



TIAGO THEODORO BIJSTERVELD

**AVALIAÇÃO DE NEMATICIDAS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS NO
TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA VISANDO O MANEJO
DE *Pratylenchus brachyurus***

LAVRAS-MG

2019

TIAGO THEODORO BIJSTERVELD

**AVALIAÇÃO DE NEMATICIDAS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS NO
TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA VISANDO O MANEJO DE
*Pratylenchus brachyurus***

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

Prof. Dr. Silvino Guimarães Moreira
Orientador

**Lavras-MG
2019**

TIAGO THEODORO BIJSTERVELD

**AVALIAÇÃO DE NEMATICIDAS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS NO
TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA VISANDO O MANEJO DE
*Pratylenchus brachyurus***

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

APROVADA em 04 de junho de 2019

Dr. Silvino Guimarães Moreira – DAG/UFLA

Dr. Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros – DFP/UFLA

Me. Flávio Araújo de Moraes – DAG/UFLA

Prof. Dr. Silvino Guimarães Moreira
Orientador

**Lavras-MG
2019**

*À Deus,
aos meus pais, Jan e Egbertje, meus irmãos Pieter, Marcos, Mathias e
Daniel, à minha irmã Monique, aos meus professores, amigos e todos que
me ajudaram nessa caminhada e contribuíram para a minha formação
pessoal e profissional
Dedico*

*“Alguns confiam em carros e outros em cavalos, mas nós confiamos no
nome do Senhor, o nosso Deus. Eles vacilam e caem, mas nós nos
erguemos e estamos firmes.”
Salmos 20:7-8*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por ter cuidado de mim, me sustentado, me dado saúde e forças para percorrer todo este caminho. Sem a graça de Deus seria impossível dar um passo sequer.

Em seguida, aos meus pais, Jan e Egbertje, que me deram e continuam dando educação e sustento. Me apoiaram em todas as fases da minha vida, me corrigindo quando necessário. Ao meu irmão Pieter, que morou comigo em Lavras desde o início da minha graduação, e ao Marcos, que ingressou à UFLA em 2017. Tivemos momentos de muita alegria e aprendizado juntos. Também à minha irmã Monique, e aos meus irmãos caçulas, Mathias e Daniel.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de estudo. Vivi cinco anos inesquecíveis dentro da UFLA, e aproveitei o máximo dos conhecimentos de cada docente que me deu aula. Ao Departamento de Agricultura, aos três núcleos de estudos das quais fui integrante: Núcleo de Estudos em Sistema de Plantio Direto, Grupo de Estudos em Milho e Sorgo e ao Núcleo de Estudos em Soja e Feijão. Ao Departamento de Fitopatologia, em especial ao setor de Nematologia, no qual pude contribuir com pesquisas e trabalhos. Também ao Prof. Dr. Vicente Paulo Campos e à equipe do Laboratório de Nematologia, pelos ensinamentos e por terem concedido espaço no laboratório para as avaliações do trabalho desenvolvido. À EPAMIG pela concessão da bolsa. Ao meu orientador, o Prof. Dr. Silvino Guimarães Moreira, pelo auxílio, orientação, e pelas brilhantes aulas e palestras ministradas, que contribuíram muito para a minha formação.

À todos os amigos que fiz durante este percurso na UFLA. Todos contribuíram de alguma forma para que eu me tornasse a pessoa que sou hoje. Ao Taynan e Vítor que me auxiliaram na colheita da soja durante a condução do experimento.

À minha namorada Emanuely, por estar sendo uma companheira e auxiliadora nesta minha caminhada. Por estar sempre do meu lado, me ajudando nas minhas decisões.

E por fim, ao Rehagro, empresa que me concedeu a oportunidade de realizar o estágio, e onde tenho aprendido muito sobre manejo das culturas, e onde tive a oportunidade de fazer muitas amizades.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar diferentes nematicidas químicos e biológicos utilizados no tratamento de sementes da soja para o manejo do *Pratylenchus brachyurus*. O experimento foi realizado em condições de campo na Fazenda Catingueiro em Unaí, MG. Empregou-se o delineamento em blocos casualizados, com nove tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constaram de seis produtos biológicos, dois produtos químicos e uma área controle. Os produtos biológicos usados foram *Purpureocillium lilacinum* (Nemat®); *Bacillus subtilis* isolado SF 202 A + *Bacillus methylotrophicus* isolado SF 267 (Rizos® e Onix®, respectivamente); *Pochonia chlamydosporia* (Rizotec®); *Bacillus subtilis*, Estirpe BV-09 (Biobaci®); *Pochonia chlamydosporia* BV-07 (ainda não lançado no mercado); *Bacillus subtilis* + *Pochonia chlamydosporia* BV-07 (Biobaci® + produto ainda não lançado no mercado). Os produtos químicos usados foram abamectina (Avicta®); imidacloprido + tiodicarbe (Cropstar®). Antes da semeadura da soja foram coletadas amostras de solo para quantificação da população inicial de *P. brachyurus* em cada parcela. Aos 30 dias, 67 dias e aos 110 dias após a semeadura foram coletadas amostras em cada parcela, contendo 200 cm³ de solo e raízes de soja, para quantificação das populações de *P. brachyurus*. Aos 110 dias, na colheita dos grãos da soja (estádio R8), também foram avaliadas a altura e população de plantas, bem como a produtividade dos grãos da soja. Os tratamentos não influenciaram as variáveis altura e população de plantas e produtividade dos grãos. Nas quatro avaliações de população de *P. brachyurus* foi constatado que, estatisticamente, as populações foram iguais em todas as parcelas nos respectivos tempos.

Palavras-chave: *Glycine max*, nematoide-das-lesões-radiculares, população.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores referenciais utilizados como limite para a densidade populacional de diferentes espécies de nematoides patogênicos à soja, com o fim de auxiliar na tomada de decisão do manejo.....	12
Tabela 2. Atributos químicos da camada de 0 a 20 cm do Latossolo Vermelho, antes da instalação do experimento. Unai, 2017.....	17
Tabela 3. Tabela de médias para a populações de <i>Pratylenchus brachyurus</i> no solo na semeadura, aos 30 dias, aos 67 dias e na colheita dos grãos (espécimes por 200 cm ³).....	20
Tabela 4. Tabela de médias para as variáveis altura de plantas (cm), população de plantas (plantas por ha) e produtividade de grãos (sacas por ha).....	21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Precipitação média para a região de Unai – MG, de 06 de novembro de 2017 a 22 de fevereiro de 2018.....	16
---	----

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	10
2- REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1- Principais fitonematoides da soja no Brasil	11
2.2- Características gerais do <i>Pratylenchus brachyurus</i>	12
2.3- Técnicas de manejo do <i>Pratylenchus brachyurus</i>	14
3- MATERIAIS E MÉTODOS	16
3.1- Local de condução do experimento, delineamento e tratamentos.....	16
3.2- Condução do experimento.....	18
4- RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
4.1- Populações iniciais e finais de <i>Pratylenchus brachyurus</i>	20
4.2- População de plantas, altura de plantas e produtividade de grãos de soja	21
5- CONCLUSÕES.....	23
6- REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	24
7- APÊNDICES.....	27

1- INTRODUÇÃO

A soja é a principal cultura no cenário do agronegócio brasileiro, sendo o Brasil o segundo maior produtor e o maior exportador de soja do mundo (USDA, 2018). Estima-se que o país produziu 118 milhões de toneladas com uma área plantada de 35,1 milhões de ha, com produtividade média de 3.359 kg ha⁻¹, na safra 2017/2018 (CONAB, 2018).

Mesmo utilizando cultivares com elevado potencial produtivo, a produtividade média de algumas regiões ainda é baixa. Isso normalmente ocorre por falhas no manejo de plantas daninhas, de pragas, da fertilidade do solo e de doenças. Dentro do manejo de doenças, um dos fatores limitantes à produtividade em muitas áreas é a presença de altas populações de fitonematoides no solo (SBN, 2015).

Os fitonematoides são microrganismos filiformes que, em sua maioria, se alimentam do sistema radicular das plantas (FERRAZ; BROWN, 2016). Estima-se que estes causam um prejuízo de aproximadamente R\$ 35 bilhões por ano na agricultura brasileira, sendo que apenas na soja o valor chega a R\$ 16,2 bilhões (SBN, 2015).

Classificada como fitonematoide de arroz, a espécie *Aphelenchoides besseyi* foi identificada causando prejuízos na parte aérea da soja, causando a Soja Louca II (FAVORETO et al., 2015). As principais espécies de fitonematoides do sistema radicular da soja têm sido os nematoides de galhas (*Meloidogyne spp.*), o nematoide de cisto (*Heterodera glycines*), o nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) e o nematoide-das-lesões-radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) (DIAS et al., 2010).

Para que uma área com alta infestação de fitonematoides seja novamente produtiva devem ser utilizadas práticas de manejo, a fim de diminuir a população no solo ou para proteção radicular. Podem ser citadas a rotação de culturas, uso de cultivares resistentes, uso de tratamento de sementes, dentre outros (FERRAZ & BROWN, 2016). Uma espécie que está se disseminando a cada ano é o *P. brachyurus*, pois possui um ampla gama de hospedeiros e o seu manejo é difícil (GOULART, 2008).

Para o manejo dos fitonematoides são lançados a cada ano produtos químicos e biológicos, sendo a maioria desses produtos recomendados via tratamento de sementes. No entanto, faltam estudos sobre a eficiência desses produtos em condições de campo. Diante disso, objetivou-se com esse trabalho comparar a eficiência de nematicidas químicos e biológicos aplicados no tratamento de sementes de soja, em uma área infestada por *P. brachyurus* no município de Unaí, MG.

2- REFERENCIAL TEÓRICO

2.1- Principais fitonematoides da soja no Brasil

As primeiras espécies de fitonematoides a causarem prejuízos na soja no Brasil foram os nematoides de galhas (*Meloidogyne javanica* e *M. incognita*). A partir da safra 1991/92, o nematoide de cito (*Heterodera glycines*) também entrou nessa lista. Por sua vez, relatos sobre os danos causados pelo nematoide-das-lesões-radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) e nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) ocorreram na safra 2002/03. Existem outras espécies de fitonematoides bastante frequentes nas áreas de soja no Brasil, mas os danos causados por estes nem se comparam aos citados anteriormente (SILVA; INOMOTO, 2016). Recentemente, outra espécie de fitonematoide foi identificada na cultura da soja, o *Aphelenchoides besseyi*, classificado como nematoide do arroz, causando a Soja Louca II (FAVORETO et al., 2015).

Geralmente as áreas problemáticas e com maiores perdas em produtividade são aquelas que tiveram vários anos de safras agrícolas empregando-se monocultura da soja ou somente soja e milho em sucessão. No Mato Grosso, estado que produz cerca de 30% da soja no Brasil, é difícil encontrar uma área que não esteja infestada por fitonematoides. Com a curta janela de plantio, as máquinas agrícolas se deslocam de um talhão para outro levando solo, que pode estar contaminado por fitonematoides. Grande parte da disseminação de fitonematoides para áreas agrícolas não infestadas é ocasionado pelo próprio homem (SILVA; INOMOTO, 2016).

Antes de definir as técnicas de manejo de uma área é importante se atentar com algumas medidas. Primeiramente, um laboratório especializado em nematologia deve fornecer informações para coleta e acondicionamento adequado das amostras de solo. Após o envio das amostras ao laboratório, profissionais devem identificar e quantificar (nematoides cm^{-3}) as espécies de fitonematoides presentes nas mesmas. A tomada de decisão deve ser baseada nos seguintes itens: identificação da(s) espécie(s); reconhecimento dos sintomas apresentados pelas plantas e o acompanhamento de suas evoluções; e a determinação das densidades populacionais. Não existe uma regra sobre as densidades populacionais dos fitonematoides que apresentam riscos à produtividade da soja, mas é aconselhável utilizar alguns valores para referência, que podem ser encontrados na Tabela 1, para facilitar a escolha do(s) manejo(s) a ser utilizado (SILVA; INOMOTO, 2016).

Tabela 1- Valores referenciais utilizados como limite para a densidade populacional de diferentes espécies de nematoides patogênicos à soja, com o fim de auxiliar na tomada de decisão do manejo.

Espécie do nematoide	Baixo risco de perda	Médio risco de perda	Alto risco de perda
<i>Pratylenchus brachyurus</i>	<200 espécimes em 200 cm ³ de solo	200 a 800 espécimes em 200 cm ³ de solo	>800 espécimes em 200 cm ³ de solo
<i>Heterodera glycines</i>	Nenhum cisto viável em 200 cm ³ de solo arenoso; ou 0 a 3 cistos viáveis em 200 cm ³ em solos com mais de 35% de argila	1 a 2 cistos viáveis em 200 cm ³ de solo arenoso; ou 3 a 10 cistos viáveis em 200 cm ³ em solos com mais de 35% de argila	>2 cistos viáveis em 200 cm ³ de solo arenoso; ou 3 a 10 cistos viáveis em 200 cm ³ em solos com mais de 35% de argila
<i>Meloidogyne javanica e M. incognita</i>	<50 espécimes em 200 cm ³ de solo	50 a 200 espécimes em 200 cm ³ de solo	>200 espécimes em 200 cm ³ de solo
<i>Rotylenchulus reniformis</i>	<600 espécimes em 200 cm ³ de solo	600 a 1200 espécimes em 200 cm ³ de solo	>1200 espécimes em 200 cm ³ de solo

Fonte: (SILVA; INOMOTO, 2016).

O ideal é realizar o manejo quando a população dos fitonematoides ainda está classificada como baixo risco de perda de produtividade da cultura. Quando a população se encaixa como médio risco de perda, a tomada de decisão ao manejo deve ser seriamente avaliada. Quando os valores de alto risco são atingidos, devem ser tomadas atitudes mais drásticas de manejo (SILVA; INOMOTO, 2016).

2.2- Características gerais do *Pratylenchus brachyurus*

O gênero *Pratylenchus* é um dos mais importantes grupos de fitonematoides no mundo. No Brasil, onze das setenta espécies atuais já foram encontradas (MONTEIRO et al., 2003). O *P. brachyurus* é a espécie de fitonematoide mais frequentemente encontrada em lavouras de soja no Brasil (SILVA; INOMOTO, 2016).

Os nematoides-das-lesões-radiculares são endoparasitas migradores, que penetram nas raízes do hospedeiro para alimentação e reprodução e se movem livremente dentro do tecido. No interior das raízes passam a maior parte do ciclo da vida. São encontrados no solo em grande número quando o hospedeiro entra em senescência ou quando sofre algum estresse, seja biótico ou abiótico (STIRLING, 1991). As fêmeas podem colocar seus ovos no solo ou dentro das raízes. A fase juvenil 1 (J₁) ocorre ainda

dentro do ovo, e os juvenis eclodem já no estado J₂. Geralmente, já começam o parasitismo de raízes nessa fase. As outras fases juvenis (J₃ e J₄) e a fase adulta também são infectivos. Os machos são muito raros, pois a reprodução ocorre em sua maioria por partenogênese mitótica (TIHOHOD, 1993). O ciclo de vida varia de 4 a 8 semanas, sendo muito dependente da temperatura ambiente. Em condições de temperatura variando de 30 a 35°C o ciclo se completa em apenas 28 dias (SOUZA, 2009).

A penetração no tecido radicular do hospedeiro é facilitado principalmente por dois fatores: presença de um forte estilete e a liberação de substâncias enzimáticas nas paredes das células vegetais. Juvenis e adultos entram nas raízes penetrando entre ou através das células do córtex, quando se alimentam delas. A destruição das células gera uma desorganização no parênquima cortical (CASTILHO; VOVLAS, 2007).

Nos últimos anos, esta espécie vêm causando prejuízos grandes no Brasil, principalmente na região do cerrado, se destacando nas culturas da soja, milho, feijão, algodão e pastagens. Esta espécie já estava bem distribuída nas diversas regiões do Brasil, porém a sua importância têm aumentado. Este aumento pode estar relacionado com os seguintes fatores: ausência de rotação de culturas; rotação ou sucessão de culturas com espécies hospedeiras (como soja, feijão, algodão, milho, sorgo, diversas gramíneas, além de muitos genótipos de girassol e milheto); sistema de plantio direto e cultivo mínimo; cultivos mais frequentes em áreas com solos arenosos ou de textura média; compactação do solo; uso de irrigação, que possibilita até três safras anuais; desbalanço nutricional; ocorrência conjunta com outros fitonematoides e outros patógenos, como *Fusarium oxysporum* e *Rhizoctonia solani* (GOULART, 2008). Existem relatos de queda de produtividade de até 50% causados pelo nematoide-das-lesões-radiculares (FRANCHINI et al., 2014).

Em raízes pouco atacadas, os sintomas aparentes são tecidos radiculares escurecidos e necrosados, devido à injeção de enzimas digestivas nas células do parênquima, se diferenciando facilmente de tecidos saudáveis, que são claros. A movimentação dos fitonematoides desorganiza e destrói as células radiculares. Se no momento da germinação da cultura a população de fitonematoides estiver alta, muitas radículas podem ser destruídas, e até raízes secundárias e a principal pode desaparecer. Na cultura da soja, as reboleiras são bastante visíveis em campo a partir da fase reprodutiva (SILVA; INOMOTO, 2016). Como sintoma da parte aérea da soja, observou-se que as plantas parasitadas apresentam um porte menor, mas podem continuar verdes (DIAS et al., 2010).

2.3- Técnicas de manejo do *Pratylenchus brachyurus*

Estudos ainda estão sendo realizados em busca de técnicas mais eficientes de manejo do *P. brachyurus*. Atualmente, diferentes espécies vegetais podem ser utilizados na rotação e sucessão de culturas. A escolha das estratégias de manejo depende inicialmente do seu nível populacional no solo. O melhoramento genético busca cultivares resistentes, o que é difícil, pois indivíduos desta espécie são polívoros, primitivos, endoparasitas e migradores. Até então não existem cultivares de soja resistentes à esta espécie (SILVA et al., 2018).

Rotação e sucessão de culturas com as plantas de cobertura *Crotalaria spectabilis*, *C. ochroleuca* e *C. breviflora* é a técnica de manejo mais efetiva atualmente. Trabalhos experimentais mostram que os juvenis e adultos de *P. brachyurus* não conseguem se alimentar das raízes destas espécies, e por isso não completam o ciclo de vida e acabam morrendo. Em áreas com médio risco de perda (consultar Tabela 1), o plantio de uma espécie de *Crotalaria* após a colheita da soja seria uma opção de manejo interessante para reduzir a densidade populacional do fitonematoide no solo (SILVA & INOMOTO, 2016).

Atualmente se considera o fator de reprodução (FR) de uma cultivar ou híbrido para definir se é resistente ou suscetível ao fitonematoide. Para definir o fator de reprodução se utiliza: $FR = \text{população final} / \text{população inicial}^{-1}$. Se uma cultivar ou híbrido apresentar fator de reprodução abaixo de 1 é considerado resistente, e acima, suscetível (OOSTEBBRINK, 1966). Esta classificação é questionável, pois se uma cultivar de soja apresentasse $FR = 0,98$, por exemplo, seria considerado resistente, enquanto outra que apresentasse $1,02$, suscetível.

Além das espécies de *Crotalaria* citadas, existem outras espécies vegetais que apresentaram resultados interessantes na diminuição da população de *P. brachyurus* no solo. São o caso de milheto ADR 300 e da *Urochloa ruziziensis*. A cultivar de milheto ADR 300 apresentou $FR = 0,9$ (SILVA et al., 2018). Já as raízes da *U. ruziziensis* não multiplicam nematoide das galhas, do cisto e reniforme. Porém, no caso do nematoide-das-lesões-radiculares, ocorre a multiplicação. Por outro lado, em solos de textura arenosa e infestadas pelo fitonematoide, o efeito da *U. ruziziensis* sobre o cultivo de soja subsequente estão sendo benéficas, e em alguns casos foram melhores que o milheto. Entretanto, em alguns casos a população do *P. brachyurus* aumentou em quatro vezes quando se utilizou esta espécie de gramínea. Recomenda-se que no momento da

semeadura da *U. ruziziensis* a densidade populacional máxima permitida seja de 50 espécimes em 200 cm³ de solo (SILVA & INOMOTO, 2016).

Outro método importante no manejo é o uso de nematicidas no tratamento de sementes. É uma ação fundamental na manutenção da sanidade das plantas no início do ciclo, o que implica diretamente em um bom estabelecimento inicial, raízes mais vigorosas e conseqüentemente uma maior tolerância contra ataques do fitonematoide. Estes pontos importantes podem gerar um aumento na produtividade de grãos (ARAUJO, 2014). Porém, o tratamento de sementes não deve ser a única ferramenta de manejo adotado, pois protege o sistema radicular apenas no estabelecimento inicial. Deve sempre estar associado com outras técnicas (SILVA; INOMOTO, 2016).

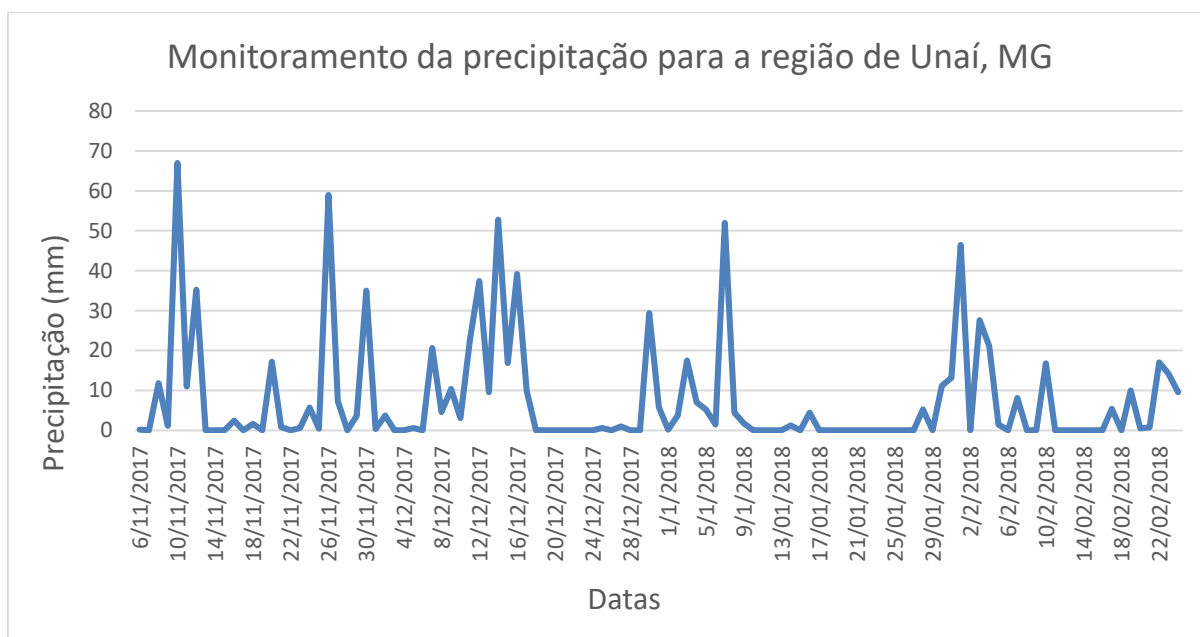
Podem ser utilizados nematicidas químicos ou biológicos no tratamento de sementes da soja. No caso dos químicos, os ingredientes ativos utilizados para *P. brachyurus* tem sido abamectina e tiodicarbe. Entre os biológicos destacam-se as bactérias dos gêneros *Pasteuria* e *Bacillus* e o fungo *Purpureocillium lilacinum* (ARAUJO, 2014). Outros gêneros de fungos muito empregados são *Pochonia* (ABREU et al., 2017) e *Trichoderma*, como *T. harzianum* e *T. asperellum* (SILVA; INOMOTO, 2016). Ainda faltam estudos para averiguar a eficiência destes nematicidas nas diversas condições brasileiras. Vale ressaltar que os produtos biológicos, em condições ideais de temperatura e umidade de solo, tendem apresentar um período residual maior que os químicos (ARAUJO, 2014).

3- MATERIAIS E MÉTODOS

3.1- Local de condução do experimento, delineamento e tratamentos

O experimento foi realizado em campo, na Fazenda Catingueiro, no município de Unaí-MG, durante a primeira safra de 2017/2018. O local do experimento na propriedade situa-se a uma altitude de 1009 metros. A temperatura média anual é de 20,3 °C, sendo a temperatura máxima 30,9 °C e a mínima de 15,4 °C. A chuva não é bem distribuída ao longo do ano: no verão a pluviosidade é alta, e no inverno, baixa. A precipitação anual média é de 1285,4 mm, e a média da umidade relativa do ar é de 53% (INMET, 2018). A precipitação média durante a condução do experimento é apresentada na Figura 1.

Figura 1- Precipitação média para a região de Unaí, MG, de 06 de novembro de 2017 a 22 de fevereiro de 2018.



Fonte: Dados do INMET (2018)

A área em que o experimento foi montado apresenta um histórico de cultivo de 15 anos sob sistema de plantio direto, tendo como culturas principais a soja e o feijão na safra primavera/verão e milho e sorgo na segunda safra. O solo da área é um Latossolo Vermelho, argiloso, cujas propriedades químicas são apresentadas na Tabela 2:

Tabela 2- Atributos químicos da camada de 0 a 20 cm do Latossolo Vermelho, antes da instalação do experimento. Unai, 2017.

pH	P ¹	K	S	Ca	Mg	T	V	M.O.
H ₂ O	mg dm ⁻³			cmolc dm ⁻³		%		
6,2	33,7	112,8	6,2	3,9	1,8	8,6	65,1	2,5

P¹ Mehlich

Fonte: Do autor

O experimento foi instalado em delineamento com blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de seis produtos biológicos e dois produtos químicos, além de uma parcela controle, sem tratamento. Foram realizadas avaliações da população de *P. brachyurus* no momento da semeadura da soja, aos 30 e 67 dias após a semeadura, e outra no momento da colheita, aos 110 dias.

Os produtos biológicos usados foram:

- a) *Purpureocillium lilacinum* 300 g kg⁻¹ (Nemat®), na dose de 1 g kg⁻¹ de semente;
- b) *Bacillus subtilis* isolado SF 202 A 1.5 10⁹ UFC L⁻¹ + *Bacillus methylotrophicus* isolado SF 267 1.5 10⁹ UFC L⁻¹ (Rizos® e Onix®, respectivamente), nas doses respectivas de 2 mL kg⁻¹ de semente e 1 mL kg⁻¹ de semente;
- c) *Pochonia chlamydosporia* (Rizotec® 280 g kg⁻¹), na dose de 250 g ha⁻¹;
- d) *Bacillus subtilis*, Estirpe BV-09 7 g L⁻¹ (Biobaci®), na dose de 2 mL kg⁻¹ de semente;
- e) *Pochonia chlamydosporia* BV-07 (produto ainda não comercial), na dose de 4 mL kg⁻¹ de semente;
- f) *Bacillus subtilis*, Estirpe BV-09 7 g L⁻¹ + *Pochonia chlamydosporia* BV-07 (Biobaci® + produto ainda não comercial), nas doses de 2 mL kg⁻¹ de semente e 4 mL kg⁻¹ de semente, respectivamente;

Os produtos químicos usados foram:

- g) abamectina 500 g L⁻¹ (Avicta®), na dose de 1,25 mL kg⁻¹ de semente;
- h) imidacloprido 150 g L⁻¹ + tiodicarbe 450 g L⁻¹ (Cropstar®), na dose de 24 mL kg⁻¹ de semente.

As respectivas empresas fabricantes dos produtos usados são: Ballagro (“a”), Lallemand (“b”), Stoller (“c”), Biovalens (“d”, “e” e “f”), Syngenta (“g”) e Bayer (“h”).

3.2- Condução do experimento

No dia 09 de outubro de 2017 ocorreu a dessecação da *Urochloa ruziziensis*, cultura antecessora à soja. Foi importante que essa dessecação tenha ocorrido com antecedência, para que as raízes senescessem e os fitonematoides migrassem para o solo, antes da semeadura da soja. No dia 06 de novembro foram retiradas amostras de solo de cada parcela útil. Foram colhidas três amostras simples por parcela para formar uma amostra composta, contendo 200 cm³ de solo. Em seguida foi realizada a semeadura da soja. Foi utilizada a cultivar M 6210 IPRO, com 15 sementes por metro, utilizando espaçamento entre linhas de 60 cm. As sementes foram tratadas com os devidos nematicidas, momentos antes da semeadura. Cada parcela tinha cinco linhas de semeadura, com sete metros de comprimento, totalizando-se uma área de 16,8 m².

As amostras de solo foram levadas ao Laboratório de Nematologia da Universidade Federal de Lavras, onde ocorreu a extração dos fitonematoides presentes nas amostras, de acordo com a metodologia de Jenkins (1964), e os fitonematoides foram identificados e quantificados no microscópio. Assim, foram obtidas as populações iniciais de *P. brachyurus* de cada parcela útil do experimento.

Aos 30, 67 e 110 dias após a semeadura ocorreram avaliações das populações de *P. brachyurus* em 200 cm³ de solo em cada parcela e nas raízes da soja presentes neste volume de solo. Para extração dos fitonematoides presentes no solo foi adotado a metodologia de Jenkins (1964), e para extração nas raízes, a metodologia de Coolen e D'Herde (1972). A identificação e quantificação dos fitonematoides ocorreu usando o microscópio.

Durante a condução do experimento em campo, foram feitas duas aplicações de produtos químicos: uma de inseticida e uma de fungicida. Com o constante monitoramento constatou-se que não havia a necessidade de mais aplicações. O inseticida aplicado foi o Premio®, que possui ingrediente ativo clorantraniliprole e pertence ao grupo químico das antranilamidas. Este produto foi aplicado no dia 23 de dezembro de 2017, usando-se a dose de 150 mL ha⁻¹ do produto comercial, quando a população de lagartas atingiu o nível de controle. A aplicação do fungicida ocorreu no dia 09 de janeiro de 2018, quando a soja se encontrava no estágio fenológico R5 (aos 64 dias), utilizando-se o produto comercial Fox®, que possui os grupos químicos triazolintiona e estrobirulina. A dose utilizada foi de 400 mL ha⁻¹ de produto comercial.

Aos 110 dias após a semeadura da soja, no estágio R8, ocorreu a colheita dos grãos, bem como a avaliação da altura e população de plantas. Simultaneamente, foi

realizada a amostragem de solo e raízes para quantificação da população final de *P. brachyurus*.

Os dados obtidos nas avaliações no laboratório e as variáveis população e altura das plantas e produtividade dos grãos foram submetidos à análise de variância, com o auxílio do pacote ExpDes.pt do software R versão 3.5.1 [1], para verificar a diferença entre os tratamentos. Quando necessário as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância. Para testar a normalidade dos dados, utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk (ROYSTON, 1982), e para testar a homogeneidade das variâncias, utilizou-se o teste de Oneillmathews (2000).

4- RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1- Populações de *Pratylenchus brachyurus* aos 0 dias, 30 dias, 67 dias e 110 dias

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios das populações de *P. brachyurus* em 200 cm³ de solo somado com as populações presentes nas raízes encontradas nas amostras de solo, em 4 tempos diferentes: 0 dias (população inicial), 30 dias, 67 dias e 110 dias (população final). Ressalta-se que tanto as populações não foram afetadas pelos produtos utilizados no tratamento de sementes nos diferentes tempos.

Tabela 3- Tabela de médias para a populações de *Pratylenchus brachyurus* no solo na semeadura, aos 30 dias, aos 67 dias e na colheita dos grãos (espécimes por 200 cm³).

Tratamentos	Média da população inicial (0 dias)	Média da população aos 30 dias	Média da população aos 67 dias	Média da população final (110 dias)
TSB 1	447,8 a	404,1 a	164,6 a	662,8 a
TSB 2	475,0 a	427,2 a	267,3 a	607,6 a
TSB 3	318,2 a	700,2 a	166,1 a	475,1 a
TSB 4	558,5 a	420,1 a	202,3 a	485,8 a
TSB 5	433,7 a	166,9 a	205,6 a	646,2 a
TSB 6	160,2 a	505,7 a	225,6 a	449,4 a
TSQ 1	1085,7 a	312,7 a	114,6 a	460,7 a
TSQ 2	446,9 a	638,9 a	264,9 a	606,9 a
CONTROLE	706,5 a	668,8 a	273,3 a	558,2 a

TSB1: Nemat®; TSB2: Rizos® e Onix®; TSB3: Rizotec®; TSB4: Biobaci®; TSB5: *Pochonia chlamydosporia* BV 07; TSB6: Biobaci® + *Pochonia chlamydosporia* BV 07; TSQ1: Avicta®; TSQ2: Cropstar®.

As médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

SILVA e INOMOTO (2016) descreveram que para o manejo de fitonematoides o tratamento de sementes deve sempre estar relacionado com outras técnicas de manejo. Neste trabalho evidenciou-se que quando a população de fitonematoides está alta em uma área, apenas o tratamento de sementes com nematicidas (sejam eles químicos ou

biológicos) não é o suficiente para reduzir a população no solo, apesar de proteger as raízes da soja no início do ciclo da cultura.

4.2- População de plantas, altura de plantas e produtividade de grãos de soja

Na Tabela 4 são apresentadas os dados referentes ao efeito dos diferentes tratamentos de semente na altura final de plantas, população de plantas e produtividade de grãos.

Tabela 4- Tabela de médias para as variáveis altura de plantas (cm), população de plantas (plantas por ha) e produtividade de grãos (sacas por ha).

Tratamentos	Altura de plantas	População de plantas	Produtividade de grãos
TSB 1	61,8 a	250.694 a	67,3 a
TSB 2	63,9 a	256.481 a	73,5 a
TSB 3	63,7 a	239.120 a	72,6 a
TSB 4	63,8 a	244.444 a	69,7 a
TSB 5	63,6 a	247.222 a	73,0 a
TSB 6	62,9 a	251.157 a	74,8 a
TSQ 1	68,7 a	203.009 a	74,0 a
TSQ 2	64,3 a	245.139 a	75,3 a
CONTROLE	63,0 a	235.648 a	68,9 a

TSB1: Nemat®; TSB2: Rizos® e Onix®; TSB3: Rizotec®; TSB4: Biobaci®; TSB5: *Pochonia chlamydosporia* BV 07; TSB6: Biobaci® + *Pochonia chlamydosporia* BV 07; TSQ1: Avicta®; TSQ2: Cropstar®.

As médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Observa-se que nenhum dos parâmetros foram afetados pelos tratamentos, diferentemente daquilo que é relatado por algum autores. Pois ARAUJO (2014) afirma que o tratamento de sementes não deve ser a única medida de controle, mas pode promover aumento de produtividade, por proporcionar mais vigor inicial das plantas.

ABREU et al. (2017) também realizaram um trabalho em campo para testar alguns nematicidas no tratamento de sementes de soja, visando o manejo de *Pratylenchus*

brachyurus. Os produtos e suas respectivas doses foram *Trichoderma asperellum* + *Bacillus subtilis* + *Bacillus methylotrophicus* (100 + 100 + 100 mL ou g/100 kg de sementes); *Paecilomyces lilacinus* + *Trichoderma harzianum* + Cu (11%) (50 + 30 + 200 mL ou g/ha); *Pochonia chlamydosporia* (250 g/ha); abamectina (100 mL/100 kg sementes); imidacloprido + tiodicarbe (700 mL/100 kg sementes); e a parcela controle. Eles também não constataram diferenças nas produtividades dos grãos de soja devido aos tratamentos. A altura e a população de plantas não foram avaliadas no trabalho em questão.

Também foi realizado um trabalho semelhante no leste do Maranhão, desenvolvido pelo NETO (2018). Foram utilizados três nematicidas biológicos (*Deladenus siricidicola*, *Bacillus methylotrophicus* e *Pochonia chlamydosporia*), nas doses de 6 mL kg⁻¹ de semente, além de uma parcela controle, com ausência de produtos. No estágio de enchimento de grãos (R5.2) foi realizada a coleta das amostras de raízes e solo das parcelas. Não foram constatadas diferenças estatísticas nas populações de *P. brachyurus* no solo, porém nas raízes, as populações foram inferiores nas áreas que os nematicidas foram utilizados, quando comparadas ao controle. As alturas médias das plantas também foram avaliadas. As plantas tratadas com o fungo *Pochonia chlamydosporia* obtiveram as maiores alturas, comparadas ao controle (sem tratamento). No entanto, as plantas tratadas com o fungo *Pochonia chlamydosporia* obtiveram altura semelhante aquelas tratadas com *Deladenus siricidicola* e *Bacillus methylotrophicus*.

5- CONCLUSÕES

Para as variáveis altura e população de plantas e produtividade de grãos, não houve diferença estatística entre os tratamentos.

No tempo 0 (semeadura da soja), aos 30 dias, aos 67 dias e aos 110 dias (colheita dos grãos), todas as parcelas apresentavam a mesma população de *P. brachyurus* no solo.

Diante dessas conclusões, se evidencia que nenhum nematicida teve eficiência no manejo de *P. brachyurus* no tratamento de sementes da soja.

6- REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ABREU, A.B.L.; AGNES, D.C.; FERREIRA, C.I.B.; CARLOS, T.S.B.; TEIXEIRA, A.V. TELES, N.L. **Eficiência do tratamento de sementes de soja no controle de *Pratylenchus brachyurus***. Disponível em: Anais da 34º Congresso Brasileiro de Nematologia. Vitória - ES, Brasil. Julho de 2017.

ARAÚJO, F. G. **Perigo tratado**. Revista Cultivar, p. 18-21, junho de 2014.

CASTILLO, P.; VOLVAS, N. ***Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae)** diagnosis, biology, pathogenicity and management. Leiden: Brill, 2007. 529 p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br> Acesso em: 15 de dezembro de 2018.

COOK, R.; EVANS, K. Resistance and tolerance. In: BROWN, R.H.; KERRY, B.R. (ed.). **Principles and practice of nematode control in crops**. New York: Academic Press, 1987.

COOLEN, W.A.; D'HERDE, C.J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent State Agriculture Research Centre, 1972.

DIAS, W.P.; GARCIA, A.; SILVA, J.F.V.; CARNEIRO, G.E.S. **Nematoides em soja: Identificação e Controle**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 8p. (Circular Técnica 76).

FAVORETO, L.; MEYER, M.C.; KLEPKER, K; CAMPOS, L.J.M. **Ocorrência de *Aphelenchoides* sp. em plantas de soja com sintomas de Soja Louca II**. Congresso Brasileiro de Nematologia, 32. Londrina. Nematologia – Problemas Emergentes e Perspectivas: anais. Campos dos Goytacazes: SBN, 2015. P. 81-82.

FERRAZ, L.C.C. B.; BROWN, D.J.F. **Nematologia de plantas: fundamentos e importância**. Manaus: Norma Editora, 2016. 267p.

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

GOULART, A.M.C. **Aspectos gerais sobre nematoides das lesões radiculares (gênero *Pratylenchus*)**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 30 p. (Documentos, 219).

HOLLANDER, M.; WOLFE, D.A. **Nonparametric Statistical Methods**. New York: John Wiley & Sons, 1973. p. 139-146.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal>. Acesso em 20 de janeiro de 2018.

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

MONTEIRO, A. R.; FERRAZ, L. C. C. B.; INOMOTO, M. M. **Apontamentos de nematologia de plantas**. Piracicaba: ESALQ; São Paulo: USP, 2003.

NETO, J. L. A. **Efeito do uso de nematicidas biológicos no controle de *Pratylenchus brachyurus* na cultura da soja no leste maranhense**. Universidade Federal do Maranhão, 2018. 28p.

O'NEILL, M. E.; MATHEWS, K. L. **A weighted least squares approach to levene test of homogeneity of variance**. Australian e New Zealand Journal Statistical, 42(1):81-100, 2000.

OOSTENBRINK, M. **Major characteristics of the relation between nematodes and plants**. Mededelingen Landbouwhogeschool, Wageningen, v. 66, p. 1-46, 1966.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs (Portuguese)**. 2018. R package version 1.2.0. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=ExpDes.pt>.

R Core Team (2018). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>

ROYSTON, P. **An extension of Shapiro and Wilk's W test for normality to large samples**. Applied Statistics, 31, 115–124. 1982.

SBN - Sociedade Brasileira de Nematologia. Disponível em: <http://nematologia.com.br>. Acesso em: 25 de janeiro de 2019.

SILVA, R.A.; INOMOTO, M.M. **Nematoides da soja e suas consequências ao sistema de cultivo**. Boletim de Pesquisa 2015/2016, Fundação MT. p. 176-195.

SILVA, R. A.; INOMOTO, M.M.; RIBEIRO, N. R.; ALMEIDA, A.A. **Nematoides nos sistemas de produção de Mato Grosso**. Boletim de Pesquisa 2017/2018, Fundação MT. p. 128-156.

SOUZA, R. A. **Quantificação de *Pratylenchus brachyurus* em genótipos de soja (*Glycine max* L.) Merrill, em Tupirama-TO**. Uberlândia, 2009. 62p.

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

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 372p.

USDA – United States Department of Agriculture. Disponível em: www.usda.gov Acesso em: 15 de dezembro de 2018.

7- APÊNDICES

Apêndice A. Análise de variância para a população inicial de *Pratylenchus brachyurus* no solo.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Valor-p
Tratamento	9	0,0072	0,0008	1,8902	0,0970
Bloco	3	0,0033	0,0011	2,6759	0,0671
Erro	27	0,0114	0,0004		
Total	39	0,0220			
CV = 12,5%					

*significativo a 5%

O experimento apresentou boa precisão, uma vez que coeficiente de variação (CV) foi de 12,5%. O valor-p foi de 0,0970 > 0,05, logo não existe diferença entre os tratamentos.

Os pressupostos da análise de variância foram realizados por meio do teste de Shapiro Wilk e Oneillmathews para normalidade e homogeneidade, respectivamente. Então, pode-se concluir que existe evidência que os resíduos são normais (valor-p: 0,1572815) e homogêneos (valor-p: 0,07752905), ao nível de significância de 5%.

Apêndice B. Análise de variância para a população de *Pratylenchus brachyurus* no solo 30 dias após a semeadura.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Valor-p
Tratamento	9	607,90	67,54	0,92	0,51
Bloco	3	605,60	201,87	2,77	0,06
Erro	27	1966,00	72,81		
Total	39	3179,60			
CV = 40,25%					

*significativo a 5%

O experimento apresentou precisão relativamente baixa, uma vez que coeficiente de variação (CV) foi de 40,25%. O valor-p foi de 0,51 > 0,05, logo não existe diferença entre os tratamentos.

Os pressupostos da análise de variância foram realizados por meio do teste de Shapiro Wilk e Oneillmathews para normalidade e homogeneidade, respectivamente. Então, pode-se concluir que existe evidência que os resíduos são normais (valor-p: 0,7168233) e homogêneos (valor-p: 0,4360215), ao nível de significância de 5%.

Apêndice C. Análise de variância para a população de *Pratylenchus brachyurus* no solo 30 dias após a semeadura.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Valor-p
Tratamento	9	307,21	34,13	2,08	0,06
Bloco	3	38,90	12,96	0,79	0,50
Erro	27	441,88	16,36		
Total	39	441,88			
CV = 29,67%					

*significativo a 5%

O experimento apresentou precisão razoável, uma vez que coeficiente de variação (CV) foi de 29,67%. O valor-p foi de 0,06 > 0,05, logo não existe diferença entre os tratamentos.

Os pressupostos da análise de variância foram realizados por meio do teste de Shapiro Wilk e oneillmathews para normalidade e homogeneidade, respectivamente. Então, pode-se concluir que existe evidência que os resíduos são normais (valor-p: 0,1472474) e homogêneos (valor-p: 0,2142572), ao nível de significância de 5%.

Apêndice D. Análise de variância para a população final de *Pratylenchus brachyurus* no solo (110 dias após a semeadura).

FV	GL	SQ	QM	Fc	Valor-p
Tratamento	9	0,7977	0,0886	0,5620	0,8155
Bloco	3	0,4332	0,1443	0,9156	0,4464
Erro	27	4,2579	0,1577		
Total	39	5,4888			
CV = 6,31%					

*significativo a 5%

O experimento apresentou boa precisão, uma vez que coeficiente de variação (CV) foi de 6,31%. O valor-p foi de $0,8155 > 0,05$, logo não existe diferença entre os tratamentos.

Os pressupostos da análise de variância foram realizados por meio do teste de Shapiro Wilk e oneillmathews para normalidade e homogeneidade, respectivamente. Então, pode-se concluir que existe evidência que os resíduos são normais (valor-p: 0,6751693) e homogêneos (valor-p: 0,3740858), ao nível de significância de 5%.

Apêndice E. Análise de variância para altura de plantas (cm):

FV	GL	SQ	QM	FC	Valor-p
Tratamento	8	131,99	16,49	0,61	0,76040
Bloco	3	578,43	192,81	7,13	<0,001*
Erro	24	648,88	27,03		
Total	35	1359,29			

CV = 8,14 %

*significativo a 5%

Apêndice F. Análise de variância para população de plantas (plantas ha⁻¹):

FV	GL	SQ	QM	FC	Valor-p
Tratamento	8	7,9132e+0 9	989154583	2,01	0,08784
Bloco	3	2,3162e+0 9	772073237	1,57	0,22139
Erro	24	1,1765e+1 0	490223123		
Total	35	2,1995e+1 0			

CV = 9,17 %

*significativo a 5%

Apêndice G. Análise de variância para produtividade de grãos (sacas ha⁻¹):

FV	GL	SQ	QM	FC	Valor-p
Tratamento	8	252,63	31,57	1,31	0,281925
Bloco	3	607,39	202,46	8,44	<0,001*
Erro	24	57512	23,963		
Total	35	1435,15			
CV = 6,79 %					

*significativo a 5%

Os pressupostos da análise de variância foram realizados por meio do teste de Shapiro Wilk e Oneillmathews para normalidade e homogeneidade, respectivamente. Então, pode-se concluir que existe evidência que os resíduos são normais (valor-p: 0,3114383 para altura de plantas, valor-p: 0,4603472 para população de plantas e valor-p: 0,1388857 para produtividade de grãos) e homogêneos (valor-p: 0,5118606 para altura de plantas, valor-p: 0,3685998 para população de plantas e valor-p: 0,07587319 para produtividade de grãos), ao nível de significância de 5%.

O experimento apresentou boa precisão para ambas as variáveis respostas (CV para altura de plantas: 8,14 %, CV para população de plantas: 9,17 %, CV para produtividade de grãos: 6,79 %). (R Core Team, 2018).