UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MAICOL DE MATTOS

# LEVANTAMENTO POPULACIONAL DE NEMATOIDES EM SOJA NO RIO GRANDE DO SUL NA SAFRA 2023/2024

CURITIBA

2024

MAICOL DE MATTOS

# LEVANTAMENTO POPULACIONAL DE NEMATOIDES EM SOJA NO RIO GRANDE DO SUL NA SAFRA 2023/2024

Artigo apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fitossanidade.

Orientadora: Prof(a). Dr(a). Neucimara Rodrigues Ribeiro

CURITIBA

2024

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, pela saúde e energia, por me guiar nos próximos passos e dando proteção e forças para vencer os obstáculos da vida.

À minha esposa Daniele Franco de Mattos, por todo amor, carinho e paciência, sempre estando a meu lado em todos os momentos, sejam eles felizes ou desafiadores.

Agradeço aos meus pais, ao meu irmão e a irmã que me incentivaram ao longo deste período, sendo grandes apoiadores dessa conquista.

À orientadora, Profª. Drª. Neucimara Rodrigues Ribeiro, por toda atenção, confiança, sendo exemplo de profissional batalhadora, sempre prestativa a auxiliar no que fosse possível para a realização deste trabalho.

À empresa GDM Genética do Brasil S.A., pelo apoio durante a realização do curso, e a todos os profissionais do Laboratório de Sanidade pelas avaliações realizadas, que foram essenciais para o sucesso do estudo.

Enfim, agradeço a todos aqueles que me ajudaram, direta ou indiretamente na conclusão deste trabalho.

# Levantamento populacional de nematoides em soja no Rio Grande do Sul na safra 2023/2024

Maicol de Mattos

## RESUMO

Na agricultura brasileira e mundial, os nematoides fitopatogênicos representam um dos principais desafios que limitam as altas produtividades, afetando diversas culturas e causando prejuízos econômicos significativos. No Rio Grande do Sul, a presença e os níveis populacionais dos nematoides ainda são pouco conhecidos, e seus sintomas nas lavouras muitas vezes passam despercebidos ou em diversas situações são confundidos com fungos de solo, e frequentemente negligenciados, o que resulta em grandes prejuízos para as lavouras afetadas. Com o objetivo de identificar na cultura da soja os nematoides presentes e verificar a densidade populacional, foi realizado na safra de soja 2023/2024 um levantamento no estado do Rio Grande do Sul em 30 municípios, sendo realizada a coleta de uma amostra de raiz e uma de solo por munícipio para o presente estudo As amostras foram analisadas pelo Laboratório de Nematologia da empresa GDM Seeds, localizado na cidade de Cambé-PR. Foram identificados a presença dos principais gêneros de nematoide de importância para a cultura da soja: *Meloidogyne* spp., *Heterodera glycines*, *Pratylenchus* spp., *Rotylenchulus reniformis* e *Helicotylenchus* spp.,. evidenciando ainda que algumas espécies em populações elevadas em algumas localidades como em Não-Me-Toque, Condor, Chapada, Santo Cristo e Santo Ângelo.

Palavras-chave: *Meloidogyne* spp. *Heterodera glycines.* Espécies. Populações.

**ABSTRACT**

In Brazilian and global agriculture, phytopathogenic nematodes represent one of the main challenges that limit high productivity, affecting several crops and causing significant economic losses. In Rio Grande do Sul, the presence and population levels of nematodes are still little known, and their symptoms in crops often go unnoticed or in several situations are confused with soil fungi, and are often neglected, which results in great losses. for the affected jobs. With the objective of identifying the nematodes present in the soybean crop and verifying the population density, a survey was carried out in the 2023/2024 soybean harvest in the state of Rio Grande do Sul in 30 municipalities, collecting a root and one soil per municipality for the present study The samples were tested by the Nematology Laboratory of the company GDM Seeds, located in the city of Cambé-PR. The presence of the main nematode genera of importance for soybean crops were identified: Meloidogyne spp., Heterodera glycines, Pratylenchus spp., Rotylenchulus reniformis and Helicotylenchus spp., further showing that some species have high populations in some locations such as Não-Me-Toque, Condor, Chapada, Santo Cristo and Santo Ângelo.

Keywords: Meloidogyne spp. Heterodera glycines. Species. Populations.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Ciclo de vida de Heterodera glycines .....16
FIGURA 2 – Ciclo de vida de *Pratylenchus brachyurus* .....17
FIGURA 3 – Ciclo de vida de *Meloidogyne spp.* .....19
FIGURA 4 – Ciclo de vida de *Rotylenculus reniformis* .....21
FIGURA 5 - *Helicotylenchus dihystera* em microscópio ótico (Esquerda) e dentro da raiz colorida com fucsina ácida (Direita). .....22
FIGURA 6 – Acondicionamento das raízes de soja em saco plástico.....27
FIGURA 7 – Raízes e solo prontos para envio ao laboratório.....28
FIGURA 8 - Parâmetros para análise das densidades populacionais de nematóides .....30
FIGURA 9 – Região do RS que se concentra a presença de *Heterodera glycines*..31
FIGURA 10 – Distribuição de *Helicotylenchus* spp. nas amostras encontradas do presente estudo .....34

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Presença e ausência de nematoides em municípios produtores de soja do Rio Grande do Sul na safra 2023/2024. .....29
TABELA 2 - Densidade populacional de *Meloidogyne* spp. nas amostras verificadas dos municípios do RS na safra 2023/2024. .....30
TABELA 3 - Densidade populacional de *Heterodera glycines* nas amostras verificadas dos municípios do RS na safra 2023/2024. .....32
TABELA 4 - Densidade populacional de *Pratylenchus spp.* nas amostras verificadas dos municípios do RS na safra 2023/2024. .....32
TABELA 5 - Densidade populacional de *Rotylenchulus reniformis* nas amostras verificadas dos municípios do RS na safra 2023/2024. .....33
TABELA 6 - Densidade populacional de *Helicotylenchus* spp. nas amostras verificadas dos municípios do RS na safra 2023/2024. .....34

**SUMÁRIO**

**1 INTRODUÇÃO ..... 9**
1.1 JUSTIFICATIVA ..... 10
**1.2 OBJETIVOS** ..... 11
1.2.1 Objetivo geral ..... 11
1.2.2 Objetivos específicos ..... 11
**2 REVISÃO DE LITERATURA ..... 12**
2.1 SOJA ..... 12
2.2 CLIMA DA SAFRA 2023/2024 NO RIO GRANDE DO SUL ..... 13
2.3 CARACTERIZAÇÃO DOS NEMATOIDES ..... 14
2.4 PRINCIPAIS NEMATOIDES QUE ATACAM A CULTURA DA SOJA ..... 14
2.4.1 NEMATOIDE DE CISTO DA SOJA - *Heterodera glycines* ..... 15
2.4.2 NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES - *Pratylenchus brachyurus* ..... 16
2.4.3 NEMATOIDES DAS GALHAS - *Meloidogyne* spp. ..... 18
2.4.4 NEMATOIDE RENIFORMES - *Rotylenculus reniformis* ..... 20
2.4.5 NEMATOIDE ESPIRALADO - *Helicotylenchus* spp. ..... 21
2.5 MÉTODOS DE CONTROLE DOS NEMATÓIDES ..... 23
2.5.1 CONTROLE QUÍMICO ..... 23
2.5.2 CONTROLE BIOLÓGICO ..... 24
2.5.3 RESISTÊNCIA GENÉTICA ..... 24
2.5.4 CONTROLE CULTURAL ..... 25
**3 METODOLOGIA ..... 26**
**4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS ..... 28**
**5 CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 36**
**REFERÊNCIAS ..... 37**

## 1 INTRODUÇÃO

Os nematoides, pertencentes ao filo Nematoda, são organismos de corpo tubular e cilíndrico (vermiformes), com tamanho variado e ampla capacidade de adaptação a diversos ambientes, incluindo condições climáticas adversas, como escassez de água e temperaturas extremas (SANTOS; BELLÉ, 2020). Esses organismos estão amplamente distribuídos em todas as regiões produtoras do Brasil, com uma diversidade de gêneros adaptados às particularidades de cada ecossistema agrícola.

Estão distribuídos por todas as regiões produtoras brasileiras, existindo diversos gêneros de nematoides, cada gênero com sua especificidade e adaptação. Essa expansão dos nematoides nas áreas sojícolas brasileiras é um problema crescente e preocupante, motivo de diversos estudos buscando entender os gêneros e espécies presentes em cada região, crescimento populacional, danos econômicos, suas formas de disseminação para novas áreas e os métodos de controle, conforme as particularidades de clima, solo e manejo de cada local.

De acordo com os dados da Sociedade Brasileira de Nematologia (SBN) indicam que a presença desses organismos no campo causa prejuízos de cerca de R$ 35 bilhões por ano, sendo que a soja é a cultura mais afetada, sendo que metade das perdas ocorrem em lavouras da leguminosa, algo em torno de R$ 16 bilhões (MERLADETE, 2023).

Os fitonematoides, em sua maioria, parasitam plantas atacando suas estruturas subterrâneas, como raízes, rizomas, tubérculos e bulbos. No entanto, algumas espécies podem parasitar outras partes da planta, como as folhas (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2010). Esses parasitas utilizam um estilete bucal para retirar nutrientes das plantas e, simultaneamente, injetar substâncias tóxicas nas células vegetais, comprometendo o desenvolvimento das plantas hospedeiras (ROSSETTO; SANTIAGO, 2022). Além disso, as lesões causadas pelos nematoides facilitam a entrada de fungos patogênicos, que se estabelecem e proliferam em plantas já debilitadas, cultivares tolerante a estes fungos, na presença de nematoide, por se tornar suscetível.

Os problemas começam a ser percebidos na parte área das plantas, normalmente em reboleiras, onde apresentam um menor crescimento devido ao sistema radicular debilitado, e em alguns casos sintomas de murcha, especialmente durante os períodos mais quentes do dia, devido à dificuldade na absorção de água e nutrientes causados pelos danos nas raízes. Comumente, essas plantas ficam amareladas ou cloróticas devido a deficiência de nutrientes, especialmente ferro e nitrogênio, sendo sintomas resultantes do ataque desses patógenos (ROSSETTO; SANTIAGO, 2022).

As principais estratégias de manejo dos nematoides fitopatogênicos incluem a adoção de boas práticas agronômicas, associadas a manejos biológicos e químicos, utilização de variedades resistentes e rotação de culturas. É crucial reconhecer que, uma vez estabelecido o patógeno na lavoura, sua erradicação completa é praticamente inviável. Portanto, o foco do manejo deve ser a redução da população de nematoides a níveis que minimizem os danos econômicos, permitindo a convivência com o problema de forma a garantir a sustentabilidade da produção agrícola.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Diante da crescente presença e do aumento dos níveis populacionais de nematoides nas regiões sojícolas brasileiras, torna-se essencial identificar os gêneros, espécies e densidades desses organismos no Rio Grande do Sul. Esse conhecimento é crucial para o desenvolvimento de ferramentas de manejo que possam efetivamente controlar e reduzir esse problema, cada vez mais presente nas lavouras gaúchas. Compreender a diversidade e a distribuição dos nematoides na região permitirá a formulação de estratégias eficazes, contribuindo para a proteção das culturas e a mitigação dos prejuízos econômicos associados.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

O objetivo do presente estudo foi realizar um levantamento dos nematoides e níveis populacionais encontrados em diversos munícipios do estado do Rio Grande do Sul.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar os gêneros e espécies de nematoides presentes nas lavouras do Rio Grande do Sul.
- Analisar os níveis populacionais desses nematoides no solo e nas raízes das plantas.
- Determinar quais são os gêneros mais frequentes nas amostras coletadas.
- Correlacionar a presença e concentração de nematoides com as regiões específicas do estado.

# 2 REVISÃO DE LITERATURA

## 2.1 SOJA

Considerada como um grão sagrado, a soja que era cultivada pelos nossos ancestrais no Continente Asiático ao longo do Rio Yangtse, na China, seu centro de origem, já possuía grande importância na dieta alimentar da antiga civilização chinesa, utilizada muitas vezes também como uma espécie de moeda de troca por outras mercadorias (EMBRAPA, 2003).

Com o passar dos anos a soja foi ganhando espaço como um produto comercial e sua grande diversidade de utilização contribuíram para que essa oleaginosa se consolidasse como a principal cultura consumida no mundo.

Através do grão são produzidos seus derivados como o óleo que é o produto da soja mais utilizado na alimentação brasileira e na fabricação de biodiesel e o farelo que possui grande importância na alimentação animal, empregado como ingrediente na formulação de rações tanto para monogástricos como para ruminantes. Grande parte da produção de grãos, farelo e óleo também são exportados na sua maioria para os países asiáticos.

A soja é utilizada ainda como matéria-prima por indústrias nos processos de produção de cosméticos, produtos farmacêuticos, tintas, vernizes, plásticos, fabricação de fibras, adesivos e lubrificantes. Com a grande diversidade de usos desta oleaginosa, alicerçado pelo avanço tecnológico e melhoramento genético e influenciado pela demanda crescente por proteína a baixo custo, o setor sojícola tem ganhado destaque no cenário internacional (MATTOS, 2017).

A cultura da soja apresenta significativa importância no contexto econômico mundial. Segundo o USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos), a produção mundial de soja na safra 2023/2024 alcançou 395,91 milhões de toneladas com uma área plantada de 138,52 milhões de hectares.

A produção brasileira para mesma safra obteve 147,35 milhões de toneladas com uma área plantada de 45,98 milhões de hectares segundo a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento).

O Rio Grande do Sul na safra 2023/2024 registrou uma produção de 20,19 milhões de toneladas com uma área plantada de 6.76 milhões de hectares, e uma produtividade média de 2.985 kg ha $^{-1}$ (CONAB, 2024).

Entre as unidades da federação, o Rio Grande do Sul é o quarto maior produtor de soja em grão do Brasil, superado apenas pelos Estados de Mato Grosso, Paraná e Goiás (IBGE, 2022). Esse dado demostra o quanto a cultura da oleaginosa é importante para a economia do estado, tanto em exportações como na geração de empregos locais.

## 2.2 CLIMA DA SAFRA 2023/2024 NO RIO GRANDE DO SUL

Na safra 2023/2024 ocorreu a influência do fenômeno climático natural El Niño, caracterizado pelo aquecimento anormal das águas do Oceano Pacífico Equatorial. Durante esse fenômeno, o Nordeste e o Norte do Brasil são mais propensos a secas, enquanto o Sul e o Sudeste são mais propensos a chuvas intensas (GHINI, 2005).

O estado do Rio Grande do Sul sofreu com fortes chuvas e altos volumes acumulados, atrasando a implantação das lavouras e prejudicando principalmente o período da colheita, com a qualidade do grão afetada e muitas áreas que não foram colhidas.

Estima-se que aproximadamente 110,3 mil hectares de soja foram impactados pelas enxurradas, resultando em perdas de até 2,71 milhões de toneladas da oleaginosa. Isso corresponde a cerca de 12,2% da produção de soja estimada para o estado (FERREIRA, 2024).

Os produtores que realizar um planejamento de acordo com as previsões climáticas, utilizando uma boa qualidade de sementes, auxiliado por tratamento de sementes adequado e semeadura no “time” correto, conseguiram uma boa implementação das lavouras que na final de todo o ciclo resultou em boas produtividades.

A maior disponibilidade de água no solo durante o ciclo da cultura da soja, favoreceu o ataque de inúmeros patógenos de solo e também possibilitou condições mais fáceis para migração dos nematoides, principalmente para aqueles com certa dificuldade de locomoção no solo.

## 2.3 CARACTERIZAÇÃO DOS NEMATOIDES

Para classificação dos nematoides que atacam as plantas, eles são divididos quanto ao tipo de parasitismo, como ectoparasitas e endoparasitas e como migradores e sedentários.

Os nematoides ectoparasitas se alimentam fora da planta, apenas introduzindo o estilete bucal na raiz (ou em outra parte atacada), enquanto os nematoides endoparasitas penetram integralmente o corpo no tecido vegetal, pelo menos durante uma fase do ciclo de vida, permanecem imóveis e fixam-se em seu local de alimentação (SILVEIRA, 2021).

Os fitonematoides migradores parasitam uma célula vegetal por poucos minutos ou segundos, injetando toxinas e removendo o conteúdo celular transformado em alimento. Depois disso, abandonam o local e a célula atacada morre. Tais nematoides sempre têm um corpo filiforme, o que permite que eles se mudem dentro da planta atacada ou no solo (SANTOS; BELLÉ, 2020).

Os fitonematoides sedentários escolhem um grupo de células vegetais e injetam suas toxinas nelas por meio de um estilete bucal. Depois de um certo tempo, eles passam a consumir o material alimentar produzido, quase totalmente eliminando o conteúdo citoplasmático das células. Os nematoides sedentários têm essa designação porque perderam a mobilidade e se fixaram em um local onde podem incitar o sítio de alimentação. A maioria das fêmeas dos nematoides sedentários perdem sua forma filiforme normal e tornam-se obesa e aberrante, com aspecto de esbranquiçadas e visíveis no interior das galhas (SANTOS; BELLÉ, 2020).

## 2.4 PRINCIPAIS NEMATOIDES QUE ATACAM A CULTURA DA SOJA

No Brasil, os principais nematoides mais prejudiciais às lavouras de soja são os *Heterodera glycines* nematoide de cisto da soja, *Pratylenchus brachyurus* nematoide das lesões radiculares; o gênero *Meloidogyne* spp., nematoides das galhas; *Rotylenculus reniformis* nematoide reniformes e *Helicotylenchus* spp. nematoide espiralado (DIAS et al., 2010; FAVORETO et al., 2019).

Assim, para que os produtores adotem medidas de controle adequadas e eficazes, é necessário que esses fitonematoides sejam identificados corretamente.

### 2.4.1 NEMATOIDE DE CISTO DA SOJA - *Heterodera glycines*

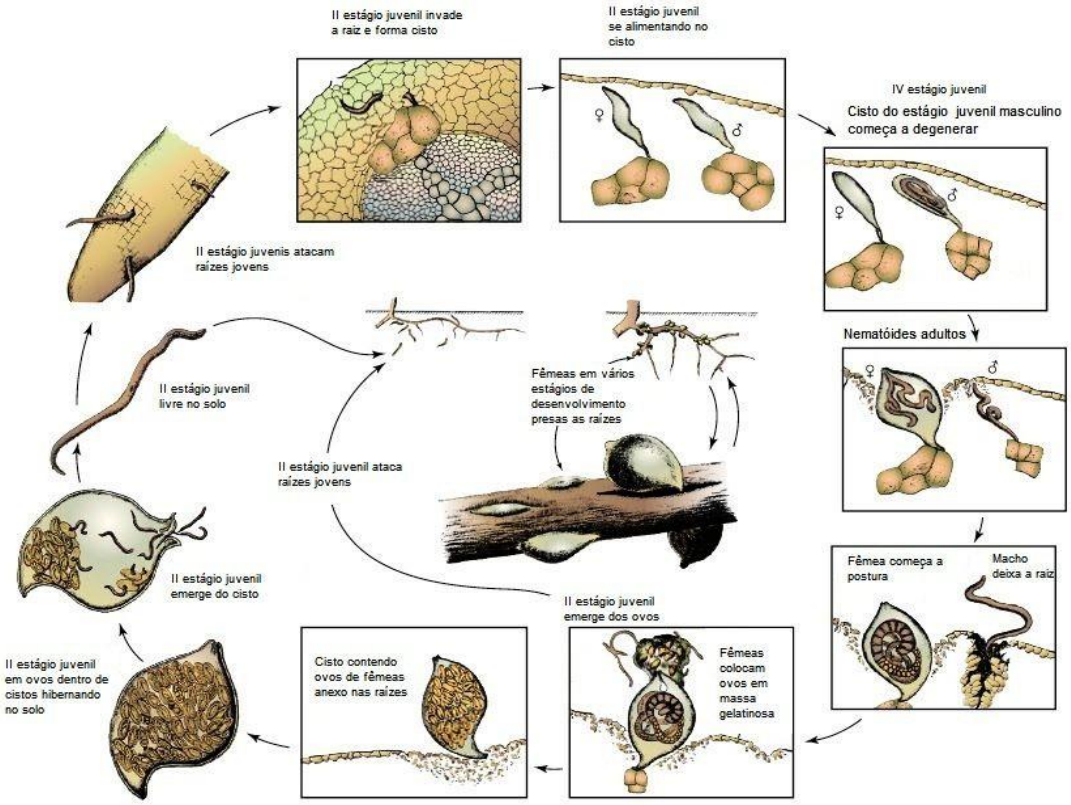
O nematoide do cisto da soja, *Heterodera glycines*, é um dos parasitas mais prejudiciais à cultura da soja em todo o mundo. Uma das características importantes desse nematoide é a sua variabilidade genética, que se manifesta na forma de diferentes raças. Essas raças são classificadas com base em sua capacidade de parasitar diferentes linhagens de soja que contêm genes de resistência específicos. Atualmente, são conhecidas 16 raças de *Heterodera glycines,* no Brasil existe a ocorrência de 11 raças (1, 2, 3, 4, 4+, 5, 6, 9, 10, 14, e 14+). O nematóide de cisto tem fácil disseminação e causador de grandes perdas de produtividades.

Esses nematoides são sexualmente dimórficos, o que significa que fêmeas e machos têm formas corporais diferentes. As fêmeas são inchadas e sedentárias (imóveis), sendo que na sua fase adulta podem ser vistas a olho nu na superfície das raízes da soja. Os machos são vermiformes e móveis, e são visíveis apenas em microscopia (VERSSIANI 2022).

O ciclo de vida do nematoide do cisto da soja pode durar de 21 a 30 dias, dependendo das condições climáticas, podendo gerar de duas a quatro gerações do nematoide por safra (AGROPÓS, 2020).

Segundo Silva (2019), o desenvolvimento desses nematoides inclui 4 fases (Figura 1): ovo; quatro estádios juvenis e adultos, a segunda fase juvenil (J2) ocorre a infecção, penetração e formação do sítio de alimentação nas raízes. Neste mesmo local do sítio de alimentação do nematóide sofre mais três ecdises para formação do macho e fêmea, já adultos, os machos abandonam as raízes e as fêmeas produzem e armazenam os ovos no interior do corpo, esse armazenamento gera uma compressão nos órgãos da fêmea levando-a a morte, em seguida a cutícula sofre uma alteração química, torna-se marrom e sua estrutura rígida formando o cisto, podendo ele sobreviver no solo por mais de oito anos (MENDES, 2020; EMBRAPA, 2011).

FIGURA 1 - Ciclo de vida de Heterodera glycines




FONTE: AGRIOS (2005)

Os sintomas formados pelo *H. glycines* observados em campo, é a formação de reboleiras, o tamanho da planta é reduzido, sua parte aérea torna-se clorótica, ocorre o abortamento de flores e vagens, e deterioração das raízes e hastes (SANTOS JUNIOR, et al., 2021), podendo levar à morte das plantas, devido á penetração do nematoide, onde resulta em problemas na absorção de água e nutrientes a partir da raiz da planta.

A disseminação deste nematóide ocorre principalmente através do transporte do solo, que pode ser realizado através de equipamentos agrícolas sujos; sementes que contenham partículas de solo contaminadas, vento, água e animais (SANTOS et al., 2020)

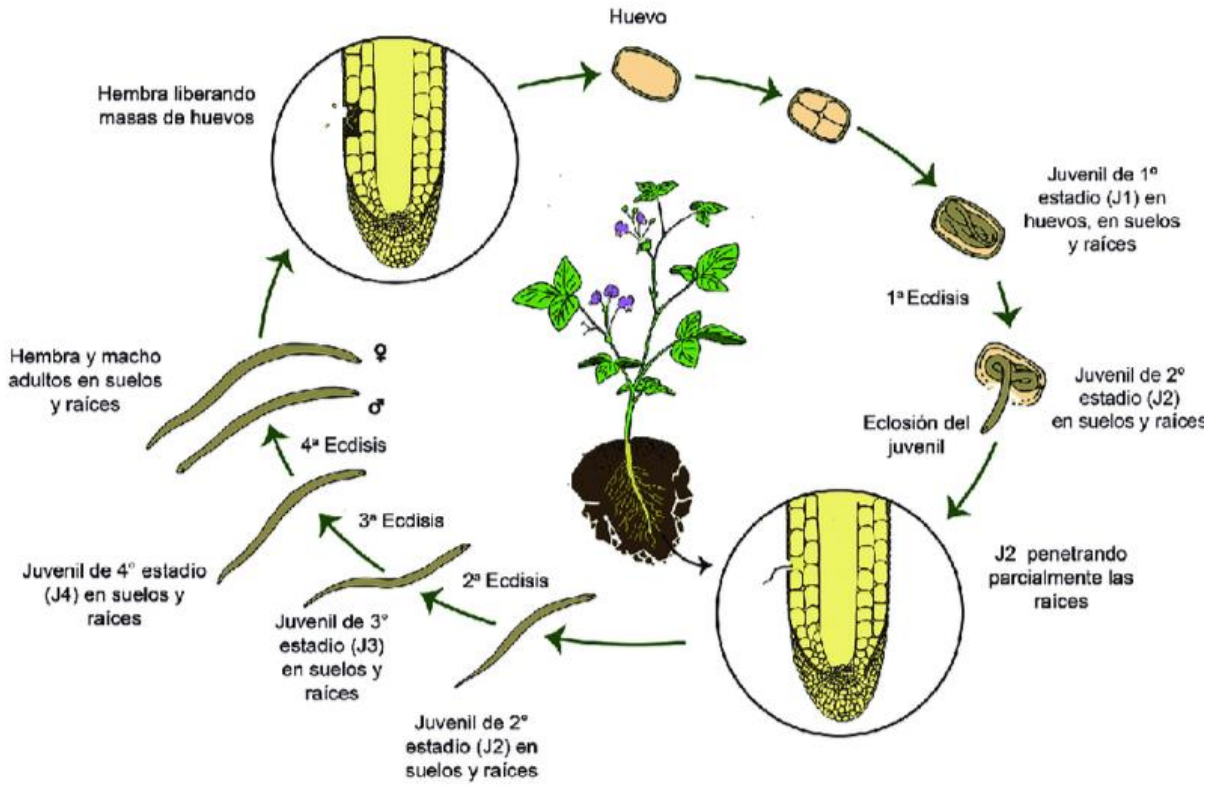
### 2.4.2 NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES - *Pratylenchus brachyurus*

Os nematoides das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus* são endoparasitas obrigatórios, que possuem característica de migração de uma planta para outra. O gênero *Pratylenchus* spp., está entre os nematoides de maior

importância para agricultura. O gênero ocupa o terceiro lugar em termos de distribuição mundial e impacto econômico ficando atrás apenas de nematoides de galha e de cisto, podendo causar danos de até 80% (GRIGOLLI; ASMUS, 2014).

O ciclo de vida dos nematoides desse gênero (Figura 2) giram em torno de 3 a 8 semanas, mas isso pode variar, a depender da espécie, hospedeiro e condições ambientais, como umidade e temperatura. Todos os estádios de vida juvenis e adultos de *Pratylenchus* são vermiformes e móveis e todos os estádios de vida (exceto ovo e J1) podem infectar a raiz de uma planta hospedeira (GRIGOLLI; ASMUS, 2014).

FIGURA 2 – Ciclo de vida de *Pratylenchus brachyurus*




FONTE: Lopez-Nicora et al. (2021).

Após o ciclo no interior da raiz, migram para outro hospedeiro, e as galerias abertas servem como porta de entrada para colonização de diversos fungos oportunistas que causam a diminuição do volume do sistema radicular, formação de lesões avermelhadas ou enegrecidas e consequentemente a necrose e decomposição dos tecidos. Esses sintomas são observados na parte aérea da planta, com um menor

desenvolvimento e folhas amareladas. Geralmente não aparece em reboleiras, somente em casos de densidade populacional muito elevada.

As principais ferramentas para a redução desses nematoides no solo é a utilização de plantas não hospedeiras, como *Crotalária spectabilis*, *C. ochroleuca C. breviflora* (TEIXEIRA 2021). Outro método é o manejo genético, com a utilização de cultivares tolerantes e com um fator de reprodução relativamente baixo. Porém, em áreas com alta pressão, o uso dessas cultivares pode proporcionar o incremento da população, sendo assim, de extrema importância o constante monitoramento da área.

O tratamento químico ou biológico também tem se mostrado com uma boa eficiência, quando aplicado em áreas com culturas não hospedeiras ou com baixo fator de reprodução. A utilização dos químicos ajuda a proteger as raízes principalmente nas fases iniciais, impedindo a penetração do nematóide. Já os produtos biológicos tem se mostrado eficiente por sua longa duração, aumentando o tempo de proteção das raízes durante o ciclo da cultura.

### 2.4.3 NEMATOIDES DAS GALHAS - *Meloidogyne* spp.

Os nematoides pertencentes ao gênero *Meloidogyne* spp. são conhecidos como os formadores de galhas (MIRANDA, 2021). Dentre os nematoides do gênero *Meloidogyne* spp., que possui maior relevância na cultura da soja, destaca-se o *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica* que são as espécies mais importantes e distribuídas no Brasil.

A infestação pelo nematoide das galhas tem como principais sintomas a formação de galhas, que interferem de forma direta no processo de fotossíntese, respiração, balanço hormonal e o fluxo de seivas, impedindo o desenvolvimento da planta hospedeira (SILVEIRA 2021).

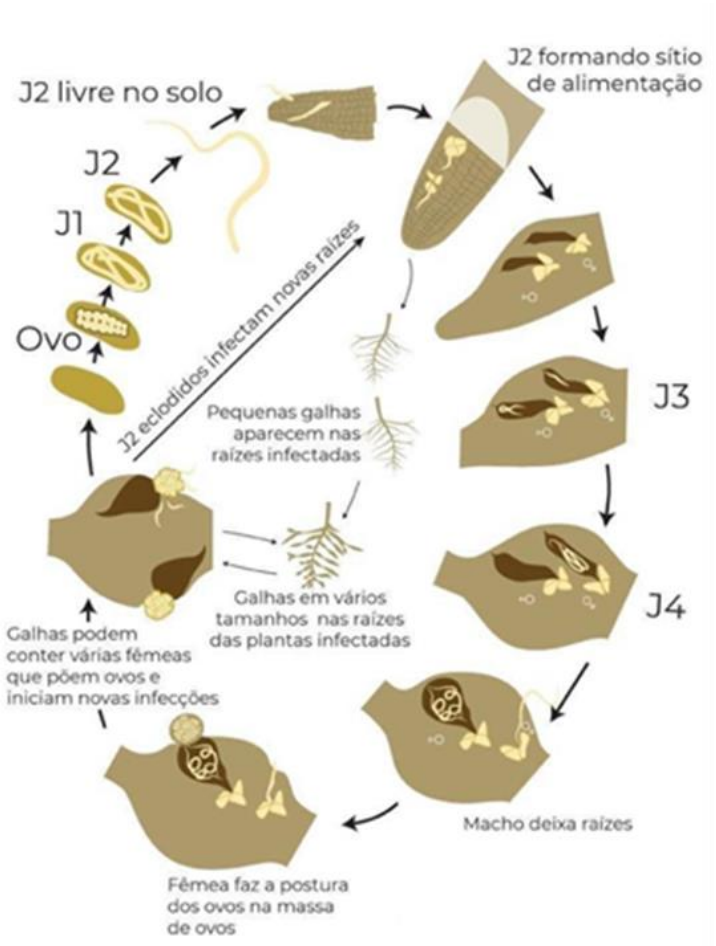
Os nematoides-das-galhas passam a maior parte do seu ciclo de vida ativo no interior das raízes das plantas, e por essa razão são denominados de endoparasitas sedentários.

O ciclo de vida desses nematoides é de 21 a 28 dias e a faixa ideal de temperatura é de 25 a 30 ºC. Ocorre em seis estádios fenológicos: ovo, quatro fases juvenis (J1, J2, J3 e J4) e adultos (macho ou fêmea), sendo que a maioria das espécies se reproduzem por partenogênese, sem a necessidade de copulação (FONTANA, 2018).

Durante o ciclo de vida (Figura 3) a fêmea adulta faz a postura em matriz gelatinosa protetora, que forma uma massa de ovos encontrada na rizosfera, ou internalizadas em tecidos de galhas radiculares. O juvenil de primeiro estádio (J1), ocorre imediatamente a embriogênese que após uma ecdise avança para o segundo estádio (J2), sendo essa a fase infectante (FONTANA, 2018).

No decorrer do estádio J2 os nematoides definem suas características sexuais e posteriormente avançam para os próximos dois estádios (J3 e J4), que devido a perda do estilete não se alimentam até atingirem a fase adulta, novamente com o estilete, fase marcada por um elevado dimorfismo sexual, onde os machos se tornam vermiformes e deixam as raízes e as fêmea, adquirem forma robusta/obesa, iniciando a produção de ovos (FERRAZ; BROWN, 2016)

FIGURA 3 – Ciclo de vida de *Meloidogyne spp.*




FONTE: (Elevagro, 2023)

Uma vez dentro das raízes os nematoides ocasionam o aparecimento de tumores ou galhas, principal característica de infecção por *Meloidogyne* spp. criando

sítios de alimentação, chamadas de células nutridoras multinucleadas especializadas, dessa maneira estabelecem e mantêm um relacionamento íntimo com a planta hospedeira durante o parasitismo. As galhas são oriundas da própria planta, em decorrência da secreção produzidas por esses parasitas (TEIXEIRA, 2021).

### 2.4.4 NEMATOIDE RENIFORMES - *Rotylenculus reniformis*

O nematóide *Rotylenchus reniformis*, popularmente chamado de nematoide reniforme, possui possuem muitos hospedeiros, e é considerado o sétimo nematoide mais importante (FREITAS, 2013).

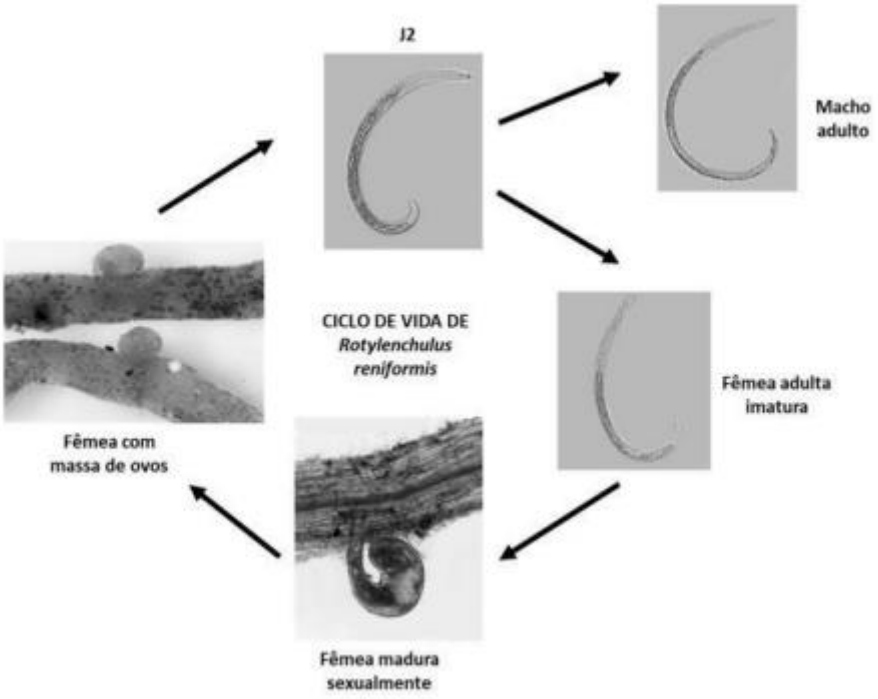
O nematoide reniforme tem hábitos semi-endoparasitas, portanto apenas as fêmeas imaturas parasitam o sistema radicular das plantas e formam o sítio de alimentação (SOUTO, 2020).

Existe uma correlação significativa entre a densidade populacional do nematoide e a temperatura do solo, onde solos secos e com temperaturas abaixo de 25°C geram uma baixa densidade populacional do *R. reniformis* (ASMUS et al., 2009). Seu ciclo de vida (Figura 4) é formado por quatro estádios juvenis: J1 (formação dentro do ovo e em seguida sofre a primeira muda); J2 (eclodiram e migraram para o solo); J3 e J4 (imaturos não comem nesse estádio) e adultos (GABIA, 2017).

As fêmeas maduras reproduzem dentro de uma matriz gelatinosa que envolve todo o corpo do nematóide e que fica exposta ao solo, cerca de 50 a 120 ovos (LIRA et al., 2018).

Diferente dos outros gêneros de nematoides, o estádio infectante do R. reniformis não é o (J2), mas sim quando a fêmea está em período de imaturidade sexual, essa fêmea imatura penetra no córtex da raiz da planta levanto a morte celular devido a movimentação no trajeto e injeção de secreção glandulares (SILVEIRA, 2021).

FIGURA 4 – Ciclo de vida de *Rotylenculus reniformis*




FONTE: Lira et al., (2018)

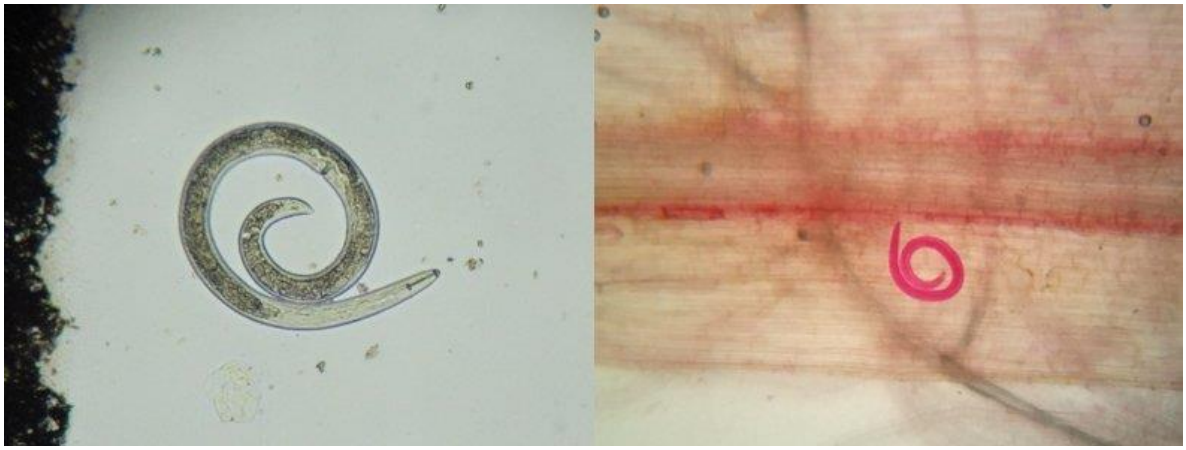
Nas áreas infestadas apresentam um grande subdesenvolvimento e desuniformidade da cultura, confundindo com deficiências nutricionais, compactação ou encharcamento do solo (JUHÁSZ et al., 2013). Esse nematoide não apresenta galhas ou outros tipos de sintomas que justificam seu ataque, mas devido à natureza parasitária, pode apresentar o sistema radicular reduzido (GABIA, 2017), e podendo ser observado uma massa de terra nos ovos do nematóide (DIAS et al., 2010).

O controle adequado para este nematóide consiste em associar várias formas de manejo protetivas, a fim de reduzir os danos como: a rotação de cultura, controle biológico, controle químico, variedades resistentes, entre outras (SILVEIRA, 2021).

### 2.4.5 NEMATOIDE ESPIRALADO - *Helicotylenchus* spp.

O nematóide *Helicotylenchus* spp., conhecido como nematóide espiralado (Figura 5), vem sendo cada vez mais frequente nas análises nematologias, se tornado motivo de preocupação devido aos aumentos populacionais nas amostras observadas.

FIGURA 5 - *Helicotylenchus dihystera* em microscópio ótico (Esquerda) e dentro da raiz colorida com fucsina ácida (Direita).



FONTE: Santos 2022.

Este nematoide possui hábito ectoparasita migratório ou semi-endoparasita, e possui este nome, pois ao morrer seu corpo se enrola em forma de espiral (MENDES, 2020). Devido a sua forma de parasitismo os sintomas que podem ser podem ser confundidos com o nematóide das lesões radiculares, onde seu ataque provocará lesões necróticas no sistema radicular das plantas (MAZZETI, 2017; PAVANELLO, 2019).

O gênero deste nematoide possui mais de 200 espécies, seu ciclo de vida varia de 35 a 37 dias em uma temperatura média de 30°C, uma umidade do solo considerada boa para seu 23 ciclo varia entre 40 a 60%, mas em condições de veranico ainda é observado altas densidade populacionais desse fitonematoide (ALMEIDA, 2022).

Este gênero de nematoide possui mais de cem espécies. Entretanto, no Brasil e na cultura da soja destaca *Helicotylenchus dihystera.* Essa espécie pode ser encontrada parasitando diversos hospedeiros ou sobrevivendo por meses sem a presença de um, pois este nematóide tem a capacidade de entrar em anidrobiose onde ocorrerá uma redução nas atividades do metabolismo desse parasita e como consequência ocorrerá sua sobrevivência em condições inadequadas (MIRANDA, 2021).

## 2.5 MÉTODOS DE CONTROLE DOS NEMATÓIDES

O primeiro passo para o controle de nematoides na soja é realizar a identificação do nematóide presente na área de cultivo, realizando um monitoramento constante para identificar as espécies presentes e sua densidade populacional (SILVA, 2022).

Essa identificação deve ser realizada através de amostragens no campo, sendo necessário um número representativo de subamostras para fornecer uma boa confiabilidade e representatividade (PERINA et al., 2015).

Após o procedimento de amostragem e identificação do nematóide, deve ser realizado o planejamento e organização de estratégias a serem utilizadas para uma maior eficiência de controle ou supressão. É necessário considerar os manejos que serão realizados, de forma a evitar a introdução e a disseminação do nematóide nas áreas, buscar formas de diminuição da densidade populacional e a utilização de espécies de plantas resistentes a determinados nematóides (PERINA et al., 2015).

### 2.5.1 CONTROLE QUÍMICO

O controle químico constitui uma importante ferramenta para o manejo dos nematoides, podendo ser utilizado via tratamento de sementes e aplicação no sulco de plantio, sendo amplamente utilizado devido a fácil aplicação (SILVA, 2022).

Estudos realizados por Bortolini et al. (2013) demonstraram que produtos comerciais com ingrediente ativo abamectina, quando utilizados no tratamento de sementes de soja, demonstram eficiência no controle de nematoides *P. brachyurus.* Outros produtos que podem ser empregados no controle de nematoides são Carbofuran, Albicarb, Fenamifos ou Oxamil (INOMOTO, 2009).

Porém, devido ao controle químico utilizar produtos com elevada toxicidade, sua aplicação possui alto risco, e pode resultar em contaminação ambiental. A contaminação ambiental nesse caso ocorre por meio de resíduos de produtos químicos, que permanecem no solo comprometendo, deste modo, a biota que ali habita, afinal se trata de substância não seletiva (CAPRONI et al., 2012).

### 2.5.2 CONTROLE BIOLÓGICO

O controle biológico vem mostrando excelentes resultados para manter a densidade populacional dos fitonematóides abaixo do dano econômico, através de agentes de biocontrole.

A bactéria do gênero Bacillus spp., tem se destacado como agente de biocontrole, pois apresenta diversas formas de ação sobre esses fitopatógenos como: a antibiose onde a bactéria irá produzir substâncias que inibe a eclosão e movimentação do nematoide; e a competição onde a bactéria irá colonizar a raiz da planta formando uma barreira física e química impedindo ou dificultando a entrada do patógeno (TEIXEIRA, 2021).

O fungo *Trichoderma* também é considerado um dos principais agentes de controle biológico, sendo muito empregado devido a sua ampla adaptação às condições ambientais nacionais, enorme variabilidade e especificidade de controlar certos sistemas patológicos. A utilização do fungo T. *harzianum* no controle do nematoide de cisto e de galha é muito eficiente, devido seu parasitismo ocorrer diretamente nos ovos e larvas aumentando a atividade de quitinases e proteases, infectando os ovos e induzindo o sistema de defesa do hospedeiro (MENDES, 2020; MUKHTAR et al., 2015; MEYER et al., 2019).

Segundo Kraemer (2022) o tratamento de sementes com *T. viride,* no controle do nematoide *P. brachyurus,* reduz a densidade populacional do nematoide comparada com as sementes não tratadas mesmo não sendo o tratamento com melhor desempenho. A função do controle biológico é limitar ou estabilizar os nematoides isso acontece por meio de competição, parasitismo e compostos tóxicos.

### 2.5.3 RESISTÊNCIA GENÉTICA

O uso de variedades resistentes é um dos métodos muito utilizados e eficientes no controle de nematoides, sendo uma alternativa muito viável (BELLÉ et al., 2017), porém essa resistência é observada apenas para algumas espécies que geram danos.

A utilização de cultivares resistente está mais direcionada ao nematoide cisto da soja, pois apresentam melhores resultados, levando em consideração as raças e

a utilização da rotação de cultura a cada 4 ou 5 anos, para evitar uma resistência do nematoide (SILVA, 2021).

As cultivares de soja americanas Forrest e Custer são resistentes ao nematóide reniforme e estão sendo amplamente utilizadas no Brasil como fontes de resistência, e é observado que cultivares resistência ao nematoide *H. glicynes* também possui resistência ao nematóide R. reniformis (COSTA, 2021).

Quando a população do nematoide está em densidade muito elevada, mesmo as cultivares resistentes têm sua produtividade reduzida, e, neste caso, deve-se realizar previamente a rotação de culturas com outras espécies de plantas resistentes, para então utilizar as cultivares de soja resistentes ao nematoide (Silva, 2001).

### 2.5.4 CONTROLE CULTURAL

A utilização dessa prática requer planejamento, visto que muitas espécies cultivadas atuam como multiplicadoras de nematóides.

Dentre diferentes práticas o controle cultural inclui rotação de cultura, utilização de cultivares antagonistas, adubação química e orgânica, entre outras (FERREIRA et al., 2019), com o intuito de alterar as condições do ambiente de forma que desfavoreça os nematoides.

O controle de nematoides envolvendo a prática de rotação de cultura demonstra baixa eficiência, principalmente, em relação ao nematoide Pratylenchus brachyurus em razão de seu hábito polífago (INOMOTO, 2009).

Para a escolha da espécie a ser rotacionada deve se considerar tanto a viabilidade técnica como aspectos econômicos da cultura. A adubação verde com espécies resistentes são consideradas excelentes alternativas na prática de rotação de culturas (DIAS et al., 2010).

Entre as espécies empregadas na prática de rotação ou consorciação de culturas se encontram a crotalária (*Crotalaria juncea*), mucuna preta (*Mucuna pruriens*), feijão guandu (*Cajanus cajan*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), cravo-de-defunto (*Tagetes* spp.), capim-colonião (*Panicum maximum*), braquiária (*Brachiaria* spp.) (GARRIDO, 2005; SANTOS et al., 2009; ANDRADE et al., 2013; KLUTHCOUSKI et al., 2003).

## 3 METODOLOGIA

O estudo foi realizado nos ensaios de pesquisa de soja da empresa GDM Genética do Brasil S.A na safra 2023/2024. Os experimentos estavam alocados em 30 municípios e nas principais microrregiões sojícolas do estado do Rio Grande do Sul.

Os municípios do RS onde se procederam as coletas foram Boa Vista do Cadeado, Cacheira do Sul, Capão do Cipó, Caseiros, Chapada, Condor, Coxilha, Cruz Alta, Espumoso, Giruá, Jacutinga, Manoel Viana, Marau, Não-Me-Toque, Nova Araçá, Passo Fundo, Pedro Osório, Restinga Seca, Rio Pardo, Rolador, Rosário do Sul, Santa Bárbara do Sul, Santo Ângelo, Santo Cristo, São Borja, São Franscisco de Assis, São Gabriel, São Luiz Gonzaga, São Sepé e Vacaria.

Foram coletadas uma amostra de solo e outra de raízes de cada munícípio, sendo esta coleta realizada no estádio de R1 a R6 (do início da floração até antes da maturação), pois nesse período o nematóide completa de dois a três ciclos nas raízes da planta, estando no pico populacional.

A realização da amostragem foi em forma de “zigue-zague” na parcela, com preferência nos locais onde as plantas apresentavam alguma sintomatologia visual. Foram coletas 300 gramas de raízes e aproximadamente 1 Kg de solo, sendo esse volume de várias subamostras coletadas e homogeneizadas em diversos pontos do ensaio.

Para realização dessa atividade foi utilizado o auxílio de uma pá de corte, para evitar de arrancar as radicelas do sistema radicular das plantas e as amostras de solo foram coletadas com a umidade natural, evitando-se, ao máximo condições de encharcamento ou excessivo ressecamento. A profundidade de coleta do solo foi de 0 á 30 cm, sendo este solo retirado próximo as raízes, na linha de semeadura.

O material coletado foi acomodado em sacos plásticos previamente identificados, onde primeiramente foi colocado o solo, fazendo-se uma abertura e em seguida acondicionando as raízes (FIGURA 1). Posteriormente, essas raízes foram cobertas com mais solo para uma melhor conservação. (FIGURA 2).

Após a coleta, as 30 amostras de cada município foram mantidas em caixas térmicas, para proporcionar um ambiente de menor temperatura e enviadas para análise ao Laboratório de Nematologia da empresa, localizado na cidade de Cambé-PR.

A extração dos nematoides do solo foi realizada a partir de 100 cm³ de solo, que consiste no método de centrifugação, flotação, sedimentação, peneiramento, e separação em solução de sacarose (JENKINS, 1964). Para extração dos nematóides das raízes, utilizou-se 10 g de raízes de soja, que foram trituradas, peneiradas e centrifugadas, utilizando solução de sacarose, pelo método de Hussey e Barker (1973) modificada por Bonetti e Ferraz (1981). Para a extração de cistos, foi utilizado o método de peneiramento de 100 cm³ de solo filtragem em papel (SHEPHERD, 1970, p. 31-49).

FIGURA 6 – Acondicionamento das raízes de soja em saco plástico

FONTE: O autor (2024).

FIGURA 7 – Raízes e solo prontos para envio ao laboratório

FONTE: O autor (2024).

## 4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A Tabela 1 demonstra a ocorrência dos nematoides em cada município do RS onde se realizou as coletas na safra 2023/2024. Podemos observar que o gênero mais frequente nas amostras foi o *Helicotylenchus* spp., seguido pelo *Pratylenchus* spp. *e Meloidogyne* spp. As menores presenças foram de *Heterodera glycines* e *Rotylenchulus reniformes*, sendo este último verificado em apenas 5 locais dos 30 amostrados.

O município de Cruz Alta foi o que apresentou todas as variáveis de nematoides, evidenciado uma grande problemática nesse local. Nas demais localidades, foram observadas a presença de pelo menos algum nematoide em estudo, sendo alguns municípios com uma maior diversidade desses organismos (Tabela 1).

TABELA 1 - Presença e ausência de nematoides em municípios produtores de soja do Rio Grande do Sul na safra 2023/2024.

| Municípios | Meloidogyne spp. | Heterodera glycines | Pratylenchus spp. | Rotylenculus reniformis | Helicotylenchus spp. |
|---|---|---|---|---|---|
| Boa Vista do Cadeado | + | - | + | - | + |
| Cachoeira do Sul | + | - | + | - | + |
| Capão do Cipó | - | + | - | - | - |
| Caseiros | - | - | - | - | + |
| Chapada | + | - | + | - | + |
| Condor | + | + | + | - | + |
| Coxilha | + | - | + | - | + |
| Cruz Alta | + | + | + | + | + |
| Espumoso | - | - | + | - | + |
| Giruá | + | + | - | - | + |
| Jacutinga | + | - | + | - | + |
| Manoel Viana | + | - | + | + | + |
| Marau | - | + | + | - | - |
| Não-Me-Toque | + | + | + | - | + |
| Nova Araçá | - | - | + | - | + |
| Passo Fundo | - | - | + | - | + |
| Pedro Osório | + | - | - | - | + |
| Restinga Seca | - | - | - | - | + |
| Rio Pardo | - | - | - | + | + |
| Rolador | + | + | - | - | + |
| Rosário do Sul | + | - | - | - | - |
| Santa Bárbara do Sul | - | + | + | - | + |
| Santo Ângelo | - | - | - | + | + |
| Santo Cristo | + | + | + | - | + |
| São Borja | - | - | - | - | + |
| São Fransisco de Assis | + | - | - | - | + |
| São Gabriel | - | - | + | - | + |
| São Luiz Gonzaga | - | - | + | - | + |
| São Sepé | + | - | + | + | + |
| Vacaria | - | - | - | - | + |

FONTE: O autor (2024). (+) Presente (-) Ausente

Para quantificação dos níveis de nematóides foi utilizado uma tabela da Associação dos Produtores de Sementes de Mato Grosso (Aprosmat) (Figura 8), a qual define parâmetros de análise sobre as densidades populacionais.

Porém, é importante salientar que essa tabela serve para nos nortear sobre as densidades populacionais. Devemos levar em conta também outras séries de fatores como tipo de solos, temperaturas, precipitação, variedade, espécies de nematóides que podem influenciar no que seria um nível baixo, médio ou alto dependendo da região e principalmente local onde foi verificado a presença de nematoides.

FIGURA 8 - Parâmetros para análise das densidades populacionais de nematóides

| *Meloidogyne spp.* | | | *Pratylenchus brachyurus* | | | *Heterodera glycines* | | | Rotylenchulus reniformis | | *Helicotylenchus* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NÍVEL | RAIZ (Nematóides/ 10g de raiz) | SOLO (Nematóides/ (200cm³) | NÍVEL | RAIZ (Nematóides/ 10g de raiz) | SOLO (Nematóides/ (200cm³) | NÍVEL | Solo (Larvas) | Cisto** | NÍVEL | SOLO (Nematóides/ (200cm³) | NÍVEL | RAIZ (Nematóides/ 10g de raiz) | SOLO (Nematóides/ (200cm³) |
| BAIXO | 0 a 30 | 0 a 300 | BAIXO | 0 a 400 | 0 a 100 | BAIXO | 0 a 150 | 1 a 5 | BAIXO | < 200 | BAIXO | 0 a 400 | 0 a 100 |
| MÉDIO | 30 a 60 | 300 a 600 | MÉDIO | 400 a 800 | 100 a 200 | MÉDIO | 200 a 400 | 5 a 10 | MÉDIO | 200 a 600 | MÉDIO | 400 a 800 | 100 a 200 |
| ALTO | >60 | >600 | ALTO | >800 | >200 | ALTO | >400 | >10 | ALTO | > 600 | ALTO | >800 | >200 |

Fonte: Aprosmat 2012.

A maior densidade de *Meloidogyne* spp. foi encontrada na localidade de Não-Me-Toque, tanto para o solo, quanto para a raiz (Tabela 2). No Rio Grande do Sul, de acordo com levantamento realizado por GHISSI-MAZZETTI et al., (2016) em amostras de 116 municípios do RS, *Meloidogyne spp*. aparecia com bastante frequência nas localidades verificadas.

Segundo KIRSCH et al. (2016), dentre os nematóide de galha, a espécie mais frequente no RS é *M. javanica*, encontrada em 82% das amostras avaliadas nas regiões Norte, Noroeste e Sul do RS.

Importante salientar, que na maioria dos locais onde foram verificados *Meloidogyne* spp., não se observou sintomas nas plantas e nem a presença de reboleiras.

TABELA 2 - Densidade populacional de *Meloidogyne* spp. nas amostras verificadas dos municípios do RS na safra 2023/2024.

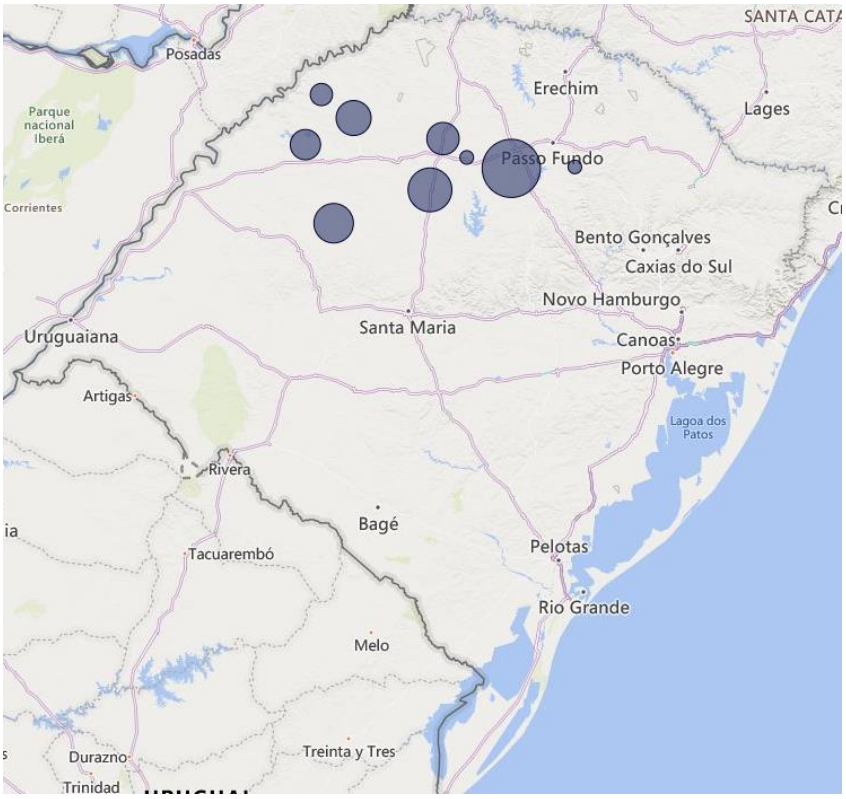
| | ***Meloidogyne* spp.** | |
|---|---|---|
| **Munícipios** | **Solo (100 cm³)** | **Raiz (10g)** |
| Boa Vista do Cadeado | 80 | 0 |
| Cachoeira do Sul | 240 | 80 |
| Chapada | 80 | 360 |
| Condor | 80 | 440 |
| Coxilha | 40 | 80 |
| Cruz Alta | 60 | 240 |
| Giruá | 120 | 240 |
| Jacutinga | 0 | 40 |
| Manoel Viana | 60 | 560 |
| Não-Me- Toque | 600 | 1880 |
| Pedro Osório | 80 | 320 |
| Rolador | 0 | 160 |
| Rosário do Sul | 40 | 80 |
| Santo Cristo | 80 | 480 |
| São Francisco de Assis | 80 | 1360 |
| São Sepé | 180 | 320 |

FONTE: O autor (2024).

Na Tabela 3, podemos verificar que as maiores densidades de *Heterodera glycines* no solo, raiz e cistos viáveis e inviáveis foram encontrados no município de Não-Me-Toque.

Os municípios onde foi encontrado a presença *Heterodera glycines* se concentram na região das Missões, Alto Uruguai e Planalto Médio, sem presença do gênero na região sul do RS (Figura 8).

FIGURA 9 – Região do RS que se concentra a presença de *Heterodera glycines*




FONTE: O autor (2024).

Segundo GOMES et al (2023), o primeiro registro do nematóide *Heterodera glycines* causando danos econômicos na metade Sul do RS foi na safra 2022/2023, em um estudo realizado pelo autor citado acima, onde foi encontrado níveis populacionais maiores de 400/100cm3 e 7.000 juvenis de segundo estádio/10g de raízes em algumas amostras.

Para os municípios de Não-Me-Toque, Cruz Alta, Giruá e Capão do Cipó que apresentaram as maiores densidades populacionais, foi realizado a identificação de raça, sendo confirmado raça 3.

TABELA 3 - Densidade populacional de *Heterodera glycines* nas amostras verificadas dos municípios do RS na safra 2023/2024.

| | Heterodera glycines | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Munícipios** | **Solo (100 cm³)** | **Raiz (10g)** | **Cisto (Viáveis)** | **Cisto (Inviáveis)** |
| Santo Cristo | 0 | 40 | 3 | 6 |
| Santa Bárbara do Sul | 80 | 0 | 0 | 2 |
| Rolador | 40 | 80 | 9 | 11 |
| Não-Me-Toque | 3600 | 320 | 32 | 60 |
| Marau | - | - | 0 | 2 |
| Giruá | 120 | 80 | 21 | 27 |
| Cruz Alta | 336 | 528 | 22 | 27 |
| Condor | 67 | 53 | 8 | 8 |
| Capão do Cipó | 480 | 320 | 23 | 15 |

FONTE: O autor (2024).

Para *Pratylenchus* spp., o maio valor populacional em solo foi encontrado na amostra do município de São Sepé e para raiz em Condor (Tabela 4). Foi possível relacionar que as maiores densidades foram verificadas em solos que não possuíam o teor de argila tão elevado, favorecendo a migração ativa desses nematóide no solo.

A textura do solo é um dos principais fatores que influenciam a distribuição de espécies de *Pratylenchulus* spp., sendo que os solos arenosos ou de textura média favorecem a migração. Possuem a capacidade de se movimentar por uma distância de aproximadamente 1 a 2 metros a partir da rizosfera da planta infectada. (GOULART, 2008).

TABELA 4 - Densidade populacional de *Pratylenchus spp.* nas amostras verificadas dos municípios do RS na safra 2023/2024.

| | Pratylenchus spp. | |
|---|---|---|
| **Municípios** | **Solo (100 cm³)** | **Raiz (10g)** |
| Boa Vista do Cadeado | 120 | 160 |
| Cachoeira do Sul | 80 | 120 |
| Chapada | 120 | 720 |
| Condor | 120 | 3600 |
| Coxilha | 120 | 360 |
| Cruz Alta | 90 | 290 |
| Espumoso | 0 | 120 |
| Jacutinga | 0 | 80 |
| Manoel Viana | 240 | 2360 |
| Marau | 120 | 480 |
| Não-Me-Toque | 80 | 260 |
| Passo Fundo | 360 | 340 |

| | | |
|---|---|---|
| Pedro Osório | 0 | 0 |
| Santa Bárbara do Sul | 360 | 560 |
| Santo Cristo | 120 | 480 |
| São Gabriel | 120 | 360 |
| São Luiz Gonzaga | 0 | 80 |
| São Sepé | 520 | 320 |

FONTE: O autor (2024).

A presença de *Rotylenchulus reniformis* foi observada em poucos municípios, sendo inferior aos demais nematoides estudados. Os maiores valores populacionais foram para solo na localidade de Manoel Viana, e raiz na localidade de Santo Ângelo (Tabela 5).

Segundo SANTOS et al (2015), *Rotylenchulus reniformis* (nematoide reniforme) teve seu primeiro relato de ocorrência em lavoura de soja no estado do RS no ano de 2015, no município de Selbach.

Outros estudos mais recentes identificaram o nematoide reniforme em amostras provenientes do município de Giruá, evidenciado que apesar dos poucos locais encontrados, se faz presente nas áreas sojícolas do RS (GUTERRES; DEUNER, 2021).

TABELA 5 - Densidade populacional de *Rotylenchulus reniformis* nas amostras verificadas dos municípios do RS na safra 2023/2024.

| | **Rotylenchulus reniformis** | |
|---|---|---|
| **Munícipios** | **Solo (100 cm³)** | **Raiz (10g)** |
| Cruz Alta | 200 | 0 |
| Manoel Viana | 840 | 80 |
| Rio Pardo | 760 | 120 |
| Santo Ângelo | 120 | 360 |
| São Sepé | 480 | 80 |

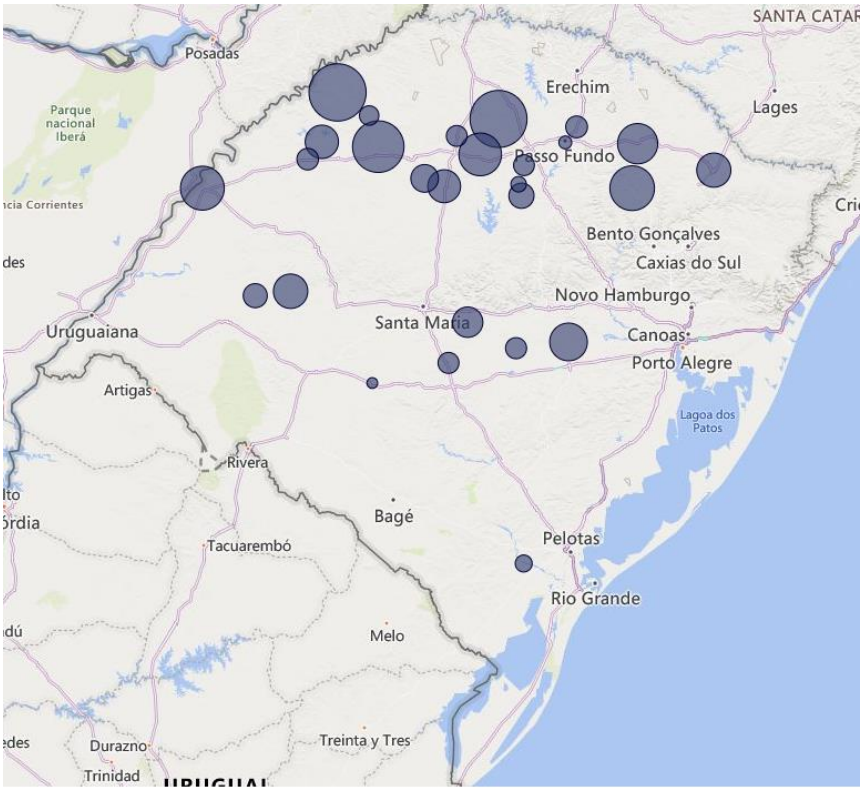
FONTE: O autor (2024).

O *Helicotylenchus* spp foi o fitonematoide com maior presença nas amostras analisadas. Em 30 municípios amostrados, 27 locais apresentaram o nematóide espiralado (Figura 9). O maior valor para solo foi encontrado em Chapada e para raiz em Santo Cristo (Tabela 6).

Segundo KIRSCH et al. (2016), o *Helicotylenchus* spp é bastante comum em amostras de solo e de raiz, sendo encontrado no seu estudo em 100% das amostras analisadas no RS.

Um fator de grande relevância que influencia na sua presença em praticamente todas as amostras é a capacidade de sobreviver por meses no solo sem a presença de plantas hospedeiras.

FIGURA 10 – Distribuição de *Helicotylenchus* spp. nas amostras encontradas do presente estudo




FONTE: O autor (2024).

Um fator de grande relevância que influencia na sua presença em praticamente todas as amostras é a capacidade de sobreviver por meses no solo sem a presença de plantas hospedeiras.

TABELA 6 - Densidade populacional de *Helicotylenchus* spp. nas amostras verificadas dos municípios do RS na safra 2023/2024.

| | **Helicotylenchus spp.** | |
|---|---|---|
| **Munícipios** | **Solo (100 cm³)** | **Raiz (10g)** |
| Boa Vista do Cadeado | 760 | 0 |
| Cachoeira do Sul | 480 | 40 |
| Caseiros | 1240 | 640 |
| Chapada | 3880 | 280 |
| Condor | 267 | 133 |

| | | |
|---|---|---|
| Coxilha | 400 | 467 |
| Cruz Alta | 625 | 770 |
| Espumoso | 360 | 240 |
| Giruá | 140 | 200 |
| Jacutinga | 320 | 200 |
| Manoel Viana | 700 | 560 |
| Não-Me-Toque | 360 | 0 |
| Nova Araçá | 2400 | 0 |
| Passo Fundo | 80 | 0 |
| Pedro Osório | 200 | 0 |
| Restinga Seca | 600 | 400 |
| Rio Pardo | 1440 | 180 |
| Rolador | 280 | 920 |
| Santa Bárbara do Sul | 480 | 640 |
| Santo Ângelo | 3680 | 2880 |
| Santo Cristo | 1160 | 3040 |
| São Borja | 1440 | 860 |
| São Francisco de Assis | 540 | 760 |
| São Gabriel | 1120 | 360 |
| São Luiz Gonzaga | 840 | 520 |
| São Sepé | 640 | 280 |
| Vacaria | 880 | 400 |

FONTE: O autor (2024).

Essa grande problemática da presença de nematóides nas lavouras gaúchas está cada vez mais crescente e causando enormes prejuízos econômicos para os agricultores. Por ser uma praga pouco estudada no RS e com danos pouco conhecidos pelos agricultores, esses organismos aumentam seus níveis populacionais safra após safra de soja acometendo as produtividades com danos irreversíveis.

Devido ao clima mais ameno e principalmente em solos mais argilosos, muitas áreas apresentam-se assintomáticas ou com sintomas brandos, dificultando ainda mais a identificação desses organismos. Além disso, os danos causados pelos nematoides são mais visíveis em anos com ocorrência de estresses, principalmente hídrico, agravando a situação das lavouras e, consequentemente, as perdas produtivas.

Os poucos levantamentos realizados mostrando essa grande presença de nematoides em todo o estado acende um sinal de alerta, evidenciando que esses organismos se não manejados de forma planejada, serão ou já estão sendo em algumas regiões uma das principais pragas da cultura da soja no RS.

Segundo um estudo conduzido pela Syngenta, em colaboração com a consultoria Agroconsult e a Sociedade Brasileira de Nematologia (SBN), 10% da safra de soja é perdida devido a nematoides. Somente no cultivo da oleaginosa, as perdas chegam a R$ 27,7 bilhões, indicando que, a cada 10 safras, uma safra inteira é perdida devido a esses organismos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estado do Rio Grande do Sul apresenta os principais nematoides prejudiciais a cultura da soja, sendo estes problemáticos na maior parte do país e causando danos irreversíveis nas áreas afetadas.

Os níveis populacionais de alguns nematoides tanto no solo quanto na raiz já se encontram elevados, como é o caso *Meloidogyne* spp. e *Heterodera glycines* para Não-Me-Toque, *Pratylenchus* spp. para Condor, *Rotylenchulus reniformis* para Manoel Viana e *Helicotylenchus* spp. para as cidades de Chapada, Santo Cristo e Santo Ângelo.

Na maioria das amostras verificadas, foi encontrado a presença do gênero *Helicotylenchus* spp., demonstrando sua grande disseminação nas áreas do Rio Grande do Sul e podendo se tornar um nematoide de grande problemática para as safras futuras.

Com esse estudo, evidenciamos a grande quantidade de gêneros de namatoides no estado, um problema cada vez mais frequente, tornando-se necessário mais pesquisas durante os anos para monitorar e montar estratégias de manejo que possam controlar, diminuir e também evitar que esses nematoides se disseminam para outras áreas agrícolas.

## REFERÊNCIAS

AGROPÓS. Nematoide do Cisto: quais os danos e como manejar? Disponível em: https://agropos.com.br/nematoide-do-cisto. Acesso em: 08 de julho de 2024.

AGROLINK. 10% da safra de soja é perdida devido a nematoides. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/gigante-do-agro-oferece-solucao-para-diagnostico-digital-de-nematoides_484716.html. Acesso em: 10 de agosto de 2024.

ALMEIDA, J.M.S. Controle biológico de Helicotylenchus spp. em soja via tratamento de sementes. 2022. Monografia (Curso de Bacharelado em Agronomia). 24p. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2022.

AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. *Manual de fitopatologia. Princípios e conceitos.* São Paulo: Agronômica Ceres, 2011.

ANDRADE, D.E.G.T. et al. Manejo alternativo da casca–preta e da queima das folhas do inhame. Anais Acad. Pernamb. Ciênc. Agron., v.7, p.209-223, 2013.

ASMUS, G.L.; ISHIMI, C.M. Flutuação populacional de Rotylenchulus reniformis em solo cultivado com algodoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.44, p.51-57, 2009.

ATLAS SOCIOÊCONOMICO DO RIO GRANDE DO SUL. Soja: O RS é o quarto maior produtor em grão de soja do Brasil. Disponível em: https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/soja. Acesso em: 12 de agosto de 2024.

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

BONETTI, JIS; FERRAZ, S. Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de, org. siir. client. entities. Italic@ 64b913, em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, p. 553-553, 1981.

BORTOLINI, G.L. et al. Controle de Pratylenchus brachyurus via tratamento de semente de soja. Enciclopédia Biosfera, v.9, n. 17, p. 818-830, 2013.

CAPRONI, C.M. et al. Resposta às aplicações de Trichoderma, óleo de Nim e Vertimec no controle de nematoide na cultura do morango. Rev. Agrogeoambiental, v. 4, n. 3, 2012.

COSTA, M.J.N. USO DE ESTERCO BOVINO E COBERTURA DE SOLO NO MANEJO DE NEMATOIDES NA CULTURA DA SOJA. RAPP-Revista Anual de Patologia de Plantas, v. 27, p. 1-19, 2021.

DIAS, W.P.; GARCIA, A.; SILVA, J.F.V.; CARNEIRO, G.E.S. Nematoides em soja: identificação e controle. Embrapa Soja - Circular técnica, p. 1-7, 2010.

Elevagro. Nematoides-das-galhas, Meloidogyne spp.: um dos inimigos da produção. Disponível em: https://elevagro.com/blog/nematoides-das-galhas-meloidogyne-spp-um-dos-inimigos-da-producao. Acesso em: 11 de julho de 2024.

EMBRAPA. Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2012 e 2013. Londrina: Embrapa Soja, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **História da soja.** Disponível em: https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia#:~:text=As%20primeiras%20cita%C3%A7%C3%B5es%20do%20gr%C3%A3o,China%20ao%20Imperador%20Sheng%2DNung. Acesso em: 08 julho de 2024.

FAVORETO, L.; MEYER, M. C.; ARIEIRA, C. R. D.; MACHADO, A. C. Z.; SANTIAGO, D. C.; RIBEIRO, N. R. Diagnose e manejo de fitonematoides na cultura da soja. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.40, p.18-29, 2019.

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

FERREIRA, L.; SILVA, L.L.; SILVA, E.H.; PEREIRA, I.S. Nematóide do cisto da soja e princípios de controle. Multidisciplinary reviews, v. 2, p. 1-7, 2019.

FERREIRA, Diego; KRETER, Ana Cecília; GARCIA, Pedro Mendes. Impacto das chuvas no setor agropecuário do Rio Grande do Sul: revisão da produção do estado e nova estimativa para o PIB agropecuário brasileiro. 2024.

FONTANA, L.F.; ARIEIRA, C.R.D.; ABE, V.H.F.; SEVERINO, J.L.; ARIEIRA, J.D.; MONTEIRO, R.N.F. Interference of Meloidogyne javanica in the reproduction of Pratylenchus brachyurus in soybean cultivar BRS/MT pintado. Summa phytopathologica, v. 44, p. 143-147, 2018.

FREITAS, José Roberto Brito. Distribuição espacial de Pratylenchus brachyurus em soja no leste do Maranhão. 2013.

GABIA, A.A. Influência do manejo da cultura da soja na população de Rotylenchulus reniformis e seu comportamento espacial. 2017. 61 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2017.

GARRIDO, M.S. Manejo agroecológico da cultura do inhame: produtividade, qualidade, controle de nematoides e manchas foliares. Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia, 2005.

GHINI, Raquel. **Mudanças climáticas globais e doenças de plantas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005., 2005.

GOMES, CB, et al. "Ocorrência do nematoide dos cistos da soja (Heterodera glycines) na metade sul do RS." In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 38., 2023, Cuiabá. Nematologia para o futuro: sustentabilidade e tecnologia: anais. Cuiabá: SBN, 2023]., 2023.

GOULART, Alexandre Moura Cintra. Aspectos gerais sobre nematoides das lesões radiculares (gênero Pratylenchus). 2008.

GUTERRES, C.W.; DEUNER, E. Importância e manejo de fitonematoides no Rio Grande do Sul. Disponível em: https://plantiodireto.com.br/artigos/21. Acesso em: 10 de julho de 2024.

GRIGOLLI, J. F. J.; ASMUS, G. L. Manejo de nematoides na cultura da soja. 2014.

HUSSEY, R. S.; BARKER, K. R. A comparison of methods of collecting inocula of Meloidogyne spp., including a new technique. 1973.

INOMOTO, M. M. Importância do manejo de Pratylenchus brachyurus, como manejar nematóides em soja. Rev. Plantio Direto, v.108, p.4-9, 2009.

JENKINS, W. R. B. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. 1964.

JUHÁSZ, A.C.P.; PÁDUA, G.P.; WRUCK, D.S.M.; FAVORETO, L.; RIBEIRO N.R. Desafios fitossanitários para a produção de soja. Informe Agropecuário, v. 34, p. 66-75, 2013.

KIRSCH, V. G.; KULCZYNSKI, S. M.; GOMES, C.B. et al. 2016. Caracterização de espécies de Meloidogyne e de Helicotylenchus associadas à soja no Rio Grande do Sul. Nematropica, vol. 46, n. 2.

KLUTHCOUSKI, J. et al. Cultivo do feijoeiro em palhada de braquiária. Embrapa Arroz e Feijão. Documentos 157, 2003.

KRAEMER, A.P. Avaliação do potencial de isolados de Trichoderma spp. No biocontrole de doenças de soja e no tratamento de semente. 2022. 75 f. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, Urutaí, 2022.

LILLEY, Catherine J.; DE SOUZA, Victor Hugo Moura; EVES-VAN DEN AKKER, Sebastian. Plant diseases caused by nematodes. In: **Agrios' Plant Pathology**. Academic Press, 2024. p. 607-649.

LIRA, V.L.; COSTA, A.F.; MOURA, R.M.; MAIA, L.C. Rotylenchulus reniformis (Nematoda: Tylenchida): biologia, identificação, patogenicidade e manejo. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, v. 15, p. 91-102, 2018.

LOPES-NICORA, H. et al., Manual de Fitopatologia agrícola. Bases y procedimientos. Atlas: Universidad San Carlos. 2021. DOI:10.53997/DFXA5914

MATTOS, D.M. Promoção do crescimento de soja a partir da inoculação de sementes com microrganismos não noduladores. Cerro Largo, RS, 2017.

MAZZETTI, V. C. G. Levantamento populacional de nematoides em soja no Rio Grande do Sul e estratégia genética, química e biológica para controle de nematoides de galha. 2017. 83 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.

MENDES, S.P.S.C. Associação de métodos de controle para o manejo de fitonematoides em soja no cerrado. 2020. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Instituto Federal Goiano-Campus Rio Verde, Rio Verde, 2020.

MERLADETE, Aline. Nematoides e o prejuízo de R$35 bilhões por ano. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/nematoides-e-oprejuizo-de-r-35-bilhoes-por-ano-_483405.html. Acesso em: 07 de julho de 2024.

MEYER, M.C.; MAZARO, S.M.; SILVA, J.C. Trichoderma: uso na agricultura. Brasília, DF: Embrapa, 2019.

MIRANDA, I.L. Controle de Fitonematoides com diferentes genótipos de soja, manejo e rotações de cultura em Iepê-SP. 2021. 44 f. Dissertação (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2021.

MUKHTAR, T.; KAYANI, M.Z.; HUSSAIN, M.A. Response of selected cucumber cultivars to Meloidogyne incognita. Crop Protection, v. 44, p. 13–17, 2015.

MOUSAVI, Hossein et al. Analyzing tracklets for the detection of abnormal crowd behavior. In: **2015 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision**. IEEE, 2015. p. 148-155.

PAVANELLO, D. C. F. Reprodução de Helicotylenchus dihystera em genótipos de aveia, crotalária, milho e trigo em condições de casa de vegetação. 2019. 36 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Conservacionista) – Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, 2019.

ROSSETTO, R.; SANTIAGO D. A. NEMATOIDES. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/producao/manejo/fitossanidade/nematoides. Acesso em: 07 de julho de 2024.

SANTOS, E.S. et al. Produtividade e controle de nematoides do inhame com plantas antagônicas e resíduo orgânicos. Tecnol. Ciênc. Agropec., v.3, n.2, p.7-13, 2009.

SANTOS P.S. Helicotylenchus dihystera presente em lavouras do RS. Disponível em: https://elevagro.com/blog/helicotylenchus-dihystera-presente-em-lavouras-do-rs. Acesso em :11 de julho de 2024.

SANTOS, C.D.S.; ALVADI, N.N.; BALBINOT JUNIOR, A.; KRZYZANOWSKI, F.C.; LEITE, R.M.V.B.C. Tecnologias de Produção de Soja. Londrina: Embrapa Soja, 2020. p.347

SANTOS, L.C.; TEIXEIRA, R.A.; GERALDINE, A.M.; SILVA, Y.S. Dinâmica populacional de fitonematoides no cultivo da segunda safra Anuário de pesquisa: agricultura. In: Anuário de pesquisa: agricultura - Instituto de Ciência e Tecnologia comigo geração e difusão de tecnologias, 2021, Anais, p. 1–126.

SANTOS, P.S. CARVALHO, R.B.; FERREIRA, R.J.; SANTOS, J.M. DOS; SANTOS, T.F.S.; PASSOS, A.D.; NETO, J.A.D. Primeiro registro da ocorrência do nematoide reniforme (Rotylenchulus reniformis) em soja no estado do Rio Grande Do Sul. XXXII Congresso Brasileiro de Nematologia. Anais. Londrina, PR. 2015.

SANTOS, P.; BELLÉ C. Nematoides fitopatogênicos e as principais espécies causadoras de danos. Disponível em: https://biotrop.com.br/nematoides-fitopatogenicos-danos-economicos-lavouras. Acesso em: 07 de julho de 2024.

SHEPHERD, A. M. Extraction and estimation of cyst nematodes. In: SOUTHEY, J. F. Laboratory methodos for work with plant and soil nematodes. London: Her magesty's Stationery office, 1970. p. 31-49.

SILVA, J. F. V. Resistência Genética de soja a nematóides do Gênero Meloidogyne. In: SILVA, J. F. V. (Org.). Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja. Londrina: Embrapa Soja/Sociedade Brasileira de Nematologia, 2001. p. 95-127.

SILVA, M.G.; FERREIRA, A.; CARDOSO, G.F.G.; VASSALLO, C.; PAES-TAKAHASHI, V.S. Fluazaindolizine – Uma nova ferramenta no manejo integrado de nematoides na cultura da cana-de-açúcar. Congresso brasileiro de nematologia, 2019, caldas novas, anais... Congresso brasileiro de nematologia, 2019. P. 1. 2019.

SILVA, L.C. Fitonematoides associados a cultura da soja na região do cerrado piauiense.2021. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal do Piauí (Campus Uruçuí), Uruçuí, 2021.

SILVA, Kemelly Moraes et al. MANEJO DE NEMATÓIDES NA CULTURA DA SOJA. 2022.

SILVEIRA, R.S.D. Importância e manejo de nematoides em lavouras de soja no brasil e perspectivas futuras. 2021. 62 f. Monografia (Graduação Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

SOUTO, T. G. Controle biológico de Rotylenchulus reniforme em meloeiro cv. Asturia. 2020. 43 f. Dissertação (Mestrado em ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2020.

TEIXEIRA, S.J.C. Interação entre plantas de cobertura e agentes de biocontrole no manejo de nematoides na cultura da soja. 2021. 27 f. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, Urutaí, 2021.

UISSI-MAZZETTI, V. C. G.; VISITIN, G.; RIVA, G. et al. 2016. Distribuição populacional de nematoides na cultura da soja no Rio Grande do Sul. In: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul (41: 2016: Passo Fundo, RS). Ata e resumos: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2016.

VERSSIANI, S.B.J. Como o Nematoide-de-cisto da soja (NCS) afeta a produção de sua lavoura. Disponível em: https://elevagro.com/blog/como-o-nematoide-de-cisto-da-soja-ncs-afeta-a-producao-de-sua-lavoura-parte-1/. Acesso em: 08 de julho de 2024.