

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA

**RELAÇÃO DE ATRIBUTOS DA FERTILIDADE DO SOLO E A
POPULAÇÃO DE *Pratylenchus brachyurus* E *Helicotylenchus* sp. NA
CULTURA DA SOJA**

Autor: Gabriel Castoldi

Orientador: Prof. Dr. Alaerson Maia Geraldine

Coorientador: Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos

Rio Verde – GO

Dezembro – 2020

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA

**RELAÇÃO DE ATRIBUTOS DA FERTILIDADE DO SOLO E A
POPULAÇÃO DE *Pratylenchus brachyurus* E *Helicotylenchus* sp. NA
CULTURA DA SOJA**

Autor: Gabriel Castoldi

Orientador: Prof. Dr. Alaerson Maia Geraldine

Coorientador: Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias – Agronomia, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – Área de Tecnologia sustentáveis em sistemas de produção e uso do solo e água.

Rio Verde - GO

Dezembro - 2020

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

CC354r Castoldi, Gabriel
RELAÇÃO DE ATRIBUTOS DA FERTILIDADE DO SOLO E A
POPULAÇÃO DE *Pratylenchus brachyurus* E
Helicotylenchus sp. NA CULTURA DA SOJA / Gabriel
Castoldi; orientador Alaerson Maia Geraldine; co-
orientador Leonardo de Castro Santos. -- Rio Verde,
2021.
39 p.

Dissertação (Mestrado em Mestrado em Ciências
Agrárias - Agronomia) -- Instituto Federal Goiano,
Campus Rio Verde, 2021.

1. *Glycine max.* 2. Nematóide. 3. Manejo. 4.
Micronutrientes. 5. Macronutrientes. I. Maia
Geraldine, Alaerson, orient. II. de Castro Santos,
Leonardo, co-orient. III. Título.

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 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital 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 | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <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 |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Gabriel Castoldi

Matrícula: 2018202310140059

Título do Trabalho: Relação de atributos da fertilidade do solo e a população de *Pratylenchus brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. na cultura da soja

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: __/__/__

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

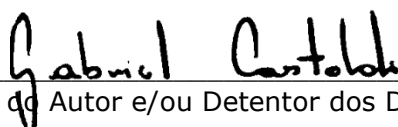
O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

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;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, 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 entregue;
- 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/ GO, 26 / 05 / 2021.



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 85/2020 - NREPG-RV/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA Nº/186

BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos quinze dias do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte, às 14:00h (catorze horas), reuniram-se os componentes da Banca Examinadora: Prof. Dr. Alaerson Maia Geraldine (Orientador), Prof. Dr. Carlos Ribeiro Rodrigues (Avaliador interno), Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira (Avaliador interno) e Prof^a. Dra. Kássia Aparecida Garcia Barbosa Ávila (Membro externo), sob a presidência do(a) primeiro(a), em sessão pública realizada por vídeo conferência do IF Goiano – Campus Rio Verde, para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, de autoria de **GABRIEL CASTOLDI** discente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora Prof. Dr. Alaerson Maia Geraldine, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida a (o) autor (a) da Dissertação para, em 40 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o (a) examinado (a), 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 Ciências Agrárias – Agronomia, e procedidas às correções recomendadas, a Dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS-AGRONOMIA**, na área de concentração Produção Vegetal Sustentável no Cerrado, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGCA-AGRO da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, esta ata 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, eu, Vanilda Maria Campos, secretaria do PPGCA-AGRO, lavrei a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada pelos membros da Banca Examinadora em duas vias de igual teor.

Prof. Dr. Alaerson Maia Geraldine (Presidente)

Prof. Dr. Carlos Ribeiro Rodrigues (Membro interno)

Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira (Membro interno)

Prof^a. Dra. Kássia Aparecida Garcia Barbosa Ávila (Membro externo)

Documento assinado eletronicamente por:

- **Kássia Aparecida Garcia Barbosa Ávila, Kássia Aparecida Garcia Barbosa Ávila - Professor Avaliador de Banca - Fundação de Ensino Superior de Goiatuba (01494665000161)**, em 08/01/2021 16:32:35.
- **Marconi Batista Teixeira, COORDENADOR DE CURSO - FUC1 - UCPG-RV**, em 16/12/2020 09:16:46.
- **Carlos Ribeiro Rodrigues, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 15/12/2020 18:33:53.
- **Alaerson Maia Geraldine, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 15/12/2020 18:32:09.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 14/12/2020. 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: 222340

Código de Autenticação: f04efc4db5



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, por sempre me abençoar, zelar, guiar e iluminar meu caminho, sem deixar que nunca me faltasse nada.

Aos meus queridos e amados pais, Carlos Castoldi e Cléria da Rosa Castoldi, que nunca mediram esforços e sempre foram os meus maiores incentivadores. Sou e serei eternamente grato por tudo que vocês se dedicam a mim. Eu tenho muito orgulho e admiração pelos pais que tenho. Obrigado por tudo. Amo muito vocês.

Ao meu irmão Gustavo Castoldi e minha cunhada Mariângela Brito Freibergger Castoldi, por sempre me orientarem da melhor forma nas minhas decisões, e serem meu refúgio nos inúmeros momentos de saudades de casa.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia, pela oportunidade de qualificação profissional e suporte concedido para a realização do curso de pós-graduação e desenvolvimento deste trabalho. Ao Polo de Inovação Embrapii – Campus Rio Verde, pela oportunidade em integrar um grande projeto de pesquisa e pela concessão da bolsa.

Aos Profs. Drs. Alaerson M. Geraldine, Leonardo de Castro Santos e Tavvs Micael Alves por todo apoio, orientação, confiança, ensinamentos e contribuições desde o meu ingresso ao mestrado e sobretudo pela grande amizade.

A toda equipe e colegas do Laboratório de Fitopatologia, Drones e Vants na Agricultura, Química Agrícola e o Polo de Inovação pelo suporte e parceria ao longo do mestrado. E, a todos que de alguma forma contribuíram, direta ou indiretamente, para a conclusão deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Gabriel Castoldi, filho de Carlos Castoldi e Cléria da Rosa Castoldi, nasceu no município de Capitão Leônidas Marques, PR, em 30 de abril de 1993. Coursou Agronomia no Centro Universitário Assis Gurgacz - Campus Cascavel - PR, entre 2013 e 2017. Em setembro de 2018 ingressou no IF Goiano – Campus Rio Verde, no programa de pós-graduação *Stricto Sensu*, Mestrado em Ciências Agrárias – Agronomia, com linha de pesquisa em tecnologias sustentáveis em sistemas de produção e uso do solo e água.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE TABELAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES	X
RESUMO.....	XI
ABSTRACT	1
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1 Importância econômica da cultura da soja	1
1.2 Fitonematoides na cultura da soja	1
1.2.1 <i>Nematoide das lesões radiculares (Pratylenchus brachyurus)</i>	2
1.2.2 <i>Nematoide espiralado (Helicotylenchus sp.)</i>	3
1.3 Fertilidade do solo como ferramenta auxiliar no manejo de nematoides	4
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	6
3. OBJETIVOS.....	10
4. CAPÍTULO I.....	11
4.1 INTRODUÇÃO	13
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	14
4.2.1 <i>Caracterização da área experimental</i>	14
4.2.2 <i>Determinação e amostragem dos pontos</i>	15
4.2.3 <i>Processamento das amostras de solo e raiz</i>	15
4.2.4 <i>Análise estatística</i>	16
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.3.1 <i>Correlação de atributos de fertilidade do solo e população de P. brachyurus e Helicotylenchus sp. em amostras de solo</i>	16
4.3.2 <i>Correlação de atributos de fertilidade do solo e população de P. brachyurus e Helicotylenchus sp. em amostras de raiz de soja</i>	19
4.4 CONCLUSÕES.....	23
4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – Correlação (r de Pearson) entre variáveis de fertilidade do solo e a população de <i>P. brachyurus</i> em amostras de solo. Montividiu, GO, Brasil.....	17
TABELA 2 - Correlação (r de Pearson) entre variáveis de fertilidade do solo e a população de <i>Helicotylenchus</i> sp. em amostras de solo. Montividiu, GO, Brasil.....	17
TABELA 3 - Correlação (r de Pearson) entre variáveis de fertilidade do solo e a população de <i>P. brachyurus</i> em amostras de raízes de soja. Montividiu, GO, Brasil.....	19
TABELA 4 - Correlação (r de Pearson) entre variáveis de fertilidade do solo e a população de <i>Helicotylenchus</i> sp. em amostras de raízes de soja. Montividiu, GO, Brasil.....	20

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – Esquema de amostragem de solo e raiz na reboleira em lavoura de soja infestada por <i>P. brachyurus</i> e <i>Helicotylenchus</i> sp.	15
FIGURA 2 - Correlação (<i>r</i> de Pearson) entre os teores de MO (a) e H+Al ³ (b) no solo e a população de <i>Helicotylenchus</i> sp. nas amostras de solo.....	18
FIGURA 3 - Correlação (<i>r</i> de Pearson) entre os níveis de população de <i>P. brachyurus</i> e <i>Helicotylenchus</i> sp. nas amostras de solo.....	19
FIGURA 4 - Correlação (<i>r</i> de Pearson) entre os teores de Mg (a), pH (b) e valores de V% (c) no solo e a população de <i>P. brachyurus</i> nas amostras de raízes de soja.....	20
FIGURA 5 - Correlação (<i>r</i> de Pearson) entre os teores de H+Al ³ (a) e teores de Fe (b) no solo e a população de <i>P. brachyurus</i> nas amostras de raízes de soja.....	20
FIGURA 6 - Correlação (<i>r</i> de Pearson) entre os níveis de população de <i>P. brachyurus</i> e <i>Helicotylenchus</i> sp. nas amostras de raízes de soja.....	21

ÍNDICE DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

°C	- Grau Celsius
Al ⁺³	- Alumínio
B	- Boro
Ca	- Cálcio
CTC	- Capacidade de troca de cátions
Cu	- Cobre
Fe	- Ferro
g	- Grama
H+Al ⁺³	- Acidez potencial
Ha ⁻¹	- Hectare
K	- Potássio
Mg	- Magnésio
Mn	- Manganês
MO	- Matéria orgânica
P	- Fósforo
pH	- Potencial hidrogeniônico
S	- Enxofre
SB	- Soma de bases
V%	- Saturação por bases
Zn	- Zinco

RESUMO

CASTOLDI, GABRIEL. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – GO, maio de 2021. **Relação de atributos da fertilidade do solo e população de *Pratylenchus brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. na cultura da soja.** Orientador: DSc. Alaerson Maia Geraldine. Coorientador: DSc. Leonardo de Castro Santos.

Os prejuízos para a produtividade da cultura da soja em decorrência de danos causados por fitonematoides são cada vez maiores. Vários são os fatores ambientais e de manejo do solo que interferem na incidência de tais pragas, e o presente estudo teve como objetivo avaliar, a relação entre parâmetros da fertilidade do solo e a densidade populacional de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. na cultura da soja. Para isto, foram realizadas 45 amostragens de solo e raízes de soja, em estágio fenológico de desenvolvimento R1, de uma área com histórico da presença de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. As amostras foram processadas e analisadas quanto a identificação e quantificação dos fitonematoides; das amostras de solo, também se determinou os seguintes parâmetros de fertilidade: MO, pH, P, K, Ca, Mg, S, Al^{+3} , $H+Al^{+3}$, B, Cu, Fe, Mn, Zn, SB, CTC e V%. Os dados obtidos foram submetidos a análise de correlação de Pearson, ao nível de significância de 5%. Não houve correlação entre os atributos de fertilidade do solo e a população de *P. brachyurus* no solo. Entretanto, a sua ocorrência nas raízes se correlacionou de forma negativa com Mg, pH e V%, e de forma positiva com $H+Al^3$ e Fe. Para a ocorrência de *Helicotylenchus* sp. nas raízes de soja não se observou correlação entre os atributos de fertilidade. Já em amostras de solo, a ocorrência de *Helicotylenchus* sp. se correlaciona positivamente com MO e $H+Al^3$.

Palavras-chave: *Glycine max*, nematoide, manejo, micronutrientes e macronutrientes.

ABSTRACT

CASTOLDI, GABRIEL. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – GO, maio de 2021. **Relação de atributos da fertilidade do solo e população de *Pratylenchus brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. na cultura da soja.** Orientador: DSc. Alaerson Maia Geraldine. Coorientador: DSc. Leonardo de Castro Santos.

The damages to soybean crop productivity because of harmful caused by phytonematoids are increasing. There are several environmental and soil management factors that interfere with the incidence of such pests, and the present study aimed to assess the relationship between soil fertility parameters and population density of *P. brachyurus* and *Helicotylenchus* sp. in soybean culture. For this, 45 samples of soil and soybean roots were carried out, at the R1 phenological stage, from an area with a history of *P. brachyurus* and *Helicotylenchus* sp presence. The samples were processed and analyzed for identification and quantification of phytonematoids; in soil samples, the following fertility parameters were also determined: OM, pH, P, K, Ca, Mg, S, Al + 3, H + Al + 3, B, Cu, Fe, Mn, Zn, SB, CTC and V%. The data obtained were submitted to Pearson's correlation analysis, at a significance level of 5%. There was no correlation between soil fertility attributes and the population of *P. brachyurus* in soil. However, its occurrence in the roots was negatively correlated with Mg, pH and V%, and positively correlated with H + Al³ and Fe. For the occurrence of *Helicotylenchus* sp. in soybean roots there was no correlation between the fertility attributes. In soil samples, the occurrence of *Helicotylenchus* sp. correlates positively with OM and H + Al³.

Keywords: *Glycine max*, nematode, management, micronutrients and macronutrients.

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Importância econômica da cultura da soja

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é considerada a principal oleaginosa cultivada no mundo, e é atribuído por seu alto teor proteico (MEDEIROS et al., 2016), tornando-se um dos principais produtos agrícolas do Brasil. Essa posição pode ser atribuída por seu grande potencial produtivo e sua composição química nutritiva. Conferindo diferentes aplicações na alimentação humana e animal, com relevante papel sócio econômico, além de ser matéria-prima indispensável no impulso de diversos complexos agroindustriais (MAUAD et al., 2010). O complexo agroindustrial da soja possui enorme significância socioeconômica no Brasil, pelas diversidades dos setores socioeconômicos (HIRAKURI & LAZZAROTTO, 2014).

O Brasil juntamente com os EUA, são os maiores produtores mundiais de soja. Na safra 2019/20, a cerca de 124,8 milhões de toneladas de grãos de soja foram cultivados em uma área de 36,8 milhões de hectares (CONAB, 2020). A expectativa é de acréscimo (8,5 %) para a safra 2020/2021, podendo atingir 135,4 milhões de toneladas em uma área de 38,5 milhões de hectares, 4,2% maior em comparação a safra anterior (CONAB, 2021). Esse crescimento deve ser atribuído, além do aumento de áreas de cultivo, também a adoção de práticas de manejo, como a introdução e uso de novas tecnologias, cultivares mais resistentes e adaptadas, bom manejo da fertilidade do solo, ambos processos que visam a obtenção de maiores produtividades (CÂMARA, 2015).

1.2 Fitonematoides na cultura da soja

Os fitonematoides pertencem ao Filo Nematoda (Nemata), e compreendem a cerca de 4100 espécies (DECRAEMER & HUNT, 2006). São vermes microscópicos que possuem sistema circulatório, respiratório e digestivo, apresentando estrutura de alimentação especializada (estilete labial), que é utilizado para injeção de enzimas nas células e tecidos vegetais, para posteriormente extrair conteúdo celular (COYNE et al., 2007).

Os fitonematoides são classificados como endoparasitas, semiendoparasitas e ectoparasitas. O grupo dos nematoides semiendoparasitas e ectoparasitas, que fazem parte

os gêneros *Rotylenchulus*, *Tylenchulus*, *Helicotylenchus*, *Xiphinema*, *Belonolaimus*, *Longidorus*, *Trichodorus* e *Hemicycliophora*, possuem a característica de introduzir a parte anterior do corpo ou apenas o estilete nas células vegetais retirando seus nutrientes (OLIVEIRA et al., 2016). O grupo dos nematoides endoparasitas que fazem parte os gêneros *Pratylenchus*, *Radopholus*, *Hirschmanniella*, *Meloidogyne*, *Heterodera* e *Globodera*, atuam invadindo por completo as raízes, alimentando-se das células podendo migrar no interior dos tecidos radiculares como estabelecer sítios especializados de alimentação (OLIVEIRA et al., 2016).

O sintoma mais comum do ataque de fitonematoides é a presença de plantas de porte reduzido, comumente conhecido como “nanismo”, que em geral ocorre no formato de reboleiras circulares ou ovais. Os demais sintomas podem sofrer diferentes variações conforme o modo de parasitismo do nematoide, o qual é determinante na relação parasita-hospedeiro. Os sintomas em raízes podem provocar desde a indução de formação de galhas até a presença de lesões necróticas, podendo prejudicar raízes superficiais e profundas. (ROSA et al., 2004). A incidência dos fitonematoides presentes na raiz, associado ao nível de suscetibilidade da planta, são elementos que determinam a intensidade dos danos causados (PINHEIRO et al., 2014).

Diferentes espécies de fitonematoides são frequentemente observadas na cultura da soja. Em nível mundial, mais de 100 espécies dentre 50 gêneros de fitonematoides foram associados ao cultivo da oleaginosa. No Brasil, as espécies mais prejudiciais à cultura da soja são *Meloidogyne* spp. (nematoide de galhas), *Heterodera glycines* (nematoide de cistos da soja), *Pratylenchus brachyurus* (nematoide das lesões radiculares) e *Rotylenchulus reniformis* (nematoide reniforme) (DIAS et al., 2010). O nematoide espiralado, *Helicotylenchus dihystera*, surge neste cenário como promissor fitonematoide na cultura da soja (MACHADO et al., 2019).

1.2.1 Nematode das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*)

O gênero *Pratylenchus* reúne fitonematoides polípagos e endomigradores que causam danos em raízes devido a sua alimentação, movimentação e liberação de enzimas e toxinas no córtex radicular (GOULART, 2008). Esses parasitas se alimentam do conteúdo celular, destruindo as células no local em que ocorreu a penetração no córtex, provocando lesões, facilitando a entrada de outros microrganismos associados que

auxiliam na destruição do sistema radicular. As plantas ficam com porte pequeno, seus ramos finos, na estação seca podem apresentar clorose ou murchamento, e em casos de ataque severo desfolha total (TIHOHOD, 1997).

O ciclo de vida de *Pratylenchus* sp. compreende as fases de ovo, juvenil (quatro estádios, de J₁ até J₄) e adultos (fêmea ou macho), e todos são infectantes podendo penetrar inúmeras vezes o órgão vegetal atacado durante toda sua vida. De forma geral, estima-se que cada fêmea produza de 70 a 120 ovos, aos quais são depositados no interior das raízes parasitadas, podendo também liberá-los diretamente no solo. Tal reprodução pode ocorrer por anfimixia como por partenogênese (FERRAZ & BROWN, 2016).

A duração do ciclo de *Pratylenchus* sp. é relativamente rápida, ocorrendo em média de três a seis semanas sob condições favoráveis, sendo determinada pela planta hospedeira, temperatura, textura do solo, entre outros. O solo influencia particularmente tanto na distribuição como a densidade populacional do nematoide, e a maioria das espécies demonstram alta preferência por solos de textura arenosa (LOOF, 1991; GOULART, 2008; FERRAZ & BROWN, 2016).

P. brachyurus é a segunda espécie – tanto a nível nacional, quanto mundial – que mais causa impactos econômicos em diferentes culturas agrícolas, sendo superado apenas pelo nematoide de galha (*Meloidogyne* sp.) (CARVALHO et al., 2013). Eles são parasitas biotróficos obrigatórios, habitantes do solo localizados em todas as regiões agrícolas do mundo de clima tropical, subtropical e temperado, e apresentam grande diversidade de hospedeiros (GOULART, 2008).

A grande diversidade de hospedeiros sugere que o parasitismo desse nematoide, seja mais primitivo em relação a outros fitonematoides, como o *Heterodera* sp. (nematoide de cisto), *Meloidogyne* sp. (nematoide das galhas), entre outros (CASTILLO & VOVLAS, 2007). Esta característica se torna grande dificuldade para o processo de melhoramento vegetal e para o desenvolvimento e obtenção de materiais resistentes (STARR et al. 2002), bem como o manejo de forma integrada, por conta da existência de poucas espécies vegetais resistentes que apresentam alto potencial para o uso na rotação/sucessão de culturas.

1.2.2 Nematoide espiralado (*Helicotylenchus* sp.)

O gênero *Helicotylenchus* apresenta espécies ectoparasitas e semiendoparasitas migradores e polípagos (DECRAEMER & HUNT, 2006). Conhecidos como nematoides espiralados, possuem a característica de corpo enrolado após sua morte, e adotam forma espiralada e parcialmente fechada (LORDELLO et al., 1992). Seu ciclo de vida possui variação de 35 a 37 dias, a temperatura na faixa de 23-33°C, podendo sobreviver no solo por meses sem a presença de uma cultura hospedeira (LAUGHLIN & LORDELLO, 1977).

Nematoides do gênero *Helicotylenchus* apresentam ampla distribuição geográfica, sendo constatado sua associação a diferentes espécies vegetais, e ligado a outros nematoides, sua ação pode causar o declínio do sistema radicular da planta infectada (SHARMA et al., 1993). Mesmo atestado sua presença em inúmeras culturas, ainda são considerados como fitonematoides de importância secundária (KIRSCH et al., 2016).

Amplamente disseminado na cultura da soja, uma vez que sua densidade de dispersão e população aumentou nas áreas de cultivos, o nematoide *H. dihystera* apresenta alto potencial em causar danos econômicos a principal oleaginosa (GAIR et al., 2018). Isso é decorrente de seus sintomas de lesões escurecidas no sistema radicular serem semelhantes aos de *P. brachyurus* (MACHADO et al., 2015). Entretanto, são escassas as informações de danos deste nematoide, juntamente como seu controle, reforçando a necessidade e importância de estudos (GAIR et al., 2018).

1.3 Fertilidade do solo como ferramenta auxiliar no manejo de nematoides

O manejo de fitonematoides é complexo, de modo que sua erradicação em áreas infestadas é praticamente impossível, ao passo que se busca medidas de convivência. Diferentes métodos de controle vêm sendo pesquisados e aplicados, sempre buscando um manejo racional, de modo que seja eficiente e econômico. De modo geral, os métodos mais utilizados englobam o uso da prática de rotação com culturas não hospedeiras, plantas com efeitos antagônicos, plantas resistentes ou que apresentam baixo fator de reprodução, além de uso de produtos químicos, biológicos e o manejo do solo (FERRAZ & BROWN, 2016).

Aspectos relacionados a fertilidade do solo também influenciam a dinâmica populacional dos fitonematoides, podendo ser importante ferramenta auxiliar no controle do patógeno (ROCHA et al., 2007). A fertilidade do solo é um fator que pode ser alterado

pelo homem, podendo ser utilizada como complemento ou manejo, além de ser importante no crescimento, morfologia, anatomia e principalmente na composição química e enzimática das plantas, influenciando na resistência e tolerância ao patógeno (SANTOS et al., 2018).

De modo geral, um adequado manejo da fertilidade do solo auxilia a planta a aumentar a tolerância aos nematoides. Dentre eles, manter níveis altos de matéria orgânica (MO) no solo, atender ao nível de saturação de bases indicado para a cultura, realizar o parcelamento do potássio em solos de textura arenosa, atentar para a adubação equilibrada, realizar suplementação com micronutrientes e verificar o nível de compactação do solo (EMBRAPA, 2011).

Estudos a respeito desta relação confirmam que na presença de Al e teores de Ca e Mg abaixo do nível crítico, os sintomas aparentes nas plantas em decorrência do dano nematoide das lesões radiculares se intensificam, ao passo que a população do mesmo não aparenta ter relação direta com os atributos químicos do solo (DEBIASI et al., 2011). Nesse contexto, o adequado manejo da acidez do solo pode contribuir para a redução da intensidade dos sintomas. A presença de Ca no ambiente radicular é de extrema importância, visto que não possui habilidade de se translocar da parte aérea para as raízes em desenvolvimento. Por outro lado, a presença do Al pode provocar redução na taxa de crescimento do sistema radicular prejudicando a absorção de água e nutrientes pela planta (SILVA et al., 2005).

Em relação ao teor de MO, os níveis populacionais de *P. brachyurus* são reduzidos em áreas mais ricas (COSTA et al., 2014), demonstrando que a supressão do nematoide pela MO é atribuída a melhora do solo, aumentando a retenção de umidade, aeração e produção de microrganismos antagonistas. Portanto, técnicas de manejo do solo que tenham como objetivo aumentar o teor de MO podem reduzir os danos à soja causados pelo fitonematoide (DEBIASI et al., 2011).

Em relação a infestação de *Helicotylenchus sp.*, pouco se sabe quanto aos atributos da fertilidade do solo, ocorrendo por ser considerado como fitonematoide de importância secundária (KIRSCH et al., 2016). Entretanto, a sua alta e frequente ocorrência em análises de solos e estudos sistemáticos, levam a necessidade de aprimorar os estudos relacionados aos seus danos (INOMOTO, 2010; MACHADO et al., 2019).

O levantamento de informações a respeito da relação dos fitonematoides e atributos de fertilidade do solo, poderia, sobretudo, contribuir para a tomada de decisão do manejo

das lavouras, e eventualmente para a redução dos custos, mitigação dos danos e/ou aumento da produtividade das culturas.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CÂMARA, G. M. S. **Introdução ao Agronegócio Soja**. Piracicaba: USP/ESALQ - Departamento de Produção Vegetal, 2015.

CARVALHO, C. de.; FERNANDES, C. D.; SANTOS, J. M. dos.; MACEDO, M. C. M. Densidade populacional de *Pratylenchus* spp. em pastagens de *Brachiaria* spp. e sua influência na disponibilidade e na qualidade da forragem. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 60, n. 1, p. 30-37, 2013.

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

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**, v.7 – Safra 2019/20 – N.12 – Décimo segundo levantamento, setembro 2020.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**, v.8 – Safra 2020/21 – N.8 – Oitavo levantamento, maio 2021.

COYNE, D. L.; NICOL, J. M.; CLAUDIUS-COLE, B. **Nematologia prática: Um guia de campo e de laboratório**. Cotonou: S/ed, 2007. 82 p.

COSTA, M. J. N.; PASQUALLI, R. M.; PREVEDELLO, R. Efeito do teor de matéria orgânica do solo, cultura de cobertura e sistema de plantio no controle de *Pratylenchus brachyurus* em soja. **Summa Phytopathologica**, v.40, n.1, p.63-70, 2014.

DEBIASI, H.; MORAES, M. T. de.; FRANCHINI, J. C.; DIAS, W. P.; SILVA, J. F. V.; RIBAS, L. N. Monitoramento da fertilidade do solo e da ocorrência do nematóide das lesões radiculares em soja no Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011, Uberlândia. **Anais**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. 1 CD-ROM.

DECRAEMER, W.; HUNT, D. J. Structure and classification, In: **Plant nematology**. CABI, p. 3-32, 2006.

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

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2012 e 2013. Londrina, **Embrapa Soja**, 2011. 262p.

FERRAZ, L. C. C. B., BROWN, D. J. F. **Nematologia de plantas: fundamentos e importância**. Sociedade Brasileira de Nematologia, 2016. 251 p.

GAIR, L. H. V.; MACHADO, A. C. Z.; KANEKO, L.; SILVA, S. A. Eficiência de nematicidas no controle de *Helicotylenchus dihystera* em soja. **IAPAR**, Londrina, 2018.

GOULART, A. M. C. Aspectos gerais sobre nematoides-das-lesões-radiculares (gênero *Pratylenchus*). Planaltina: **Embrapa Cerrados**, 2008. 27p. (Documentos, 219).

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. Londrina: **Embrapa Soja**, 70p.: il. – (Documentos / Embrapa Soja), 2014.

INOMOTO, M. M. Avanço preocupante. **Revista Cultivar**, v. 11, n. 127, p. 12-15, 2010.

KIRSCH, V. G.; KULCZYNSKI, S. M.; GOMES, C. B.; BISOGNIN, A. C.; GABRIEL, M.; BELLÉ, C.; MEDINA, I. L. (2016). Characterization of *Meloidogyne* and *Helicotylenchus* species associated with soybean in Rio Grande do Sul State. **Nematropica**. 46. 197-208.

LAUGHLIN, C. W., LORDELLO, L. G. **Sistemas de manejo de nematoides: Relações entre a densidade de população e os danos à planta.** II Reunião de Nematologia, 15-24, 1977.

LOOF, P. A. A. The family Pratylenchidae Thorne, 1949. In: **Manual of agricultural nematology.** p. 363-421, 1991.

LORDELLO, A. I. L.; LORDELLO, R. R. A.; QUAGGIO, J. A. **Ocorrência do nematoide de cisto da soja (*Heterodera glycines*) no Brasil.** Revista de Agricultura, Piracicaba, v. 67, n. 3, p. 223-225, 1992.

MACHADO, A. C. Z.; DORIGO, O. F.; SILVA, S. A.; AMARO, P. M. Parasitismo De *Helicotylenchus dihystra* Nas Culturas Da Soja E Milheto. **Anais.** XXXII Congresso Brasileiro de Nematologia. 2015.

MACHADO, A. C. Z.I.; AMARO, P. M.; SILVA, S. A. Two novel potential pathogens for soybean. **PloS one**, v. 14, n. 8, p. e0221416-e0221416, 2019.

MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; ALMEIDA NETO, A. I.; ABREU, V. G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**, Dourados, v.3, n.9, p.175-181, 2010.

MEDEIROS, P. O.; NÄÄS, I. A. Cadeia produtiva da soja no Piauí: uma análise de perdas de grãos em função de distâncias percorridas. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, Brasília. v.10, n.4, p.368-374, 2016.

OLIVEIRA, C. M. G.; SANTOS, M. A.; CASTRO, L, H. S. Diagnose de fitonematoides. São Paulo, SP: **Millenium**, 2016, 368 p.

PINHEIRO, J. B.; PEREIRA, R. B.; SUINAGA, F.A. **Manejo de nematoides na cultura do tomate.** EMBRAPA HORTALÍÇAS. Circular técnica 132. ISSN 1415-3033. Brasília, 2014.

ROCHA, M. R.; CARVALHO, Y.; CORRÊA, G. C.; CUNHA, M. G.; CHAVES, L. J. Efeito da calagem e da adubação potássica sobre o nematoide *Heterodera glycines* (Ichinohe, 1952)1. **Agrociência**, v.11, n.2, p.31-38, 2007.

ROSA, H.; MANZANILLA-LOPES; EVANS, K. & BRIDGE, J. 2004. **Plant Disease Caused by Nematodes**. In: CHEN, Z.X.; CHEN, S.Y. & DICKSON, D.W. *Nematology: advances and perspectives*. Vol.2, p. 637-716.

SANTOS, B. H. C.; RIBEIRO, R. C. F.; OLIVEIRA, R. M.; XAVIER, A. A.; ROCHA, L. S.; NETO, J. A. S.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; MIZOBUTSI, E. H. Silicato de cálcio e magnésio no controle de *Meloidogyne javanica* em pepineiro em diferentes texturas de solo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.8, n.1, p.104-109, 2018.

SILVA, I. R. et al. Interactions between magnesium, calcium, and aluminum on soybean root elongation. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 29:747-754, 2005.

SHARMA, R. D.; SILVA, D. B.; CASTRO L. H. R. **Efeito de *Helicotylenchus dihystera* sobre trigo e ervilha cultivados em solos provenientes de três sistemas de preparo**. *Nematologia Brasileira*, 17: 85-95, 1993.

STARR, J. L.; COOK, R.; BRIDGE, J. **Plant resistance to parasitic nematodes**. Wallingford: CABI Publishing, 2002. 258 p.

TIHOHOD, D. **Guia prático para a identificação de fitonematoides**. Jaboticabal: FUNEP, 1997. 246 p.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar a relação entre atributos da fertilidade do solo e a densidade populacional de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. na cultura da soja.

3.2 Objetivos Específicos

- Correlacionar os dados de fertilidade do solo e de população de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. a fim de encontrar explicações relevantes para o melhor cultivo da soja;
- Determinar quais são os atributos de fertilidade do solo que afetam negativamente a população de nematoide na região analisada.

4. CAPÍTULO I

Relação de atributos da fertilidade do solo e a população de *Pratylenchus brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. na cultura da soja

RESUMO

O ataque de fitonematoides limitam o potencial produtivo de áreas cultivadas com soja. Atualmente, diversas técnicas de manejo são empregadas, como a prática de rotação de culturas, materiais resistentes ou com baixo fator de reprodução, produtos biológico e químico, assim como o manejo da fertilidade do solo. O objetivo deste estudo foi avaliar relação entre atributos da fertilidade do solo e a população de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. na cultura da soja. Foram realizadas 45 amostragens de solo e raízes de soja em uma área comercial no município de Montividiu, GO, com histórico de incidência de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. Foram realizadas análises nematológicas de solo e raiz para quantificação dos fitonematoides, e análises químicas dos teores de MO, pH, P, K, Ca, Mg, S, Al⁺³, H+Al³, B, Cu, Fe, Mn, Zn, SB, CTC e V%. Os dados obtidos foram submetidos a análise de correlação de Pearson, ao nível de significância de 5%. Para *P. brachyurus*, não houve correlação de sua população com os atributos de fertilidade nas amostras de solo, porém, em amostras de raízes se apresentou correlações negativas com Mg, pH e V% e positivas com H+Al³ e Fe. Em relação a população de *Helicotylenchus* sp., não se obteve correlação com os teores de fertilidade em amostras de raízes. Já em amostras de solo, correlacionou-se positivamente com MO e acidez potencial.

Palavras-chave: *Glycine max*, nematoide, manejo, micronutrientes e macronutrientes.

ABSTRACT

Phytonematodes attacks limit the productive potential of areas cultivated with soybean. Currently several control techniques are used in management, such as the practice of crop rotation, resistant materials or with a low reproduction factor, biological and chemical products, as well as the management of soil fertility. The aim of this study was to evaluate the relationship between soil fertility attributes and population of *P. brachyurus* and *H. dihystera* in soybean. 45 samples of soil and soybean roots were carried out in a commercial area in the municipality of Montividiu, GO, with a history of *P. brachyurus* and *H. dihystera* incidence. Nematological analyzes of soil and root were carried out to quantify the phytonematodes, and chemical analyzes of the contents of OM, pH, P, K, Ca, Mg, S, Al^{+3} , $H+Al^{+3}$, B, Cu, Fe, Mn, Zn, SB, CTC and V%. The data obtained were submitted to Pearson's correlation analysis, at a significance level of 5%. For *P. brachyurus*, there was no correlation between its incidence and the fertility attributes in soil samples, however, in root samples, negative correlations with Mg, pH and V% and positive with $H + Al^3$ and Fe were shown. In relation to *H. dihystera* population, there was no correlation with fertility levels in root samples. In soil samples, it was positively correlated with OM and potential acidity.

Keywords: *Glycine max*, nematode, management, micronutrients and macronutrients.

4.1 Introdução

A soja, maior oleaginosa cultivada no Brasil convive com diferentes fatores que limitam a obtenção de maiores produtividades. Os problemas fitossanitários se destacam muito pela ação dos fitonematoides, como patógenos responsáveis por provocarem limitações, e conseqüentemente redução na produtividade e perda de qualidade dos grãos (BELLÉ et al., 2017).

Os fitonematoides possuem alto potencial destrutivo na cultura da soja. No Brasil, estima-se que as perdas por nematoides podem chegar a R\$ 35 bilhões ao ano, e somente na soja esse valor chega próximo de R\$ 16,2 bilhões (MACHADO, 2015). Estes prejuízos são decorrentes da penetração nas raízes da planta dificultando a absorção de água e nutrientes, e conseqüentemente reduzindo a produtividade (DIAS et al., 2010). No Brasil, o nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) é considerada a principal espécie causadora de danos a cultura da soja (ALVES, 2015). O sintoma inicial de ocorrência do *P. brachyurus* se caracteriza pela presença de reboleiras, nas quais apresentam plantas de pequeno porte e raízes parcial ou totalmente escurecidas bem como sua redução no sistema radicular (DIAS et al., 2010.; SANTOS et al., 2015). Embora não consolidado como uma das principais espécies, o nematoide espiralado (*Helicotylenchus* sp.) vem apresentando grande potencial para a cultura da soja no Brasil, devido ao crescimento de sua disseminação e incidência (MACHADO et al., 2019).

Atualmente, os principais métodos de controle se baseiam na prática de rotação de culturas não hospedeiras e a antagonicas, materiais tolerantes, uso de produtos biológicos e químico, assim como o manejo da fertilidade, influenciando tanto na predisposição das plantas quanto na redução do ataque desses fitopatógenos (FRANCHINI et al., 2014).

A ausência de equilíbrio nutricional na planta, associada a intensidade de uma infecção, interfere em mudanças na cutícula, parede celular, suberização, silicificação e lignificação de tecidos, bem como na síntese e acúmulo de compostos fenólicos e manutenção de compostos solúveis (DATNOFF et al., 2007). Estudos a respeito desta relação confirmam que na presença de Al e teores de Ca e Mg abaixo do nível crítico, os danos dos nematoide das lesões radiculares se intensificam, ao passo que a população do mesmo não aparenta ter relação direta com os atributos químicos do solo (DEBIASI et al., 2011). Nesse contexto, o adequado manejo da acidez do solo pode contribuir para a redução da intensidade dos sintomas. A presença de Ca no ambiente radicular é de

extrema importância, já que não possui habilidade de se translocar da parte aérea para as raízes em desenvolvimento. Por outro lado, a presença do Al pode reduzir a taxa de crescimento das raízes interferindo na absorção de água e nutrientes pela planta (SILVA et al., 2005).

Em relação ao teor de MO, os níveis populacionais de *P. brachyurus* são reduzidos em áreas mais ricas (COSTA et al., 2014), demonstrando que a supressão do nematoide pela MO é atribuída a melhora do solo, aumentando a retenção de umidade, aeração e produção de microrganismos antagônicos. Portanto, técnicas de manejo do solo que tenham como objetivo aumentar o teor de MO podem reduzir os danos à soja causados pelo fitonematoide (DEBIASI et al., 2011).

O conhecimento e estudo sobre a relação entre os fitonematoídeos e a fertilidade do solo são fatores de grande importância para a definição de práticas de manejo que possam reduzir o ataque e danos provocados nas culturas. Diante disto, objetivou-se avaliar as possíveis correlações entre atributos da fertilidade do solo com a população de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. na cultura da soja.

4.2 Material e métodos

4.2.1 Caracterização da área experimental

O estudo foi realizado a partir de amostragens de solo e raízes de soja do cultivar Monsoy® 7198 IPRO, com grupo de maturação 7.1 e crescimento indeterminado, apresentando resistência a nematoide de cisto (raças 1 e 3) e galha (incógnita), coletadas em uma área comercial de produção de grãos, no município de Montividiu, GO, Brasil no ano agrícola 2018/19.

O clima é classificado como AW, tropical, segundo classificação de Köppen-Geiger, apresenta estação seca no inverno e verão chuvoso, pluviometria anual média de 1400-1600 mm e temperatura média de 23-24°C (CARDOSO et al., 2014).

O talhão, com área total de 120 ha⁻¹, apresenta solo do tipo Latossolo Vermelho Distrófico, de textura média, com histórico de incidência de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp., atestado por análise e acompanhamento da área pelas duas últimas safras (2016/17 e 2017/18) em sistema de plantio direto. A metodologia para coleta de

amostras não interferiu na condução da lavoura pelo produtor, que utilizou um único manejo de adubação e tratos culturais para toda a área.

4.2.2 Determinação e amostragem dos pontos

A determinação dos pontos de amostragem foi realizada com o auxílio de um drone Dji Phantom[®] 4 Advanced (Shenzhen, China), equipado com um sensor RGB, que sobrevoou a área no estágio de desenvolvimento vegetativo V5 da soja. Posteriormente, as imagens obtidas foram ortorretificadas no software Pix4d 3.2.23.

Por meio da imagem aérea, foram demarcadas cinco reboleiras para o estudo. A partir do centro de cada reboleira, seguindo duas retas perpendiculares ao ângulo de 45°, foram definidos 9 pontos de amostragem, totalizando 45 amostras (Figura 1).



Figura 1. Esquema de amostragem de solo e raiz na reboleira em lavoura de soja infestada por *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp.

A coleta das amostras de solo e raiz foi realizada no estágio de desenvolvimento reprodutivo R1 da cultura da soja. Os pontos de amostragem foram localizados com o auxílio de um GPS Garmin[®] Etrex 30x. Em cada ponto foram coletadas 3 subamostras compostas de solo (\approx 500 g) e raiz (\approx 50 g) na camada de 0-20cm, homogeneizadas e devidamente acondicionadas para a posterior análise nematológica e química.

4.2.3 Processamento das amostras de solo e raízes

Os processos de extração, identificação e quantificação de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. do solo e raízes da soja, foram realizadas no laboratório de Fitopatologia do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde.

A fração de solo de cada amostra foi processada pelo método de peneiramento e flutuação em centrífuga em solução de sacarose, conforme descrito por Jenkins (1964). A extração dos nematoides presentes nas raízes foi realizada conforme método descrito por Coolen & D'Herde (1972). O material obtido foi levado para identificação e quantificação em microscópio óptico, com o auxílio de uma câmara de Peters (SOUTHEY, 1970). O processo para determinação do número de fitonematoides foi repetida por três vezes em cada amostra, e ao final, calculou-se a média dos valores encontrados.

As análises químicas do solo foram realizadas em laboratório de química agrícola. Analisou-se os teores de matéria orgânica (MO), potencial hidrogeniônico (pH), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), alumínio tóxico (Al^{+3}), acidez potencial ($H+Al^{+3}$), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), conforme metodologias descritas em Raij et al. (2001). Calculou-se ainda os valores de soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) e a saturação por bases (V%).

4.2.4 Análise estatística

Os dados obtidos da população de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. e os níveis de cada atributo de fertilidade do solo foram tabulados e submetidos a análise de correlação de Pearson, ao nível de significância de 5% utilizando o software R. O coeficiente de correlação Pearson (r) varia de -1 a 1, indicando direção positiva ou negativa do relacionamento. O valor sugere a força da relação entre as variáveis, logo quanto mais próximo a -1 ou 1, maior a força da correlação; a ausência de correlação é dada pelo valor zero (FIGUEREDO & SILVA, 2009).

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Correlação de atributos de fertilidade do solo e a população de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. em amostras de solo

A correlação entre a população de *P. brachyurus* nas amostras de solo e os atributos de fertilidade não foi significativa (Tabela 1). Sabe-se que esse fitonematoide é um endoparasita migrador, e sua presença é mais comum nas raízes causando danos ao sistema radicular, devido sua alimentação, movimentação ativa e liberação de enzimas e toxinas no córtex radicular (GOULART, 2008).

Tabela 1 Correlação (r de Pearson) entre variáveis de fertilidade do solo e a população de *P. brachyurus* em amostras de solo. Montividiu, GO, Brasil.

Variável	r	Variável	r	Variável	r
MO	0.190 ^{ns}	pH	0.145 ^{ns}	B	-0.028 ^{ns}
P	0.085 ^{ns}	Al ⁺³	-0.051 ^{ns}	Cu	-0.020 ^{ns}
K	-0.216 ^{ns}	H+Al ⁺³	-0.138 ^{ns}	Fe	-0.187 ^{ns}
Ca	0.099 ^{ns}	SB	0.116 ^{ns}	Mn	-0.157 ^{ns}
Mg	0.131 ^{ns}	CTC	0.106 ^{ns}	Zn	-0.241 ^{ns}
S	0.037 ^{ns}	V%	0.116 ^{ns}		

**, * e ^{ns}: significativo a 1%, 5% e não significativo.

Em contrapartida, a população de *Helicotylenchus* sp. no solo se correlacionou positivamente com os teores de matéria orgânica (MO) e a acidez potencial (H+Al³) (Tabela 2 e Figura 2).

Tabela 2 Correlação (r de Pearson) entre variáveis de fertilidade do solo e a população de *Helicotylenchus* sp. em amostras de solo. Montividiu, GO, Brasil.

Variável	r	Variável	r	Variável	r
MO	0.289*	pH	-0.270 ^{ns}	B	-0.031 ^{ns}
P	-0.050 ^{ns}	Al ⁺³	0.105 ^{ns}	Cu	0.121 ^{ns}
K	-0.056 ^{ns}	H+Al ⁺³	0.289*	Fe	0.246 ^{ns}
Ca	-0.203 ^{ns}	SB	-0.239 ^{ns}	Mn	0.034 ^{ns}
Mg	-0.270 ^{ns}	CTC	-0.218 ^{ns}	Zn	-0.138 ^{ns}
S	-0.203 ^{ns}	V%	-0.264 ^{ns}		

**, * e ^{ns}: significativo a 1%, 5% e não significativo.

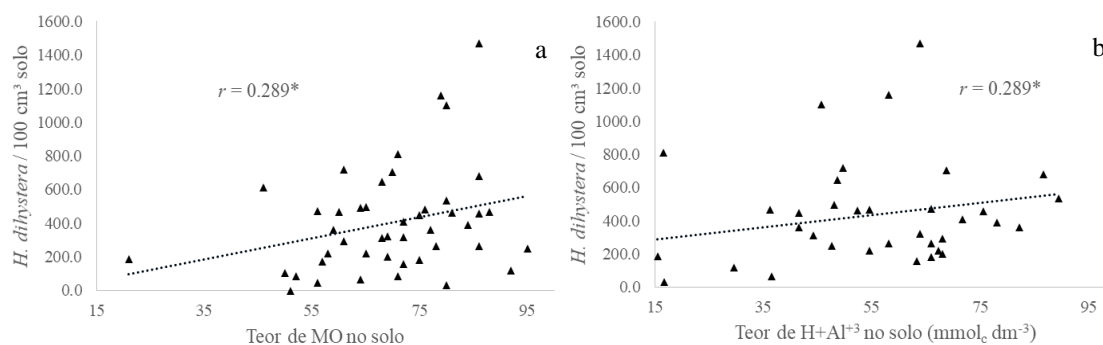


Figura 2. Correlação (r de Pearson) entre os teores de MO (a) e $H+Al^{+3}$ (b) no solo e a população de *Helicotylenchus* sp. nas amostras de solo.

Sabe-se que *Helicotylenchus* sp. são mais abundantes no solo (LEIVA et al., 2020). E inúmeros fatores influenciam a sua incidência em sistemas agrícolas, tais como a quantidade de MO, umidade, textura, e compactação do solo, sendo capazes de exercer influência sobre a distribuição e flutuação de nematoides (DEBIASI et al., 2011; CARDOSO et al., 2012; INOMOTO et al., 2012).

A ação da MO sobre os nematoides ocorre de forma direta por meio da liberação de substâncias químicas com efeito nematicida no processo de decomposição da matéria, conforme evidenciado para plantas como crotalária e brássicas (DIAS-ARIEIRA & PUERARI, 2019). Esse efeito ocorre também de forma indireta, via melhoria da qualidade das propriedades físico-químicas do solo e da atividade microbiana, aumentando o número de organismos que atuam como inimigos naturais (DIAS-ARIEIRA & PUERARI, 2019). Em contrapartida, neste estudo isso não foi comprovado, pois com o aumento da matéria orgânica favoreceu a infestação de *Helicotylenchus* sp. nos solos estudados.

Correlação positiva entre os níveis de população de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. nas amostras de solo foram observados (Figura 03). Contudo a população de *Helicotylenchus* sp. foi 850% maior no solo que o *P. brachyurus*. Isso pode ser decorrente do efeito de competição entre os fitonematoides, pois conforme observado anteriormente não ocorreu nenhuma correlação entre os atributos de fertilidade com a densidade populacional de *P. brachyurus* no solo. É conhecido, no entanto, que maiores quantidades de MO reduzem os níveis de população de *P. brachyurus* (COSTA et al., 2014). Ou seja, essa quantidade de MO pode ter sido primordial para manter o nível de *P. brachyurus* em 43,54 (100cm² solo), mesmo não correlacionando, já para o

Helicotylenchus sp. não foi evidenciada essa ação antagônica com a MO, obtendo médias de 402,05 (100cm² solo).

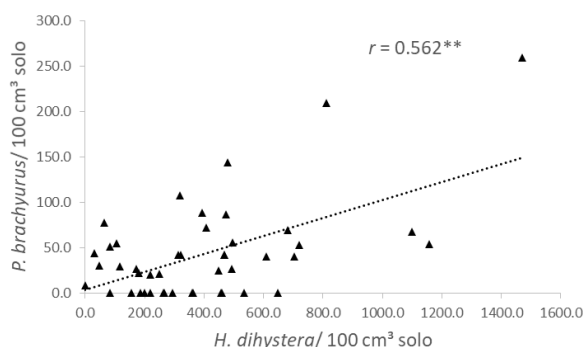


Figura 3. Correlação (r de Pearson) entre os níveis de população de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. nas amostras de solo.

4.3.2 Correlação de atributos de fertilidade do solo e a população de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. em amostras de raízes de soja

A população de *P. brachyurus* encontrada nas amostras coletadas de raízes da soja se correlacionou significativamente e de forma negativa com Mg, pH e V% (Figura 4), e de modo positivo com o H+Al³ e Fe (Tabela 3 e Figura 5). Já a para a população de *Helicotylenchus* sp. nas raízes de soja não foi observado correlação entre atributos de fertilidade do solo e sua incidência (Tabela 4). Além disso, foi verificada a correlação positiva entre os nematoides (Figura 6), contudo o hábito parasitário de *Pratylenchus* sp., explica sua alta prevalência em amostras de raízes em relação ao *Helicotylenchus* sp.

Tabela 3. Correlação (r de Pearson) entre variáveis de fertilidade do solo e a população de *P. brachyurus* em amostras de raízes de soja. Montividiu, GO, Brasil.

Variável	r	Variável	r	Variável	r
MO	0.074 ^{ns}	pH	-0.444**	B	-0.178 ^{ns}
P	-0.169 ^{ns}	Al ⁺³	0.185 ^{ns}	Cu	0.103 ^{ns}
K	-0.273 ^{ns}	H+Al ⁺³	0.385**	Fe	0.305*
Ca	-0.212 ^{ns}	SB	-0.273 ^{ns}	Mn	-0.120 ^{ns}
Mg	-0.328*	CTC	-0.233 ^{ns}	Zn	-0.156 ^{ns}
S	-0.154 ^{ns}	V%	-0.358*		

** , * e ^{ns}: significativo a 1%, 5% e não significativo.

Tabela 4. Correlação (r de Pearson) entre variáveis de fertilidade do solo e a população de *Helicotylenchus* sp. em amostras de raízes de soja. Montividiu, GO, Brasil.

Variável	r	Variável	r	Variável	r
MO	0.111 ^{ns}	pH	-0.260 ^{ns}	B	0.105 ^{ns}
P	-0.020 ^{ns}	Al ⁺³	-0.006 ^{ns}	Cu	-0.053 ^{ns}
K	0.109 ^{ns}	H+Al ⁺³	0.229 ^{ns}	Fe	0.279 ^{ns}
Ca	-0.183 ^{ns}	SB	-0.183 ^{ns}	Mn	0.094 ^{ns}
Mg	-0.162 ^{ns}	CTC	-0.164 ^{ns}	Zn	0.090 ^{ns}
S	-0.230 ^{ns}	V%	-0.266 ^{ns}		

** , * e ^{ns}: significativo a 1%, 5% e não significativo.

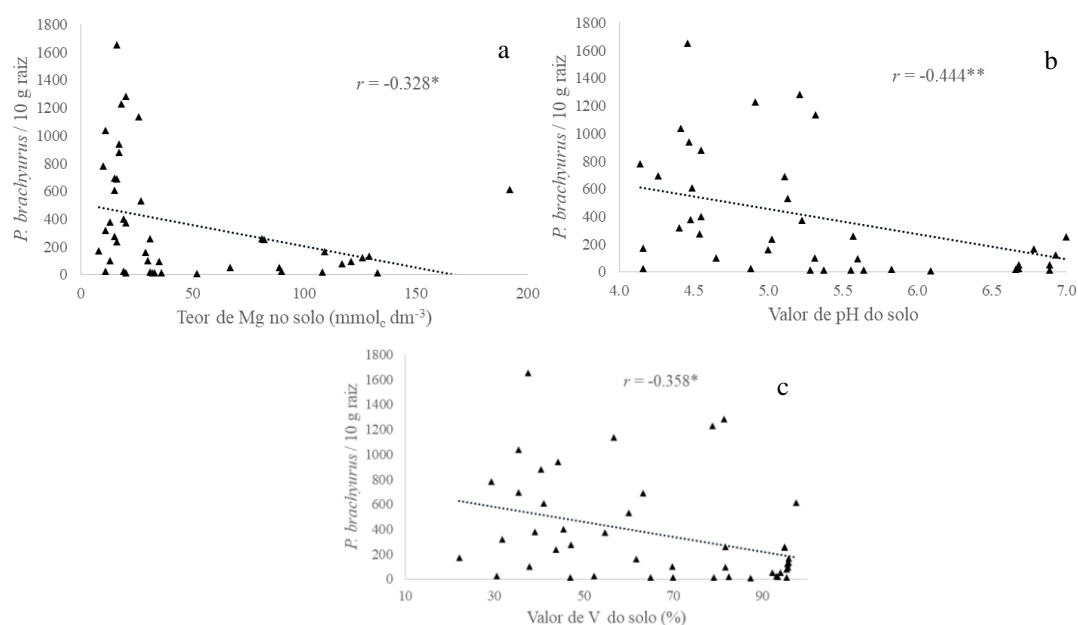


Figura 4. Correlação (r de Pearson) entre os teores de Mg (a), pH (b) e valores de V% (c) no solo e a população de *P. brachyurus* nas amostras de raízes de soja.

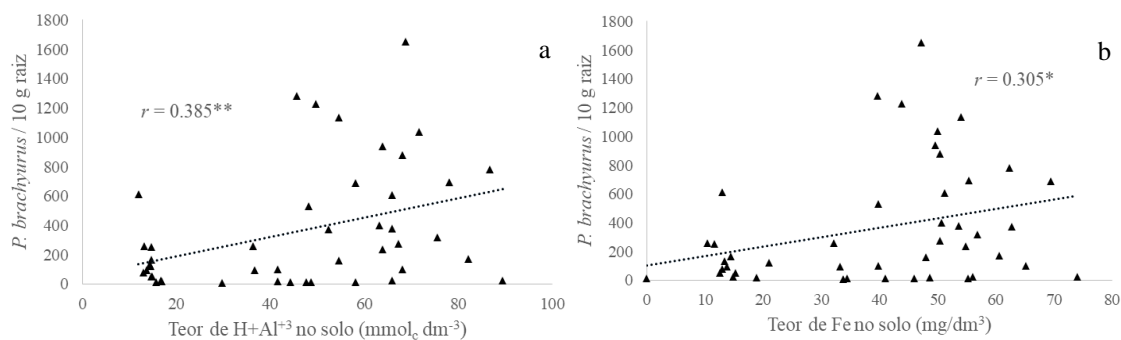


Figura 5. Correlação (r de Pearson) entre os teores de $H+Al^{+3}$ (a) e teores de Fe (b) no solo e a população de *P. brachyurus* nas amostras de raízes de soja.

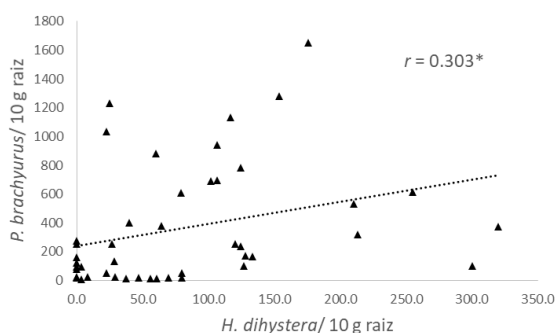


Figura 6. Correlação (r de Pearson) entre os níveis de população de *P. brachyurus* e *Helicotylenchus* sp. nas amostras de raízes de soja.

Alguns estudos apontam a relação entre os atributos químicos do solo e a população de *P. brachyurus*, relacionando a intensidade dos danos causados e não a influência na população (DEBIASI et al., 2011; FRANCHINI et al., 2011; MENDES et al., 2012; DEBIASI et al., 2013; FRANCHINI et al., 2014). Nematoides do gênero *Pratylenchus* possuem a característica de se adaptar a enorme variação nas condições do solo (SOUZA, 2009). Mas neste estudo, o aumento dos atributos Mg, pH e V% resultou em redução da população de *P. brachyurus*. Essa correlação corrobora estudos anteriores, que mostraram que a alta acidez do solo promove aumento nas populações de *Pratylenchus* (TREVATHAN et al., 1985; FRANCHINI et al., 2011; LEIVA et al., 2020). Mendes (2012), observou população de *P. brachyurus* nas raízes da soja na reboleira, isso está relacionada com o pH menor e teores de Ca e Mg abaixo do nível crítico, ocasionando redução no crescimento radicular, aumentando os danos causados às raízes e a parte aérea das plantas.

Acredita-se que os processos que ocorrem antes e durante a penetração do fitonematoides nas raízes do hospedeiro se relacionem com a acidez do solo, ou seja, a acidez do solo interfere nos processos pré-parasitários (FRANCHINI et al., 2018). Além disso, os menores teores de Mg, juntamente com demais nutrientes nas reboleiras, podem estar ligados a redução no desenvolvimento das raízes da soja (SILVA et al. 2017). Embora seja um nutriente móvel na planta, a presença de Mg na região radicular vem sendo associada ao aumento na elongação das raízes (SILVA et al., 2005). Logo, a menor disponibilidade de Mg nas reboleiras pode estar associada ao menor desenvolvimento

radicular, tornando-as mais suscetíveis aos danos de *P. brachyurus* (DEBIASI et al., 2013).

Níveis baixos de V% do solo, correlacionaram negativamente com a população de *P. brachyurus*. O aumento de 40% da saturação por bases do solo proporciona redução de quatro vezes na população do nematoide nas raízes da soja (de 2000 para 500 indivíduos por planta) (FRANCHINI et al., 2014). Esses resultados demonstram que o manejo da acidez do solo auxilia na redução da população e, conseqüentemente, dos danos de *P. brachyurus* na cultura da soja. Porém, é necessário destacar que o correto manejo da acidez do solo não exclui a necessidade de adotar outras técnicas para o controle do nematoide, principalmente a rotação/sucessão com culturas resistentes ou hospedeiras que possuem efeito desfavorável ao nematoide. Dentre possíveis efeitos supressivos provocados pelo aumento do pH e da V% do solo sobre o *P. brachyurus*, é de que menor acidez do solo resulte em aumento na resistência das paredes celulares nas raízes, dificultando a penetração, movimentação e alimentação do nematoide (FRANCHINI et al., 2011), mas, isso deve ser melhor estudado. A lixiviação de nutrientes leva o solo à acidificação, podendo ter perda na fertilidade do solo (TORRES et al., 2017).

Neste estudo, o Fe se correlacionou positivamente com a população de *P. brachyurus*. Pouco se sabe da relação do Fe no solo com os nematoides, muito por conta da ausência de estudos. O Fe é um micronutriente que participa de funções enzimáticas catalisadas pela catalase, peroxidase, nitrogenase, leghemoglobina e ferredoxina, e exerce funções vitais nos processos de fotossíntese e na respiração das plantas (SFREDO & BORKERT, 2004). Além dessa correlação positiva, também foi observado correlação positiva entre acidez potencial ($H+Al^{+3}$) e *P. brachyurus*. O aumento da acidez potencial ($H+Al^{+3}$) resultou em diminuição exponencial da densidade populacional do fitonematoide. Sabe-se que a intensidade dos sintomas de *P. brachyurus* em plantas de soja é maior em solos ácidos (MENDES et al., 2012). Além disso, a redução da acidez potencial do solo também pode favorecer grupos de microrganismos antagonicos desfavorecendo o nematoide.

A população de nematoides nas raízes da soja não variou entre as regiões com (reboleira) e sem sintomas, demonstrando que a maior expressão de sintomas nas regiões mais ácidas está relacionada com o aumento da vulnerabilidade da planta ao ataque dos nematoides. Isso pode ser decorrente da redução no teor de bases trocáveis ou pelo aumento no teor de Al, que resultam em menor desenvolvimento radicular da soja

(FRANCHINI et al., 2014). A correção da acidez do solo, diminui a densidade populacional de *P. brachyurus* em raízes de soja (FRANCHINI et al., 2014), contribuindo para redução dos danos por fitonematoide.

Sabe-se que a incidência de fitonematoides na cultura de soja ocasiona efeitos drásticos na produtividade, e propor métodos para minimizar essas perdas é de fundamental importância. Conforme demonstrado neste estudo, a fertilidade do solo correlacionou positivamente somente com o fitonematoide *Helicotylenchus* sp. no solo com matéria orgânica e acidez potencial, o mesmo não ocorreu com *P. brachyurus*. Contudo quando estudado as amostras de raízes a população de *P. brachyurus* apresentou correlações negativas com Mg, pH e V% e positivas com $H+Al^3$ e Fe, e não obteve correlação entre atributos e a população de *Helicotylenchus* sp. nas raízes de soja. Estes resultados propõem que o manejo da acidez do solo e parâmetros relacionados a fertilidade realizados corretamente, podem reduzir os níveis de incidência dos fitonematoides no solo e nas raízes.

4.4 Conclusões

Aparentemente não há correlação entre atributos de fertilidade do solo e a população de *P. brachyurus* no solo, o que faz sentido, haja vista que é um fitonematoide endoparasita. Contudo, a população de *Helicotylenchus* sp. no solo se correlaciona positivamente com matéria orgânica e acidez potencial. Quando verificado as amostras de raízes coletadas com a fertilidade do solo, não observou correlação entre atributos e a população de *Helicotylenchus* sp. nas raízes de soja. Já para a população de *P. brachyurus* apresentou correlações negativas com Mg, pH e V% e positivas com $H+Al^3$ e Fe.

Assim, observa-se que o correto manejo da acidez do solo e dos parâmetros relacionados com a fertilidade apresentam potencial para reduzir os níveis de incidência dos nematoides no solo e nas raízes podendo atuar na predisposição das plantas à doença como no desenvolvimento.

4.5 Referências Bibliográfica

ALVES, P. V. V. **Nematoides associados à cultura da soja na região integrada de desenvolvimento do Distrito Federal e passeio turístico**. 2015. 79 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

BELLÉ, C.; KUHN, P.R.; KASPARY, T. E.; SCHMITT, J. Reação de cultivares de soja a *Pratylenchus brachyurus*. **Agrarian**, v.10, n.36, p.136-140, 2017.

CARDOSO, M. O; PEDROSA, E. M. R.; ROLIM, M. M.; SILVA, E. F. F.; BARROS, P. A. Effects of soil mechanical resistance on nematode community structure under conventional sugarcane and remaining of Atlantic Forest. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.184, p.3529-3544, 2012.

CARDOSO, M. R.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R.; 2014. Climatic Classification of Köppen-Geiger for the state of goiás and the federal district. **Acta geográfica**. 8(16):40-55.

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

COSTA, M.J.N.; Pasqualli, R.M.; Prevedello, R. Efeito do teor de matéria orgânica do solo, cultura de cobertura e sistema de plantio no controle de *Pratylenchus brachyurus* em soja. **Summa Phytopathologica**, v.40, n.1, p.63-70, 2014.

DATNOFF, L.E.; RODRIGUES, F.A.; SEEBOLD, K.W. Silicon and plant nutrition. In: DATNOFF, L.E.; ELMER, W.H.; HUBER, D.M. (Ed.). **Mineral Nutrition and Plant Disease**. Saint Paul: American Phytopathological Society, p.233-246, 2007.

DEBIASI, H.; FRANCHINI J. C.; DIAS, W. P.; MENDES, F. L.; GOULART, A. M. C.; SILVA, J. F. V. **Acidez do solo e sua relação com a população e danos do nematóide das lesões radiculares em soja no Mato Grosso**. XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do solo – Florianópolis, SC. 2013.

DEBIASI, H. **Atributos Químicos de Solo Relacionados à População e Danos do Nematóide das Lesões Radiculares em Soja**. REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL - SÃO PEDRO, SP. São Pedro - SP, p. 310-312. 2011.

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

DIAS-ARIEIRA, C. R.; PUERARI, H. H. **Matéria orgânica no solo e o manejo de nematoides** – Caldas Novas, GO. XXXVI Congresso Brasileiro de Nematologia. 2019.

FIGUEREDO FILHO, Dalson Brito; SILVA JÚNIOR, José Alexandre. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, 2009.

FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; DIAS, W. P.; RIBAS, L. N.; SILVA, J. F. V.; BALBINOT JR., A. A. Relationship among soil properties, root-lesion nematode population, and soybean growth. **Ver. Cien. Agrovet.**, 17 (2018), 10.5965/223811711712018030.

FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; DIAS, W. P.; RAMOS JUNIOR, E. U.; SILVA, J. F. V. Manejo cultural do nematóide das lesões radiculares em sistemas de produção da soja. **Embrapa soja**, 2014.

FRANCHINI, J.C. FRANCHINI, H. DEBIASI, W.P. DIAS. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo e da população de *Pratylenchus brachyurus* R.Y. Inamasu, J.M. Naime, A.V. Resende, L.H. Bassoi, A.C.C. Bernardi (Eds.), Agricultura de precisão: um novo olhar. São Carlos: **Embrapa Instrumentação Agropecuária** (2011), pp. 157-161.

GOULART, A. M. C. Aspectos gerais sobre nematoides-das-lesões-radiculares (gênero *Pratylenchus*). Planaltina: **Embrapa Cerrados**, 2008. 27p. (Documentos, 219).

INOMOTO, M. M. Avaliação da resistência de 12 híbridos de milho a *Pratylenchus brachyurus*. **Tropical Plant Pathology**, n. 36, p. 308-312, 2012.

JENKINS, W. R. **A rapid centrifugal- flotation technique for separating nematodes from soil**. Plant disease reporter, v. 48, n. 9, v 1964.

LEIVA, N. P. F., de Melo Santana-Gomes, S., Zabini, A. V., Velázquez, L. M. G., & Dias-Arieira, C. R. (2020). Soil chemical properties and their relationship with phytonematode populations inside and outside patches of soybean fields. **Rhizosphere**, 15, 100231.

MACHADO, A. 2015. **Nematoide: a praga que custa R\$ 35 bilhões ao agronegócio brasileiro**. ADEALQ/ESALQ-USP. Piracicaba. Disponível em: < [https://www.adealq.org.br/acontece/Nematoide-a-praga-que-custa-R\\$-35-bilh%C3%B5es-ao-agroneg%C3%B3cio-brasileiro-1410](https://www.adealq.org.br/acontece/Nematoide-a-praga-que-custa-R$-35-bilh%C3%B5es-ao-agroneg%C3%B3cio-brasileiro-1410)>. Acesso em: 03 de junho 2020.

MACHADO, A. C. Z.; AMARO, P. M.; SILVA, S. A. Two novel potential pathogens for soybean. **PLoS one**, v. 14, n. 8, p. e0221416, 2019.

MENDES, F. L.; ARAUJO, K.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; DIAS, W. P.; RAMOS JUNIOR, E. U., SILVA, J. F. V. Alternativas culturais para o Manejo do nematóide das lesões radiculares durante a entressafra da soja no Mato Grosso. **VIII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja**. 2012.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Ed.). **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285p.

SANTOS, T. F. S.; POLIZEL, A. C.; RIBEIRO, N. R.; SILVA, T. J. A.; GUIMARÃES, S. L. Reprodução de *Pratylenchus brachyurus* em diferentes níveis de inóculo e tempo de avaliação em três cultivares de soja. **Nematropica**, v. 45, n. 1, 2015.

SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M. Deficiências e toxicidade de nutrientes em plantas de soja. Londrina: **Embrapa Soja**, 2004. 44p.;

SILVA, I. R. et al. Interactions between magnesium, calcium, and aluminum on soybean root elongation. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 29:747-754, 2005.

SILVA, R. F. da.; JÚNIOR, E. S.; DAL POZZO, D. M.; SANTOS, R. F.; SOUZA, S. N. M. de. O cálcio e a tolerância da soja aos danos causados por *Pratylenchus brachyurus* em propriedades de Primavera do Leste – MT. **Edição Especial: II Seminário de Engenharia de Energia na Agricultura Acta Iguazu**, v. 6, n. 5, p. 207-216, 2017.

SOUTHEY, J. F. **Laboratory methods for work with plant and soil nematodes**. 5. ed. London: Ministry of Agriculture Fisheries and Food, 148p. 1970.

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

TORRES, R. G.; RIBEIRO, N. R.; BOER, C. A.; FERNANDES, O.; FIGUEIREDO, A. G.; NETO, A. F. **Manejo integrado de nematoides em sistema de plantio direto no cerrado**. Disponível em: <http://atividaderural.com.br/artigos/4fb3f19fd70f8.pdf>. Acesso em: 03 de junho 2020.

TREVATHAN ET AL., L.E. TREVATHAN, J.A. CUAREZMA-TERÁN, L.M. GOURLEY. Relationship of plant-nematodes and edaphic factors in Colombian grain sorghum production. **Nematropica**, 15 (1985), pp. 145-153.