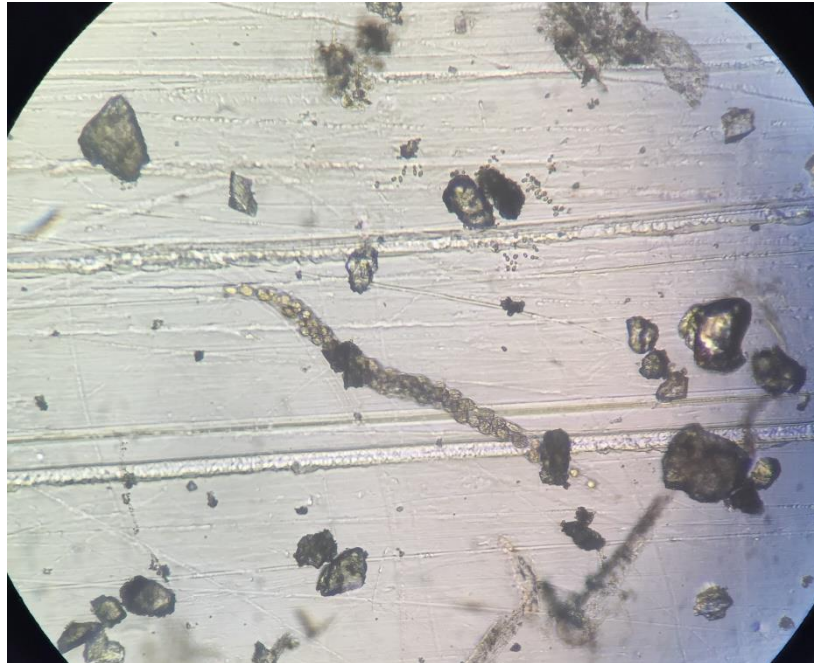
Para *P. brachyurus*, nenhum tratamento proporcionou FR inferior a 1 em nenhuma das amostragens, alguns até aumentaram esse FR mas a população final de todos os tratamentos foi baixa (inferior a 20 indivíduos por 100cm³ de solo)(KOENNING. 2007.)

Todos os tratamentos testados aumentaram a produtividade de plantas mas o efeito não foi significativo e os padrões de resposta de produtividade foram muito semelhantes aos padrões observados para redução do FR de *H. dihysera*.

Foi observado também a presença de rotíferos nas amostras de solo. Na primeira coleta estes organismos não estavam presentes nas amostras, porém na segunda obteve um aumento no qual nas terceiras amostragens foram observados constantemente em todas as amostras.

Na quantificação da terceira amostragem, também foi observado em grande maioria das amostras de raiz, o *P. brachyurus* sendo atacado pelo fungo endoparasita *Catenaria sp.* (Figura 10) e em todas as amostras presentes todos os nematoides estavam mortos, acarretando suas

respectivas amostras com valores iguais a zero. O qual não sabemos o seu meio de entrada, se foi por alguma contaminação laboratorial, ou se realmente estavam nos solos ou raízes amostradas.



Fonte: Autor (2019)

Figura 10. Fotomicrografia do corpo da fêmea de *Pratylenchus brachyurus* completamente parasitada por *Catenaria* sp. Fungo de ocorrência natural na área onde foram conduzidos os ensaios e encontrada em algumas amostras onde se fez uso dos diferentes tratamentos.

Recomenda-se em experimentos futuros, avaliar a contribuição isolada dos melhores tratamentos determinados nestes experimentos, em populações de cada uma das espécies dos nematoides parasitos encontrados para se trabalhar a expectativa do quanto se pode ter de controle do verme e, conseqüentemente de aumento de produtividade de plantas pela redução das perdas. Em infecções mistas, conforme a observada, apesar de inicialmente se ter alta população de *P. brachyurus*, o manejo com Nemout que havia sido feito na safra de soja parece ter contribuído para redução da população do verme quando se plantou o milho neste experimento.

4. CONCLUSÕES

O fator de reprodução 1 e 2 não tiveram diferença estatística para nenhum dos nematoides encontrados, sob aplicação dos tratamentos testados;

A população final não obteve diferença estatística para nenhum dos nematoides encontrados sob aplicação dos tratamentos testados;

Os produtos testados teoricamente aumentaram a microbiota do solo, porém também proporcionou um aumento nas populações de nematoides na área.

Embora os tratamentos não tenham apresentado diferença significativa de média, houve um aumento da produção de grãos em 12,9%, com um aumento de 7,4 sacas quando comparada a maior produtividade a testemunha.

5. REFERÊNCIAS

AKHTAR, M.S. 1997. Current options in integrated management of plant-parasitic nematodes. *Integrated Pest Management Review*, 2: 187-197, <<http://dx.doi.org/10.1023/A:1018409303298>>

ALVES, T. C. U. Reação de cultivares de soja aos nematóides das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus*. 2008. 36 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

BARKER, K.R. & KOENNING, S.R. 1998. Developing sustainable systems for nematode management. *Annual Review Phytopathology*, 36: 165-205, <<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.phyto.36.1.165>>

BONGERS, T.; FERRIS, H. Nematode community structure as bioindicator in environmental monitoring. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 14, p. 224-228, 1999.

CARVALHO, Sílvio Luís de. Levantamento e Controle Biológico de *Pratylenchus brachyurus* na cultura do milho doce. / Sílvio Luís de Carvalho. -Morrinhos, GO: IF Goiano, 2018. 80f. : il. , 2018.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim da safra de grãos. Disponível em: <<https://www.Conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Série histórica das safras. Disponível em: <<https://www.Conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>>.

COOLEN, W. A., D'HERDE, C. J. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. State Agriculture Research Center – GHENT, Belgium. 1972. p.77.

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent: State Nematology and Entomology Research Station, 1972. 77 p.

COSTA, R. V. da; CASELA, C. R.; COTA, L. V. Doenças. In: CRUZ, J. C. (Ed.). Cultivo do milho. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 1).

DUARTE, A. P.; KAPPES, C. Evolução dos sistemas de cultivo de milho no Brasil. *Informações Agrônomicas*, n. 152, p. 15-18, 2015.

EISENBACK, J. D. Morphology and systematics. In: BARTELS, J. M. (Ed.) Plant and nematode interactions. Madison: ASA/CSSA/SSSA, p. 37-63, 1998.

FERRAZ, L. C. C. B. O nematóide *Pratylenchus brachyurus* e a soja sob plantio direto. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, n. 96, p. 23-32, 2006.

FERRAZ, L. C. C. B.; MONTEIRO, A. R. Nematóides. In: BERGAMIN FILHO, A.; IMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). *Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos*. São Paulo, SP: Ceres, 1995. p. 168-201: v1.

FERRAZ, L.C.C.B.; BROWN, D.J.F. *Nematologia de plantas: fundamentos e importância*. Manaus: Norma Editora, 2016. 251p.

FERRAZ, S. & SANTOS, M.A. Controle biológico de fitonematóides pelo uso de fungos. *Revisão Anual de Proteção de Plantas*, v.3, p.283-314, 1995.

FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.A.; DIAS-ARIEIRA, C.R.; *Manejo sustentável de Fitonematoides*. Viçosa, MG, Ed. UFV, 2010. 306 p

GONZAGA, V. Caracterização morfológica, morfométrica e multiplicação in vitro das seis espécies mais comuns de *Pratylenchus* Filipjev, 1936 que ocorrem no Brasil. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006

GOULART, A.M.C. Aspectos gerais sobre nematoides das lesões radiculares (gênero *Pratylenchus*). Embrapa Cerrados. Planaltina, DF. 30 p. Documentos Embrapa Cerrados. 2008.

GUIMARÃES, P. S. Desempenho de híbridos simples de milho (*Zea mays* L.) e correlação entre heterose e divergência genética entre as linhagens parentais. 2007. 111 p. Dissertação (Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia) – Instituto Agronômico, Campinas, 2007.

HALLAUER, A. R. Compendium of recurrent selection methods and their application. *Critical Reviews in Plant Sciences*, Boca Raton, v. 3, n. 1, p. 1–33, 1985.

HUGOT, J. P.; BAUJARD, D.; MORAND, S. Biofiversity in helminthes and nematodes as a field study an overview. *Nematology*, v. 3, p. 199-208, 2001.

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

KERRY, B.R. 2000. Rhizosphere interactions and exploitation of microbial agents for the biological control of plant-parasitic nematodes. *Annual Review Phytopathology*, 38: 423-441, <<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.phyto.38.1.423>>

LOOF, P. A. A. Taxonomic studies on the genus *Pratylenchus*. *Tijdschrift voor Plantenziekten*, Wageningen, v. 66, p. 29-60, 1960.

LOOF, P. A. A. Taxonomic studies on the genus *Pratylenchus*. *Tijdschrift voor Plantenziekten*, Wageningen, v. 66, p. 29-60, 1960.

LOOF, P. A. A. The family Pratylenchidae Thorne, 1949. In: NICKLE, W. R. (ed.). Manual of agricultural nematology. New York: Marcel Dekker, Inc., 1991. p. 363-421.

LOOF, P. A. A. The family Pratylenchidae Thorne, 1949. In: NICKLE, W. R. (ed.). Manual of agricultural nematology. New York: Marcel Dekker, Inc., 1991. p. 363-421.

LOOF, P. A. A. The genus Pratylenchus Filipjev, 1936 (Nematoda: Pratylenchidae): a review of its anatomy, morphology, distribution, systematics and identification. Vaxtskyddsrapporter, Jordbruk, v. 5, n. 1, p. 1-50, 1978.

LOOF, P. A. A. The genus Pratylenchus Filipjev, 1936 (Nematoda: Pratylenchidae): a review of its anatomy, morphology, distribution, systematics and identification. Vaxtskyddsrapporter, Jordbruk, v. 5, n. 1, p. 1-50, 1978.

LOPES, E.A.; FERRAZ, S. Importância dos fitonematoides na agricultura. In: OLIVEIRA, C.M.G.; SANTOS, M.A.; CASTRO, L.H.S. (eds). Diagnose de fitonematoides. Ed. Millenium, Campinas, SP. p. 1-13. 2016.

LOPES, E.A.; FERRAZ, S. Importância dos fitonematoides na agricultura. In: OLIVEIRA, C.M.G.; SANTOS, M.A.; CASTRO, L.H.S. (eds). Diagnose de fitonematoides. Ed. Millenium, Campinas, SP. p. 1-13. 2016

LORDELLO, L. G. E. Nematóides das plantas cultivadas. 8 ed. São Paulo: Nobel, 1984. p.314. TIHOHOD, D. Nematologia Agrícola Aplicada. Jaboticabal: FUNEP, 1993. p.372.

LORDELLO, L. G. E. Nematóides das plantas cultivadas. São Paulo: Nobel, 1981. 314p.

LORDELLO, L.G.E. Nematóides das plantas cultivadas. 6. ed. Editora Nobel: São Paulo, 1988, 314p.

LORDELLO, L.G.E. Nematóides das plantas cultivadas. São Paulo: Nobel, 1973.

LORDELLO, L.G.E. Nematóides das plantas cultivadas. São Paulo: Nobel, 1985.

MAGGENTI, A. General nematology. New York, NY: Springer Verlag, 1981. 372p.

MEYER, S.L.F. 2003. United States Department of Agriculture - Agricultural Research Service research programs on microbes for management of plant-parasitic nematodes. Pest Management Science, 59: 665-670, <http://dx.doi.org/10.1002/ps.708>

MIRANDA, R. A. de. Uma história de sucesso da civilização. A Granja, v. 74, n. 829, p. 24-27, jan. 2018.

PAES, M. C. D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 2006. 14 p. (Circular Técnica, 75).

PATERNIANI, E. (Ed.). Melhoramento e produção do milho no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1980. 650 p.

ROMAN, J.; HIRSCHMANN, H. Morphology and morphometrics of six species of *Pratylenchus*. *Journal of Nematology*, Lawrence, v. 1, n. 4, p. 363-386, 1969.

TIHOHOD, D. *Nematologia Agrícola Aplicada*. Jaboticabal: FUNEP, 1993. p.372.