

Mestrado

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA GOIANO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E  
INOVAÇÃO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM OLERICULTURA

FITONEMATOIDES EM ÁREAS DE CULTIVO DE  
HORTALIÇAS (RAÍZES, TUBÉRCULOS E FRUTOS), NA  
REGIÃO DO ALTO URUGUAI CATARINENSE

Paulo Schneider

Autor: Paulo Schneider  
Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Vieira da Silva

2018

MORRINHOS-GO  
2018

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS MORRINHOS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM OLERICULTURA

FITONEMATOIDES EM ÁREAS DE CULTIVO DE  
HORTALIÇAS (RAÍZES, TUBÉRCULOS E FRUTOS), NA  
REGIÃO DO ALTO URUGUAI CATARINENSE

Autor: Paulo Schneider

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Vieira da Silva

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM OLERICULTURA, ao Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos - Área de concentração Olericultura.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos**

S358f Schneider, Paulo.

Fitonematoides em áreas cultivadas com hortaliças (raízes, tubérculos e frutos), na região do Alto Uruguai Catarinense. / Paulo Schneider. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2018.

46 f. : il.

Orientador: Dr. Rodrigo Vieira da Silva.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Olericultura, 2018.

1. *Helicotylenchus spp.* 2. Hortaliças - Doenças e pragas. 3. Levantamentos. I. Silva, Rodrigo Vieira da. II. Instituto Federal Goiano. III. Título.

CDU 635:632.9

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

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese                                  | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação                | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização           | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação                       | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: | _____   |

Nome Completo do Autor: PAULO SCHNEIDER

Matrícula: 20162043304i0179

Título do Trabalho: FITONEMATOIDES EM ÁREAS DE CULTIVO DE HORTALIÇAS (RAÍZES, TUBÉRCULOS E FRUTOS) NA REGIÃO DO ALTO URUGUAI CATARINENSE

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 07/11/2018

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

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

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

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

Morrinhos - GO, 27/05/2019.

Local Data



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)


INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA

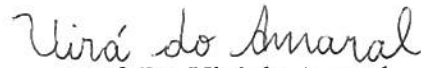
FITONEMATOIDES EM ÁREAS DE CULTIVO DE  
HORTALIÇAS (RAÍZES, TUBÉRCULOS E FRUTOS) NA  
REGIÃO DO ALTO URUGUAI CATARINENSE

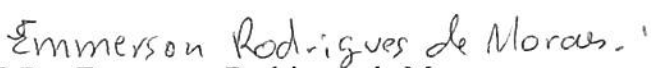
Autor: Paulo Schneider  
Orientador: Rodrigo Vieira da Silva

TITULAÇÃO: Mestre em Olericultura-Área de Concentração em Manejo  
Fitossanitário em Olerícolas.

APROVADO em 07 de novembro de 2018.

  
Prof. Dr. Rodrigo Vieira da Silva  
Presidente da Banca  
IF Goiano – Campus Morrinhos

  
Prof. Dr. Uirá do Amaral  
Avaliador Externo  
IFTM – Campus Campina Verde

  
Prof. Dr. Emmerson Rodrigues de Moraes  
Avaliador Externo  
IF Goiano – Campus Morrinhos

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por permitir a conclusão de mais uma etapa em minha vida, porque nenhuma folha cai se não for da vontade d'Ele.

A todos os meus familiares, em especial aos meus pais Sílvio Schneider e Isolde Stroher Schneider, pelo apoio nesta caminhada, e à minha esposa Eliziane Aparecida Fantin Schneider e a minhas filhas Ana Laura Fantin Schneider e Cecília Fantin Schneider, por todo o apoio e compreensão recebidos.

Ao Dr. Rodrigo Vieira da Silva, pela orientação, dedicação, ensino, paciência e amizade no desenvolvimento do trabalho.

Ao Diretor Geral do IFC - Campus Concórdia, Sr. Nelson Golinski, pelo grande apoio e esforço para possibilitar o Mestrado em Olericultura.

Aos colegas de trabalho da unidade local da IFC - Campus Concórdia, pelo apoio no decorrer do trabalho.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos e ao programa de Pós-Graduação Mestrado em Olericultura.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense – Campus Concórdia, por tornar possível minha participação no programa de Pós-Graduação Mestrado em Olericultura.

Aos Laboratórios do curso de Medicina Veterinária e Engenharia de Alimentos do IFC - Campus Concórdia, pelo espaço e equipamentos cedidos para montagem do laboratório de Nematologia no IFC - Campus Concórdia.

Ao senhor Vinicius Vos, técnico da Secretaria Municipal da Agricultura do Município de Concórdia – SC.

Aos Escritórios municipais da EPAGRI dos municípios de Ipumirim, Lindoia do Sul, Irani, Jaborá, Presidente Castelo Branco, Peritiba, Ipira, Piratuba, Alto Bela Vista, Seara, Itá e Xavantina, pela importante participação no cadastramento dos olericultores e coleta de amostras.

Ao mestrando em Olericultura João Pedro Elias Gondim, pelo auxílio na identificação dos nematoides, e à professora da UFV Dalila Seni, responsável pelo Laboratório de Nematologia da Universidade Federal de Viçosa, a todos os amigos, que de forma direta ou indireta, colaboraram para a realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

Paulo Schneider, filho de Isolde Stroher Schneider e Sílvio Schneider, nasceu em 19 de julho de 1973, na cidade de Aratiba - RS.

Em 2008, graduou-se no Curso Superior de Formação de Professores de Disciplinas Especializadas pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Em setembro de 2005, concluiu o Curso de Pós-Graduação em nível de Especialização, na modalidade “Formação para o Mercado de Trabalho”, em Agronegócios pela Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC). Em setembro de 2016, iniciou-se no curso de Mestrado Profissional em Olericultura no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, sob orientação do Prof. Dr. Rodrigo Vieira da Silva.



## RESUMO

SCHNEIDER, PAULO. Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, novembro 2018. **Fitonematoides em áreas cultivadas com hortaliças (raízes, tubérculos e frutos), na região do Alto Uruguai Catarinense.** Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Vieira da Silva.

A olericultura no estado de Santa Catarina está distribuída em pequenas áreas de terra cuja mão de obra é essencialmente familiar. A produção de hortaliças normalmente é para subsistência, sendo comercializado o excedente produzido. Contudo, a olericultura nesta região representa uma atividade em franca expansão em razão da demanda do mercado consumidor local, que, em grande parte, é suprido pelo Centrais Estaduais de Abastecimento (CEASA) de Curitiba. Entre os agentes biológicos que causam prejuízos nesta atividade, estão os fitonematoides. Não há, na região do Alto Uruguai Catarinense, registros de estudo sobre a ocorrência e a identificação de nematoides associados a hortaliças. Assim, o presente trabalho objetivou fazer um levantamento e uma identificação de gêneros de nematoides em áreas de cultivo de hortaliças (raízes, tubérculos e frutos) na região do Alto Uruguai Catarinense. Foram feitas amostragens em 50 propriedades, no período de setembro de 2017 a abril de 2018, abrangendo 14 municípios: Concórdia, Arabutã, Ipumirim, Lindoia do Sul, Irani, Presidente Castelo Branco, Jaborá, Peritiba, Ipira, Piratuba, Alto Bela Vista, Seara, Itá e Xavantina. Em cada propriedade, foram retiradas de 15 a 20 subamostras para compor uma amostra composta de 500g solo e 100g de raízes. Das amostras, foram extraídos nematoides do solo e das raízes, que foram transferidos para uma lâmina biológica e analisados com o auxílio de um microscópio fotônico. A identificação dos gêneros foi feita com auxílio de uma chave de identificação de fitonematoides. Em todas as amostras, foram encontrados nematoides de vida livre e, em 48 amostras, foram encontrados nematoides fitoparasitas. Os principais gêneros encontrados foram *Helicotylenchus* com 53,99%,

*Aphelenchus* com 26,76%, *Pratylenchus* com 8,31% e *Hemicycliophora* com 6,5%. Valem ser destacadas a alta incidência do gênero *Helicotylenchus* e a ausência do gênero *Meloidogyne*. Este estudo contribuiu para o conhecimento da ocorrência e disseminação dos principais gêneros de fitonematoides em hortaliças (raízes, tubérculos e frutos) na região do Alto Uruguai Catarinense. Estas informações servirão de subsídio para manejos mais adequados e eficientes de fitonematoides, além de alertar os horticultores sobre a importância deste verme e para prevenir sua disseminação.

Palavras-chave: *Helicotylenchus*, fitoparasitas, georreferenciamento, olericultura

## ABSTRACT

SCHNEIDER, PAULO. Instituto Federal Goiano, (Goiano Federal Institute), Morrinhos Campus, November, 2018. **Phytonematodes in areas cultivated with vegetables (roots, tubers and fruit), in the region of Alto Uruguai Catarinense, Brazil.** Advisor: Prof. Dr. Silva, Rodrigo Vieira da.

Olericulture is distributed in small land areas where labor is mostly familiar. Vegetable production is usually for providing subsistence, and the surplus is commercialized. However, Olericulture in these areas represents a growing activity due to the demand from the local consumer marketplace, which is largely supplied by Centrais Estaduais de Abastecimento [State Supply Centers (CEASA, Brazilian acronym)] in Curitiba City, Brazil. Phytonematodes are among the biological agents that cause loss in this activity. In the Alto Uruguai Catarinense region, there are no records of studies on the occurrence and identification of nematodes related to vegetables. Thus, this study aimed to carry out a survey and identification of nematode genera in vegetable (roots, tubers, and fruit) cultivation area in the Alto Uruguai Catarinense region. Samplings were carried out on fifty farms, comprising fourteen municipalities: (a) Concordia; (b) Arabutã; (c) Ipumirim; (d) Lindoia do Sul; (e) Irani; (f) Presidente Castelo Branco; (g) Jaborá; (h) Peritiba; (i) Ipira; (j) Piratuba; (k) Alto Bela Vista; (l) Seara; (m) Itá; and (n) Xavantina, from September 2017 to April 2018. In each farm, fifteen to twenty subsamples were taken to compose a final sample of 500 g of soil and 100 g of roots. From the samples, nematodes were extracted from soil and roots, moved to a biological slide, and analyzed using a photonic microscope. Identification of the genera was carried out using the phytonematode identification key. Free-living nematodes were found in all samples, and phytoparasite nematodes were found in forty-eight samples. The most important genera found were *Helicotylenchus* (53.99%), *Aphelenchus* (26.76%), *Pratylenchus* (8.31%), and *Hemicycliophora* (6.5%). It is worth noting the

high incidence of the *Helicotylenchus* genus and the absence of the *Meloidogyne* genus. This study provided data to the knowledge of the occurrence and spread of the main genera of phytonematodes in vegetables (roots, tubers, and fruit) in the Alto Uruguai Catarinense region. This data will be usefull to provide subsidy for more appropriate and efficient phytonematodes management, as well as alerting horticulturists to the importance of this worm and preventing its spread.

Keywords: *Helicotylenchus*, georeferencing, olericulture, phytoparasites

## LISTA DE ILUSTRAÇÃO

		Página
Figura 1	Mapa do estado de Santa Catarina exibindo a localização dos municípios da região do Alto Uruguai Catarinense, onde foram coletadas as amostras de solos e raízes em áreas de cultivo de hortaliças nos anos de 2017 e 2018	18
Figura 2	Imagens da coleta de amostra de solo e raízes para levantamento de ocorrência de fitonematoides em 2017 e 2018	19
Figura 3	Ocorrência em percentual de gêneros de fitonematoides em áreas de cultivo de hortaliças na região do Alto Uruguai Catarinense durante levantamento nos anos de 2017 e 2018	21
Figura 4	Percentual de amostras por gêneros de fitonematoides em áreas de cultivo de hortaliças na região do Alto Uruguai Catarinense, durante levantamento nos anos de 2017 e 2018	21
Figura 5	Ocorrência de gêneros de fitonematoides nas culturas amostradas de cultivo de hortaliças na região do Alto Uruguai Catarinense durante levantamento nos anos de 2017 e 2018	22
Quadro 1	Distribuição das populações de gêneros de fitonematoides nas áreas produtoras de hortaliças, no Alto Uruguai Catarinense, amostradas em 2017 e 2018	23
Quadro 2	Quadro comparativo das populações de gêneros fitonematoides nas áreas produtoras de hortaliças, no Alto Uruguai Catarinense com outras pesquisas realizadas no Brasil	27

## LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIATURAS E UNIDADES

Símbolo ou sigla	Significado	Unidade
Coordenadas Geográfica	Intersecção entre um Paralelo e um Meridiano de um lugar da Terra	Paralelo e Meridiano
Latitude	Distância ao Equador medida ao longo do meridiano de Greenwich, esta distância é medida em graus, podendo variar entre 0° (no equador) e 90° para o Norte ou para o Sul.	(°), (') e (")
Longitude	Localização de um lugar na Terra medido em graus, de zero a 180 para leste ou para oeste, a partir do Meridiano de Greenwich.	(°), (') e (")

## SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Agricultura familiar em Santa Catarina .....	3
2.2 Olericultura .....	3
2.3 Nematoides fitopatogênicos.....	3
2.4 Gênero <i>Meloidogyne</i> .....	4
2.5 Outros gêneros fitonematoídes em hortaliças.....	6
2.6 Formas de sobrevivência e resistência .....	6
2.7 Variabilidade .....	7
2.8 Identificação de fitonematoídes .....	8
2.9 Nematoides de vida livre .....	9
2.10 Medidas gerais de controle e manejo de nematoídes em hortaliças .	9
2.11 Referências .....	10
3 CAPÍTULO I.....	14
3.1 introdução.....	15
3.2 Material e métodos .....	18
3.3. Resultados e discussão.....	20
3.4 Conclusão.....	28
3.5 Referências .....	28
APÊNDICE Ficha de informações para auxílio na identificação de nematoides parasitas de plantas .....	32

## 1 INTRODUÇÃO

A colonização da região do Alto Uruguai Catarinense, localizada no oeste do Estado de Santa Catarina, teve início a partir do ano de 1824, com a vinda dos imigrantes europeus, atraídos pela política migratória do Governo Imperial Brasileiro. “A política migratória tinha o objetivo de promover a ocupação de territórios, pouco ou não ocupados, como um mecanismo de defesa de sua posse, especialmente, no Sul do Brasil, onde a disputa territorial com os povos do Plata era constante” (Schenkel & 1997).

A agricultura familiar representa a maioria dos estabelecimentos rurais catarinenses, sendo caracterizada por processos de diferenciação social crescente, originando formatos distintos, referentes à organização da produção e comercialização dos produtos. A produção de hortaliças é uma atividade predominante em pequenas propriedades familiares, seja como atividade de subsistência, ou com a finalidade da comercialização do excedente agrícola em pequena escala. Todavia, a região Oeste de Santa Catarina é caracterizada pela presença marcante de pequenas propriedades rurais, que têm áreas que variam de 10 a 25 hectares, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017).

A produção de hortaliças no Brasil tem importante função socioeconômica no agronegócio. A área plantada com hortaliças no Brasil em 2017 atingiu 752 mil ha e o volume produzido chegou a 17,9 milhões de toneladas, movimentando R\$ 23,2 bilhões de valor bruto da produção, gerando 2,2 milhões de empregos diretos (IBGE, 2017).

De uma maneira geral, nas áreas produtoras de hortaliças, normalmente utilizam-se a prática de monocultivo e o constante e intensivo uso do solo durante todos os meses do ano. Este modelo de cultivo e manejo favorece a proliferação de fitonematoides, que promovem severos danos às plantas infectadas, causando anualmente no Brasil perdas de dezenas de milhões de reais em razão da diminuição na



produtividade e da qualidade dos frutos, folhas, raízes e tubérculos (Silva, J. et al., 2017).

Os nematoides parasitos de plantas são vermes filiformes que vivem no solo, quase transparentes, minúsculos, geralmente medindo menos de um milímetro de comprimento, necessitando de microscópio para sua visualização (Campos et al., 1985). Sua importância na agricultura advém da sua capacidade de infectar a maioria das plantas, cultivadas ou não, da sua elevada capacidade reprodutiva e adaptação, sendo responsáveis por uma redução significativa na produtividade das culturas em consequência do seu parasitismo. Além disso, acarretam custos financeiros representativos para seu manejo. A ocorrência de nematoides em áreas de cultivos agrícolas vem se tornando cada vez mais preocupante pelos inúmeros prejuízos causados. Os prejuízos contabilizados em olerícolas, na região dos trópicos, podem variar de 17-20%. Na cultura da berinjela, as perdas são da ordem de 24-38%. Na cultura do tomate, batata e cenoura, os prejuízos podem chegar a 100% em cultivos de produção comercial intensiva, quando não feito o manejo adequado dos nematoides, inviabilizando esta atividade em determinadas áreas de cultivo (Pinheiro, 2017; Sikora & Fernandes, 2005).

Entre os nematoides parasitas de plantas, os formadores de galhas, pertencentes ao gênero *Meloidogyne*, são considerados os mais danosos ao cultivo de hortaliças no Brasil e no mundo (Huang, 1992; Pinheiro, 2017; Silva, M. et al., 2016). No entanto, diversos trabalhos de levantamentos encontraram outros gêneros de fitonematoides associados a hortaliças em São Paulo, Distrito Federal, Minas Gerais, Paraíba, Goiás, entre outras unidades da federação (Carneiro et al., 2008; Jovino et al., 2017; Oliveira, 2016; Rosa et al., 2013; Silva, M. et al., 2016). Na região Sul do Brasil, trabalhos de levantamento nematológico em hortaliças são bastante escassos.

Na região do Alto Uruguai Catarinense, bem como em todo oeste do Estado de Santa Catarina, não há registros de estudos de levantamentos da ocorrência e identificação de nematoides associados às hortaliças. Vale ressaltar que a obtenção de informações sobre a identificação, ocorrência e distribuição de fitonematoides em hortaliças na região é necessária para alertar os horticultores e proporcionar subsídios para manejar de maneira mais eficiente os nematoides parasitas de plantas.

Desta forma, objetivou-se com este trabalho fazer um levantamento e uma identificação dos principais gêneros de fitonematoides que ocorrem em áreas cultivadas com hortaliças (raízes, tubérculos e frutos) na região do Alto Uruguai Catarinense.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Agricultura familiar em Santa Catarina

Estima-se que a agricultura familiar de Santa Catarina compreenda um universo de 180 mil famílias, o que representa mais de 90% da população rural local, ocupando apenas 41% da área dos estabelecimentos agrícolas, sendo responsáveis por mais de 70% do valor financeiro da produção agrícola e pesqueira do Estado (Silva, A. et al., 2013). A produção de hortaliças é hoje a atividade que mais fixa o homem no meio rural, empregando mais de 20 vezes, numa mesma área, quando comparada a grandes culturas, a exemplo de cultivo do milho e da soja (Silva, A. et al., 2013).

### 2.2 Olericultura

Inserida na grande área da agronomia, a olericultura é um ramo da horticultura que visa à produção e exploração de hortaliças, ou seja, verduras e legumes, a exemplo de tomate, batata, cenoura, pimentão, alface, couve e brócolis (Filgueira, 2007). Em razão da busca por alimentos cada vez mais saudáveis, naturais e cultivados em sistemas de produção mais sustentáveis, as hortaliças vêm conseguindo galgar maior importância na mesa dos brasileiros. Estas plantas apresentam ciclos curtos de cultivo, necessitando de pequenas áreas, de modo a proporcionar uma boa rentabilidade para os pequenos agricultores, em especial para os horticultores. Segundo dados do IBGE, (2017), a olericultura no Brasil em 2017 empregou diretamente 2,2 milhões de pessoas e movimentou R\$ 23,2 bilhões.

### 2.3 Nematoides fitopatogênicos

Nematoides são minúsculos vermes cilíndricos que vivem no solo, de coloração quase transparente, que, na maioria dos casos, parasitam as partes subterrâneas das plantas. Algumas espécies como o *Tubixaba* spp. e fêmeas de *Meloidogyne* spp. e *Heterodera* spp. são observáveis a olho nu, porém a maioria exige o auxílio de microscópio. Os mais danosos à agricultura, em especial as hortaliças, são os nematoides do gênero *Meloidogyne*, que ocasionam pequenas nodosidades no sistema radicular, também denominadas de “galhas” (Ferraz & Brown, 2016; Moura, 1996).

Entre os principais problemas de fitossanidade encontrados nos cultivos de hortaliças, estão as doenças radiculares causadas por microrganismos patogênicos, inclusive, fitonematoides. Estes últimos podem ser reconhecidos por provocarem os seguintes sintomas: amarelecimento das folhas, murcha da parte aérea das plantas, galhas radiculares, podridões de colo, de semente e de raiz, entre outros sintomas (Silva, A. et al., 2013). A diagnose laboratorial é fundamental para comprovar que a etiologia se refere a fitonematoides, pois os sintomas podem se confundir com ataque de outros agentes causadores de doenças, tais como fungos e bactérias.

Os nematoides constituem o grupo mais diverso e abundante do reino animal, pois quatro em cada cinco animais do planeta são nematoides. A maioria dos nematoides do solo é benéfica e ajuda, degradando e mineralizando a matéria orgânica, sendo algumas espécies importantes fitopatógenos (Freitas et al., 2016).

Existem mais de 4.100 espécies de nematoides parasitas de plantas já relatados e descritos na literatura, que, coletivamente, representam uma importante restrição na produção de alimentos mundial, em especial nos países de clima tropical, a exemplo do Brasil. Os danos causados por nematoides de plantas foram estimados em US \$ 125 bilhões por ano (Jones et al., 2013).

## 2.4 Gênero *Meloidogyne*

Os nematoides formadores de galhas radiculares são considerados os principais responsáveis por danos expressivos nas culturas brasileiras e mundiais, infectando e parasitando grandes culturas, espécies florestais, frutíferas, ornamentais e principalmente hortaliças. Regiões com temperaturas elevadas, acima de 23 °C de média anual, favorecem o parasitismo, em razão do maior número de ciclos produtivos deste verme (Moreira & Ferreira, 2015).

Os nematoides de galhas pertencem ao gênero *Meloidogyne*, são parasitas obrigatórios e sedentários, têm capacidade de infectar muitas espécies de plantas de diversas famílias botânicas e podem se reproduzir por partenogênese mitótica, meiótica ou por fertilização cruzada (Pinheiro et al., 2013;). Os nematoides de galhas têm uma interação complexa com seus hospedeiros. Após a penetração dos juvenis de segundo estágio (J2), dentro da raiz do hospedeiro, eles induzem a rediferenciação das células radiculares em células 'gigantes' especializadas, resultante da hipertrofia e hiperplasia, nas quais se alimentam continuamente, culminando com os sintomas de galhas radiculares (Abad et al., 2008).

Os nematoides de galhas constituem o grupo de maior importância econômica na agricultura. Têm capacidade de parasitar raízes, bulbos, caules, folhas e flores, causando grandes prejuízos à agricultura. Alguns sintomas são óbvios, como galhas radiculares, induzidas por espécies de *Meloidogyne* (Freitas et al., 2016). Além dos sintomas apresentados nas raízes, existem outros na parte aérea das plantas que refletem o mau funcionamento do sistema radicular e se assemelham aos causados por deficiência nutricional, dificultando o diagnóstico.

O ciclo dos fitonematoides do gênero *Meloidogyne* é relatado por Pinheiro et al. (2010). As fêmeas de *Meloidogyne* apresentam-se parcial ou completamente imersas nas raízes, onde depositam uma massa de ovos unicelulares, envoltos por uma mucilagem que une e protege da dessecação. Cada massa de ovos varia de 100 a mais de 1.000 ovos. Após algumas horas, os ovos começam o seu desenvolvimento, inicialmente há a formação do primeiro juvenil (J1) e depois de uma ecdise são formados os juvenis de segundo estágio (J2). Na sequência, ocorre a eclosão, e os J2 se movimentam dentro da massa de ovos ou migram para o solo até encontrar raízes. O ciclo de vida do nematoide envolve o ovo, quatro estádios juvenis, J1, J2, J3 e J4, e o estágio adulto. Em algumas espécies, o estágio juvenil assemelha-se ao estágio adulto, podendo dificultar a identificação das fases, mas, na grande maioria do grupo, existe uma diversidade entre cada estágio (Wharton, 1986).

A variação intraespecífica de *Meloidogyne* spp. em relação à interação planta-nematoide pode ser expressa em três diferentes níveis: hospedabilidade, agressividade e virulência. Nesse contexto, as espécies vegetais podem ser boas hospedeiras, más hospedeiras ou não hospedeiras de determinada espécie de *Meloidogyne* ou grupo de espécies (Mattos, 2013).

Segundo Mattos (2013), diversos experimentos de seleção de genótipos em laboratórios mostraram aumento de nematoides virulentos, e a proporção aumentava gradualmente após sucessivas gerações na cultivar resistente de tomate. Considerando que *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria* são espécies partenogênicas mitóticas obrigatórias, mecanismos além da recombinação gênica devem ser responsáveis pela crescente virulência.

## 2.5 Outros gêneros fitonematoides em hortaliças

Pinheiro et al. (2013) identificaram presença de diversos gêneros fitonematoides no quiabeiro, entre eles, *Helicotylenchus*, *Aphelenchus* e *Pratylenchus*, porém não foram analisados os danos e as perdas decorrentes da associação destes nematoides com o quiabeiro. Enquanto Pinheiro et al. (2010) relata, entre os principais fitonematoides que atacam hortaliças, os gêneros *Aphelenchoides*, *Scutellonema* e *Helicotylenchus*. Esta consideração advém de resultados de diversos levantamentos da fauna nematológica em áreas de cultivo de hortaliças em várias regiões do Brasil (Carneiro et al., 2008; Jovino et al., 2017; Oliveira, 2016; Rosa et al., 2013; Silva, M. et al., 2016).

## 2.6 Formas de sobrevivência e resistência

A dormência ou diapausa constitui importante fator para a sobrevivência e longevidade de muitas espécies sob diferentes condições climáticas, podendo a mudança de sexo e a taxa de reprodução melhorar a sobrevivência de novas gerações. A agregação, ou formação do juvenil, confere relativa resistência às diferentes variações climáticas. Algumas espécies de nematoides, sob estresse ambiental, podem sobreviver em estado de quiescência temporária e entrar em anidrobiose ou em outros estados extremos, que permitem sua prolongada sobrevivência. Uma proporção substancial de nematoides tem esses estádios inativos para sobrevivência diante de condições adversas (Ritzinger et al., 2010).

O nematoide pode sobreviver a condições prolongadas de falta de alimento por diferentes mecanismos. A longevidade é garantida pela redução de seu metabolismo e,

em algumas condições, pelo armazenamento de lipídios ou de glicose (Ritzinger et al., 2010).

## 2.7 Variabilidade

O fitonematoide *Rotylenchulus* spp. sobrevive à dissecação melhor que a maioria das espécies de fitonematoides, havendo relato de sobrevivência de *R. reniformis* após 29 meses na ausência da planta hospedeira. O estudo teve como objetivo investigar a sobrevivência de *R. reniformis* na ausência de planta hospedeira em solo naturalmente infestado, submetendo-o a diferentes períodos de armazenamento em laboratório. Aos 45, 90, 135 e 180 dias após o armazenamento, cinco amostras foram acondicionadas em vasos onde foram plantados meloeiros (*Cucumis melo*) (Torres et al., 2006).

Entre os nematoides parasitas de plantas, a anidrobiose foi relatada tanto para aqueles que atacam o sistema radicular quanto para os parasitas da parte aérea. Estudos em laboratório mostraram que os nematoides enrolam seu corpo vermiforme em resposta à dessecação, sendo esse comportamento uma indicação de anidrobiose, fazendo com que ocorra redução na superfície de contato da cutícula do nematoide que está exposta ao ambiente, retardando, assim, a desidratação (Neves et al, 2012).

A anidrobiose é um mecanismo que garante a existência de inóculo viável no solo após períodos de condições ambientais adversas. Em regiões tropicais, a anidrobiose assume grande importância e deve ser considerada para o estabelecimento de estratégias de manejo, como já foi evidenciado para *Pratylenchus coffeae*, cuja capacidade de entrar em anidrobiose aumenta a tolerância às condições ambientais adversas, sobrevivendo até nove meses através deste mecanismo (Neves et al., 2012).

No Rio Grande do Norte, há intermitência entre cultivos de meloeiro e abandono das áreas nos meses chuvosos, sendo estas áreas ocupadas por plantas daninhas. De acordo com os resultados obtidos, embora o tempo de armazenamento tenha provocado redução na densidade inicial de fitnematoides presentes no solo, os níveis populacionais foram restabelecidos mesmo após 180 dias de armazenamento na ausência da planta hospedeira, levando a concluir que o curto período de pousio ao qual as áreas exploradas comercialmente são submetidas na entressafra não é efetivo no combate a estes fitopatógenos (Torres et al., 2006).

Por meio da seletividade natural, sob estresse, o nematoide tem habilidade de prolongar seu ciclo de vida, da mesma forma que sob condições ótimas pode encurtar as fases de desenvolvimento, tendo seu ciclo mais curto, originando mais gerações por ano (Ritzinger et al., 2010). Foi comprovado que, sob condições de baixa temperatura, congelamento lento, o nematoide pode formar cristais de gelo e ter suas membranas ou organelas destruídas. Contudo, quando o congelamento é feito por agentes protetores e utilização de nitrogênio líquido, sua sobrevivência pode durar anos (Sasser & Carter, 1985).

## 2.8 Identificação de fitonematoides

O conhecimento das espécies e das variabilidades inter e intraespecíficas é informação importante para manejar adequadamente as infestações causadas por esses fitopatógenos. No gênero *Meloidogyne*, a identificação correta das espécies e raças, mediante diagnóstico, permite estabelecer a cultura a ser explorada ou as que poderão compor planos de rotação e até períodos pousio (Moreira & Ferreira, 2015).

A identificação de fitonematoides, incluindo os do gênero *Meloidogyne*, envolve um conjunto de dados morfológicos e morfométricos referentes aos estádios juvenis e aos adultos (Ferraz & Brown, 2016). Segundo Ferraz & Brown (2016), atualmente a identificação continua sendo feita dessa maneira em vários laboratórios nematológicos, públicos e privados, do Brasil e do mundo, pelo fato de tal método ser barato, dispensando equipamentos e reagentes de alto custo. No entanto, fica consignada uma vez mais a inadequação de tal prática como ferramenta única para a identificação de espécies de *Meloidogyne*, sendo recomendado seu emprego em associação com diversos métodos mais avançados e precisos, a exemplo de métodos bioquímicos e biomoleculares já disponíveis para esse objetivo.

Entre os vários métodos complementares ao método listado, alguns vieram para ficar, os ligados à Bioquímica e à Biologia Molecular. Após pequena utilização inicial nos anos 1980, os métodos bioquímicos de análise proteica, em especial as técnicas de eletroforese de isoenzimas, tornaram-se ferramentas na descrição de novos nematoides. Nos dias de hoje, o uso destas novas ferramentas extrapolou a área taxonômica e se expandiu para muitos laboratórios de análises nematológicas, embora, por razões de ordem econômica, eles ainda não representem técnica de rotina (Ferraz & Brown, 2016).

Desse modo, frente às dificuldades encontradas com a utilização da configuração perineal em trabalhos de diagnose, o uso da eletroforese de isoenzimas vem sendo proposto como o mais adequado em estudos de levantamento de *Meloidogyne* spp., por ser uma técnica para caracterização de nematoides das galhas a nível específico, que pode ser feita no cotidiano em laboratórios de nematologia com segurança, praticidade e economia, podendo ser feita por meio de fenótipos enzimáticos obtidos através de eletroforese em géis de poliacrilamida (Carneiro & Almeida, 2001). No entanto, para a maioria dos gêneros de fitonematoides, o método tradicional, baseado nas características morfológicas e morfométricas, analisadas em microscópios, ainda é o mais utilizados na rotina de identificação destes vermes.

## 2.9 Nematoides de vida livre

Nematoides de vida livre não infectam as plantas. A principal característica morfológica que difere os nematoides de vida livre dos fitonematoides é a ausência do estilete. Sabe-se que estes seres contribuem na decomposição de matéria orgânica e aceleram o processo de mineralização dos nutrientes.

Nematoides de vida livre do solo são muito abundantes (3,5-5,0 milhões de m<sup>2</sup>) e diversos (33-384 espécies m<sup>2</sup>) em ecossistemas terrestres. Os nematoides têm uma grande diversidade de mecanismos de alimentação, ocupando posições-chave na cadeia alimentar do solo, o que lhes permite interagir com micróbios, outros organismos da fauna do solo, plantas e entre si, contribuindo com ecossistemas cruciais (Gebremikael et al., 2014).

Alguns estudos sobre a importância dos nematoides e sua contribuição para a mineralização do nitrogênio vêm sendo conduzidos. Entretanto, nestes estudos, não foram encontradas evidências convincentes para uma contribuição de nematoides de vida livre na mineralização de nitrogênio total, todavia a atividade de organismos nitrificantes foi claramente estimulada pela presença de nematoides (Buchan et al., 2013; Gebremikael et al., 2014)

## 2.10 Medidas gerais de controle e manejo de nematoides em hortaliças



Através de levantamentos populacionais, são obtidas informações importantes sobre a nematofauna, que contribuem para o mapeamento da distribuição dos gêneros em uma região e a quais culturas se associam, possibilitando estudos sobre a biologia, ecologia e métodos de controle de fitonematoides (Rosa et al., 2013). Portanto, é de suma importância conhecer de maneira segura os gêneros de nematoides e sua distribuição nas áreas de cultivo para definir o manejo mais eficiente para o controle de sua população.

A principal forma de controle e manejo dos fitonematoides indicada pelos nematologistas é a prevenção. Esta medida consiste em evitar a entrada de nematoides nas áreas livres de infestações, sendo considerada a mais eficiente forma de manejo de fitopatógenos. As principais formas de disseminação são por meio de solo, água, mudas e substrato contaminado. Assim, a produção e o uso de mudas sadias, sementes e substratos de boa qualidade são procedimentos de grande importância. As máquinas e implementos agrícolas são outra forma de disseminação de fitopatógenos, sendo necessário lavar os implementos para remoção do solo antes de entrar em outras áreas. Devemos evitar o uso de água contaminada para irrigação (Alfenas & Mafia, 2007; Pinheiro et al., 2010).

Para áreas já infestadas, existem algumas formas de manejo que reduzem as populações de fitonematoides: o alqueive, que consiste em manter a área limpa, sem a presença da cultura e plantas daninhas, e a utilização de plantas antagonistas como crotalária (*Crotalaria spectabilis* e *C. juncea*), cravo-de-funto (*Tagetes* spp.) e mucuna (*Mucuna* spp.). Estas plantas apresentam mecanismos de plantas armadilha e/ou também liberam substâncias nocivas aos fitonematoides. Outras práticas recomendadas são o uso de variedades resistentes, rotação de culturas, uso de matéria orgânica como condicionadora do solo, controle químico com uso de nematicidas e solarização (Alfenas & Mafia, 2007; Pinheiro et al., 2010).

## 2.11 Referências

- Abad, P.; Gouzy, J.; Aury, J-M.; Castagnone-Sereno, P.; Danchin, E.G.J.; Deleury, E.; Wincker, P. (2008). Genome sequence of the metazoan plant-parasitic nematode *Meloidogyne incognita*. Nature biotechnology, v.26, n.8, p.909-915. 2008.
- Alfenas, A.C.; Mafia, R.G. Métodos em Fitopatologia. Viçosa, MG: Ed. UFV, 382p. 2007.

- Buchan, D.; Gebremikael, M.T.; Ameloot, N.; Sleutel, S.; de Neve, S. Effect of free-living nematodes on nitrogen mineralisation in undisturbed and disturbed soil cores. *Soil biology & biochemistry*, v.60, p.142-155. 2013.
- Campos, V.P.; Lima, R.D.; Almeida, V.F. Nematoides parasitas do cafeeiro. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.50-58, 1985.
- Carneiro, R.M.D.; Almeida, M.R.A. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematoides de galhas para identificação de espécies. *Nematologia Brasileira*, v. 25, n. 1, p. 35-44. 2001.
- Carneiro, R.M.D.G.; Almeida, M.R.A; Martins, I.; Souza, J.F.; Pires, A.Q.; Tigano, M.S. Ocorrência de *Meloidogyne* spp. e Fungos Nematófagos em Hortaliças 443 no Distrito Federal, Brasil. *Nematologia Brasileira*, v.32, n.8, p.135-141. 2008.
- Ferraz, L.C.C.B.; Brown, D.J.F. *Nematologia de plantas: fundamentos e importância*. Manuais: Norma Editora, 251p. 2016.
- Filgueira, F.A.R. *Novo manual de olericultura:agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3.ed. rev. e ampl. Viçosa: UFV, 2007
- Freitas, L.G.; Neves, W.S.; Oliveira, R.D.L. 2016. Métodos em Nematologia Vegetal. In: Alfenas, A.C.; Mafia, R.G. Viçosa: UFV, 2016. 382p.
- Gebremikael, M.T.; Buchan, D.; De Neve, S. Quantifying the influences of free-living nematodes on soil nitrogen and microbial biomass dynamics in bare and planted microcosms. *Soil Biology and Biochemistry*, v.70, p.131-141. 2014.
- Huang, S.P. Nematoides que atacam olerícolas e seu controle. Informe Agropecuário v.16 n.172, p.31-36. 1992.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo agropecuário 2017. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>>. Acesso em: 25 nov. 2018.
- Jones, J.T.; Haegeman, A.; Danchin, E G.; Gaur, H.S.; Helder, J.; Jones, M.G.; Perry, R.N. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, v.14, n.9, p.946-961, 2013.
- Jovino, R.S; Dias, F.H.C.; Bonfim, C.O.; Podestá, G.S. 2017. Fitonematoides associados ao cultivo de hortaliças em propriedades rurais de Lagoa Seca- PB. In: III SIMPROVS 5p. 2017.
- Mattos, V.daS. Variabilidade genética e agressividade a soja [*Glycine max* (L.) Merrill] de populações de *Meloidogyne* spp. do Cerrado e de áreas de cultivo. Brasília, Dissertação, UNB. Brasília – DF. 82p, 2013.
- Moreira, F.J.C.; Ferreira, A.C.S. Controle alternativo de nematoide das galhas (*Meloidogyne enterolobii*) com cravo de defunto (*Tagetes patula*L.), incorporado ao solo. *Holos*, v.1, p.99-110, 2015.

- Moura, R.M. 1996. Gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose. Parte I. Revisão Anual de Patologia de Plantas, v.4, p.209-237, 1996.
- Neves, D.L.das; Ribeiro, L.M.; Dias-Arieira, C.R.; Ribeiro, G.C. Sobrevivência de *Pratylenchus brachyurus* em diferentes substratos, com baixo teor de umidade [Survival of *Pratylenchus brachyurus* in different substrates with low moisture content]. Nematropica, v.42, n.2, p.211-217, 2012.
- Oliveira, J.O. Levantamento de fitonematoides e caracterização bioquímica de populações de *Meloidogine* spp. em áreas cultivadas com hortaliças na região sul do estado de Goiás. Morrinhos, GO: IF Goiano, 2016.
- Pinheiro, J.B.; AMARO, G. B.; PEREIRA, R. B. Ocorrência e controle de nematoites em hortaliças folhosas. Brasília, DF: Embrapa, 2010.
- Pinheiro, J.B.; PEREIRA, R. B.; CARVALHO, D. F.; RODRIGUES, C. S. Manejo de nematoides na cultura do quiabeiro. Circular Técnica 127, EMBRAPA. Brasília, DF. 7p. 2013.
- Pinheiro, J.B. Nematoides em hortaliças. Brasília – DF: Embrapa, 194p. 2017.
- Ritzinger, C.H.S.P.; Fancelli, M.; Ritzinger, R. Nematoides: bioindicadores de sustentabilidade e mudanças edafoclimáticas. Revista Brasileira de Fruticultura, v.32, n. 4, p.1289-1296, 2010.
- Rosa, J.M.O.; Westerich, J.N.; Wilcken, S.R.S. Reprodução de *Meloidogyne javanica* em olerícolas e em plantas utilizadas na adubação verde. Tropical Plant Pathology, v.38, n.2. p.133-141, 2013.
- Sasser, J.N.; Carter, C.C. An advanced treatise on *Meloidogyne*. V. 1. Biology and control. V. 2. Methodology. North Carolina State University, Raleigh, NC (EUA). Dept. of Plant Pathology AID, Raleigh, NC (EUA), 1985.
- Schenkel, C.A.; Carneiro, M.J. Estudo de um processo cultural na relação entre os 'colonos' e a Sadia: o caso da microrregião do Alto Uruguai Catarinense. Itaguaí, RJ: 1997. 219 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura, Desenvolvimento e Sociedade) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí, 1997.
- Sikora, R.A.; Fernandez, E.. Nematodes parasites of vegetables. In: Luc, M.; Sikora, R.A.; Bridge, J. (Ed.). Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. CAB International, Wallingford (UK), p.319-392. 2005.
- Silva, A.C.F.da; Peruch, L.C.M.; Lucietti, D.; Teixeira, E.B.; Marchesi, D.R.. Produção orgânica de hortaliças no litoral sul catarinense. Florianópolis: Epagri, (Epagri. Boletim Didático, 88). 205p., 2013.
- Silva, M.C.L; Gonzaga, C.D.; Santos, C D.G.; Silva, G.S. Espécies de *Meloidogyne* associadas a vegetais em microrregiões do estado do Ceará. Revista Ciência Agronômica, v.47, n.4, p.710-719, 2016.

- Silva, J.D.O.; Santana, M.V.; Freire, L.L.; Ferreira, B.D.S.; Rocha, M.R.D. Biocontrol agents in the management of *Meloidogyne incognita* in tomato. *Ciência Rural*, v.47, n.10, 2017.
- Torres, G.R. C.; Pedrosa, E.M.R.; Moura, R.M. Sobrevivência de *Rotylenchulus reniformis* em solo naturalmente infestado submetido a diferentes períodos de armazenamento. *Fitopatologia Brasileira*, v.31, n.2, p.203-206, 2006.
- Wharton, D.A. A functional biology of nematodes. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1986.

## 3 CAPÍTULO I

### **Fitonematoides associados às hortaliças (raízes, tubérculos e frutos) em áreas produtoras do Alto Uruguai Catarinense**

(Normas de acordo com a Revista Brasileira de Ciências Agrárias)

#### RESUMO

Fitonematoides destacam-se entre organismos que causam prejuízos em hortaliças. Este trabalho objetivou fazer um levantamento e a identificar os gêneros de fitonematoides em plantações de hortaliças (raízes, tubérculos e frutos) no Alto Uruguai Catarinense. A amostragem ocorreu em 50 propriedades, entre setembro de 2017 e abril de 2018, nos municípios de Concórdia, Arabutã, Ipumirim, Lindóia do Sul, Irani, Presidente Castelo Branco, Jaborá, Peritiba, Ipira, Piratuba, Alto Bela Vista, Seara, Itá e Xavantina. Cada amostra foi composta de 500 g solo e 100 g de raízes. Após extraídos, os nematoides foram transferidos para uma lâmina biológica para análise em microscópio fotônico. Para identificar gêneros, utilizou-se a chave de identificação de fitonematoides. Nematoides de vida livre foram encontrados em todas as amostras e nematoides fitoparasitas encontrados em 48 amostras. Os principais gêneros encontrados foram *Helicotylenchus* (53,99%), *Aphelenchus* (26,76%), *Pratylenchus* (8,31%) e *Hemicycliophora* (6,5%). Este estudo contribuiu para o conhecimento de ocorrência e disseminação de gêneros de fitonematoides, ajudando a definir manejos mais adequados, alertando os horticultores a prevenir sua disseminação.

Palavras-chave: *Helicotylenchus*, fitonematoide, georreferenciamento, olericultura

### 3 CHAPTER I

#### **Fitonematodes associated with vegetables (roots, tubers and fruit) in producing areas of Alto Uruguai Catarinense**

(Standards according to the Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering)

#### **Abstract**

Phytonematodes stand out among organisms that cause damage to vegetables. This study aimed to carry out a survey and identification of nematode genera in vegetable crops (roots, tubers, and fruit) in Alto Uruguai Catarinense, Brazil. The sampling took place on fifty farms comprising fourteen municipalities: (a) Concordia; (b) Arabutã; (c) Ipumirim; (d) Lindoia do Sul; (e) Irani; (f) Presidente Castelo Branco; (g) Jaborá; (h) Peritiba; (i) Ipira; (j) Piratuba; (k) Alto Bela Vista; (l) Seara; (m) Itá; and (n) Xavantina, from September 2017 to April 2018. Each sample was composed of 500 g of soil and 100 g of roots. The nematodes were transferred to a biological slide for analysis under a photonic microscope after its extraction. Identification of the genera was carried out using the phytonematoid identification key. Free-living nematodes were found in all samples, and andphytoparasite nematodes in forty-eighty samples. The main genera found were *Helicotylenchus* (53.99%), *Aphelenchus* (26.76%), *Pratylenchus* (8.31%), and *Hemicyclophora* (6.5%). This study will be usefull to the knowledge of the occurrence and spread of phytonematodes genus, providing data to adopt more appropriate managements and alert horticulturists to prevent its spread.

**Keywords:** *Helicotylenchus* spp., georeferencing, olericulture, phytonematode

#### **3.1 introdução**

A região do Alto Uruguai Catarinense apresenta como característica estrutura fundiária baseada na agricultura familiar, com pequenas extensões de terra, com áreas que variam de 10-25 ha (IBGE, 2018) por família, sendo usada basicamente a mão de obra familiar. Todavia, constata-se uma grande diversidade de espécies de plantas cultivadas na região. As famílias que iniciaram a colonização desta região são, em sua maioria, descendentes de europeus, que, culturalmente, têm como princípio a produção

para o consumo, englobando a criação de pequenos animais e o cultivo de milho, feijão, frutas e hortaliças (Schenkel & Carneiro, 1997). Entre as principais hortaliças produzidas em Santa Catarina, destacam-se o alho, a batata, a cebola e o tomate, que ocuparam uma área plantada em 2018 de 21.366 hectares, com um volume produzido de 502.858,50 toneladas (CEPA, 2018).

Os nematoides são organismos microscópios que vivem no filme de água do solo, encontrados em praticamente todos os ambientes do mundo, cerca de 10% são parasitas de plantas, com capacidade de causar danos, principalmente nas raízes (Machado et al., 2017). Os prejuízos financeiros decorrentes de seu parasitismo nos diferentes cultivos foram estimados em cerca de R\$ 400 milhões anuais, chegando a 14% da produção na citricultura e a 90% do rendimento de algodão, inhame, feijão e soja (Machado et al., 2017).

No Brasil, os nematoides formadores de galhas, pertencentes ao gênero *Meloidogyne*, são considerados os principais responsáveis por danos expressivos nas culturas, sejam elas grandes culturas, frutíferas, ornamentais e hortaliças. O ataque por fitonematoides causa mais prejuízos em regiões de alto índice de precipitação e elevadas temperaturas, média anual acima de 25 °C, condições que favorecem a manifestação do parasitismo, em razão do maior número de ciclos reprodutivos em curto espaço de tempo (Moreira & Ferreira, 2015). Os prejuízos anuais causados por fitonematoides em hortaliças são estimados em 12% no Brasil, o que faz deste grupo de patógenos um sério problema para seu cultivo (Carboni & Mazzonetto, 2013).

Diversas espécies de nematoides parasitas de plantas já foram diagnosticadas em áreas de cultivo de hortaliças no Brasil, especialmente na região sudeste e centro-oeste. Entretanto, escassas são as pesquisas que tratam dos danos e prejuízos que estes fitonematoides causam nas hortaliças, com exceção do gênero *Meloidogyne*, que é o mais bem estudado. Destacam-se entre os principais nematoides associados às hortaliças os pertencentes aos gêneros *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Ditylenchus*, *Xiphinema*, *Longidorus* e *Rotylenchus* (Oliveira, 2016; Pinheiro, 2017).

Em diversos levantamentos de espécies de fitonematoides em áreas produtoras de hortaliças nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Ceará, foi observado que as espécies mais frequentes são *M. incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii*, encontradas juntas e/ou separadas, causando grandes prejuízos às hortaliças (Carneiro et al., 2008; Oliveira, 2016; Rosa et al., 2013b; Silva, et al., 2016).

Segundo Nazareno et al. (2010), os nematoides de galhas, gênero *Meloidogyne*, constituem-se num dos grandes problemas para a agricultura brasileira, por diminuírem a produtividade e a qualidade das hortaliças, causando perdas econômicas significativas e, conseqüentemente, diminuindo a rentabilidade dos horticultores. Este gênero está bastante disseminado no sudeste e centro, não havendo informações sobre ele no sul do país.

Vale ressaltar nos levantamentos populacionais de fitonematoides em áreas produtoras de hortaliças a ampla disseminação dos gêneros *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, *Aphelenchus* e *Aphelenchoides*. A ocorrência em quantidade significativa de espécies do gênero *Helicotylenchus* em solos cultivados não é fato novo (Campos & Sturhan, 1987; Castro et al., 2008; Ferraz, 1980; Oliveira, R. et al., 2007). Mesmo com sua ampla presença e distribuição em diversas culturas, não há estudos específicos e pouco se sabe sobre os prejuízos que este fitonematoide causa à atividade agrícola. De maneira similar, os nematoides dos gêneros *Aphelenchoides* e *Scutellonema* não tiveram comprovada sua importância econômica para estas culturas de hortaliças (Pinheiro et al., 2010).

Por meio de trabalhos de levantamentos populacionais, são obtidas informações importantes sobre a nematofauna, que contribuem para o mapeamento da distribuição dos gêneros em uma região e a quais culturas se associam, possibilitando estudos sobre a biologia, ecologia e métodos de controle de fitonematoides (Rosa et al., 2013a).

Técnicas de manejo como rotação de culturas, plantas antagonistas, incorporação de matéria orgânica são estratégias viáveis para redução das populações de *M. incognita* e *M. javanica* a níveis mais baixos que os de dano econômico, sem causar prejuízos para o meio ambiente (Pimenta & Carneiro, 2005). Assim, é de suma importância conhecer de maneira segura as espécies de nematoides e sua distribuição nas áreas de cultivo. Para este fim, a maneira mais eficiente é o levantamento da fauna nematológica.

Não há na literatura especializada registros de pesquisas visando a determinar a ocorrência e a identificação de fitonematoides em áreas de cultivo de hortaliças na região do Alto Uruguai Catarinense.

O presente trabalho objetivou fazer um levantamento nematológico e identificar os principais gêneros de fitonematoides frequentes em áreas de cultivo de hortaliças na região do Alto Uruguai Catarinense.



### 3.2 Material e métodos

O levantamento foi feito no período de setembro de 2017 a abril de 2018. As amostras foram coletadas com base nos cadastros disponibilizados pela EPAGRI/SC e Secretarias da Agricultura dos municípios estudados. A região deste levantamento apresenta clima temperado, com temperaturas médias anuais de 18 °C (EPAGRI, 2019). A precipitação pluviométrica anual varia de 1.700-1.900 mm (EPAGRI, 2019). Os solos amostrados são de textura argilosa, com teores que variam de 40- 50% de argila (EPAGRI, 2019). O estudo abrangeu 50 áreas produtoras de hortaliças, raízes, frutos e tubérculos. No total, 50 amostras foram coletadas em 14 municípios na região do Alto Uruguai Catarinense, sendo em Concórdia (16), Seara (7), Irani (4), Lindoia do Sul (3), Jaborá (3), Peritiba (3), Ipira (3), Arabutã (2), Ipumirim (2), Presidente Castelo Branco (2) Xavantina (2), Piratuba (1) Alto Bela Vista (1) e Itá (1) (Figura 1).

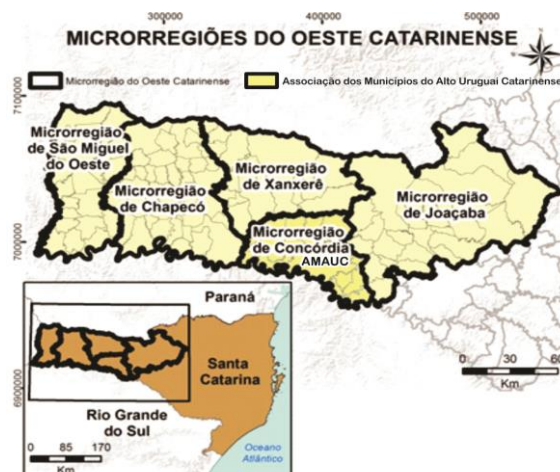


Figura 1. Mapa do estado de Santa Catarina exibindo a localização dos municípios da região do Alto Uruguai Catarinense, onde foram coletadas para a diagnose de fitonematoides as amostras de solos e raízes em áreas de cultivo de hortaliças nos anos de 2017 e 2018

Fonte: Exterckoter et al., 2016

Não havendo relatos nem conhecimento prévio da existência de problemas causados por nematoides, as amostras foram coletadas em áreas produtoras de hortaliças cadastradas e assistidas pela EPAGRI ou secretaria da Agricultura de cada município.

As amostras foram retiradas na área com o auxílio de um enxadão e pá de corte a uma profundidade de 0-25 cm (Figura 2A, B, C). Foram colhidas 15-20 amostras simples por área ou propriedade, compostas de, aproximadamente, 300 g de solo e 50 g de raízes. As amostras simples foram reunidas em um balde limpo e, em seguida, bem

misturadas para obter uma amostra composta de, aproximadamente, 500 g de solo e 100 g de raízes.

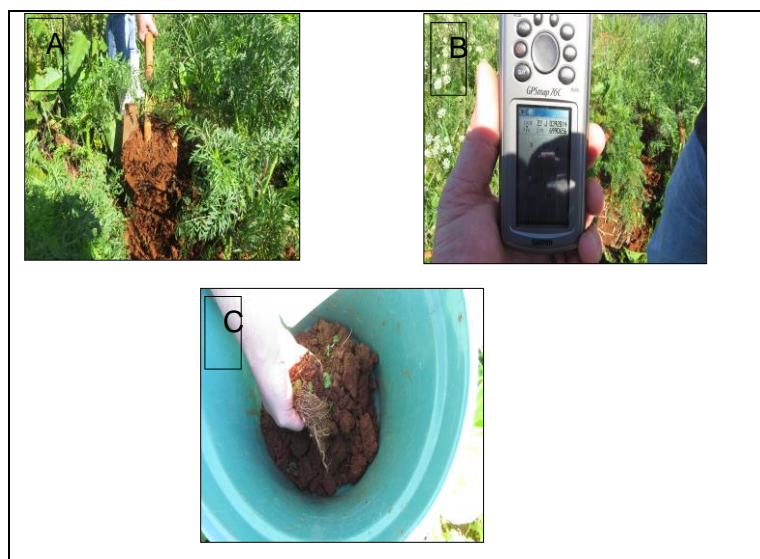


Figura 2. Imagens da coleta de amostras de solo e raízes para levantamento de ocorrência de fitonematoides em 2017 e 2018

Em cada área amostrada, foram registradas as coordenadas geográficas obtidas com a utilização de um aparelho com Sistema de Posicionamento Global (GPS) da marca GARMIN, modelo 76C, para localização de cada ponto de coleta nas propriedades produtoras.

As amostras compostas foram colocadas em sacos plásticos, etiquetadas e mantidas em caixa de isopor até o momento de serem levadas para a análise, juntamente com uma ficha de informações para cada amostra. Na referida ficha, constavam as seguintes informações: dados cadastrais, coordenadas geográficas, dados das culturas, manejo de plantio, tratos culturais e colheitas, local das coletas das amostras, entre outras informações. Posteriormente foi feito o mapeamento, com identificação das áreas produtoras de hortaliças e das áreas com presença de fitonematoides e suas respectivas identificações em nível de gênero.

Para a extração dos nematoides, foi utilizado o método da flutuação centrifugação em solução de sacarose (Jenkins, 1964). Para tal, retirou-se uma quantidade de 150 cm<sup>3</sup> de solo, homogeneizada em um balde com dois litros de água, de tal forma que os torrões foram desagregados, liberando os nematoides para a suspensão. Na sequência, verteu-se a suspensão através de uma peneira de malha de 20 meshes (0,84 mm de abertura), acoplada a uma peneira de 400 meshes (0,037 mm de abertura),

e com auxílio de uma pisseta, foram recolhidos o líquido e as impurezas da peneira de 400 meshes em um becker com capacidade para 100 mL.

A seguir, transferiu-se a suspensão para tubos da centrífuga de 80 mL e, com os tubos balanceados no interior da centrífuga, foi feita a centrifugação por 5 minutos a uma velocidade de 1750 rpm. Transcorrido esse tempo, os tubos foram retirados, eliminando o sobrenadante e limpas as bordas do tubo. Adicionou-se solução de sacarose (540 de açúcar refinado dissolvido em 1 L água) e novamente centrifugado, só que desta vez por um minuto; findo este tempo, os tubos foram retirados, vertendo o líquido sobrenadante em uma peneira de 500 meshes (0,025 mm de abertura), e lavou-se bem para retirada da sacarose. Com auxílio de uma pisseta, os nematoides foram recolhidos em um copo de vidro com capacidade para 100 mL.

A suspensão de nematoides foi transferida para um tubo de ensaio visando a concentrar a amostra a 4 mL. Esses tubos foram aquecidos em banho-maria com água aquecida a 55 °C por 5 minutos para matar os nematoides. Após o resfriamento da suspensão em temperatura ambiente, adicionou-se o fixativo FAA = 70% (Formaldeído 37%, Etanol 70% e Ácido Acético Glacial). Os nematoides, depois de mortos e fixados, poderão ser preservados durante anos. Os 8 mL da suspensão foram vertidos para tubos de ensaio de vidro com capacidade de 20 mL com tampa, devidamente etiquetados e vedados com tampa de rosca, para serem enviados ao Laboratório de Nematologia da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Para a identificação, cada amostra contendo os nematoides foi vertida em uma placa de Petri de vidro. Com o auxílio de um microscópio estereoscópico, os nematoides foram pescados com um estilete muito fino, feito com um cílio, e transferidos para uma lâmina biológica contendo uma gota de água, e cobertos com lamínula. A seguir, eles foram analisados em microscópio de fotônico. A identificação dos gêneros foi feita com base numa chave de identificação de fitonematoides de plantas (Mai & Mullin, 1996).

As amostras fixadas foram enviadas ao Laboratório de Nematologia da Universidade Federal de Viçosa, onde a identificação dos gêneros foi feita com o auxílio de uma chave descritiva de gêneros de fitonematoides (baseada principalmente em características de fêmeas adultas), conforme Mai & Mullin (1996). Para descrever e compreender os dados deste trabalho, utilizou-se estatística descritiva.

### 3.3. Resultados e discussão

Em todas as amostras analisadas, foram encontrados nematoides de vida livre, que são benéficos e decompõem a matéria orgânica. Em 48 das 50 amostras analisadas, também foram encontrados nematoides fitoparasitas. Os gêneros de nematoides encontrados nas amostras foram: *Helicotylenchus* (53,99%), *Aphelenchus* (26,76%), *Pratylenchus* (8,31%), *Hemicycliophora* (6,5%), *Aphelenchoides* (2,85%), *Scutellonema* e *Criconemoides* (0,68% cada um) e *Rotylenchus* (0,23%). Estes dados se referem ao percentual de indivíduos identificados (Figura 3).

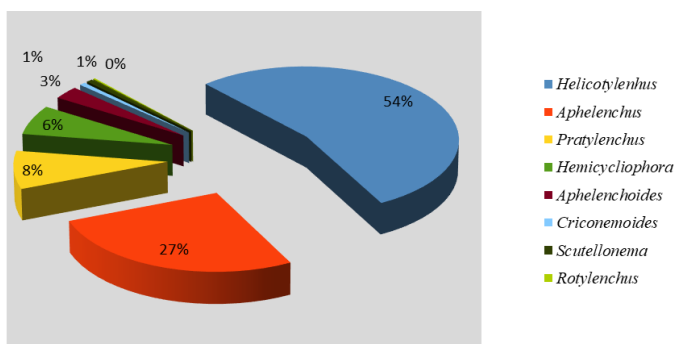


Figura 3. Ocorrência em percentual de gêneros de fitonematoides em áreas de cultivo de hortaliças na região do Alto Uruguai Catarinense durante levantamento nos anos de 2017 e 2018

Nas 50 amostras provenientes dos 14 municípios da região do Alto Uruguai Catarinense, fitonematoides do gênero *Helicotylenchus* foram encontrados em 41 amostras oriundas de todos os municípios analisados. Sua ocorrência correspondeu a uma frequência de 82%. O segundo gênero de nematoide mais frequente foi *Aphelenchus* com frequência de 70%, também com grande frequência aparece o *Pratylenchus* (36%) e *Aphelenchoides* (22%) e menos frequentes os gêneros *Scutellonema* (8%), *Criconemoides* (6%), *Hemicycliosphora* e *Rotylenchus* (4%), cada um. Também 4% das amostras não registraram presença de fitonematoides, enquanto 100% das amostras registraram presença de nematoides de vida livre (Figura 4).

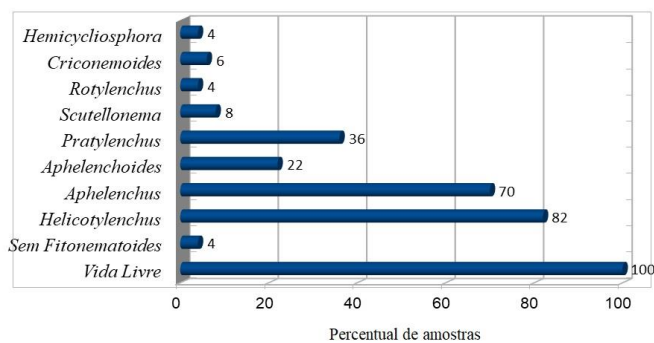


Figura 4. Percentual de amostras por gêneros de fitonematoides em áreas de cultivo de hortaliças na região do Alto Uruguai Catarinense, durante levantamento nos anos de 2017 e 2018

Neste trabalho, foram amostradas 50 áreas com 10 diferentes hortaliças (Figura 5), tendo sido observado que nematoides do gênero *Helicotylenchus* estavam presentes em todas as áreas cultivadas com hortaliças. Com exceção do cultivo da batata-doce, a presença deste gênero também foi em maior quantidade nas demais culturas, em torno de 47 indivíduos por grama de solo. O segundo nematoide mais presente foi do gênero *Aphelenchus*, identificado em nove das 10 culturas em amostras de 13 municípios amostrados. Na cultura do tomateiro, foi encontrada a maior diversidade de fitonematoides, com a identificação de sete gêneros, sugerindo ser o tomate mais suscetível a estes patógenos, seguido da beterraba com seis gêneros e mandioca com cinco gêneros.

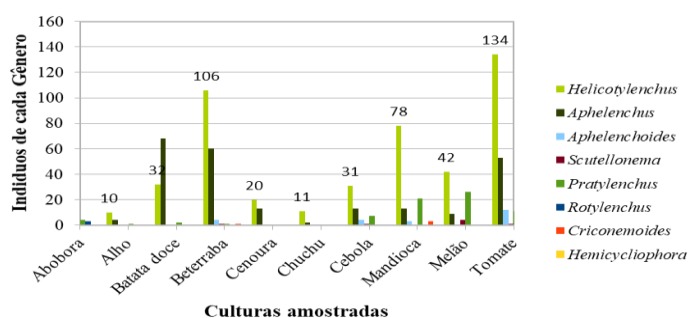


Figura 5. Ocorrência de gêneros de fitonematoides nas culturas amostradas de cultivo de hortaliças na região do Alto Uruguai Catarinense durante levantamento nos anos de 2017 e 2018

A ocorrência em quantidade significativa de espécies do gênero *Helicotylenchus* em solos cultivados não é fato novo (Campos & Sturhan, 1987; Castro et al., 2008; Ferraz, 1980). Mesmo com sua ampla presença e distribuição em diversas culturas, existem poucos estudos específicos com este nematoide, de modo que pouco se conhece sobre os prejuízos que este fitonematoide causa às hortaliças e às demais culturas agrícolas.

Espécies de *Helicotylenchus* são frequentemente relatadas em associação a uma diversidade de plantas cultivadas e não cultivadas. Todavia, pouca atenção tem recebido pela parte dos nematologistas, sendo classificado como fitonematoide de relevância secundária. Entretanto, deve-se reconsiderar este ponto de vista ao analisar seus prejuízos em algumas culturas, tais como soja, trigo e milho (Machado et al., 2017; Sharma, I. & Sharma, A., 2018).

Outro gênero com alta frequência encontrado neste estudo foi o *Pratylenchus*, conhecido como o fitonematoide das lesões radiculares, que tem uma extensa gama de

hospedeiros. Este gênero foi identificado em amostras provenientes de sete hortaliças, especialmente no melão, mandioca e tomate. Os nematoides do gênero *Aphelenchoides* não têm importância econômica (Pinheiro et al., 2010), enquanto nematoides do gênero *Scutellonema* provocam danos consideráveis nas culturas do inhame e cará no nordeste brasileiro (Pinheiro, 2017). A presença destes gêneros foi significativa neste estudo, estando presentes em quatro diferentes hortaliças.

Pinheiro et al. (2013), identificaram presença de diversos gêneros fitonematoides no quiabeiro, entre eles, *Helicotylenchus*, *Aphelenchus* e *Pratylenchus*, mas sem registros de danos aparentes. Entre os principais fitonematoides que atacam hortaliças, destacam-se os gêneros *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Aphelenchoides*, *Scutellonema* e *Helicotylenchus* (Pinheiro et al., 2010). É visto que, em diversos levantamentos da fauna nematológica em hortaliças feitos em diversas regiões do Brasil, os resultados são recorrentes.

Nas 50 áreas cultivadas com hortaliças amostradas nos 14 municípios da região do Alto Uruguai Catarinense (Quadro 1) não foram encontradas plantas com sintomas evidentes de presença de nematoide das galhas do gênero *Meloidogyne*, embora seja um dos principais patógenos causadores de grandes prejuízos em diversas culturas, principalmente em hortaliças, com ampla distribuição territorial, principalmente em regiões de clima quente e úmido. Entretanto, neste levantamento não foi constatada sua presença na região analisada. É provável que a ausência do nematoide das galhas nas áreas amostradas possa estar relacionada a algumas características edafoclimáticas da região oeste catarinense, onde fica localizado o Alto Uruguai Catarinense, a exemplo de temperatura e umidade. Além disso, as formas de manejo no cultivo de hortaliças também podem interferir.

Quadro 1. Distribuição das populações de gêneros de fitonematoides nas áreas produtoras de hortaliças, no Alto Uruguai Catarinense, amostradas em 2017 e 2018

Ord.	Município	Coordenadas Geográficas	Hortaliça	Nº Amostras	Gêneros	
1	Concórdia	Lat 27°12'12.37" S Long 52°04'56.37" W	Beterraba	1	<i>Helicotylenchus</i> spp.	7
					<i>Aphelenchus</i> spp.	4
					<i>Aphelenchoides</i> spp.	2
2	Concórdia	Lat 27°12'04.52" S Long 52°05'02.58" W	Mandioca	1	<i>Helicotylenchus</i> spp.	41
					<i>Aphelenchus</i> spp.	1
3	Concórdia	Lat 27°16'31.12" S Long 51°58'18.03" W	Beterraba	1	<i>Helicotylenchus</i> spp.	6
					<i>Aphelenchus</i> spp.	1
					<i>Aphelenchoides</i> spp.	1
					<i>Scutellonema</i> spp.	1

(Continua...)

Quadro 1.

(Continuação)

4	Concórdia	Lat 27°13'36.14" S Long 51°54'15.55" W	Beterraba	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp.	4 22
5	Concórdia	Lat 27°20'58.87" S Long 51°59'19.80" W	Melão	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp. <i>Scutellonema</i> spp. <i>Pratylenchus</i> spp.	42 9 4 11
6	Concórdia	Lat 27°20'58.87" S Long 51°59'18.80" W	Tomate	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp.	2 5
7	Concórdia	Lat 27°21'12.02" S Long 51°59'35.42" W	Beterraba	1	<i>Helicotylenchus</i> spp.	13
8	Concórdia	Lat 27°21'12.02" S Long 51°59'35.42" W	Mandioca	1	-	-
9	Concórdia	Lat 27°19'40.28" S Long 52°03'12.13" W	Beterraba	1	<i>Helicotylenchus</i> spp.	4
10	Concórdia	Lat 27°19'30.58" S Long 52°01'59.37" W	Abobora	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Pratylenchus</i> spp.	10 4
11	Concórdia	Lat 27°12'08.17" S Long 52°01'07.42" W	Beterraba	1	<i>Helicotylenchus</i> spp.	2
12	Concórdia	Lat 27°09'55.11" S Long 51°59'56.96" W	Tomate	1	<i>Pratylenchus</i> spp. <i>Rotylenchus</i> spp.	3 1
13	Concórdia	Lat 27°11'23.35" S Long 51°59'04.94" W	Cenoura	1	<i>Helicotylenchus</i> spp.	2
14	Concórdia	Lat 27°21'07.98" S Long 51°58'50.37" W	Tomate	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp. <i>Pratylenchus</i> spp.	13 4 3
15	Concórdia	Lat 27°20'47.85" S Long 51°58'01.24" W	Batata Doce	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp. <i>Pratylenchus</i> spp. <i>Criconemoides</i> spp.	29 41 2 2
16	Concórdia	Lat 27°14'22.37" S Long 52°07'31.60" W	Tomate	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Pratylenchus</i> spp. <i>Rotylenchus</i> spp.	39 1 1
17	Lindoia do Sul	Lat 27°00'44,36" S Long 52°08'22.64" W	Beterraba	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp.	3 1
18	Lindoia do Sul	Lat 27°01'39.04" S Long 52°03'29.24" W	Tomate	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp. <i>Hemicyclophora</i> spp.	3 5 53
19	Lindoia do Sul	Lat 27°02'45.65" S Long 52°01'50.78" W	Mandioca	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Pratylenchus</i> spp.	12 8
20	Ipumirim	Lat 27°04'59.26" S Long 52°06'03.22" W	Tomate	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp. <i>Pratylenchus</i> spp.	8 3 1
21	Ipumirim	Lat 27°05'06.37" S Lat 52°06'20.68" W	Cebola	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp. <i>Pratylenchus</i> spp.	11 3 6
22	Arabutã	Lat 27°08'20.83" S Long 52°07'43.92" W	Beterraba	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp. <i>Pratylenchus</i> spp. <i>Criconemoides</i> spp.	8 1 1 1
23	Presidente Castelo Branco	Lat 27°15'18.32" S Long 51°47'40.44" W	Tomate	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp. <i>Pratylenchus</i> spp. <i>Hemicyclophora</i> spp.	132 1 4

(Continua...)

Quadro 1.

(Continuação)

24	Presidente Castelo Branco	Lat 27°12'19.56" S Long 51°47'40.95" W	Mandioca	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp.	5 1
25	Jaborá	Lat 27°10'27.70" S Long 51°40'40.00" W	Alho	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp. <i>Pratylenchus</i> spp.	10 4 1
26	Jaborá	Lat 27°11'19.82" S Long 51°45'15.41" W	Cebola	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp.	3 2
27	Jaborá	Lat 27°10'13.60" S Long 51°43'14.17" W	Beterraba	1	<i>Aphelenchus</i> spp.	2
28	Irani	Lat 27°04'02.05" S Long 51°52'04.16" W	Cebola	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp. <i>Aphelenchoides</i> spp. <i>Pratylenchus</i> spp.	8 3 2 1
29	Irani	Lat 27°04'07.19" S Long 51°51'47.97" W	Beterraba	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp.	10 2
30	Irani	Lat 27°06'40.04" S Long 51°54'36.86" W	Tomate	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp. <i>Scutellonema</i> spp.	20 2 1
31	Irani	Lat 27°01'10.45" S Long 51°54'38.45" W	Cebola	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Scutellonema</i> spp.	6 1
32	Perituba	Lat 27°22'40.84" S Long 51°54'49.49" W	Melão	1	<i>Pratylenchus</i> spp.	15
33	Perituba	Lat 27°20'09.23" S Long 51°52'48.45" W	Tomate	1	<i>Aphelenchoides</i> spp. <i>Pratylenchus</i> spp.	3 1
34	Perituba	Lat 27°22'45.97" S Long 51°53'54.20" W	Mandioca	1	<i>Aphelenchus</i> spp.	2
35	Ipira	Lat 27°24'05.82" S Long 51°47'17.77" W	Beterraba	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp.	9 20
36	Ipira	Lat 27°21'26.37" S Long 51°48'55.20" W	Cenoura	1	<i>Aphelenchus</i> spp.	6
37	Ipira	Lat 27°23'24.83" S Long 51°48'43.91" W	Batata Doce	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp.	3 23
38	Piratuba	Lat 27°27'48.32" S Long 51°51'38.17" W	Mandioca	1	<i>Helicotylenchus</i> spp.	2
39	Alto Bela Vista	Lat 27°24'14.92" S Long 51°57'15.12" W	Beterraba	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp.	4 3
40	Seara	Lat 27°10'40.58" S Long 52°15'36.48" W	Mandioca	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp. <i>Aphelenchoides</i> spp. <i>Pratylenchus</i> spp.	13 9 1 12
41	Seara	Lat 27°10'59.91" S Long 52°15'21.87" W	Mandioca	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchoides</i> spp. <i>Pratylenchus</i> spp. <i>Criconemoides</i> spp.	5 2 1 3
42	Seara	Lat 27°12'18.92" S Long 52°15'20.97" W	Cenoura	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp. <i>Aphelenchoides</i> spp.	18 7 2
43	Seara	Lat 27°10'28.01" S Long 52°19'45.82" W	Tomate	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp. <i>Aphelenchoides</i> spp. <i>Pratylenchus</i> spp.	15 23 1 1
44	Seara	Lat 27°07'49.80" S Long 52°22'28.33" W	Tomate	1	---	-

(Continua...)



Quadro 1.

(Conclusão)

45	Seara	Lat 27°07'31.17" S Long 52°22'14.65" W	Batata Doce	1	<i>Aphelenchus</i> spp.	4
46	Seara	Lat 27°07'31.17" S Long 52°22'14.65" W	Beterraba	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp. <i>Aphelenchoides</i> spp.	29 1 1
47	Itá	Lat 27°16'10.03" S Long 52°22'04.40" W	Beterraba	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp.	7 3
48	Xavantina	Lat 27°04'45.83" S Long 52°21'01.72" W	Cebola	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp. <i>Aphelenchoides</i> spp.	3 5 2
49	Xavantina	Lat 27°02'07.70" S Long 52°23'51.33" W	Tomate	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp. <i>Aphelenchoides</i> spp.	21 9 8
50	Arabutã	Lat 27°09'37.44" S Long 52°08'38.06" W	Chuchu	1	<i>Helicotylenchus</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp.	11 12

Os solos da região do Alto Uruguai Catarinense, em especial as áreas amostradas, são todos de textura argilosa, com teor médio em torno de 40% de argila (EPAGRI, 2019). Em geral, são solos mais compactos e dificultam a proliferação de fitonematoides. Em experimento em que o nematoide foi inoculado por suspensão, observou-se que solo de textura argilosa promoveu maior redução da população de *Pratylenchus* spp., (97,98%) após 90 dias de armazenagem, o que comprova que a textura do solo pode influenciar na sua sobrevivência, que parece ser, de uma maneira geral, favorecida por solos com textura arenosa ou média (Neves et al., 2012).

Outro fator a ser considerado é a presença de alto teor de matéria orgânica nas áreas cultivadas. A média do teor de matéria orgânica nos municípios do Alto Uruguai Catarinense é 3%, chegando, em alguns casos, a mais de 5% (EPAGRI, 2019). Devido às temperaturas mais amenas desta região, os meses mais frios, junho e julho, apresentam uma temperatura média de 13 °C, enquanto a média anual é 18 °C (EPAGRI, 2019), o que torna o processo de decomposição da matéria orgânica mais lento, e também a disponibilidade de adubos orgânico como esterco bovino e suíno, cama de aviário entre outros, utilizados no preparo do solo para cultivo de hortaliças.

Em função da maior concentração de matéria orgânica, as plantas podem apresentar maior tolerância em relação ao ataque dos nematoides em razão do seu crescimento mais vigoroso. A matéria orgânica também estimula o aumento da população de microrganismos de solo, em especial daqueles que desempenham papel de inimigos naturais dos nematoides. Além disso, algumas espécies de plantas liberam substâncias tóxicas durante o processo de decomposição, contribuindo para a mortalidade dos nematoides patogênicos. A matéria orgânica funciona como

condicionador do solo, favorecendo suas propriedades físicas, além de contribuir com fornecimento de determinados nutrientes, como nitrogênio e outros (Pinheiro et al., 2013).

A temperatura constitui-se num importante fator que pode influenciar na ausência do nematoide das galhas na região analisada. Segundo Ritzinger et al. (2010), alguns gêneros respondem mais prontamente ao aumento da temperatura, enquanto outros, ao estresse hídrico ou à aeração. Contudo, a temperatura constitui fator principal para determinar a embriogênese, formação do ovo e eclosão da larva, em sua maioria, com faixa ideal de reprodução de 25 °C. Algumas espécies como *M. incognita* e *M. javanica* não sobrevivem em temperaturas abaixo de 10 °C (Heald & Inserra, 1988). Ao estudar o efeito das temperaturas do solo de 15; 21,5; 25; 29,5 e 36 °C sobre *R. reniformis*, na cultura da soja em casa de vegetação, Rebois (1973) observou que o melhor desenvolvimento do nematoide ocorreu entre 25-29,5 °C. Nesse mesmo trabalho, não houve reprodução do nematoide em temperaturas abaixo de 15 °C e acima de 36 °C.

Quando comparados os resultados deste trabalho com outros levantamentos da fauna nematológica (Quadro 2), encontramos grande semelhança quanto aos gêneros *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, *Hemicycliophora*, *Aphelenchus* e *Aphelenchoides*, constantemente citados por pesquisadores em seus estudos desenvolvidos em áreas produtoras de hortaliças (Jovino, 2018; Oliveira, J., 2016; Rosa et al., 2013; Silva, M. et al., 2016).

Quadro 2. Quadro comparativo das populações de gêneros fitonematoides nas áreas produtoras de hortaliças, no Alto Uruguai Catarinense, com outras pesquisas realizadas no Brasil

Oliveira, J. (2016) Goiás	Charchar (1997) Brasília	Oliveira et al. (2007) Minas Gerais	Pinheiro (2010) Brasília	Este Estudo (2018) Santa Catarina
<i>Meloidogyne</i>	<i>Meloidogyne</i>	<i>Meloidogyne</i>	<i>Meloidogyne</i>	---
<i>Tylenchus</i>	<i>Tylenchus</i>	<i>Tylenchus</i>	<i>Scutellonema</i>	<i>Scutellonema</i>
<i>Helicotylenchus</i>	<i>Helicotylenchus</i>	<i>Helicotylenchus</i>	<i>Helicotylenchus</i>	<i>Helicotylenchus</i>
<i>Xiphinema</i>	<i>Xiphinema</i>	---	<i>Xiphinema</i>	---
<i>Ditylenchus</i>	<i>Aphelenchoides</i>	---	<i>Aphelenchoides</i>	<i>Aphelenchoides</i>
<i>Rotylenchus</i>	---	<i>Rotylenchus</i>	<i>Rotylenchus</i>	<i>Rotylenchus</i>
<i>Pratylenchus</i>	<i>Pratylenchus</i>	<i>Pratylenchus</i>	<i>Pratylenchus</i>	<i>Pratylenchus</i>
<i>Hemicycliophora</i>	<i>Hemicycliophora</i>	---	---	<i>Hemicycliophora</i>
<i>Xiphidorus</i>	<i>Criconemella</i>	<i>Criconemella</i>	<i>Criconemella</i>	<i>Criconemoides</i>
<i>Tubixaba</i>	<i>Aphelenchus</i>	---	<i>Rodopholus</i>	<i>Aphelenchus</i>
<i>Monotrichodoros</i>	---	<i>Tylenchorhynchus</i>	<i>Trichodoros</i>	---
<i>Anguina</i>	---	---	<i>Longidorus</i>	---

A região do Alto Uruguai Catarinense não tem registro de infestações de fitonematoides a ponto de prejuízos financeiros, e isso permite trabalhos preventivos, impedindo a contaminação de solos com medidas como o uso de mudas e sementes livres do patógeno, entre outras.

Este trabalho gerou informações importantes sobre a ocorrência e distribuição dos principais gêneros que compõem a fauna nematológica da região do Alto Uruguai Catarinense em áreas de produção de hortaliças (raízes, tubérculos e frutos), de modo a dar subsídio aos produtores agrícolas para um manejo mais eficiente dos fitonematoides.

### 3.4 Conclusão

Os gêneros de fitonematoides mais disseminados em áreas de cultivo de hortaliças da região do Alto Uruguai foram *Helicotylenchus* e *Aphelenchus*.

O tomate foi a hortaliça mais suscetível ao ataque de fitonematoides.

No presente trabalho, não foram encontradas amostras contaminadas com o nematoide das galhas do gênero *Meloidogyne*.

As informações geradas sobre a fauna nematológica na região do Alto Uruguai Catarinense servirão de alerta aos horticultores para evitar a disseminação, além de subsidiar o manejo de fitonematoides.

### 3.5 Referências

Campos, V.P.; Sturhan, D. Ocorrência e distribuição de nematoides em hortaliças em Minas Gerais. *Nematologia Brasileira*, v.11, p.153-158, 1987.

Carboni, R.Z.; Mazzonetto, F. Efeito do extrato aquoso de diferentes espécies vegetais no manejo de *Meloidogyne incognita* em tomateiro em ambiente protegido. *Revista Agrogeoambiental*, v.5, n.2, p.61-66, 2013.

Carneiro, R.M.D.G.; Almeida, M.R.A; Martins, I.; Suza, J.F.; Pires, A.Q.; Tigano, M.S. 2008. Ocorrência de *Meloidogyne* spp. e Fungos Nematófagos em Hortaliças 443 no Distrito Federal, Brasil. *Nematologia Brasileira*, v.32, n.8 135-141.

Castro, J.M.C.; Campos, V.P.; Pozza, E.A.; Naves, R.L.; Andrade Júnior, W.C.; Dutra, M.R.; Silva, J.R.C. Levantamento de fitonematoides em cafezais do Sul de Minas Gerais. Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2008.

Centro Socioeconomia e Planejamento Agrícola (CEPA). Acompanhamento de safras, 2018. Disponível em: <<https://cepa.epagri.sc.gov.br/index.php/produtos/acompanhamento-de-safras/>>. Acesso em: 9 abr. 2019.

Charchar, J.M. Nematoides associados à cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) nas principais regiões produtoras do Brasil. Brasília, DF: Nematologia Brasileira, v.21, n.2, 1997.

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Atlas climatológico de Santa Catarina. Disponível em: <[http://www.ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=708&Itemid=484](http://www.ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=708&Itemid=484)>. Acesso em: 11 abr. 2019.

Exterckoter, R.K.; Back, S.; Agostini, D.; Antoniak, A. Resiliência e agricultura familiar: Continuidades e rupturas no espaço rural do Alto Uruguai Catarinense/SC (Brasil). 2016.

Ferraz, S. Reconhecimento das espécies de fitonematoides presentes nos solos do Estado de Minas Gerais. *Experientia (Brasil)*, v.26, n.11, p.255-328, 1980.

Heald, C.M.; Inserra, R.N. effect of temperature on infection and survival of *rotylechulus reniformis*. *Journal of Nematology*, v.20, n.3, p.356, 1988.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo agropecuário 2006. Disponível em: <<https://WWW.ibge.gov.br/busca.html?searchword=censo20agropecu%20C3%Alrio202016&searchphrase=all>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

Jenkins, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter*, v.48, n.9, p.692, 1964.

Jovino, R. S. Desenvolvimento de *Coriandrum sativum* cv. Verdão sob diferentes níveis de infestação de *Rotylechulus* sp. – Areia: UFPB/CCA 2018. 32f.

Machado, V.; Berlitz, D.L.; Matsumura, A.T.S.; Santin, R.D.C.M.; Guimarães, A.; Silva, M.E.da; Fiuza, L. M. Bactérias como agentes de controle biológico de fitonematoides. *Oecologia Australis*, v.16, n.2, p.165-182, 2017.

Mai, W.F.; Mullin, P.G. Pictorial key to general of Plant Parasitic Nematodes. Ithaca. NY: Cornell University Press. 277p. 1996.

Moreira, F.J.C.; Ferreira, A.C.S.: Controle alternativo de nematoide das galhas (*Meloidogyne enterolobii*) com cravo de defunto (*Tagetes patula* L.), incorporado ao solo. *Holos*, v.1, p.99-110, 2015.

Nazareno, G.G.; Junqueira, A.M.R.; Peixoto, J.R. Utilização de matéria orgânica para o controle de nematoides das galhas em alface sob cultivo protegido. *Bioscience Journal*, v.26, n.1, p.579-590, 2010.

Neves, D.L.D.; Ribeiro, L.M.; Dias-Arieira, C.R.; Campos, H.D.; Ribeiro, G.C. Sobrevivência de *Pratylenchus brachyurus* em diferentes substratos, com baixo teor de

umidade [Survival of *Pratylenchus brachyurus* in Different substrates with low moisture content]. *Nematropica*, v.42, n.2, p.211-217, 2012.

Oliveira, R.D.L.; Silva, M.B.; Aguiar, N.D.C.; Bérghamo, F.L.K.; Costa, A.S.V.; Prezotti, L. Nematofauna associada à cultura do quiabo na região leste de Minas Gerais. *Horticultura Brasileira*, v.25, n.1, p.88-93, 2007.

Oliveira, J.O. Levantamento de fitonematoides e caracterização bioquímica de populações de *Meloidogine* spp. em áreas cultivadas com hortaliças na região sul do estado de Goiás. *Morrinhos*, GO: IF Goiano, 2016.

Pimenta, C.A.M.; Carneiro, R.M.D.G. 2005. Utilização de *Pasteuria penetrans* em controle biológico de *Meloidogyne javanica* em duas culturas sucessivas de alface e tomate. *Boletim de pesquisa e desenvolvimento*, 116. Brasília, DF, 36p.

Pinheiro, J.B.; Amaro, G.B.; Pereira, R.B. Ocorrência e controle de nematoites em hortaliças folhosas. Brasília, DF: Embrapa, 2010.

Pinheiro, J.B.; Pereira, R.B.; Carvalho, D.F.; Rodrigues, C.S. 2013. Manejo de 496 nematoides na cultura do quiabeiro. Circular Técnica 127, EMBRAPA. Brasília, 497 DF. 7p., 2013.

Pinheiro, J.B. Nematoides em hortaliças. Brasília – DF: Embrapa, 194p. 2017.

Rebois, R.V. Effect of soil water on infectivity and development of *Rotylenchus reniformis* on soybean, *Glycine max*. *Journal of Nematology*, 1973.

Ritzinger, C.H.S.P.; Fancelli, M.; Ritzinger, R. Nematoides: bioindicadores de sustentabilidade e mudanças edafoclimáticas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.32, n.4, p.1289-1296, 2010.

Rosa, J.M.O.; Westerich, J.N.; Wilcken, S.R. S. Reprodução de *Meloidogyne javanica* em olerícolas e em plantas utilizadas na adubação verde. *Tropical Plant Pathology*, p.133-141. 2013.

Rosa, J.M.O.; Westerich, J.N.; Wilcken, S.R. Nematoides das galhas em áreas de cultivo de olerícolas no estado de São Paulo. *Nematologia Brasileira*, v.37, n.1/2, p.15-19. 2013.

Schenkel, C.A.; Carneiro, M.J. Estudo de um processo cultural na relação entre os 'colonos' e a Sadia: o caso da microrregião do Alto Uruguai Catarinense. Itaguaí, RJ: 1997. 219 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura, Desenvolvimento e Sociedade) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí, 1997.

Sharma, I.P.; Sharma, A.K. Symbiosis (2018). Disponível em: <<https://doi-org.ez317.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s13199-018-0576-x>>. Acesso em: 28 set 2018.

Silva, M.C.L; Gonzaga, C.D.; Santos, C.D.G.; Silva, G.S. Espécies de *Meloidogyne* associadas a vegetais em microrregiões do estado do Ceará. Revista Ciência Agronômica, v.47, n.4, p.710-719, 2016.

## APÊNDICE

### INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO - CAMPUS MORRINHOS

#### FICHA DE INFORMAÇÕES PARA AUXÍLIO NA IDENTIFICAÇÃO DE NEMATOIDES PARASITAS DE PLANTAS

Amostra nº \_\_\_\_\_

Material coletado: ( ) solo ( ) raízes ( ) folhas ( ) sementes.

Técnico responsável: \_\_\_\_\_

Contato: Fone: (\_\_\_\_); e-mail: \_\_\_\_\_

Local de coleta: \_\_\_\_\_ Propriedade: \_\_\_\_\_

Município: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_

Coordenadas geográficas: \_\_\_\_\_

Nome do Produtor: \_\_\_\_\_

Data da coleta: \_\_/\_\_/\_\_ Data de chegada: \_\_/\_\_/\_\_ Data do resultado: \_\_/\_\_/\_\_

Espécie cultivada: \_\_\_\_\_ Variedade ou Cultivar: \_\_\_\_\_

Idade da planta: \_\_\_\_\_ Área de plantio (ha): \_\_\_\_\_ Área com problema (ha): \_\_\_\_\_

Estimativa de perdas devidas aos nematoides (%): \_\_\_\_\_

Culturas anteriores (Últimos dois Anos): \_\_\_\_\_

Adubação química: ( ) Sim ( ) Não ( ) Qual? \_\_\_\_\_

quando: \_\_\_\_\_

Produtos químicos utilizados: ( ) Fungicida ( ) Inseticida ( ) Herbicida

Quais? \_\_\_\_\_

Adubação orgânica: ( ) Sim ( ) Não Qual? \_\_\_\_\_

Quantidade adicionada: \_\_\_\_\_ Sintomas nas raízes: Galhas: ( ) Sim ( ) Não

Outros sintomas: \_\_\_\_\_

Sintomas na parte aérea: \_\_\_\_\_

Outras doenças infectando a cultura: \_\_\_\_\_

Ocorrência de plantas daninha: Quais? \_\_\_\_\_

Rotação ou sucessão de culturas: ( ) Sim ( ) Não

Quais? \_\_\_\_\_

Costuma deixar a área sem cultivo no período da entressafra: ( ) Sim ( ) Não

Textura do solo: ( ) Arenoso ( ) Areno-argiloso ( ) Argiloso

Temperatura média anual (°C): \_\_\_\_\_ Ocorrência de chuvas nos últimos 30 dias:

( ) Sim ( ) Não

Área com sistema de irrigação: ( ) Sim ( ) Não

Observações: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_