

## Atributos da fertilidade do solo e a ocorrência de nematoides na cultura da soja

### Soil fertility attributes and the occurrence of nematodes in soybean crop

### Atributos de fertilidad del suelo y la aparición de nematodos en el cultivo de soja

Recebido: 13/12/2022 | Revisado: 29/12/2022 | Aceitado: 10/01/2023 | Publicado: 12/01/2023

#### **Gabrielly Fernandes de Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2488-9479>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil  
E-mail: [gabryoliveira@hotmail.com](mailto:gabryoliveira@hotmail.com)

#### **Mônica Lau da Silva Marques**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2794-0815>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil  
E-mail: [monica.lau@ifgoiano.edu.br](mailto:monica.lau@ifgoiano.edu.br)

#### **Kárita Danielle Nunes Rodrigues**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8859-6512>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil  
E-mail: [karitd.agro@gmail.com](mailto:karitd.agro@gmail.com)

#### **Paula Gonçalves Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1638-3416>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil  
E-mail: [paulasilvag@outlook.com](mailto:paulasilvag@outlook.com)

#### **Gustavo Henrique Borges Teixeira Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5459-8218>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil  
E-mail: [gustavohenriquebts@hotmail.com](mailto:gustavohenriquebts@hotmail.com)

#### **Resumo**

São cada vez maiores os prejuízos a cultura da soja em decorrência da presença de fitonematoides. A partir disso é objetivo desta pesquisa identificar e analisar a ocorrência de nematoides na cultura da soja sob efeito das características físicas e químicas do solo. O trabalho foi conduzido em duas áreas com plantio de soja na Fazenda Olhos D' Água, Município de Ceres- Goiás. Após a coleta, as amostras foram levadas para o laboratório, dando início as análises físicas, químicas e nematológicas de amostras do solo da área. Para o processo de extração dos nematoides se utilizou os métodos de flutuação-sedimentação e peneiramento seguido da técnica de clarificar as amostras. Após os processos de análise e extração, as amostras foram levadas ao laboratório de microscopia, dando início a identificação e quantificação dos nematoides. Os dados obtidos foram submetidos ao método de Análise dos Componentes Principais (PCA), com ajuda do software Past. Foram identificados a presença de quatro gêneros diferentes de nematoides, *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp. e *Heterodera* spp.

**Palavras-chave:** Características; *Glycine max* (L.); Fitonematoides.

#### **Abstract**

The soybean crop is increasing due to the presence of phytomatoides. Based on this, the objective of this research is to identify and analyze the occurrence of nematodes in soybean crop under the effect of soil physical and chemical characteristics. The study was conducted in two areas with soybean plantation at Olhos D' Água Farm, Ceres-Goiás. After collection, the samples were taken to the laboratory, starting the physical, chemical and nematological analyzes of soil samples from the area. For the extraction process of nematodes, the methods of fluctuation-sedimentation and sieving were used followed by the technique of clarifying the samples. After the analysis and extraction processes, the samples were taken to the microscopy laboratory, starting the identification and quantification of nematodes. The data obtained were submitted to the Main Component Analysis (PCA) method, with the help of the Past software. The presence of four different genera of nematodes, *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp. and *Heterodera* spp.

**Keywords:** Features; *Glycine max* (L.); Phytomatocoy.

#### **Resumen**

La cosecha de soja está aumentando debido a la presencia de fitomatoides. En base a esto, el objetivo de esta investigación es identificar y analizar la ocurrencia de nematodos en el cultivo de soja bajo el efecto de las características físicas y químicas del suelo. El estudio se llevó a cabo en dos áreas con plantación de soja en la Granja Olhos d' Água, Ceres-Goiás. Después de la recolección, las muestras fueron llevadas al laboratorio, iniciando los análisis físicos, químicos y nematológicos de las muestras de suelo de la zona. Para el proceso de extracción de nematodos, se utilizaron

los métodos de sedimentación flotante y tamiz, seguidos de la técnica de clarificación de muestreo. Después de los procesos de análisis y extracción, las muestras fueron llevadas al laboratorio de microscopía, iniciando la identificación y cuantificación de nematodos. Los datos obtenidos se sometieron al método de Análisis de Componentes Principales (PCA), con la ayuda del software anterior. La presencia de cuatro géneros diferentes de nematodos, *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp. y *Heterodera* spp.

**Palabras clave:** Funciones; *Glycine max* (L.); Fitomatización.

## 1. Introdução

A soja (*Glycine max* L.) é uma planta anual, pertencente à família Fabaceae, considerada uma das principais commodities produzidas no mundo, com importante papel para a economia nacional e internacional, onde tal importância se deve principalmente pelo retorno econômico e a versatilidade do grão, sendo usada em indústrias de cosméticos, farmacêutica, alimentação animal e humana, composição de materiais, entre outras funções (Piccoli 2018; Ribeiro et al., 2019).

Com área semeada estimada em mais de 38 milhões de hectares, o Brasil é considerado o maior produtor de soja do mundo (CONAB, 2021; Embrapa, 2020). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento, a região Centro-Oeste é responsável por grande parte da produção nacional de grãos de soja, no qual um dos estados referência de produção se encontra o Mato Grosso, onde na safra 2020/2021 o estado estimou um volume de produção de mais de 35 milhões de toneladas de soja em grãos (CONAB, 2022).

Os avanços científicos e a disponibilização de tecnologias sempre estiveram associados ao crescimento e desenvolvimento da cultura da soja no Brasil. As inovações tecnológicas relacionadas ao manejo do solo, adubação, manejo de pragas e doenças, meios eficientes de mecanizações, cultivares altamente produtivas, além da identificação e solução para os principais fatores responsáveis por perdas no processo da colheita, foram os fatores propulsores do avanço desta cultura (Dutra et al., 2017).

A soja é uma cultura que necessita de cuidados e atenção para que se obtenha resultados satisfatórios, onde analisar a fertilidade do solo é um fator importância. A demanda de nutrientes para a soja segue a seguinte ordem de importância para os macronutrientes, N > K > S > P > Ca > Mg, enquanto a demanda por micronutrientes é Fe > Zn > Mn > Cu > B > Mo. Nutrição mineral adequada é essencial para a obtenção de rendimentos elevados de grãos de soja, mas vários fatores contribuem para uma menor eficiência na utilização de nutrientes, como a acidez do solo, presença de Fe e aos responsáveis pela fixação de P, falta de matéria orgânica e lavagem de nutrientes, presença de fitonematoides na área de plantio, entre outros (Sfredo, 2008). A avaliação da fertilidade do solo é baseada na identificação de fatores relacionados à nutrição, tais fatores que podem limitar altas produtividades. Esta avaliação é realizada por meio da análise química do solo, podendo ser complementada pela diagnose foliar (Leite et al., 2020).

Por ser uma cultura muito explorada em território brasileiro, a soja é susceptível a problemas fitossanitários, onde grandes perdas na produtividade por doenças são ocasionadas por ataque/infecção de fitonematoides (CONAB, 2019). Os nematoides são fitoparasitas também conhecidos como vermes do solo, estes necessitam da presença de um hospedeiro para se reproduzir e multiplicar-se, estando eles entre um dos maiores problemas fitossanitários, pois atingem níveis populacionais que geram danos ao seu hospedeiro (Asmus, 2021). Estes nematoides possuem a capacidade de se locomoverem, podendo migrar de uma área a outra por meio dos ventos fortes, água de irrigação, solos infectados, máquinas agrícolas e movimentação de pessoas ou animais no local, onde em grande parte dos casos a infestação dos primeiros focos é evidenciada pelo aparecimento de estruturas disformes, como as galhas, escurecimento do tecido e amarelamento das folhas (Rossetto & Santiago, 2021).

No Brasil, dentre os nematoides mais agressivos a cultura da soja se encontram: *Heterodera glycines*, *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne javanica*, *M. incógnita*, *Rotylenchulus reniformis* e o *Helicotylenchus* spp. (Dias et al., 2010; Favoreto et al., 2019).

A partir das informações citadas a cima, objetivou-se com o trabalho identificar a ocorrência de nematoides na soja sob

efeito dos atributos da fertilidade do solo.

## 2. Metodologia

O estudo foi desenvolvido em uma lavoura de soja na Fazenda Olhos D' Água, Município de Ceres-Goiás, com área em estudo de aproximadamente 21,322 ha (Figura 1). O clima do local segundo a classificação de Koeppen é do tipo AW, quente e semiúmido, com estação bem definida, sendo o período seco de maio a setembro e o chuvoso de outubro a abril, com temperatura média anual de 25,4 °C, com médias mínimas e máximas de 19,3 e 31,5 °C respectivamente. A precipitação média anual é de 1700 mm. Sua altitude varia entre 420 m e 786 m, com uma média de 580,96 m, encontrando-se com um relevo predominantemente suave ondulado.

Na área de plantio anteriormente ao plantio da soja, havia pastagem. A área da primeira safra com soja durante um ano, segunda safra com milho (uns seis meses) e terceira safra novamente com soja (quatro meses), utilizou-se a variedade de semente NEO 740 IPRO para plantio da última safra de soja, variedade de porte médio, crescimento indeterminado e ramificação baixa. Quanto às doenças, a NEO740 IPRO é resistente ao cancro da haste e à pústula bacteriana, não sendo resistente a nematoides de cistos e galhas.

**Figura 1 - Área de soja em estudo.**



Fonte: Google Earth (2019) com modificações.

Para a coleta das amostras do solo na área 1 e 2, cultivada por soja da Fazenda Olhos D'água, Município de Ceres – GO, foi utilizado um sistema de posicionamento global, GPS- Leica 900, para o georreferenciamento dos pontos de amostragem (Tabela 1). As áreas 1 e 2 foram divididas em blocos para melhor identificação de cada ponto, sendo eles: Área 1-Bloco 1, Área 1-Bloco 2 e Área 2- Bloco 1, onde coletou-se 15 amostras em encaminhamento zigue-zague ao acaso em cada bloco, totalizando 45 amostras de solo, estas amostras foram homogêneas, formando-se amostras compostas de cada bloco referente a sua área. Utilizou-se amostras das raízes, coletando-se amostras nas reboleiras, retirando em média 10 plantas em cada foco, totalizando 1 amostra de raiz em cada bloco. Estas foram destinadas para análises de fertilidade, granulométrica e nematológicas. As amostras de solo foram coletadas e armazenadas em sacos plásticos (2L), em uma profundidade de 0-20 cm com auxílio do trado holandês, o que resultou em quarenta e cinco pontos amostrados, sendo cada amostra com média de 2 Kg de solo e identificadas com o auxílio de canetas de tinta permanentes.

**Tabela 1** - Coordenadas geográficas coletadas em área cultivada por soja da Fazenda Olhos D'água, Município de Ceres – GO, 2022.

Coordenadas Geográficas			
Áreas amostradas	X	Y	Z
Soja - Área 1 bloco 1	-15,3297333	-49,6401948	574,1656055
Soja - Área 1 bloco 2	15,3298068	-49,6402313	574,4037692
Soja - Área 2 bloco 1	-15,3291703	-49,6398658	573,7583453

Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Após todo o processo de coleta e identificação, as mesmas foram encaminhadas para o laboratório de solos do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres. As amostras foram secadas e peneiradas, resultando em aproximadamente 500 g de solo para cada amostra e armazenadas em temperatura ambiente.

A quantificação dos componentes de areia, silte e argila conduziram-se a partir das análises granulométricas, empregando a metodologia descrita no Manual de Métodos de Análises de Solo da Embrapa (1979).

Os atributos de pH total, pH em água, matéria orgânica, Al, Ca, Mg, K e P foram determinados a partir das análises químicas do solo (Embrapa, 1997).

Nas análises nematológicas as amostras de solos foram secadas em ambiente natural sob a bancada do laboratório de solos do IF Goiano Campus Ceres, retirou-se 100 cm<sup>3</sup> de solo para cada amostra, seguindo a metodologia proposta por Jenkins (1964). Para análise das raízes retirou-se 10 g de raiz e armazenadas em temperatura ambiente (Coolen & D'Herde, 1972).

A extração de nematoides das amostras de solo foi realizada seguindo a metodologia de Jenkins (1964), medindo 100 cm<sup>3</sup> de solo no bécher, diluído em 1L de água, homogeneizado em água corrente e passado pelo conjunto de peneiras, 60mesh/500mesh, utilizando o método da flutuação-sedimentação e peneiramento de Flegg e Hopper (1970).

Para a extração dos nematoides das raízes foi seguido a metodologia proposta por Coolen e D'Herde (1972), onde primeiramente foi separado 10 g de raízes, lavadas e trituradas por 1 minuto no liquidificador á 300 W de potência com água da torneira.

Para identificação dos nematoides das amostras tanto de solo como das raízes após o processamento das análises, em nível de gênero foi utilizada a chave de identificação de Mai e Lyon (1960) com o auxílio de um microscópio óptico com um aumento de 40x e a lâmina de Peters no laboratório de microscopia do Instituto Federal Goiano Campus Ceres.

A partir dos dados encontrados calculou-se a densidade populacional dos nematoides em 100 cm<sup>3</sup> de solo de cada amostra, multiplicando-se a quantidade de nematoides encontrados na câmara de Peters pelo volume de líquido da amostra armazenada. Em relação às amostras das raízes, calculou-se a densidade populacional dos nematoides em 10 g de raiz de cada amostra, multiplicando-se também a quantidade de nematoides encontrados na câmara de Peters pelo volume da amostra armazenada.

É importante ressaltar que foram contabilizados e identificados apenas os nematoides com o ciclo biológico em estágio juvenil, J1 a J4, e adultos, tanto nas amostras do solo, quanto nas amostras das raízes.

Para o processamento e obtenção dos dados estatísticos foi utilizado o método de Análise dos Componentes Principais (PCA), com o software Past.

### 3. Resultados e Discussão

A partir da realização das metodologias utilizadas na execução da pesquisa foi possível observar saturação de bases

(V%) com média de 69.55% entre as duas áreas em amostras de solo da camada de 0 - 20 cm (Tabela 2). A partir da análise granulométrica do solo e segundo a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (Santos et al., 2005), o mesmo foi classificado como de classe textural franco argilosa para os blocos das áreas 1 e 2 (Tabela 2).

**Tabela 2** - Caracterização química e física do solo das áreas de soja na profundidade de 0-20cm.

Amostra	Ca	Mg	Al	H+Al	K	T	K	P
	cmolc/dm <sup>3</sup>				mg/dm <sup>3</sup>			
Area 1 Bloco 1	2,3	1,0	0,3	2,5	0,1	5,9	48,2	3,0
Area 1 Bloco 2	2,0	1,6	0,5	1,8	0,1	5,5	49,8	5,4
Area 2 Bloco 1	5,8	2,2	0,1	1,6	0,2	9,8	73,1	4,2
	Areia	Silte	Argila	pH	M.O	V	m	
	g/Kg		em H <sub>2</sub> O		g/dm <sup>3</sup>	%		
Area 1 Bloco 1	247	69	684	4,9	14,3	57,86	6,79	
Area 1 Bloco 2	281	101	618	4,8	20,1	67,14	10,90	
Area 2 Bloco 1	415	100	485	5,4	23,2	83,65	0,61	

Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Ao observar a análise de solo (Tabela 2) foram identificados teores muito baixos de potássio, menor que 3 (Borkert et al. 2006; Sfredo et al. 2006; Sfredo et al. 1999), estando ele a baixo de 2% de CTC total do solo. O potássio é considerado um nutriente importante na cultura da soja, sendo o segundo mais requerido pela leguminosa. A presença do nutriente em níveis adequados confere maior resistência aos tecidos da planta/ por aumentar a espessura da cutícula e da parede celular das plantas, desta maneira o dificulta a entrada, a penetração e ou a presença de agente causadores de doenças, como os nematoides (Rotondano, 2021).

Após realizar o processo de extração do solo e das raízes da soja, as amostras foram levadas ao microscópio ótico com aumento de 40x, dando início a identificação e quantificação dos nematoides. Foi observado a presença de quatro gêneros diferentes de nematoides no solo, *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., e *Heterodera* spp. (Tabela 3). Já nas amostras das raízes foram identificados a presença de três gêneros, *Pratylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., e *Heterodera* spp.

**Tabela 3** - Quantificação das espécies de *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., e *Heterodera* spp., identificadas no solo e na raíz.

Áreas e Blocos	<i>Helicotylenchus</i> spp.	<i>Heterodera</i> spp.	<i>Meloidogyne</i> spp.	<i>Pratylenchus</i> spp.
*A1 B1 Solo	0	95	739	661
A1 B2 Solo	90	108	317	231
A2 B1 Solo	0	433	366	477
A1 B1 Raíz	0	0	38	0
A1 B2 Raíz	0	0	120	0
A2 B1 Raíz	0	22	154	110
TOTAL	90	658	1734	1479

\*As áreas e blocos das coletas das amostragens no campo (solos - raízes) foram divididos em: A1 B1 Solo: Amostragens de solo na área 1 e bloco 1; A1B2 Solo: Amostragens de solo na área 1 e bloco 2; A1B1 Raíz: Amostragens das raízes da soja na área 1 e bloco 1; A1 B2 Raíz: Amostragens das raízes da soja na área 1 e no bloco 2; A2B1 Raíz: Amostragens das raízes da soja na área 2 e no bloco 1.  
Fonte: Arquivo pessoal (2022).

As rotações de culturas com plantas hospedeiras aos nematoides, como o milho e a soja, além da escolha das cultivares,

podem favorecer o aumento da densidade populacional de determinados gêneros de nematoides na área, visto que os gêneros encontrados são favoráveis tanto a áreas com o plantio de milho quanto em áreas com plantio de soja. Em relação a cultivar NEO740 IPRO, esta não são resistentes à praga.

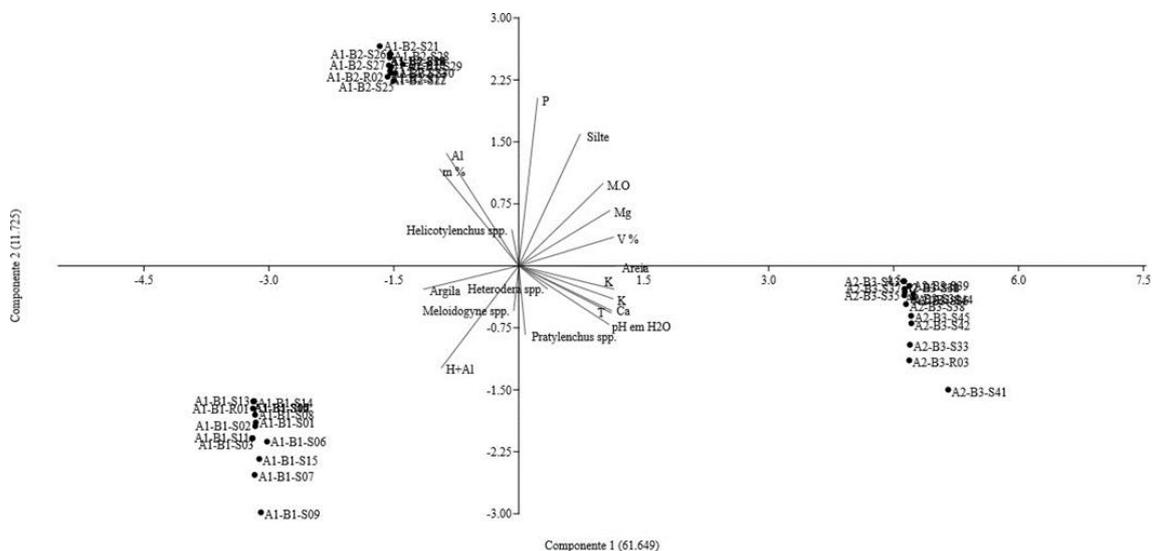
Foi identificado a presença do gênero *Heterodera* spp., nematoide do cisto, nas raízes da Área 2 Bloco 1, sendo uma proporção de 22 nematoides/10 g de raízes. O gênero *Meloidogyne* spp., nematoide das galhas, também foi encontrado nas raízes, com uma proporção de 28 nematoides/10 g de raízes na Área 1 Bloco 1, 120 nematoides/10 g de raízes na Área 1 Bloco 2 e 154 nematoides/10 g de raízes na Área 2 Bloco 1. Já o gênero *Pratylenchus* spp., nematoide das lesões radiculares, foi encontrado nas raízes em uma proporção de 110 nematoides/10 g de raízes na Área2 Bloco 1.

Ao analisar o primeiro quadrante da análise dos componentes principais (Figura 3) percebe-se a presença das variáveis; matéria orgânica (M.O), silte, saturação de bases (V%), os elementos químicos fósforo e magnésio, e não observou a presença de nenhum gênero de nematoides, sendo este quadrante inversamente proporcional ao terceiro.

A matéria orgânica é capaz de melhorar diversos aspectos químicos e físicos do solo, podendo proporcionar maior produção de ácidos orgânicos que posteriormente irão atuar na biologia do solo. O carbono orgânico é uma fonte de energia para microrganismos benéficos, e quanto maior a fonte nutricional, conseqüentemente melhor será a fertilidade do local (Arruda et al., 2019). Este efeito da matéria orgânica no solo foi observado por Matos et al., (2011), onde descreveu que a densidade populacional dos nematoides é diretamente correlacionada com os níveis de carbono e matéria orgânica no solo. Costa (2021) complementa que a presença da matéria orgânica no solo pode apresentar-se como uma estratégia inibidora dos fitoparasitas. Essas ações inibidoras com a liberação de compostos tóxicos, podendo ser destacados os efeitos fisiológicos que desencadeiam mecanismos de resistência vegetal como a produção de fenóis e proteínas relacionadas à patogênese, e nutricional com a ativação de enzimas catalisadoras para a maior absorção nutricional e hídrica da cultura da soja.

O terceiro quadrante é inversamente proporcional ao primeiro, tendo a presença de nematoides do gênero *Meloidogyne* spp., e *Heterodera* spp. Quanto a presença de P e Mg neste quadrante, é possível destacar que absorção do P é influenciado pela concentração de Mg no solo, podendo o Mg ser carregador do P para dentro da planta, processo pelo qual é indispensável em uma boa fertilidade (Freitas et al., 2007). Zambolim e Ventura (2012) explica que o fósforo pode induzir resistência em plantas a nematoides, por promover a aceleração e maturação dos tecidos jovens, dificultando a infecção do patógeno. Assim, provavelmente a deficiência de P e Mg no terceiro quadrante favoreceram a infecção de *Meloidogyne* spp., e *Heterodera* spp.

Figura 2 - Análise de Componentes Principais (PCA).



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Observou-se que no segundo quadrante (Figura 2) que a soja neste estudo foi intercaladas com espécies vegetais susceptíveis ao gênero *Pratylenchus* spp., o que favoreceu a presença deste fitonematoide no solo. Neste quadrante também se observou, uma correlação positiva entre a variável areia, capacidade de trocas de cátions (CTC), acidez do solo e a presença dos elementos químicos cálcio e potássio, sendo estas variáveis inversamente proporcionais ao quarto quadrante.

Segundo Figueiredo (2013); Rios (2018), solos com maiores teores de areia são influenciados diretamente quanto a presença e distribuição de nematoides do gênero *Pratylenchus* spp., visto que um solo que apresenta a textura arenosa possui uma menor capacidade de campo, conseqüentemente não armazenam tanta água. Dias et al., (2007) ainda diz que em solos arenosos a, a soja fica mais propícia ao ataque dos fitonematoides, se intensificando em anos com menores distribuições de chuva. Dias et al., (2007) complementa que a migração deste gênero é favorecida quando ocorre a combinação de fatores como a umidade associado à textura com maiores teores de areia e a temperatura de média a elevada, demonstrando afinidade por áreas menos compactadas, uma vez que a textura arenosa evita a formação de zonas compactadas.

A presença de Mg no ambiente radicular tem relação direta com o aumento na elongação das raízes, mesmo com ou sem a presença de Al tóxico (Al 3+). A disponibilidade de Mg pode estar associados a plantas com menor desenvolvimento das raízes, criando-se um ambiente mais suscetível aos danos do gênero *Pratylenchus* spp (Silva et al., 2005).

No quadrante terceiro do PCA (Figura 2) as variáveis analisadas que apresentaram correlação positivas entre si foram: textura argilosa, hidrogênio mais alumínio (H+ Al) e foi possível observar a presença de nematoides do gênero *Meloidogyne* spp e *Heterodera* spp. Em pesquisa de Montecelli et al., (2014), analisando o efeito da textura do solo sobre populações de *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita* em 50 tubetes, dispostos em bancadas elevadas, que foram constituídos de solos com diferentes classes texturais, os mesmos mostraram que os solos que apresentam a textura arenosa foram mais favoráveis ao desenvolvimento do *Meloidogyne javanica*.

Fortes (2021) evidenciou que a incidência do gênero *Meloidogyne* spp. ocorre mais em solos arenosos, sendo mais frequentes em regiões subtropicais, o que não o impossibilita de estar presente também em solos com texturas mais argilosas, como no caso do presente estudo, onde mostrou maior incidência do gênero *Meloidogyne* spp. no quadrante com mais argila. Esta divergência entre autores quanto à relação da textura do solo sob a influência do *Meloidogyne* spp. pode ser explicada devido ao fato do gênero *Meloidogyne* spp. ser um endoparasita sedentário, passando assim, grande parte de sua vida alocado dentro das raízes, sendo a textura do solo um fator que não o influencia diretamente.

Dentre as áreas amostradas, a área 2 concentrou a presença de fitonematoides, chegando a identificar 1562 nematoides em estágio juvenil e adultos, esta proporção analisada em 100 cm<sup>3</sup> de cada amostra, encontrando predomínio do gênero *Meloidogyne* spp., sendo esta área franco argilosa com uma quantidade de 485 g/kg de argila. Na mesma área foi constatado 415 g/kg de areia, o que deixou o solo do local em quantidades intermediária quando correlacionada com a quantidade de argila.

Na mesma área foram encontrado 455 nematoides do gênero *Heterodera* spp. em raízes, no qual foi possível visualizar reboleiras com plantas de porte reduzido e clorose na parte aérea, chegando a encontrar plantas totalmente mortas, devido ao fato deste gênero penetrar nas raízes da planta dificultando a absorção de água e nutrientes (Figura 3).

**Figura 3** - Reboleira com plantas de porte reduzido, clorose e morte encontrada na área 2 bloco 1.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Em um estudo sobre o efeito da textura do solo sobre a população de *Heterodera glycines*. Ragagnin et al., (2006) mostrou que tanto o número de fêmeas nas raízes, quanto o número de cistos nos solos foram influenciados pela textura, sendo a textura franco-argilo-arenosa com 24% de argila e a argilosa com 49% de argila, foram as mais favoráveis ao desenvolvimento do nematoide.

Segundo Dias et al., (2010), devido a penetração do parasita do gênero *Heterodera* spp. o sistema radicular fica reduzido, apresentando dos 30 a 40 dias após a semeadura da soja, pequenas fêmeas do nematóide com coloração branca, onde com o passar dos dias a coloração vai ficando mais escura, a fêmea morre e seu corpo se transforma em uma estrutura dura de coloração marrom escura, conhecido como cisto (Figura 4).

**Figura 4** - Cisto do nematoide *Heterodera* spp.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Se tratando do quarto quadrante (Figura 2) foi possível observar uma maior saturação por alumínio (m%), conseqüentemente se agregou maiores teores de acidez. Neste quadrante foi identificado a presença de nematoides do gênero *Helicotylenchus* spp., isto se dá devido o gênero possuir ampla distribuição natural nos solos brasileiros, sendo adaptável a várias culturas, principalmente a culturas anuais como milho (*Zea may* L.) e soja (*Glycine max* L.). Em pesquisas de Silva (2007), o gênero *Helicotylenchus* spp. foi encontrado em grandes quantidades em lavouras de soja em Jataí – GO. Outros autores também

apontam o gênero como predominante nas regiões do Cerrado, sendo esta região com vegetação nativa e solos mais ácidos (Gomes et al., 2003; Castro et al., 2008; Mattos et al., 2008). Este fato pode ser justificado pelo gênero *Helicotylenchus* spp. ser adaptável a vários ambientes, podendo se enquadrar facilmente em solos mais ácidos o com maiores teores de Al, como predomina os solos do Cerrado.

A presença do gênero *Helicotylenchus* spp. geralmente não está associada a danos expressivos nas culturas, mas podem causar danos secundários vindo da relação de uma abertura para entrada de outros patógenos como fungos e bactérias. É possível identificar esta relação na área 2, sendo visivelmente caracterizado a presença de plantas infectadas com fungos.

#### 4. Conclusão

*Pratlenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp. e *Heterodera* spp. foram encontrados nas amostras de solo e raízes.

A matéria orgânica inibe a presença de fitonematoides na área de estudo.

A deficiência de P e Mg favorecem a presença desses fitoparasitas na área de estudo.

A textura do solo influencia diretamente na presença desses gêneros de nematoides na área.

#### Referências

- Arruda, V. R., et al. (2019). Contribuição da matéria orgânica na fertilidade do solo. Universidade de Cuiabá (Unic), MT, Brasil.
- Asmus, G. L. (2021). Avaliação de reação de genótipos de soja ao nematoide reniforme *Rotylenchulus reniformis*. Embrapa Agropecuária Oeste, 1, 1-24.
- Borkert, C. M., et al (2006). Estabelecimento das relações entre Ca, Mg e K para soja, em solo de Cerrados. In: Reunião De Pesquisa De Soja Da Região Central Do Brasil, 28.,2006, Uberaba. Resumos... Londrina: Embrapa Soja: Fundação Meridional: Fundação Triângulo, 2006b. p. 428-429 (Embrapa Soja. Documentos,272).
- Castro, J. M. C., et al (2008). Levantamento de fitonematoides em cafezais do Sul de Minas Gerais. Nematologia Brasileira, Piracicaba, 32(1), 56-64.
- Conab - Companhia Nacional De Abastecimento. (2019) Boletim da safra de grãos. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Safra 2018/19 – Décimo segundo levantamento. Companhia Nacional de Abastecimento. v.12, Brasília, p.1-104, agosto.
- Conab - Companhia Nacional De Abastecimento. (2021). Boletim da safra de grãos: acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2020/2021 – Sexto levantamento. Companhia Nacional de Abastecimento. v.6, Brasília, p.1-106, março. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos>.
- Conab - Companhia Nacional De Abastecimento. (2022). Acompanhamento de safra brasileira: grãos, levantamento, maio 2021 – safra 2020/21. Companhia Nacional de Abastecimento. v.6, Brasília. <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-soja>.
- Coolen, W. A., & D'herde, C.J. (1972). A Method for the Quantitative Extraction of Nematodes from Plant Tissue. Ghent, Bélgica. State Nematology and Entomology Research Station, 1972, 77p.
- Costa, N. J. M. (2021). Uso de esterco bovino e cobertura de solo no manejo de nematoides na cultura da soja. Revisão Anual de Patologia de Plantas. Várzea Grande-MT.
- Dias, W. P., et al. (2007). Avaliação da reação de genótipos de soja ao nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*). In: Reunião De Pesquisa De Soja Da Região Central Do Brasil, 29.
- Dias, W. P., et al. (2010) Nematóides em soja: identificação e controle. Londrina: CNPSo, 7 p. il. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 76).
- Dutra, R., Guth P., Glass, F., & Faxe, A. (2017). Evolução do cultivo da soja no Brasil de 1980 a 2015. 13º ENCITEC - Criar, Inovar e Empreender. Faculdade Sul Brasil – FASUL.
- Empresa brasileira de pesquisa agropecuária (1979). Manual de métodos de análise de solo. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. SNLCS.
- Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. (1997). Manual de métodos de análises de solo. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. CNPS, 212.
- Embrapa. Soja em números (Safra 2019/2020). (2020) Londrina: Embrapa soja. <https://www.embrapa.br/en/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>.
- Figueiredo, A. (2013). Estudo de variáveis ecológicas de *Pratylenchus brachyurus* em soja e elaboração de uma escala de notas para seleção de genótipos a campo. Universidade estadual paulista - unesp câmpus- jaboicabal.
- Flegg, J. J., & Hooper, D. J. (1970). Extraction of free-living stages from soil. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 148.

- Fortes, M. Q. (2021). Efeito da Época e da Profundidade de Coleta do Solo e Raiz da Soja na Quantificação da População de *Meloidogyne incognita*. Universidade Federal De Mato Grosso- Campus Universitário Do Araguaia Instituto De Ciências Exatas E Da Terra- Curso De Agronomia.
- Freitas, A., *et al* (2007). Relação fósforo e magnésio na fertilidade do solo, estado nutricional e produção da alfafa. XXXI Congresso Conquistas Brasileiras e Desafios de Ciência e da Ciência do solo Brasileiro. Gramado-RS.
- Gomes, G. S., Huang, S. P., & Cares, J. E. (2003). Nematode, trophic structure and population fluctuation in soybean fields. *Fitopatologia community Brasileira* n. 28, p. 258-266.
- Jenkins, W. R. (1964). A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter* 48:692. Köppen, W., & Geiger, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes.
- Leite, R. M. V. B. de C. *et al.* (2020). Tecnologias de produção de soja. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Soja. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Mai, W. F., & Lyon, H. H. (1960). Pictorial key to genera of Plant-parasitic nematodes. (4a ed.): Comstock Publishing Associates.
- Montecelli, T. D. N., Nunes, J., & Rinaldi, K. L. (2014). Efeito de texturas do solo sobre populações de *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita* em soja. 7(1), 94–101, *Cultivando o Saber*.
- Matos, D. S. S., *et al.* (2011). Relações entre a nematofauna e atributos químicos de solo com vinhaça. *Nematropica*, 41, p.1-9.
- Mattos, J. K. A., *et al.* (2008). Gêneros-chaves de onze diferentes comunidades de nematoides do solo na região dos cerrados do Brasil central. *Nematologia Brasileira*, 2(32), 142-149.
- Piccoli, E. (2018). Importância Da Soja Para O Agronegócio: Uma análise sob o enfoque do aumento da produção de agricultores no Município de Santa Cecília do Sul. Dissertação (Bacharelado em Administração) - Faculdade e Escola, Tapejara.
- Ragagnin, O., *et al* (2006). Efeito da Textura do Solo sobre População de *Heterodera glycines*. *Nematologia Brasil - Volume 30*.
- Ribeiro, R. N., *et al* (2019). Diagnose e manejo de fitonematoides na cultura da soja. *Informe Agropecuário*, 40(306), 18-29.
- Rios, F. D. A. (2018). Influência da textura e umidade do solo na reprodução de *Pratylenchus brachyurus* na cultura da soja. Faculdade Evangélica de Goianésia, FACEG. V Congresso Interdisciplinar - Ciência para Redução das Desigualdades.
- Rossetto, R., & Santiago, A. D. (2021). Nematoides. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. <https://www.embrapa.br/en/agencia- de-informacao-tecnologica/inicial>.
- Rotondano, F. (2021). Efeitos de doses de potássio sobre *Pratylenchus brachyurus* em soja. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, GO.
- Silva, I. R., *et al.* (2005). Interactions between magnesium, calcium, and aluminum on soybean root elongation. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:747-754.
- Silva, F. G. (2007). Levantamento de fitonematoides nas culturas da soja e do milho no município de Jataí-GO. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-graduação em Agronomia. Minas Gerais.
- Sfredo, G. J., Borkert, C. M., & Lantmann, A. F. (2001). Efeito das relações entre Ca, Mg e K em Latossolo roxo distrófico sobre a produtividade da soja. In: Reunião De Pesquisa De Soja Da Região Central Do Brasil, 23., 2001, Londrina. Resumos... Londrina: Embrapa Soja, p.96. (Embrapa Soja. Documentos, 157).
- Sfredo, G. J., *et al.* (1999). Estudo da disponibilidade de cobre para a cultura da soja em solos do sul do Maranhão. In: Reunião De Pesquisa De Soja Da Região Central Do Brasil, 21., Dourados. Resumos... Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste / Londrina: Embrapa Soja.
- Sfredo, G. J., *et al.* (2006). Estabelecimento de faixas de suficiência da saturação de Ca e Mg, na CTC, e da saturação por bases para a soja, em solos de Cerrados. In: Reunião De Pesquisa De Soja Da Região Central Do Brasil, 28., Uberaba. Resumos... Londrina: Embrapa Soja: Fundação Meridional: Fundação Triângulo, 2006b. p. 430-431 (Embrapa Soja. Documentos, 272). Organizado por Odilon Ferreira Saraiva, Regina M.V.B. de C. Leite, Janete Lasso Ortiz. Sfredo, G. J., Klepker, D., Ortiz, F. R., Oliveira Neto, W. de. Enxofre: níveis críticos para a soja, nos solos do Brasil. In: Congresso Brasileiro De Ciência Do Solo, 29., 2003, Ribeirão Preto. Solo: alicerce dos sistemas de produção. Botucatu: UNESP; SBSCS, 2003. 1 CD-ROM.
- Sfredo, G. J. *et al* (2008). Níveis críticos de manganês em três solos de cerrado. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 30., 2008, Rio Verde. Resumos... Londrina: Embrapa Soja, p.299-301. (Embrapa Soja. Documentos, 304). Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2014 265
- Sfredo, G. J.; Storer, W.N.; Silva, N. dos S.; Souza, M.P. de. Nível crítico de zinco trocável para a soja, em solos do Cerrado do Brasil. IN: Congresso Brasileiro De Ciência Do Solo, 32., 2009, Fortaleza. O solo e a produção de bioenergia, perspectivas e desafios. Fortaleza: UFCE; SBSCS, 2009. 1 CD-ROM.
- Sfredo, G. J., *et al* (2010). Estimativa do nível crítico de cobre para a soja, em solos do cerrado brasileiro. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 29. Guarapari. Fertbio 2010: Anais... Guarapari, ES: ENCAPER-SBSCS. 2010. CD ROM. Sfredo, G. J., Oliveira, M. C. N. de. Soja: Molibdênio e Cobalto. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 36p. (Embrapa Soja. Documentos, 322).
- Zambolim, L., & Ventura, J. A. (2012). Efeito do fósforo na severidade de doenças de plantas. In: Zambolim, L.; Ventura, J. A.; Júnior, L. A. Z. (Org.). Efeito da nutrição mineral no controle de doenças em plantas. Viçosa, cap. 4, p. 81-102.