

**COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE SOJA EM RELAÇÃO AO *Pratylenchus*
brachyurus.**

por

VINÍCIUS ZOTTI SPONCHIADO

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

RIO VERDE – GO

AGOSTO - 2022

COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE SOJA EM RELAÇÃO AO *Pratylenchus*

brachyurus.

por

VINÍCIUS ZOTTI SPONCHIADO

Comitê de Orientação:

Orientador, Prof. Dr. Pablo Diego Silva Cabral – IF GOIANO – Campus Rio Verde

Coorientador, Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos – IF GOIANO – Campus Rio Verde

Coorientador, Dra. Neucimara Rodrigues Ribeiro – GDM GENÉTICA DO BRASIL

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

SV785c SPONCHIADO, VINICIUS ZOTTI
COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE SOJA EM RELAÇÃO AO
PRATYLENCHUS BRACHYURUS. / VINICIUS ZOTTI
SPONCHIADO; orientador PABLO DIEGO SILVA CABRAL; co-
orientador LEONDARDO DE CASTRO SANTOS. -- Rio Verde,
2022.
24p.

Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação
em Bioenergia e Grãos) -- Instituto Federal Goiano,
Campus Rio Verde, 2022.

1. Glycine max. 2. tolerância. 3. nematoide das
lesões radiculares. I. CABRAL, PABLO DIEGO SILVA,
orient. II. SANTOS, LEONDARDO DE CASTRO, co-orient.
III. Título. [2](#)

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

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

VINICIUS ZOTTI SPONCHIADO

Matrícula:

2020102331540115

Título do trabalho:

COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE SOJA EM RELAÇÃO AO *Pratylenchus brachyurus*.

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 10 /12 /2022

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

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

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

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

Rio Verde

Local

07 /12 /2022

Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO
FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 80/2022 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO ATA

Nº 56 (CINQUENTA E SEIS)

BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos trinta dias do mês de agosto do ano de dois mil e vinte e dois, às 14h (quatorze horas e trinta minutos), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada por videoconferência, para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, de autoria de **VINÍCIUS ZOTTI SPONCHIADO**, discente do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Pablo Diego Silva Cabral, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da Dissertação que, em 30 min., procedeu à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o examinado, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos, e procedida às correções recomendadas, a Dissertação foi **APROVADA**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM BIOENERGIA E GRÃOS**, na área de concentração Agroenergia, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGBG da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade, se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Membros da Banca Examinadora

Nome	Instituição	Situação no Programa
Pablo Diego Silva Cabral	IF Goiano – Polo de Inovação	Presidente
Aurélio Rubio Neto	IF Goiano - Polo de Inovação	Membro interno
Renato Teixeira	IFMT - Campus Sorriso	Membro externo

Documento assinado eletronicamente por:

- **Renato Andrade Teixeira, Renato Andrade Teixeira - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (10651417000500)** , em 04/09/2022 17:44:15.
- **Aurelio Rubio Neto, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 03/09/2022 11:17:16.
- **Pablo Diego Silva Cabral, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 03/09/2022 11:04:10.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 30/08/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 420273

Código de Autenticação: f6e6ea8b94



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio

Verde Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3620-5600

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos que durante todo esse tempo, participaram de forma direta ou indireta desta caminhada, principalmente meus pais Enio, Natalina, meu irmão Mauricio, minha noiva Ellen, minha filha Laura e ao meu filho Benício que está a caminho, que em muitos momentos de cansaço não me deixaram desistir e fizeram eu seguir até aqui. Aos meus colegas de turma, de empresa os quais me auxiliaram durante todo o percurso.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por tantas bênçãos alcançadas, por colocar pessoas maravilhosas em meu caminho, as quais me fazem acreditar e me encorajam a ser uma pessoa melhor, obrigado por nunca soltar a minha mão.

Aos meus pais, Enio e Natalina, que nunca mediram esforços para me ensinar o caminho do bem, e sempre me apoiaram em todas minhas decisões. Digo que sem vocês eu não teria chegado até aqui.

Ao meu irmão Mauricio, que em muitos momentos me escutou quando as coisas já não estavam indo tão bem, que mesmo na distância estava me apoiando.

A minha noiva Ellen, que soube entender por muitas vezes meus momentos de estresse, ansiedade e nervosismo quando as coisas não saiam como esperado.

A minha filha Laura e meu filho Benício, que são luz em minha vida e se fazem presente em tudo.

Quero dizer a vocês, que o amor que sinto por todos é incondicional, obrigado por acreditarem em mim e no meu sonho.

Ao meu orientador, Professor Pablo Diego Silva Cabral, pela oportunidade, pela confiança e acima de tudo pela paciência e por todas as vezes que precisei ajuda.

Ao meu Coorientador Leonardo de Castro Santos, por todos os ensinamentos transmitidos.

A minha coorientadora Neucimara Rodrigues Ribeiro, pelas inúmeras vezes que precisei e fui atendido, desde a primeira conversa sobre a possibilidade de entrar no mestrado até a finalização de todas as etapas, meu muito obrigado.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano e ao Programa de Pós-graduação em Bioenergia e Grãos, por ter me proporcionado esta oportunidade e por toda parte estrutural fornecida.

Aos demais professores que fizeram parte no percurso do curso de mestrado.

A empresa GDM Genética do Brasil S.A., por todo o aporte financeiro e estrutural, que proporcionou realizar ótimo trabalho e a todos do laboratório de sanidade pela ajuda nesse tempo todo.

Meus colegas de empresa: Janaina, Adriely, Itamar e Danyella, que inúmeras vezes se prontificaram a ajudar quando necessário.

Meus colegas de mestrado, que também assumiram junto a responsabilidade, fazendo com que todos chegassem até o final, em especial ao meu colega Ricardo Oliveira que desde o início esteve sempre junto nas atividades e nesta última parte ainda mais, o meu muito obrigado.

Por fim, meu muito obrigado a todos.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	3
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1.	Cultura da Soja (<i>Glycine max</i> L.).....	5
2.2.	Estratégias de Manejo e controle de <i>P. brachyurus</i>	8
2.2.1.	Manejo do Solo	8
2.2.2.	Rotação de culturas	9
2.2.3.	Melhoramento Genético	10
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1.	Condução do Experimento	12
3.2.	Avaliações	13
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5.	CONCLUSÃO	23
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE SOJA EM RELAÇÃO AO *Pratylenchus brachyurus*.

por

VINÍCIUS ZOTTI SPONCHIADO

(Sob orientação do Prof. Dr. Pablo Diego Silva Cabral – IF GOIANO)

RESUMO

A soja é a leguminosa economicamente mais importante cultivada hoje no Brasil, levando o país a ser o maior produtor mundial dessa oleaginosa. Juntamente com a expansão da cultura, houve o aumento dos problemas fitossanitários, entre eles o nematoide *Pratylenchus brachyurus*. Esse fato tem levado à busca, pelos produtores, de melhores tecnologias de manejo, bem como a procura por cultivares que sejam tolerantes e/ ou resistentes ao nematoide. O objetivo deste trabalho foi identificar o comportamento de genótipos de soja em relação ao nematoide *Pratylenchus brachyurus*, em casa de vegetação na empresa GDM Genética do Brasil S.A., na cidade de Cambé – PR. Foram avaliados 11 genótipos, sendo o desenho experimental totalmente ao acaso, utilizando-se 10 repetições. As avaliações em casa de vegetação concentraram-se em características de volume, massa fresca de raiz, fator reprodução e população final. As avaliações e processamento das amostras foram feitas 60 dias após inoculação. Observou-se que todos os genótipos têm capacidade de multiplicação do *Pratylenchus brachyurus*, no entanto a cultivar BMX FOCO obteve uma das menores populações finais.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*, tolerância e nematoide das lesões radiculares

BEHAVIOR OF SOYBEAN CULTIVARS IN RELATION TO *Pratylenchus brachyurus*

por

VINÍCIUS ZOTTI SPONCHIADO

(Sob orientação do Prof. Dr. Pablo Diego Silva Cabral – IF GOIANO)

ABSTRACT

Soybean is the most economically important legume grown in Brazil today, making the country the world's largest producer of this oilseed. With the culture expansion, there was an increase in phytosanitary problems, including the nematode *Pratylenchus brachyurus*. This fact has led growers to search for better management technologies, as well as for cultivars that are tolerant and/or resistant to the nematode. The objective of this work was to identify the behavior of soybean genotypes related to the nematode *Pratylenchus brachyurus*, in a greenhouse at the company GDM Genética do Brasil S.A., in the city of Cambé - PR. Eleven genotypes were evaluated, and the experimental design was completely randomized, using 10 replications. The greenhouse evaluations were focused on traits: volume, root fresh mass, reproduction factor, and final population. Sample evaluations and processing were performed 60 days after inoculation. It was observed that all genotypes can multiply *P. brachyurus*, however the cultivar BMX FOCO had one of the smallest final populations.

KEYWORDS: Glycine max, tolerance and lesion nematode

1. INTRODUÇÃO

A produção mundial de soja (*Glycine max* L.), na safra 2020/21 foi de 362,947 milhões de toneladas, produzidas em área total de 127,842 milhões de hectares (USDA, 2021). Nesse contexto, o Brasil produziu, na safra 2021/2022, 124,268 milhões de toneladas, o que corresponde a 34,23% da produção mundial e demonstrando a importância deste cultivo para o país e para mundo. (USDA, 2021). Dentre os estados, maiores produções foram observadas no Mato Grosso, seguido por Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás. Somente na região Centro-Oeste plantou-se aproximadamente 45% de toda a área de soja do país (USDA, 2021).

Mesmo com a alta produção existem fatores bióticos e abióticos que limitam o crescimento destes números, como os ataques de nematoides nas lavouras, que causam danos diretos por parasitar a planta e danos indiretos como distúrbios fisiológicos e porta de entrada para outros patógenos (Bortolini *et al.* 2013).

Um dos gêneros causadores desses problemas em nível mundial é o *Pratylenchus brachyurus*, este gênero causa problemas, em especial, na Região Centro-Oeste, devido a sucessão entre os cultivos de soja com milho ou algodão, além da predominância de solo arenoso (Bellé *et al.* 2017, Inomoto & Silva 2011, Ribeiro *et al.* 2011).

O nematoide das lesões radiculares (*P. brachyurus*) causa diversos danos a cultura, como as reboleiras de plantas menores, que permanecem verdes e com as raízes escuras, além de danos diretos, os quais viabilizam a entrada de doenças durante seu ciclo, como o *Fusarium* e o *Verticillium* (Grigolli *et al.* 2014).

Este patógeno é considerado de difícil controle, pela, baixa eficiência dos nematicidas químicos e a alta capacidade de adaptação deste parasita a diversas espécies. Além disso, há falta de cultivares resistentes e/ou tolerantes no mercado (Bellé *et al.* 2017).

Assim, as rotações de culturas com plantas não hospedeiras ao patógeno são recomendadas para áreas afetadas, sendo atualmente preconizado o uso da *Crotalaria spectabilis*, *C. breviflora*. e *C. Ochroleuca*, pelo baixo fator de reprodução que possuem. A compactação do solo é outro fator que pode interferir diretamente nos problemas relacionados com os nematoides das lesões, assim, um bom manejo é uma estratégia a ser levada em consideração para redução das populações do nematoide (Tihohod 1997, Castillo & Vovlas 2007).

Diante do exposto, os objetivos com este trabalho foram realizar a seleção de cultivares de soja, tolerantes ao *P. brachyurus*, bem como comparar a produtividade com fator de reprodução de cada genótipo, buscando possível variabilidade para novos cruzamentos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cultura da Soja (*Glycine max* L.)

A cultura da soja é uma das principais fontes de renda do país, sendo uma das mais importantes, para o setor do agronegócio. Desempenha papel de grande importância tanto na alimentação humana, quanto animal, além de ser utilizada em vários segmentos da economia.

Esse fato, é um dos grandes fatores que influenciam no crescimento da produção deste grão. Sua utilização vai desde a extração do farelo de soja, na produção de rações animais, pelo seu alto teor de óleo (aproximadamente 20%) e proteínas (aproximadamente 40%), bem como a utilização do óleo como a principal matéria-prima na produção de biodiesel, representando mais de 80% da demanda total da sua fabricação no Brasil, entre diversos produtos para consumo humano (vegetarianos ou intolerantes a lactose), indústria de maquiagens, tintas entre outros (Miragaya 2005, Missão 2006).

A contínua expansão desta cultura favoreceu a abertura de nova fronteira agrícola, denominada MAPITOBA – Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia, correspondendo ao Norte e Nordeste do Brasil. Ressalta-se que mesmo com condições climáticas que favorecem o cultivo desta cultura, ainda se encontram, nessas regiões algumas dificuldades como logística de escoamento da safra e licenças ambientais mais severas que visam a diminuição do desmatamento (Freitas 2011), mas, ainda assim, novos projetos de melhoramento voltados para a região, têm sido desenvolvidos.

Assim, por meio do melhoramento de plantas, a soja tem sido geneticamente modificada em larga escala e utilizada em número crescente de produtos. Atualmente, 92% de toda a soja cultivada no Brasil é transgênica (Carraro *et al.* 2014) de tal forma, a

biotecnologia se torna o caminho a seguir para que se tenha aumento de produtividade, adaptação das cultivares em condições ambientais diversas e qualidade de produção das espécies com potencial energético. Além disso, a procura por parte dos produtores por novas tecnologias para o manejo de pragas e/ou ervas daninhas, visando o aumento de produtividade de modo sustentável tem estimulado os melhoristas na busca por materiais mais resistentes e/ ou tolerantes.

Com isso, as empresas de melhoramento de soja intensificaram os trabalhos com diferentes técnicas, buscando saídas para inibir e/ ou diminuir a ação destes patógenos. Isso porque, no Brasil, as perdas de produção estimadas em decorrência de altas populações de nematoides chegam a 30% (Dias-Ariera & Chiamolera 2011), demonstrando a importância de estudos de variabilidade genética visando genótipos tolerantes ou menos sensíveis ao ataque deste patógeno.

No entanto, a busca por materiais com resistência comprovada é de grande dificuldade, uma vez que a grande diversidade de hospedeiros, indica que a forma de parasitismo deste nematoide seja mais primitiva em relação ao *Heterodera* sp, *Meloidogyne* sp., entre outros (Castillo & Vovlas, 2007).

Cultivares resistentes a nematoides são geralmente desenvolvidas pela seleção de plantas com reduzidas taxas de reprodução do nematoide (Starr *et al.* 2002). Contudo, a resistência é uma característica muito específica e só poderia ser eficaz contra uma espécie de nematoide ou um mesmo patótipo. A resistência não pode ser duradoura se as espécies de nematoides-alvo tiverem alto grau de variabilidade genética (Starr *et al.*, 2002).

Dentre as plantas hospedeiras, pode-se considerar também as plantas daninhas, que no geral causam muitos danos as plantas de interesse econômico, por estarem ligadas a ações diretas de competição por recursos (água, luz, espaço, nutrientes), além disso, muitas delas

possuem poder alelopático e são hospedeiras de pragas e doenças (Kozłowski *et al.*, 2002), oferecendo condições ideais para o ciclo de vida do nematoide.

O ciclo de vida do *P. brachyurus* geralmente dura de três a seis semanas, sendo diretamente influenciado pela temperatura, umidade, textura do solo e plantas hospedeiras (Castillo & Vavrus, 2007). Seu desenvolvimento é dividido em seis estádios: ovo, quatro estádios juvenis (J1-J4), e adultos. Os ovos são depositados geralmente no interior dos tecidos das raízes ou no solo, sendo que a fêmea pode depositar até 80 ovos ao longo da vida. A postura ocorre de forma isolada, não havendo formação de massa de ovos e a reprodução ocorre geralmente por partenogênese (Mainardi & Asmus 2015).

Nematoides em estágio juvenil e adultos, penetram as raízes através das células do córtex, alimentando-se do conteúdo celular durante a migração pelos tecidos. Tanto a penetração, quanto a migração são facilitadas pela combinação de um forte estilete, liberando substâncias enzimáticas que afetam a parede celular da planta. No caso do *P. brachyurus*, a migração para o solo acontece quando há busca por outras plantas ou em condições ambientais desfavoráveis (Dias *et al.* 2010, Goulart 2008).

Os principais sintomas observados pela ação deste endoparasita não obrigatório, está ligado a fisiologia e ao crescimento da planta, ocasionando significativas perdas de produtividade (Ferraz 1999). Diferente do nematoide de galha que tem como sintoma característico a formação de tumores nas raízes da planta, o *P. brachyurus*, tem sintomas no sistema radicular de raízes na cor escura, que levam ao apodrecimento. Na parte aérea os sintomas são pouco mais complexos, pois podem ser confundidos com sintomas de estresse hídrico, deficiência nutricional ou causados por outros patógenos, uma vez que as plantas ficam com porte reduzido, caule fino, entre nós mais curtos e má formação dos grãos.

2.2. Estratégias de Manejo e controle de *P. brachyurus*

Atualmente, as principais espécies de nematoides que atacam a cultura da soja são: *Meloydoginejavanica* e *M. incognita*, *Heterodera glycines*, e *P. brachyurus*, este último vive internamente nas raízes causando lesões escuras que levam ao seu apodrecimento (Machado *et al.* 2006, Sedyama 2015).

Nos últimos anos, a incidência deste nematoide tem preocupado muito os agricultores (Ribeiro *et al.* 2010, Ribeiro *et al.* 2011) Isso porque, o aumento das áreas com textura arenosa e média, o cultivo de espécies hospedeiras e a escolha do sistema de plantio direto, são fatores que otimizam o desenvolvimento deste nematoide (Ribeiro *et al.* 2009, Embrapa, 2013).

Dessa forma, nos períodos de produção, faz-se necessária a integração de vários métodos de controle, entre eles a flexibilização do plantio direto, rotação de cultura, aceleração na decomposição das raízes de sojas e/ou plantas hospedeiras e correção de solo (Ribeiro *et al.* 2010, Debiasi *et al.* 2011, Inomoto & Silva, 2011, Antonio *et al.* 2012, Motter *et al.* 2015). Áreas com a presença confirmada deste nematoide devem ser trabalhadas por último, pois segundo Ribeiro *et al.* (2010), máquinas agrícolas podem transportar até 1.200 nematoides por cm³ de solo aderido.

2.2.1. Manejo do Solo

As práticas adotadas para o manejo do solo são de grande importância para o controle dos nematoides. Segundo (Inomoto 2008), a aração e/ou gradagem, bem como a permanência da área por um tempo sem plantio (alqueive), ocasionaria a morte do nematoide por ação direta da luz solar. No entanto, a adoção dessas práticas possui alguns riscos, conforme a estrutura do solo pode ocorrer a sua degradação impactando diretamente na sua qualidade para o plantio direto e ocasionando a diminuição da tolerância da planta ao nematoide.

2.2.2. Rotação de culturas

Devido a indisponibilidade de cultivares resistentes no mercado e a baixa eficiência do uso de nematicidas, a rotação de cultura tem sido uma das práticas mais utilizadas para o controle eficaz deste nematoide. Nesse sentido, são utilizadas culturas não hospedeiras com baixo fator de reprodução. No entanto, a grande gama de hospedeiros de *P. brachyurus* dificulta a seleção de espécies para um esquema de rotação de culturas eficiente (Goulart, 2008).

Em trabalhos desenvolvidos por Debiasi (2016), foram testados diferentes métodos para redução da população de nematoides: utilização da *Crotalaria spectabilis*, alqueive, *C. ochroleuca*, *C. juncea*, pousio e *Crotalaria spectabilis* + milho, nos quais foi observado a redução de até 75% da população em relação a testemunha. As maiores populações ocorreram em tratamentos com *Brachiaria ruzizienses* e capim-Marandu. Desta forma, o mais indicado seria a utilização da rotação de cultura com *C. spectabilis* e *C. ochroleuca* para diminuição do *P. brachyurus*.

O principal fator de supressão dos nematoides, por estas culturas consideradas eficientes no controle desse patógeno, acontecem, pois, estas plantas atuam como armadilhas, facilitando a penetração nas raízes na fase juvenil e impossibilitando a reprodução subsequente do nematoide (Chen *et al.* 2008, Curto *et al.* 2015). Além disso, as plantas de crotalaria possuem mecanismo de metabólitos secundários com ações nematicidas das raízes, parte aérea e sementes, como o alcaloide pirrolizidínico denominado monocrotalina (Colegate *et al.* 2012, Wang *et al.* 2002). Além disso, a baixa relação C:N das crotalárias possibilita a rápida decomposição da fitomassa, acelerando a proliferação de microrganismos nematófagos (Wang *et al.*, 2002).

2.2.3. Melhoramento Genético

A obtenção de cultivares resistentes por meio do melhoramento genético deve ser baseada em alguns fatores necessários, como controle genético da reação ao patógeno, alternativas metodológicas para avaliação do germoplasma e a existência da variabilidade genética, como citado por (Botelho 2001; Maranha *et al.* 2002).

Tratando-se especificamente da tolerância ao *Pratylenchus* spp., o melhoramento vegetal torna-se mais difícil por ser uma espécie polífaga, que não se fixa no hospedeiro e de hábito endoparasita migrador (Goulart, 2008). Segundo Komatsu *et al.* (2005) e Matsuo *et al.* (2012), por serem nematoides mais especializados, a pressão de seleção aumenta tendo maior frequência de genes R em relação aos demais nematoides. Além disso, o modo de reprodução do nematoide, leva ao aumento direto na evolução da resistência. Por exemplo, o *Meloidogyne* se reproduz por partenogênese (reprodução assexuada), e representa menor variável, já o *H. glycines* apresenta várias raças fisiológicas como raças 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10 e 14, além de 4+ e 14+, por possuir reprodução sexuada (Matsuo *et al.*, 2012).

Oostenbrink (1966), cita que a reprodução dos nematoides pode ser medida quando realizada a contagem dos ovos, juvenis e/ou adultos, extraídos das raízes da planta, determinando o índice de reprodução ou o fator de reprodução do patógeno e indicando plantas hospedeiras favoráveis ($FR > 1$) ou más hospedeiras do nematoide ($FR < 1$).

Silva, (2001) diz que o primórdio do melhoramento da resistência deve ser a busca de cultivares adaptadas, e só depois a utilização de germoplasmas selvagens e/ou pela indução de plantas, levando sempre em consideração as características de produção e qualidade do produto a ser entregue. Acima de tudo deve-se cuidar no uso repetitivo dessas cultivares, para não levar a seleções de nematoides, que pode quebrar a resistência.

No Brasil, várias estratégias estão sendo estudadas para o controle deste nematoide, devido a sua grande importância econômica. No geral, ainda não foram relatados identificação de QTLs (*quantitative trait loci*), para *P. brachyurus*. O mapeamento de QTLs, é uma técnica que auxilia melhoristas na caracterização de plantas com as características desejáveis (Terasawa, 2017).

Para a obtenção e identificação de QTLs, é necessário a obtenção de um mapa de ligação genética. Quanto a isso, a escolha do marcador molecular a ser utilizado, é de extrema importância, por afetar a qualidade do mapeamento genético. Além disso, o tamanho da amostra ou população a ser analisada, tem maior interferência na capacidade de determinar a sequência correta dos marcadores no mapa genético (Terasawa, 2017).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação pertencente a empresa GDM Genética do Brasil S.A., localizada na cidade de Cambé – PR, (S 23°14'04.16" – W51°15'12.43"). Foram utilizados 11 genótipos descritos na Tabela 1

Tabela 1. Informações dos materiais avaliados.

TRAT	CULTIVAR	Grupo de Maturação (GM)
1	M6210 PRO	68
2	NS6906 IPRO	69
3	NEO710 IPRO	71
4	CD2728 IPRO	72
5	ST721 IPRO	72
6	DM73175 IPRO	73
7	BMX FOCO	74
8	BMX DESAFIO	74
9	NEO740 IPRO	74
10	TMG2375 IPRO	75
11	BMX EXTREMA	81

Fonte: Elaborado pelo autor – 2020.

A escolha dessas cultivares ocorreu por sua recomendação para a região Centro-Oeste do país, mais precisamente para a microrregião 301, em que o experimento foi instalado, bem como aos resultados de produção. Além disso, as cultivares são oriundas de diferentes programas de melhoramento, que avaliaram as reações de cada cultivar em relação ao *P. brachyurus*.

3.1. Condução do Experimento

Foi utilizado o desenho experimental em delineamento inteiramente ao acaso (DIC), sendo 11 genótipos x 2 condições de condução (inoculado e não inoculado com o nematoide), sendo o não inoculado (testemunha), utilizado apenas para comparação do volume radicular de cada cultivar.

O plantio dos genótipos de soja foi realizado em tubetes de 290 ml, com substrato, composto por solo e areia (1:3), esterilizado em autoclave a 121°C por duas horas e após condicionado em caixas de fibra por 30 dias até serem utilizados. As sementes foram tratadas com Captan SC na dose de 2,5 ml.kg⁻¹.

No momento do plantio, três sementes foram depositadas por tubete para posterior desbaste, que foi realizado seis dias após o plantio, deixando apenas uma planta por recipiente.

3.1.1. Inoculação

O inóculo foi obtido através da coleção própria da empresa, sendo multiplicado em plantas de soja (cultivar BMX FLX IPRO), por 70 dias.

Para a extração, as raízes foram retiradas e lavadas cuidadosamente, em seguida foram trituradas em liquidificador com água. A suspensão foi vertida em peneiras de 60 mesh sobre 500 mesh. O inóculo foi recolhido da peneira de 500 mesh, e o volume foi ajustado para inocular todas as plantas. A calibração foi feita com auxílio de câmara de Peters, sob microscópio ótico, e ajustada para que cada planta fosse inoculada com aproximadamente 800 espécimes do nematoide. A inoculação foi realizada sete dias após o plantio. Para tanto, foi feito uma cova com ajuda de um bastão de vidro de 5x300mm ao redor do colo da planta e foi depositado a suspensão de inóculo. Ao finalizar o processo as covas foram recobertas com solo.

3.2. Avaliações

As avaliações foram realizadas 60 dias após a inoculação. Os parâmetros estudados foram: massa fresca de raiz, volume radicular, contagem de nematoides totais e fator de reprodução.

Para avaliação da massa fresca, foram removidas as partes aéreas das plantas e as raízes removidas cuidadosamente do tubete, lavadas em água corrente para remoção do excesso do substrato e acondicionadas sobre papel toalha para retirar o excesso de água. Em

seguida, pesadas em balança de precisão para a determinação da massa fresca de raiz, expressas em gramas.

A avaliação do volume radicular foi realizada de forma visual e baseada na escala adaptada de Souza (2009) e Matos (2021), conforme pode ser visto na Fig. 1, de acordo com o desenvolvimento apresentado pelo sistema radicular. Assim, foram atribuídas notas de 1 a 5, sendo que, ao sistema radicular mais robusto foi atribuído nota 5, aos que apresentaram desenvolvimento intermediário nota 3 e por fim aqueles com desenvolvimento radicular prejudicado nota 1. Vale ressaltar que, para fins de comparação, foi realizado o mesmo experimento sem inoculação (ensaio controle), para comparação entre os genótipos.



Figura 1. Escala de avaliação para volume do sistema radicular.
Fonte: adaptado de Souza (2009) e Matos (2021).

Para a avaliação da contagem de nematoides totais, utilizou-se apenas as raízes do ensaio inoculado. As raízes foram pesadas e 10 g foram processados pelo método de liquidificador e centrífuga de acordo com a metodologia proposta por Coolen e D'Herde (1972), conforme descrito a seguir.

As raízes foram separadas do solo e lavadas em água corrente, retirando-se o solo aderido. Em seguida, foram cortadas em fragmentos e colocadas no copo do liquidificador, preenchendo com uma solução de hipoclorito de sódio a 0,5% de cloro ativo e água até encobrir todas as raízes. O liquidificador foi então ligado em sua menor rotação por um período de 20 a 60 s no máximo e a suspensão obtida foi vertida em uma peneira de 200 mesh sobreposta a de 500 mesh. O resíduo da peneira de 500 mesh foi recolhido e distribuído em tubos de centrífuga balanceados que foram então centrifugados. A centrifugação ocorreu por 5 min, à velocidade de 550 gravidades, e após esse período, o sobrenadante foi descartado e ao resíduo adicionou-se uma solução de sacarose. Os tubos foram centrifugados novamente na mesma velocidade, durante 1 min, e o sobrenadante foi vertido na peneira de 500 mesh. O resíduo dessa peneira foi recolhido, com auxílio de jatos de água, de uma pisseta para um copo de Becker. A suspensão de nematoides foi observada ao microscópio óptico e houve a determinação da população.

Após as contagens, foram calculados os fatores de reprodução (FR) dos nematoides, obtidos por meio da expressão ($FR = P_f / P_i$, em que P_f = população final de nematoides e P_i = população inicial de nematoides). Foram consideradas resistentes as linhagens com $FR < 1,00$ e suscetíveis com $FR \geq 1,00$, conforme (Oostenbrink 1966).

3.3. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, segundo o delineamento experimental inteiramente ao acaso, com 10 repetições e as médias foram comparadas pelo

Teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Para atendimento dos pressupostos da análise de variância os dados foram transformados em $\sqrt{(x)}$, pelo programa SISVAR.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 está apresentado o resumo da análise de variância, na qual se observa que para as variáveis volume (VOL), massa fresca de raiz (MFR), população final (PF) e fator de reprodução (FR), houve diferença significativa entre as cultivares utilizadas. Já para a variável nematoide por grama (NG), não houve diferença entre as cultivares, indicando que as cultivares apresentaram a mesma resposta ao NG.

Tabela 2. Resumo da análise de variância e estatística de cinco caracteres avaliados em 11 genótipos de soja inoculados.

FV ¹	QUADRADO MÉDIO				
	VOL ²	MFR ³	PF ⁴	FR ⁵	NG ⁶
CULTIVARES	1,39*	4,15**	675,06*	0,76*	119,58 ^{ns}
MÉDIA	4,01	4,72	50,31	1,79	23,56
CV	16,37	19,41	34,26	33,68	37,14

¹Fonte de variação; ²Volume de raiz inoculado; ³Massa Fresca de Raiz (g/planta⁻¹); ⁴População Final denematoide; ⁵Fator Reprodução; ⁶Nematoide por Grama; ⁷Coefficiente de Variação: * Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%, ns não significativo pelo teste F; ^{NS} Não significativo;

Os coeficientes de variação variaram entre 16% e 37%, sendo considerados entre médio e muito alto, conforme (Pimentel Gomes, 2009). Segundo o autor é possível classificar os coeficientes de variação para experimento de campo em: baixo – quando inferior a 10%, médio – quando de 10 a 20%, altos – quando de 20 a 30% e muito altos - quando superiores a 30%. O coeficiente de variação nada mais é que uma medida para mensurar a variação em torno da média dando a ideia de precisão experimental (Carvalho *et al*, 2004).

Apesar destes resultados observados não serem os esperados, uma vez que a casa de vegetação utilizada no trabalho é um ambiente controlado e, dessa forma, espera-se que o coeficiente de variação seja baixo, algumas variáveis, especialmente aquelas ligadas a

fatores biológicos são altamente influenciadas por diferentes fatores, como por exemplo: ambiente favorável, preferência do nematoide por um genótipo em si.

Assim, os baixos valores do coeficiente de variação (CV) para volume massa fresca de raiz, demonstrou a consistência dos dados e o controle experimental, quando comparados a população final (PF), fator de reprodução (FR) e nematoide por grama (NG), os quais obtiveram alto CV.

Para comprovar o FR da cultivar, ou seja, o quanto cada cultivar multiplica o nematoide, é utilizado a MFR, considerando-se o peso e a quantidade de raiz existente. Assim, observa-se na Fig. 2 que as cultivares BMX Extrema e Neo 740 alcançaram maiores médias com 6,06 e 5,71 gramas, respectivamente, diferindo estatisticamente das demais cultivares. Já os genótipos NS6906, CD2728, NEO710, DM73I75, M6210, TMG2375, BMX FOCO, BMX DESAFIO, ST721 não diferiram entre si e alcançaram médias que variaram de 4,04 a 4,96 (Fig. 2).

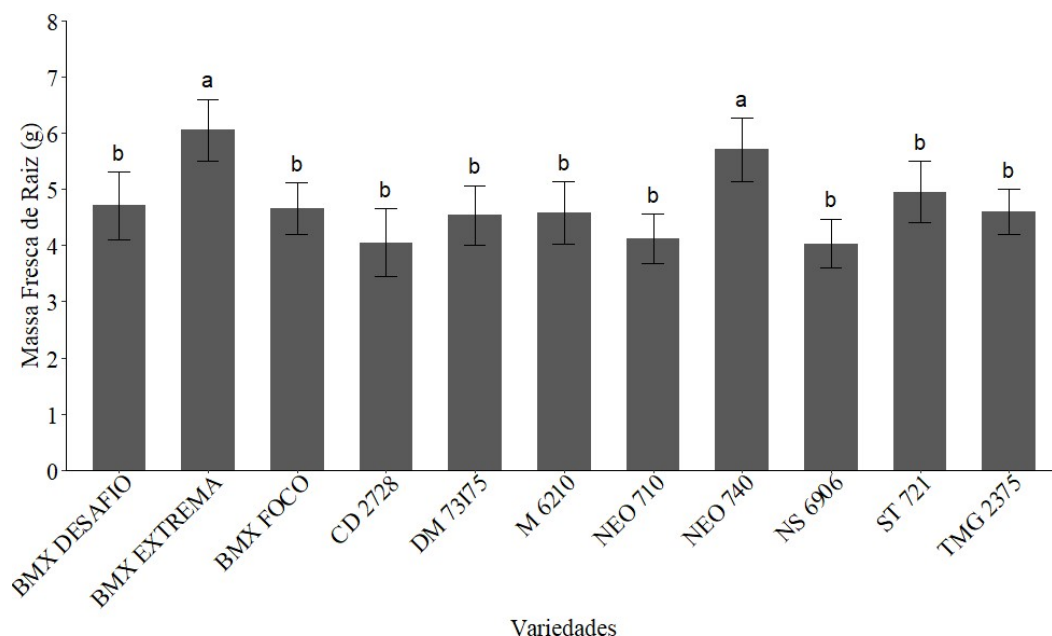


Figura 2. Massa fresca de raiz inoculado em 11 genótipos de soja. Coeficiente de Variação (CV) = 19,41%. *Médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Scott knott à 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes a MFR foram observados para a variável volume radicular, nas plantas inoculadas e testemunhas (não inoculadas), no qual se verificou que médias, acima de 4,5 gramas, foram observadas para as cultivares BMX Desafio, Neo 740, TMG 2375, BMX Extrema, BMX Foco e CD 2728, sendo que a BMX Extrema foi a única desse grupo, na qual esses valores encontrados foram tanto para a testemunha quanto inoculada (Fig. 3).

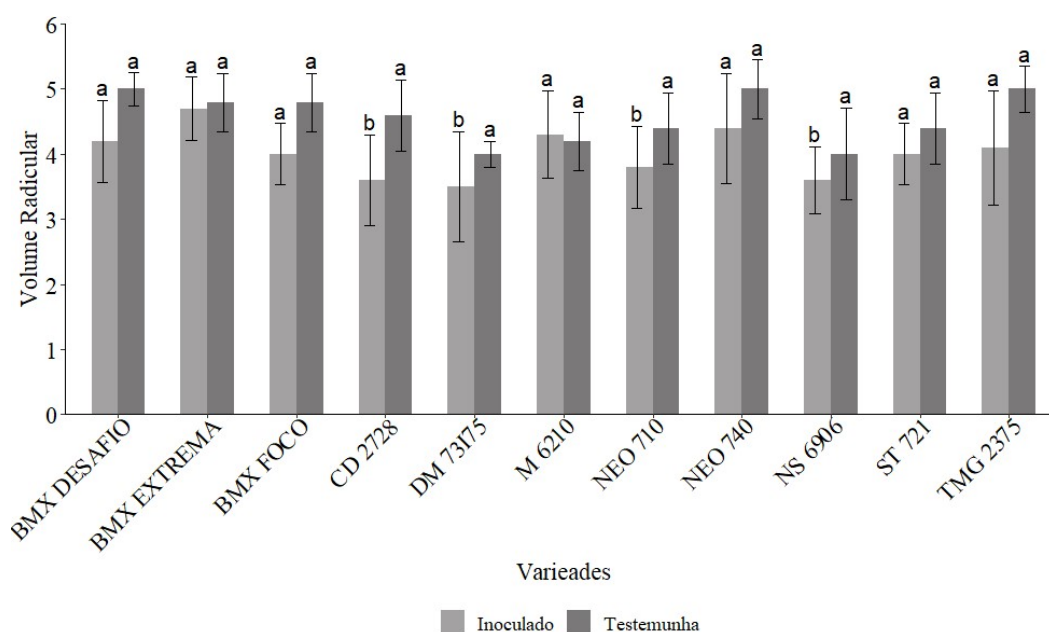


Figura 3. Volume radicular dos diferentes genótipos de soja. Coeficiente de Variação (CV) = 16,37%. *Médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Scott knott a 5% de probabilidade

Esses resultados demonstram que a cultivar BMX Extrema não tem sua raiz afetada pela inoculação com nematoides. Em trabalho realizado por Matos (2021), testando a BMX Extrema, a autora também observou que essa cultivar atingiu maiores médias de peso e volume radicular, inclusive quando comparada às cultivares testemunha, nas quais não houve inoculação.

As cultivares que apresentaram os menores desempenhos para volume radicular, diferindo estatisticamente da BMX Extrema e NEO740 foram a CD2728, DM73175,

NEO710 e NS6906. Menor desempenho dessas cultivares também já havia sido observado nos valores médios da MFR.

Vale ressaltar que a CD2728 apresentou a maior diferença no volume de plantas inoculadas em comparação com a testemunha (branco), indicando possivelmente que esta cultivar foi influenciada pela ação dos nematoides.

Diversos estudos têm demonstrado a capacidade dos nematoides se multiplicarem em raízes de cultivares distintas, oriundas de diferentes programas de melhoramento genético (Almeida *et al.* 2016, Costa & Ferraz 1998, Alves *et al* 2011, Ferraz 1996).

Na Fig. 4 estão ilustrados os dados relativos à população final (PF), na qual pode ser observado dois grupos estatisticamente distintos, um formado pelas cultivares BMX Foco, CD2728, Neo710 e ST721, com menores valores de PF e outro, com maiores valores formado pelas demais cultivares.

Os valores obtidos para essa população se deram por meio da contagem de nematoides 60 dias após a realização da inoculação, sabendo-se que a população inicial (PI), foi de 800 espécimes por tubete.

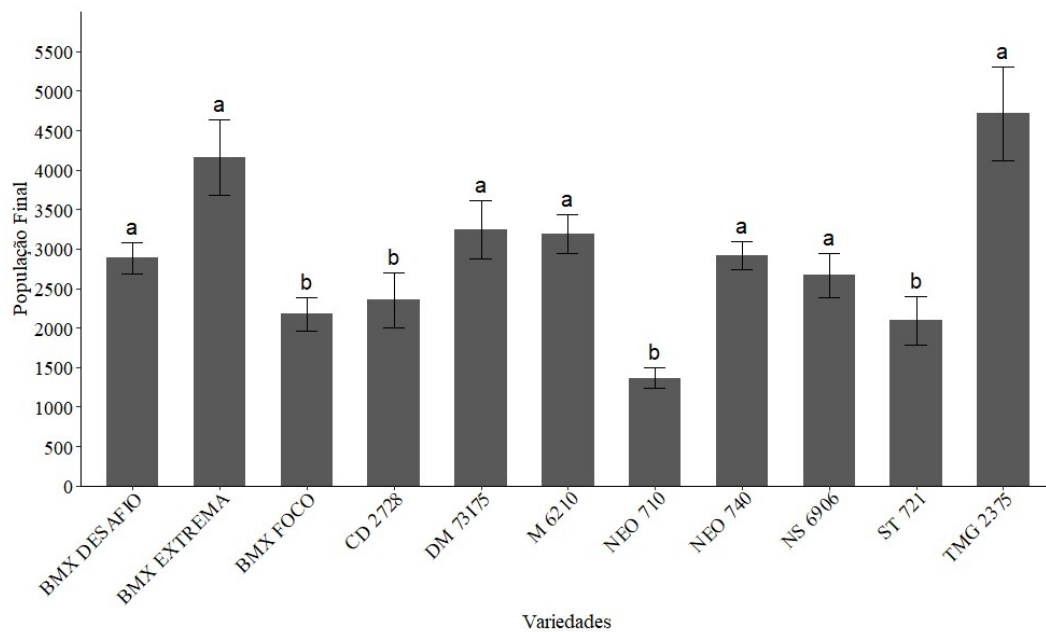


Figura 4. População final de nematoides nos diferentes genótipos de soja. Coeficiente de Variação (CV) = 34,26%. *Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott knott a 5% de probabilidade.

No entanto, apesar desses valores mais baixos para o FR, para que uma cultivar seja considerada resistente, seu FR (<1,00), o que não foi observado para nenhuma das cultivares testadas (Fig. 5).

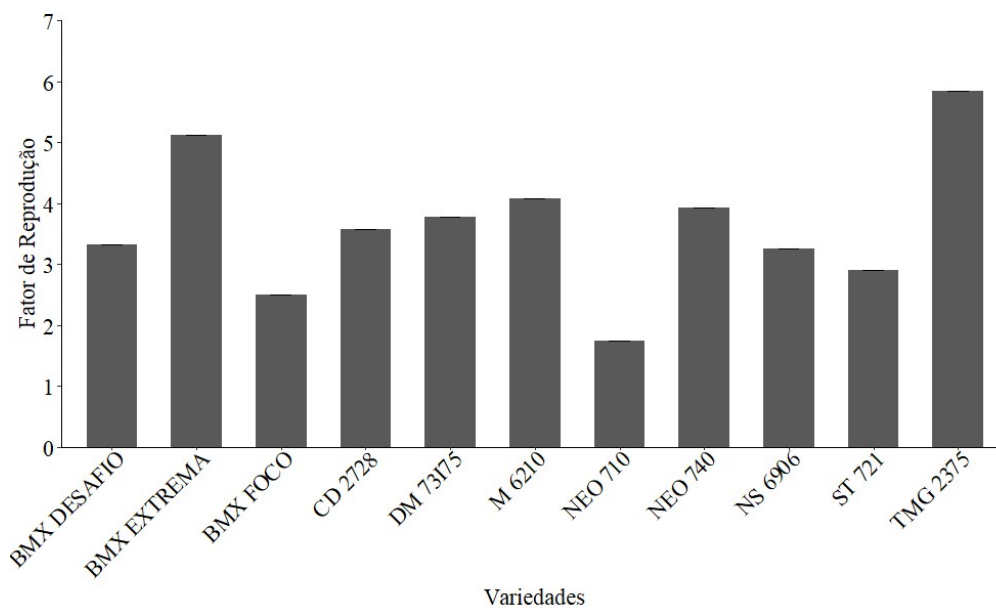


Figura 5. Fator reprodução (FR) dos nematoides nos diferentes genótipos cultivados em casa de vegetação.

Para calcular oFR utilizou-se a população final (PF) 60 dias após a inoculação dividida pela população inicial (PI) que foi utilizada na inoculação, conforme proposto por Oostenbrink (1966).

Verificou-se também que apesar de grande amplitude de médias apresentadas pelas cultivares (5,85 a 1,75), não se verificou diferenciação entre os grupos, possivelmente pelo alto coeficiente de variação devido à natureza da variável ser altamente influenciada pelas preferências do nematoide e volume radicular para sua multiplicação.

Alves (2011), também identificou em seu trabalho grande variação entre as populações finais, expressos em FR, nas cultivares testadas, cujos valores foram entre 0,88 e 5,20, na mesma quantidade de raiz utilizada nesse experimento.

5. CONCLUSÃO

O nematoide *Pratylenchus brachyurus* multiplicou nas 11 cultivares testadas, nas condições experimentais avaliadas. As cultivares BMX FOCO, CD 2728, NEO 710 e ST721 apresentaram a menor quantificação das populações do nematoide. Conforme as condições experimentais avaliadas, um dos fatores que mais influenciou a dinâmica populacional do nematoide, foi as interferências climáticas. Desta forma, é importante realizar estudos para melhor elucidar as respostas ligadas a resistência.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.A. , R.M. CARVALHO, M.L.T. LEITE, W.L. FONSECA & F.F. PEREIRA. 2016** Reação de cultivares de soja aos nematoides das galhas. *Revista de Ciências Agrárias - Amazon Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 59: 228–234, 2016.
- ALVES, T. C. U., R.A. SILVA, D.C. BORGES, L.C.C. MOTTA & L. KOBAYASTI. 2011.** Reação de cultivares de soja ao nematoide das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus*. *Revista Biodiversidade*, 10: 73-79.
- ANTONIO S, F. MENDES, J FRANCHINI J, H. DEBIASI & W.P. DIAS. 2012.** Perdas de produtividade da soja em área infestada por nematoide das lesões radiculares em Vera-MT. In: 6 Congresso brasileiro desoja. Anais do 6 Congresso brasileiro de soja, Cuiabá, pp 125–129
- BELLÉ, C., P.R. KUHN, T.E. KASPARY T. E. & J. SCHMITT. 2017.** Reação de cultivares de soja a *Pratylenchus brachyurus*. *Agrarian* 10: 136.
- BORTOLINI, G. L., D.V. ARAÚJO, F.D. ZAVISLAK, J. ROMANO JUNIOR & W. KRAUSE. 2013** Controle de *Pratylenchus brachyurus* via tratamento de semente de soja. *Enciclopédia Biosfera* 9: 818–830.
- BOTELHO, F. H. C 2001.** Estratégias de análise da reação de cultivares de algodoeiro a patógenos. 2001. UFLA, Lavras 71p.
- CARRARO I.M, F.S. ADEGAS, R. PITELLI. 2014.** Biotecnologia: segurança e transferência de tecnologia no campo. *AgroANALYSIS*, v: 35-42.
- CARVALHO, F.I.F., C. LORENCETTI & G. BEBIN 2004.** Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal. Pelotas: ed Universitária UFPel, 142p.
- CASTILLO, P. & N. VOVLAS 2007** *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): diagnosis, biology, pathogenicity and management. Leiden: Brill, 529p.
- CHEN, S., G. JOHNSON, S. WARNKE, D. WYSE & P. PORTER, P 2008.** Effect of rotation crops on hatch, viability and development of *Heterodera glycines*. *Nematology* 10: 869–882.
- COLEGATE, S.M., D.R. GARDNER, R.J. JOY, J.M. BETZ & K.E. PANTER. 2012.** Dehydropyrrolizidine Alkaloids, Including Monoesters with an Unusual Esterifying Acid, from Cultivated *Crotalaria juncea* (Sunn Hemp cv. 'Tropic Sun'). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60 3541–3550, 2012.
- COOLEN, W.A. & C.J. D'HERDE. 1972.** A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent, Belgian: State of Nematology and Entomology Research Station, 77 p.
- COSTA, D.C. & S. FERRAZ. 1998.** Avaliação da resistência de cultivares de linhagens de soja a *Pratylenchus brachyurus*. *Nematologia Brasileira* 13: 4–5.

- CURTO, G., E. DALLAVALLE, R. SANTI, N. CASADEI, L. D'AVINO, L. & L. LAZZERI. 2015.** The potential of *Crotalaria juncea* L. as a summer green manure crop in comparison to Brassicaceae catch crops for management of *Meloidogyne incognita* in the Mediterranean area. *European Journal of Plant Pathology* 142: 829–841.
- DEBIASI H, M. MORAES, J. FRANCHINI, W.P. DIAS, J.F.V. SILVA & L.N. RIBAS 2011.** Monitoramento da fertilidade do solo e da ocorrência do nematoide das lesões radiculares em soja no Mato Grosso. In: Congresso brasileiro de ciência do solo. Anais eletrônicos do congresso brasileiro de ciência do solo, Uberlândia, pp 122–127
- DEBIASI, H.M., J.C. FRANCHINI, W.P. DIAS, E.U. RAMOS JÚNIOR & A.A.B. BALBINOT JÚNIOR. 2016.** Práticas culturais na entressafra da soja para o controle de *Pratylenchus brachyurus*. *Pesq. agropec. bras.* [online], 51:1720-1728.
- DIAS WP, A. GARCIA, J.F.P. SILVA & G.E.S. CARNEIRO. 2010.** Nematoides em Soja: Identificação e Controle. Londrina, Embrapa Soja, 8p. (Circular técnica 76).
- DIAS-ARIERA, C. R. & F.M. CHIAMOLERA. 2011.** Cresce a incidência de nematoides em milho e soja. *Revista Campo e Negócios* 97: 18–21.
- EMBRAPA. 2013.** Tecnologias de produção de soja – Região central do Brasil 2014, Londrina, Embrapa Soja, 266p. (Sistemas de Produção 16)
- ESTADOS UNIDOS. 2022** Department of Agriculture. USDA.gov - United States Department of Agriculture. Disponível em: <<http://www.usda.gov>>. Acesso em: 25 set. 2022.
- FERRAZ, L. C. C. B. 1999.** Gênero *Pratylenchus* – os nematoides das lesões radiculares. *Revisão Anual de Patologia de Plantas* 7: 157–193.
- FERRAZ, L. C. C. B. 1996.** Reações de genótipos de soja a *Pratylenchus brachyurus*. *Nematologia Brasileira*, v. 20, n. 1, p. 23–31.
- FREITAS, M. C. M. 2011.** A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. *Enciclopédia Biosfera* 7: 1–12.
- GOULART, A.M.C. 2008.** Aspectos gerais sobre nematoides das lesões radiculares (gênero *Pratylenchus*). Platina, Embrapa Cerrados, 30 p. (Documentos, 219).
- GRIGOLLI, J. F. J. & G.L. ASMUS. 2014.** Manejo de nematoides na cultura da soja, p.194-203. In: Lourenção, A. L. F., J.F.J. Grigolli, A.M. Melotto, C. Pitol, D.C. Gitti & R. Roscoe (eds.). *Tecnologia e produção: Soja 2013/2014*. Maracaju, Fundação MS, 203p.
- INOMOTO, M. M. 2008.** Importância e manejo de *Pratylenchus brachyurus*. *Revista Plantio Direto*, 108: 4–9.
- INOMOTO, M. M. & R. SILVA, R. 2011.** A. Importância dos nematoides da soja e influência da sucessão de cultura. In: SIQUERI, F., CAJU, J., MOREIRA, M. (Eds.). *Boletim de Pesquisa de Soja*. Rondonópolis: Fundação MT, p. 392–399.

- KOMATSU, K., OKUDA, S., TAKAHASHI, M., MATSUNAGA, R., NAKAZAWA, Y. 2005.** QTL Mapping of Antibiosis Resistance to Common Cutworm (*Spodoptera litura* Fabricius) in Soybean. *Crop Science* 45: 2044–2048.
- KOZLOWSKI, L. A., P. RONZELLI JÚNIOR, C. PURISSIMO, E. DAROS & H.S. KOEHLER. 2002.** Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum em sistema de semeadura direta. *Planta Daninha* 20: 213–220.
- MACHADO, A. C. Z., D.B. BELUTI, R.A. SILVA, M.A.S. SERRANO & INOMOTO, M. M. 2006.** Avaliação de danos causados por *Pratylenchus brachyurus* em algodoeiro. *Fitopatologia Brasileira* 31: 11–16.
- MAINARDI, J. T. & G.L. ASMUS. 2015.** Danose potencial reprodutivo de *Pratylenchus brachyurus* em cinco espécies vegetais. *Revista de Agricultura Neotropical*, 2: 38–47.
- MARANHA, F. G. C. B., M.A.P. RAMALHO & F.J.C. FARIAS, F. J. C. 2002.** Estratégias de análise da reação de cultivares de algodoeiro a patógenos. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras* 6: 565–575.
- MATOS, J. N. 2021.** Avaliação de novos parâmetros de tolerância de genótipos de soja a *Pratylenchus brachyurus*, em casa de vegetação. Dissertação de Mestrado. UEL, Londrina, 44p.
- MATSUO, É., T. SEDIYAMA, R.D.L. OLIVEIRA, C.D. CRUZ & R.C.T. OLIVEIRA. 2012.** Characterization of type and genetic diversity among soybean cyst nematode differentiators. *Scientia Agricola*. 69: 147–151.
- MIRAGAYA, J. C. G. 2005.** Biodiesel: tendências no mundo e no Brasil. Informe Agropecuário, 26: 7–13.
- MISSÃO, M. R. 2006.** Soja: origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. *Maringá Management: Revista de ciências empresariais* 3: 7–15.
- MOTTER P., H. GOELZER & D. VALLE 2015.** Plantio direto - A tecnologia que revolucionou a agricultura brasileira. Foz do Iguaçu, Parque Itaipú, 144p.
- OOSTENBRINK, M. 1966** Major characteristics of the relation between nematodes and plants. *Mededelingen Landbouwhogeschool*, 66: 1–46.
- PIMENTEL GOMES, F. 2009.** Curso de estatística experimental. 15. ed. Piracicaba, FEALQ, 451p.
- RIBEIRO, N. R., W.P. DIAS & J.M. SANTOS. 2010.** Distribuição de fitonematóides em regiões produtoras de soja do estado de Mato Grosso. In: *Boletim de Pesquisa de Soja* 2010. 14. ed. Rondonópolis: Fundação MT. p. 289–296.
- RIBEIRO, N. R., MIRANDA, D. M., FAVORETO, L.** Nematoides: um desafio constante. In: *Boletim de Pesquisa de Soja* 2010. 15. ed. Rondonópolis: Fundação MT, 2011. p. 400–414.

- RIBEIRO, N.R. 2009.** Avaliação de espécies vegetais e cultivares de soja para a composição de esquemas de rotação ou sucessão de culturas para o manejo de *Pratylenchus brachyurus*. Tese de Doutorado, UEL, Londrina, 56p.
- SEDIYAMA, T.** Melhoramento genético da soja. Londrina, Mecenias, 2015. 352p.
- SILVA, J. F. V. 2001.** Resistência genética de soja a nematoides do gênero *Meloidogyne*. In: Ferraz, L. C. C. B., G.L. Asmus, R.G. Carneiro, P. Mazaffera & J.F.V. Silva (eds) Relações parasito-hospedeiro nas meloidogynoses da soja. Londrina, Embrapa/CNPSo, p.95-127.
- SOUZA, R. A. 2009.** Quantificação de *Pratylenchus brachyurus* em genótipos de soja (*Glycine max* L.) Merrill, em Tupirama – TO. Dissertação de Mestrado. UFU, Uberlândia, 62p.
- STARR, J. L., R. COOK & J. BRIDGE. 2002.** Resistance to plant-parasitic nematodes: history, current use and future potential. In: Starr, J. L., R. Cook, R. e J. Bridge (eds.). Plant resistance to parasitic nematodes. Wallingford, CABI, p. 1–22.
- TERASAWA, J. M. 2017.** Identificação de QTLs em soja associados à resistência ao nematoide das lesões radiculares. Tese de Doutorado, USP, Piracicaba. 102p.
- TIHOHOD, D. 1997.** Guia prático de identificação de fitonematoides. Jaboticabal, FCAV FAPESP, 246p.
- WANG, K.-H., B.S. SIPES & D.P. SCHMITT. 2002.** Crotalaria as a cover crop for nematode management: a review. *Nematropica* 32: 35–57.