

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ANA PAULA CARDOSO ALVES

**MANEJO INTEGRADO DO NEMATOIDE-DAS-GALHAS NA CULTURA
DA ALFACE**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO
2020

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

ANA PAULA CARDOSO ALVES

**MANEJO INTEGRADO DO NEMATOIDE-DAS-GALHAS NA CULTURA
DA ALFACE**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2020

ANA PAULA CARDOSO ALVES

**MANEJO INTEGRADO DO NEMATOIDE-DAS-GALHAS NA CULTURA
DA ALFACE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientadora: Prof. Dr^a. Rosangela Dallemole
Giaretta

Coorientadora: Prof. Dr^a. Betania Brum de
Bortolli

PATO BRANCO

2020

A474m Alves, Ana Paula Cardoso.
Manejo integrado do Nematóide-das-galhas na cultura da alface / Ana Paula Cardoso Alves. -- 2020.
48 f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Rosângela Dallemole Giaretta
Coorientadora: Profa. Dra. Betânia Brum de Bortolli
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco, PR, 2020.
Inclui bibliografia.

1. Fitopatologia. 2. Meloidogyne incognita. 3. Irrigação. I. Giaretta, Rosângela Dallemole, orient. II. Bortolli, Betânia Brum de, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDD (22. ed.) 630

Ficha Catalográfica elaborada por
Suélem Belmudes Cardoso CRB9/1630
Biblioteca da UTFPR Campus Pato Branco



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação n.º 198

MANEJO INTEGRADO DO NEMATOIDE-DAS-GALHAS NA CULTURA DA ALFACE

Por

ANA PAULA CARDOSO ALVES

Dissertação apresentada às oito horas e trinta minutos do dia dezoito de fevereiro de dois mil e vinte, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRA EM AGRONOMIA, Linha de Pesquisa – Proteção de Plantas, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção Vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos membros abaixo designados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

Dra. Vivian Carré Missio
UFPR/Palotina
(à distância, por videoconferência)

Dr. Idalmir dos Santos
UTFPR/Pato Branco

Dra. Rosangela Dallemole Giaretta
UTFPR/Pato Branco
Orientadora

Dr. Alcir José Modolo
Coordenador do PPGAG

Dedico à minha família, principalmente ao meu companheiro Evandro que sempre me apoiou durante essa jornada que é a Pós-Graduação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me proporcionar saúde e força para que eu conseguisse concluir o curso de Mestrado em Agronomia.

À minha família, principalmente ao meu companheiro de vida, Evandro, que sempre esteve ao meu lado me apoiando e me dando forças para continuar nesta caminhada. E aos meus sogros, Ivete e Antonio, que colaboraram na implantação do ensaio de campo.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, juntamente o corpo docente do Programa de Pós-graduação em Agronomia.

À Fundação Araucária e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao laboratório de Nematologia do Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) pelo apoio na identificação do nematoide-das-galhas.

Às professoras Rosângela e Betânia, que me acolheram como sua orientada na condução deste trabalho, dando conselhos e sanando dúvidas.

À dona Neiva e seu Almir, que cederam o espaço para implantação do ensaio e deram todo o apoio necessário antes, durante e após a condução do ensaio.

À Edinéia, minha “irmãzinha científica”. Agradeço também meus colegas de laboratório Leidiane Maria, Bárbara e Guilherme pelo apoio.

Ao professor Idalmir, que com suas palavras de alento sempre me motivou a seguir em frente.

E por fim, agradeço aos meus professores de graduação Frank, Natasha, Adriana e Carolina, os quais sempre me incentivaram na pesquisa científica.

"Lutar pela terra, lutar pelas plantas, lutar pela agricultura, porque se não vivermos dentro da agricultura, vamos acabar. Não tem vida que continue sem terra, sem agricultura"

Ana Maria Primavesi

RESUMO

ALVES, Ana Paula Cardoso. Manejo integrado do nematoide-das-galhas na cultura da alface. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2020.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do revolvimento do solo aliado à irrigação, associado ou não, à adição de esterco bovino e à solarização do solo no manejo do nematoide-das-galhas, na cultura da alface, em casa de vegetação e em campo. Primeiramente foi realizado um ensaio em campo, em uma área naturalmente infestada por *Meloidogyne incognita*, com os seguintes tratamentos: solo revolvido e irrigado; solo revolvido e irrigado + esterco bovino; solo revolvido e irrigado + solarização; e testemunha (solo em pousio). Todos os tratamentos foram implantados 14 dias antes do transplântio de mudas de alface. Também determinou-se a população inicial e a população final do nematoide. Cinquenta e um dias após o transplântio das mudas de alface foram coletadas duas plantas de cada unidade experimental para as avaliações de diâmetro de cabeça, massa fresca de parte aérea, massa fresca de raiz, número de galhas e de ovos do nematoide por sistema radicular de plantas de alface. Dois outros ensaios foram montados em casa de vegetação. Os tratamentos testados foram os mesmos do ensaio de campo, acrescido de um segundo tratamento testemunha. Cada unidade experimental foi composta por um vaso, contendo solo naturalmente infestado por *M. incognita*, retirado do mesmo local onde foi implantado o ensaio de campo. Porém, no segundo tratamento testemunha, o solo utilizado nos vasos foi coletado no mesmo dia do transplântio das mudas de alface. As avaliações foram as mesmas do ensaio em campo, exceto na determinação da população final do nematoide, as quais foram realizadas quarenta e sete dias e sessenta e seis dias após o transplântio da alface, nos ensaios 1 e 2, respectivamente. No ensaio de campo, observou-se uma redução de 89,1% da população final de J₂ de *M. incognita* no solo, em relação à população inicial, no tratamento solo revolvido e irrigado + esterco bovino. Já, no tratamento solo revolvido e irrigado + solarização, a redução da população foi de 43,4%. Em casa de vegetação, em ambos ensaios, os tratamentos solo revolvido e irrigado, solo revolvido e irrigado + solarização e testemunha (solo em repouso) reduziram em mais de 80% o número de galhas e ovos por sistema radicular de plantas de alface quando comparado a testemunha (solo coletado no dia do transplântio das mudas). O manejo integrado é eficiente no controle do nematoide-das-galhas.

Palavras-chave: Fitopatologia. *Meloidogyne incognita*. Irrigação.

ABSTRACT

ALVES, Ana Paula Cardoso. Integrated management of root knot nematode in lettuce. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2020.

The objective of this study was to evaluate the effect of revolving soil combined with irrigation, associated or not, with the addition of cattle manure or soil solarisation on the management of the root knot nematode in lettuce, in a greenhouse and in the field. Firstly, a field trial was conducted in an area naturally infested by *Meloidogyne incognita*, with the following treatments: revolved and irrigated soil; revolved and irrigated soil + cattle manure; revolved and irrigated soil + solarisation; and a control (fallow soil). All the treatments were setup 14 days before transplanting the lettuce seedlings. The initial and final nematode populations were also determined. Fifty-one days after transplanting the lettuce seedlings, two plants were collected from each experimental unit to evaluate head diameter, fresh shoot weight, fresh root weight, number of galls and of nematode eggs per lettuce plant root system. In the revolved and irrigated soil + solarisation treatment, the population reduction was 43.4%. Two other trials were conducted in a greenhouse. The treatments tested were the same as in the field trial, plus a second control treatment. Each experimental unit consisted of a pot, containing soil naturally infested by *M. incognita*, taken from the same location the field trial was setup. However, in the second control treatment, the soil used in the pots was collected on the same day as the lettuce seedlings were transplanted. The evaluations were the same as in the field trial, except when determining the final nematode population, which was performed forty-seven days and sixty-six days after the lettuce was transplanted, in trials 1 and 2, respectively. In the field trial, an 89.1% reduction in the final population of J_2 *M. incognita* was observed in the soil, in relation to the initial population, for the revolved and irrigated + cattle manure treatment. In the greenhouse, in both trials, the treatments revolved and irrigated soil, revolved and irrigated soil + solarisation and the control (fallow soil) reduced the number of galls and eggs per lettuce plant root system by more than 80%, when compared with the control (soil collected on the day the seedlings were transplanted). Integrated management is efficient at controlling the root knot nematode.

Keywords: Phytopathology. *Meloidogyne incognita*. Irrigation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – População de juvenis do segundo estágio (J_2) de *Meloidogyne incognita* por 100 cm³ de solo coletado em campo conduzido sob diferentes tratamentos e coletado aos zero (população inicial) e 51 dias após (população final) a instalação do ensaio. Ensaio em campo. Palmas – PR, 2019..... 33

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Graus de liberdade (GL) e quadrados médios da análise de covariância para as variáveis diâmetro de cabeça (DCAB), massa fresca de parte aérea (MPA), massa fresca de raiz (MR), número de galhas (NG) e número de ovos (NO) por sistema radicular de plantas alface, quando cultivadas em solo infestado pelo nematoide *Meloidogyne incognita* sobre os tratamentos solo revolvido e irrigado, solo revolvido e irrigado + esterco bovino, solo revolvido e irrigado + solarização e testemunha. Ensaio de campo. Palmas – PR, 2019.30
- Tabela 2 – Efeito dos tratamentos solo revolvido e irrigado, solo revolvido e irrigado + esterco bovino, solo revolvido e irrigado + solarização e testemunha sobre o número de galhas (NG) e número de ovos (NO) por sistema radicular de plantas de alface, quando cultivadas em solo infestado pelo nematoide *Meloidogyne incognita*. Ensaio de Campo. Palmas – PR, 2019..... 31
- Tabela 3 – Efeito dos tratamentos solo revolvido e irrigado, solo revolvido e irrigado + esterco bovino, solo revolvido e irrigado + solarização e testemunha sobre o diâmetro de cabeça (DCAB), massa fresca de parte aérea (MPA) e massa fresca de raiz (MR) de plantas de alface, quando cultivadas em solo infestado pelo nematoide *Meloidogyne incognita*. Ensaio de Campo. Palmas – PR, 2019.....32
- Tabela 4 – Graus de liberdade (GL) e quadrados médios da análise de variância para as variáveis diâmetro de cabeça (DCAB), massa fresca de parte aérea (MPA), massa fresca de raiz (MR), número de galhas (NG) e número de ovos (NO) por sistema radicular de plantas de alfaces quando cultivadas em solo infestado pelo nematoide *Meloidogyne incognita* sobre os tratamentos solo revolvido e irrigado, solo revolvido e irrigado + esterco bovino, solo revolvido e irrigado + solarização, testemunha (solo em repouso) e testemunha (solo coletado em campo no dia de transplântio das mudas). Ensaios 1 e 2 em casa de vegetação. UTFPR, Pato Branco – PR, 2019.....34
- Tabela 5 – Efeito dos tratamentos solo revolvido e irrigado, solo revolvido e irrigado + esterco bovino, solo revolvido e irrigado + solarização sobre o número de galhas (NG) e número de ovos (NO) por sistema radicular de plantas de alface, quando cultivadas em solo infestado pelo nematoide *Meloidogyne incognita*. Ensaios 1 e 2 em casa de vegetação. UTFPR, Pato Branco – PR, 2019..... 35
- Tabela 6 – Efeito dos tratamentos solo revolvido e irrigado, solo revolvido e irrigado + esterco bovino, solo revolvido e irrigado + solarização sobre o diâmetro de cabeça (DCAB), massa fresca de parte aérea (MPA), massa fresca de raiz (MR) de plantas de alface, quando cultivadas em solo infestado pelo nematoide *Meloidogyne incognita*. Ensaios 1 e 2 em casa de vegetação. UTFPR, Pato Branco – PR, 2019.....36

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

IAPAR
UTFPR

Instituto Agronômico do Paraná
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LISTA DE ABREVIATURAS

cm	Centímetro
cm ³	Centímetro cúbico
E	Leste, coordenada geográfica
g	Grama
g kg ⁻¹	Grama por quilograma
g por vaso	Gramas por vaso
J ₂	Juvenis de segundo estágio
kg	Quilograma
kg m ⁻²	Quilograma por metro quadrado
L ha ⁻¹	Litro por hectare
m	Metro
N	Norte, coordenada geográfica
°C	Graus Celsius
S	Sul, coordenada geográfica
t ha ⁻¹	Tonelada por hectare
W	Oeste, coordenada geográfica

LISTA DE SÍMBOLOS

$\%$	Porcentagem
\pm	Mais ou menos
$>$	Maior
\leq	Menor ou igual
p	Probabilidade de significância
α	Alfa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 O GÊNERO <i>Meloidogyne</i> : IMPORTÂNCIA, CICLO DE VIDA E CONTROLE.....	17
2.2 MÉTODOS CULTURAIS E FÍSICO DE CONTROLE DE FITONEMATOIDES....	18
2.2.1 Revolvimento Do Solo e Controle da Irrigação.....	19
2.2.2 Matéria Orgânica.....	20
2.2.3 Solarização.....	22
2.3 ASSOCIAÇÃO DE TÁTICAS DE CONTROLE.....	23
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1 ENSAIO EM CAMPO.....	26
3.2 ENSAIOS EM CASA DE VEGETAÇÃO.....	27
3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	28
4 RESULTADOS.....	30
4.1 ENSAIO EM CAMPO.....	30
4.2 ENSAIOS EM CASA DE VEGETAÇÃO.....	33
5 DISCUSSÃO.....	37
6 CONCLUSÕES.....	41
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Meloidogyne* Goeldi, 1887 é um dos fitonematoides de maior importância econômica por causarem danos em diversas culturas de interesse econômico (SANTANA; MOURA; PEDROSA, 2003; MICHEREFF et al., 2005; CARNEIRO et al., 2006; PEREIRA et al., 2008; BITENCOURT; SILVA, 2010).

Várias são as táticas culturais que podem ser utilizadas no manejo do nematoide-das-galhas (SILVA, 2011; LOMBARDO et al., 2012; ABOLUSORO et al., 2015; AL-HAZMI et al., 2017; HAJJI-HEDFI et al., 2018), dentre essas táticas estão o revolvimento do solo, o manejo da irrigação e a associação deles (DUTRA et al., 2006). O revolvimento do solo seguido de irrigação, 14 dias antes do plantio, no manejo de *Meloidogyne javanica* Chitwood 1949 e *Meloidogyne incognita* Chitwood 1949, reduz a população de juvenis de segundo estágio (J_2) no solo em até 83% (DUTRA; CAMPOS; TOYOTA, 2003; DUTRA; CAMPOS, 2003; DUTRA et al., 2006). O mecanismo de ação do revolvimento do solo é devido a exposição dos ovos e dos J_2 à dessecação, pois, quando há o revolvimento do solo, há por consequência a exposição dos J_2 e ovos do nematoide à dessecação por conta do calor. Quando esta tática é associada ao manejo da irrigação, há a indução de eclosão dos J_2 do nematoide, que sem o hospedeiro presente, acabam perdendo a efetividade, potencializando o controle (DUTRA; CAMPOS, 2003; CAMPOS et al., 2005; SILVA, 2011).

A adição de matéria orgânica ao solo é outra tática cultural que pode ser empregada no manejo do nematoide-das-galhas. O esterco bovino, na dose 25 g kg^{-1} incorporado ao solo reduz em até 75% o número de galhas e em até 89% o número de ovos de *M. javanica* por sistema radicular de tomate em casa de vegetação (MACHADO et al., 2013). Também o esterco de aves, quando incorporado ao solo na dose de 5 t ha^{-1} , reduz em até 64% a população de *M. incognita*, em casa de vegetação, na cultura do jiló (ABOLUSORO et al., 2015). Este controle deve-se ao fato de que alguns resíduos orgânicos, quando incorporadas ao solo, liberaram compostos tóxicos aos nematoides durante a decomposição, proporcionam maior nutrição às plantas e também podem aumentar a população de antagonistas no solo (FERRAZ et al., 2010).

Dentre os métodos físicos de controle de doenças de plantas, a solarização do solo é uma das técnicas mais recomendadas. A solarização do solo por um período de 6 semanas, reduz em até 46% o número de galhas de *M. javanica* por sistema radicular de tomateiros, em casa de vegetação (HAJJI-HEDFI et al., 2018). AL-HAZMI et al. (2017) também relataram que a solarização do solo, por um período de 8 semanas, reduziu em 99% e 83%, respectivamente, em casa de vegetação o número de galhas e ovos de *M. incognita* por sistema radicular de feijão. Em outro estudo, quando um solo infestado com o nematoide *Meloidogyne* spp., foi submetido a solarização, por um período de 50 dias antes do cultivo de tomate, os autores observaram uma redução do índice de galhas em 80% deste fitoparasita (LOMBARDO et al., 2012). O controle do nematoide ocorreu devido ao aumento de temperatura no perfil do solo, em uma profundidade de até 20 centímetros, a qual pode chegar a 60 °C e, temperaturas acima de 35 °C já são suficientes para causar danos no desenvolvimento dos nematoides (FERRAZ et al., 2010; SILVA, 2011).

Na produção de hortaliças, o revolvimento do solo já é uma tática comum na rotina das propriedades seja na implantação de cultivos ou na incorporação de insumos (LIZ, 2006). Esse manejo do solo, seguido de pousio, também é considerado como método de controle de doenças de plantas (ZAMBOLIM et al., 1999). Com isso, o produtor poderia se beneficiar de um manejo, que a princípio teria outra finalidade, para auxiliá-lo no manejo do nematoide-das-galhas, trazendo praticidade para seu dia-a-dia.

Considerando o efeito positivo dessas táticas no manejo do nematoide-das-galhas, espera-se que a associação do revolvimento do solo aliado à irrigação e a adição de matéria orgânica ao solo ou a solarização potencialize o controle deste fitoparasita. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do revolvimento do solo aliado à irrigação, associado ou não, à adição de esterco bovino e à solarização do solo no manejo do nematoide-das-galhas, em casa de vegetação e em campo, na cultura da alface.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O GÊNERO *Meloidogyne*: IMPORTÂNCIA, CICLO DE VIDA E CONTROLE.

O gênero *Meloidogyne* foi descrito inicialmente por Goeldi em 1887. A primeira espécie descrita por Goeldi foi o nematoide *Meloidogyne exigua* Goeldi, que na época causou diversos danos na cultura do café no Rio de Janeiro (MOURA, 1996; FERRAZ; BROWN, 2016).

Nematoides do gênero *Meloidogyne* são considerados os mais importantes devido a ampla distribuição geográfica. Além disso, possuem uma ampla gama de hospedeiros e provocam enormes danos às plantas. Atualmente são descritas quase 100 espécies de nematoides do gênero (FERRAZ; BROWN, 2016). Em 1949, Chitwood classificou quatro espécies principais do gênero *Meloidogyne* Goeldi: *Meloidogyne incognita* Chitwood, *Meloidogyne javanica* Chitwood, *Meloidogyne arenaria* Chitwood e *Meloidogyne hapla* Chitwood (FREITAS; LIMA; FERRAZ, 2001; FERRAZ; BROWN, 2016).

Os sintomas causados por este fitoparasita podem ser diretos ou indiretos. Os sintomas diretos se manifestam nas raízes por meio da formação de galhas, redução no volume e tamanho das raízes, deslocamento cortical, raízes digitadas e rachaduras. Os sintomas indiretos são caracterizados por tamanho desigual das plantas no campo, deficiência nutricional por falta de absorção, murchas, desfolhas, mudanças fenológicas e redução de produção (FERRAZ; MONTEIRO, 1995; FERRAZ; BROWN, 2016).

Quanto ao parasitismo, este gênero é classificado como endoparasita sedentário. O ciclo de vida do nematoide-das-galhas inicia-se na fase de ovo. Dentro do ovo, o juvenil de primeiro estágio (J_1) sofre ecdise, passando para a fase de juvenil de segundo estágio (J_2), que eclode e infecta as raízes. O J_2 é a única fase móvel do nematoide e ele é atraído pelas raízes através da liberação de exsudatos, que após a infecção, estabelece sítios especializados de alimentação. Esses sítios são caracterizados pela formação de células multinucleadas denominadas de “células gigantes”. Estas células são estimuladas pelo J_2 através da penetração de seu estilete

e da liberação de secreções proteicas, que estimulam a divisão do núcleo celular (FERRAZ; MONTEIRO, 1995; MOURA, 1996; LOPES; FERRAZ, 2016; FERRAZ; BROWN, 2016).

As células gigantes servem de alimento para o J₂ pós-infecção, os quais crescem rapidamente e se tornam sedentários com o passar do tempo. Após atingirem o máximo de tamanho, os J₂ passam por mais 2 ecdises até a fase adulta, denominadas juvenis de terceiro (J₃) e quarto estágio (J₄) (FERRAZ; MONTEIRO, 1995; MOURA 1996; FERRAZ; BROWN, 2016). Quando adultos, os machos abandonam as raízes não sendo considerados fitoparasitas. Já, as fêmeas, reiniciam o ciclo de dentro das raízes, depositando seus ovos em um único local da raiz. Os ovos ficam fixos em uma massa gelatinosa, que a fêmea produz durante a oviposição. O ciclo de vida do nematoide tem duração média de 3 a 4 semanas e a faixa de temperatura ótima para o desenvolvimento varia de 25 a 30 °C, dependendo da espécie deste fitoparasita (FERRAZ; MONTEIRO, 1995; FERRAZ; BROWN, 2016).

Quando uma área está infestada por nematoide, o controle é praticamente impossível. Diante disso, a primeira tática de controle é a exclusão, que consiste em evitar a contaminação da área utilizando equipamentos desinfestados, materiais de propagação livres de nematoides, uso de água para irrigação limpa, entre outros cuidados que devem ser tomados (SILVA, 2011). A exclusão é a medida mais eficiente no manejo de fitonematoides, além de ter o melhor custo benefício e favorecimento da conservação ambiental (FERRAZ et al, 2010).

Porém, nem sempre é possível a produção em área livre de nematoides e outras táticas de controle devem ser empregadas. Dentre estas táticas pode-se citar a solarização, a biofumigação, o pousio, o alqueive, o controle biológico, o uso de extratos vegetais e óleos essenciais (SILVA, 2011), a destruição de restos culturais, o revolvimento do solo, a nutrição mineral, a incorporação de matéria orgânica, a rotação de culturas, uso de plantas antagonistas e a irrigação (REIS; CASA; HOFFMANN, 2005; SILVA, 2011), entre outros.

2.2 MÉTODOS CULTURAIS E FÍSICO DE CONTROLE DE FITONEMATOIDES

2.2.1 Revolvimento Do Solo e Controle da Irrigação

Na agricultura, o revolvimento do solo já é uma tática cultural que os agricultores usualmente praticam na implantação de cultivos hortícolas ou incorporação de palhada e insumos (LIZ, 2006). Esta prática de preparo do solo, quando seguida de pousio, também pode ser utilizada para redução de inóculo inicial de patógenos de plantas (ZAMBOLIM et al., 1999).

No controle de nematoides, em especial do gênero *Meloidogyne*, o revolvimento do solo em épocas quentes e secas do ano expõe os J₂ e os ovos do nematoide à dessecação, os quais ficam expostos a temperaturas mais elevadas pós-revolvimento. Associado a isso, com o aumento da umidade do solo por meio da irrigação, há a indução de eclosão dos J₂, os quais perdem efetividade por não terem o hospedeiro presente, potencializando o controle deste patógeno (DUTRA; CAMPOS, 2003; SILVA, 2011).

Nesse sentido, Dutra e Campos (2003) testaram o efeito do revolvimento do solo, o manejo da irrigação e a associação deles no manejo de *M. incognita*, na cultura do feijão em campo. Os tratamentos foram realizados 14 dias antes da semeadura e, nesse período, o solo se manteve em pousio. Ao final do ensaio, após a colheita do feijão, os autores observaram que houve uma redução de 83% na população final do nematoide no tratamento associado (revolvimento do solo + manejo da irrigação), quando comparado ao tratamento testemunha.

Quando esta tática de manejo foi testada em uma área naturalmente infestada com *M. javanica*, visando o cultivo da alface em campo, o revolvimento do solo associado à irrigação promoveu uma redução de 90% na massa de ovos por sistema radicular e 75% da população final de J₂ no solo em relação ao tratamento testemunha (DUTRA; CAMPOS; TOYOTA, 2003). O revolvimento do solo associado à irrigação no manejo de *M. incognita* em cultivo protegido também reduziu a população do nematoide em 45% e massa de ovos em 90% deste fitoparasita (DUTRA et al., 2006).

A principal vantagem desta tática de controle está relacionada ao custo financeiro do produtor. Além disso, com o uso de nematicida químico é possível ob-

servar redução da população por um espaço de tempo relativamente curto (aproximadamente 80 dias) quando comparado à redução de população promovida pelo revolvimento do solo, que pode ser observada por até três anos (CAMPOS et al., 2005).

2.2.2 Matéria Orgânica

O uso de matéria orgânica é uma prática comum utilizada pelos agricultores para melhorar a fertilidade e estrutura do solo. Além disso, a matéria orgânica pode ser utilizada como método de controle de doenças causadas por patógenos habitantes de solo, inclusive nematoides (OKA, 2010). Dentre as fontes de matéria orgânicas que podem ser utilizadas estão restos culturais, esterco animal, adubos orgânicos, tortas de prensagem de óleo, resíduos quitinosos, entre outros materiais orgânicos que possam liberar substâncias tóxicas (LOPES et al., 2019).

O principal mecanismo de ação da matéria orgânica está vinculado às mudanças químicas, físicas ou biológicas do solo. Diversos resíduos quando incorporados ao solo são capazes de liberar metabólitos tóxicos, os quais podem possuir efeito nematicida (OKA, 2010). A coumestranina, a rotenona e a gliceolina são exemplos de substâncias nematostáticas não-humificadas liberadas através da degradação de materiais orgânicos (MOREIRA, 2006). A incorporação de matéria orgânica ao solo também proporciona maior nutrição às plantas, tornando-as mais tolerantes ao ataque dos nematoides. Além disso, algumas fontes de matéria orgânica promovem o desenvolvimento de organismos antagônicos aos fitonematoides (REIS; CASA; HOFFMANN, 2005; RITZINGER; FANCELLI, 2006; OKA, 2010; MCSORLEY, 2011; TIMPER, 2014).

O esterco de curral quando incorporado ao substrato, na proporção 1:1 (esterco:solo), em um solo infestado com população mista de *M. incognita* (60%) e *M. javanica* (40%), reduz em mais de 50%, o número de galhas por sistema radicular na cultura do tomate (ALVES et al., 2007). Para a cultura da alface, a dose de ester-

co bovino indicada é de 4,5 kg m⁻² para controle de *M. javanica* e, 3,0 kg m⁻² para controle de *M. incognita* (NAZARENO; JUNQUEIRA; PEIXOTO, 2010).

Em outro estudo realizado em casa de vegetação, em cultivo de tomates em vasos, a dose de esterco bovino de 25 g kg⁻¹ de solo também reduziu em 75% o número de galhas por sistema radicular e em 89% o número de massa de ovos por sistema radicular, no manejo de *M. javanica* (MACHADO et al., 2013). Os estercos de aves e bovino, na dose de 5 t ha⁻¹, também reduziu a população de *M. incognita* em até 64%, na cultura do jiló, quando cultivado em vaso sob telado (ABO-LUSORO et al., 2015).

Outros resíduos orgânicos, a exemplo de biofertilizante e palha de café também podem ser utilizadas no manejo do nematoide-das-galhas. Em casa de vegetação, o emprego de biofertilizante, na dose de 40 L ha⁻¹ e a palha de café na dose de 32 t ha⁻¹ reduzem o número de galhas por sistema radicular em 60% e 68%, respectivamente, no manejo de *M. javanica* (BERNARDO et al., 2011).

A torta de mamona e bokashi (composto orgânico enriquecido com microrganismos) quando incorporadas ao solo, no manejo de *M. incognita*, reduzem o número de galhas por sistema radicular em até 93% na cultura do tomateiro (ROLDI et al., 2013). Folhas de crotalária incorporadas ao solo em pré-plantio no manejo de *M. incognita*, na dose de 6,25 g kg⁻¹ de solo, também reduz o número de galhas, na cultura do feijão, em 76% (BORGES et al., 2013).

A torta de mamona na dose de 30 g por vaso, quando incorporada ao solo, visando o manejo de *M. javanica*, reduz o número de galhas por sistema radicular em 99%, em mudas de bananeira prata-anã (SANTOS et al., 2013). O bagaço de azeitona na dose de 22 t ha⁻¹ e esterco de ave na dose 3 t ha⁻¹, no manejo de *M. incognita*, também reduz a infectividade deste parasita em mais de 70% em melão (ABDELDAYM et al., 2014). A incorporação de cravo de defunto, com idade de 30 dias, ao solo antes do plantio de tomate, no manejo de *Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback, 1983 reduz em até 99% a incidência de galhas por sistema radicular desta cultura (MOREIRA; FERREIRA, 2015).

2.2.3 Solarização

A solarização do solo foi desenvolvida em Israel por Katan et al. (1976) e tem como objetivo a desinfestação do solo para controle de patógenos habitantes de solo, dentre eles nematoides, pragas e plantas daninhas (GHINI; BETTIOL, 1995). Sob cobertura plástica há o aquecimento das camadas superficiais do solo, promovendo o controle do nematoide. Isso ocorre pois, na solarização, a temperatura do solo pode chegar a 60 °C e, temperaturas acima de 35 °C já são suficientes para causar danos no desenvolvimento dos nematoides (SILVA, 2011).

Devido a isso, muitos trabalhos foram desenvolvidos visando o controle do nematoide-das-galhas (SILVA et al., 2006; BAPTISTA et al., 2006; KAFIKAVALCI, 2007; SCOPA et al., 2009; LOMBARDO et al., 2012; AL-HAZMI et al., 2017; HAJJI-HEDFI et al., 2018). Por exemplo, a solarização do solo por um período de 7 semanas reduz em até 98% o número de galhas por sistema radicular, no manejo de *M. incognita*, na cultura do tomate, em casa de vegetação (KAFIKAVALCI, 2007). A solarização do solo por um período de 8 semanas, reduz o número de galhas em 99% e número de ovos de *M. incognita* por sistema radicular em 83%, na cultura do feijão (AL-HAZMI et al., 2017).

A solarização do solo por um período de 37 dias, durante três anos consecutivos, visando o manejo de *M. javanica*, também reduziu o número de galhas em 100% para a cultura do tomate e em 86% para a cultura do melão, em casa de vegetação (SCOPA et al., 2009). Em outro estudo também foi observado que a solarização do solo por um período de 6 semanas, reduz em 46% o número de galhas de *M. javanica* por sistema radicular, na cultura do tomate, em casa de vegetação (HAJJI-HEDFI et al., 2018).

A solarização do solo por um período de 132 dias reduz a população de *Meloidogyne* spp. em até 95%, quando comparado a um solo não solarizado, para a cultura da alface, em casa de vegetação (SILVA et al., 2006). Já, a solarização do solo por um período de dois meses antes do plantio, em casa de vegetação, reduz a população de *Meloidogyne* sp. em até 53% na profundidade do solo de 0-10 cm e, 57% na profundidade do solo de 20-40 cm (BAPTISTA et al., 2006). E, a solarização

do solo por um período de 50 dias antes do cultivo de tomate, reduz a incidência de galhas em 80%, no manejo de *Meloidogyne* spp., em casa de vegetação (LOMBARDO et al., 2012).

Além do efeito térmico, outro mecanismo de ação da solarização está relacionado a não eliminação total dos microrganismos existentes no solo e, em resposta ao efeito térmico, há o desenvolvimento de alguns microrganismos antagonistas, promovendo a supressividade do solo (GHINI; BETTIOL, 1995).

2.3 ASSOCIAÇÃO DE TÁTICAS DE CONTROLE

O agroecossistema é complexo e exige um olhar mais amplo para os problemas que devem ser solucionados. Por isso, as possibilidades de êxito no controle de doenças de plantas são maiores quando há integração de diferentes métodos de controle, quando comparado a utilização de apenas um método de controle exclusivamente (GHINI, 1991).

Vários são os estudos realizados sobre a associação de métodos de controle de doenças. A associação de cama de aves e solarização, no manejo de *M. incognita*, reduz em até 88% a população do solo em campo, na cultura do cravo. (MELERO-VARA et al., 2012).

A associação entre vinhaça (subproduto da fabricação do álcool) de beterraba sacarina, seguida de incorporação de esterco fresco de ovelha e solarização, em solo naturalmente infestado por *M. incognita*, reduz o índice de galhas em 100%, quando aplicado no verão e, em 27%, quando aplicado no inverno, em pimenteiras, em casa de vegetação. Quando não foi associado esterco fresco de ovelha aos tratamentos, a redução do índice de galhas foi de 96% no verão e, 18% no inverno (NÚÑEZ-ZOFÍO, et al., 2013).

A incorporação ao solo de cravo-de-defunto e os microrganismos *Glomus fasciculatum* (Thaxt.) Gerd e Trappe e *Azotobacter chroococcum* Beijerinck, no manejo de *M. incognita*, reduz o número de galhas nas raízes em 93% em raízes de tomate e em 95% a população do nematoide no solo. Quando os tratamentos foram

aplicados isoladamente, o controle variou de 30% a 49% na redução do número de galhas nas raízes e de 14% a 40% na população do nematoide no solo (SAFIUDDIN et al., 2015).

A associação entre a fonte de matéria orgânica *Calotropis procera* e os microrganismos *Azotobacter* e *Glomus fasciculatum*, no manejo de *M. incognita*, reduz em até 76% o número de galhas nas raízes e em 91% a população de nematoide no solo, na cultura do grão-de-bico. Quando os tratamentos foram aplicados isoladamente, o controle variou de 24% a 49% na redução do número de galhas nas raízes e de 21% a 48% na redução da população do nematoide no solo (AKRAM et al., 2016).

A incorporação ao solo de diferentes espécies de brássicas associada a cobertura plástica, no manejo de *M. javanica*, reduz em até 60% o número de galhas e em 90% o número de ovos por sistema radicular na cultura da alface, em casa de vegetação. Quando os tratamentos foram aplicados isoladamente, a redução no número de galhas foi de apenas 34% e no número de ovos de 80% por sistema radicular (NEVES et al., 2007).

Em outro estudo também se observou que a associação entre a solariização e incorporação de oruga-brava (*Diplotaxis tenuifolia*), reduz em até 15,4% a incidência de galhas no manejo de *M. javanica*, na cultura do tomate, em condições de campo. Esse controle é maior do que a incorporação de oruga-brava isoladamente, que chegou a 14% (KLEIN; KATAN; GAMLIEL, 2012).

O uso de condicionador de solo à base de turfa e óxido de cálcio, associado aos agentes de controle biológico *Pochonia chlamydosporia* (Goddard) Zare W. Gams e *Gracilibacillus dipsosauri* (Lawson et al.) Waino et al., no manejo de *M. javanica*, na cultura do tomate, reduz o número de galhas em 48%. O controle de *M. javanica* foi maior no tratamento associado do que quando houve aplicação isolada de *P. chlamydosporia*, *G. dipsosauri* e condicionador de solo, com controle de 12,6%, 31% e 24%, respectivamente (PODESTÁ et al., 2013).

A rotação de culturas com milho em associação com o fungo *P. chlamydosporia*, reduz o índice de galhas em 65%, em tomate, em casa de vegetação. Ao adicionar a incorporação de palha de milho à rotação e ao controle biológico, há

redução do índice de galhas de até 57% no manejo de *Meloidogyne* spp. (LUAMBANO et al., 2015).

Também, a associação entre *Bacillus pumilus* Meyer e Gottheil e diferentes fontes de matéria orgânica (esterco, pequi, turfa e biofertilizante), reduz de 41% a 88% o número de galhas e de 56% a 91% a massa se ovos por sistema radicular, no manejo de *M. javanica*, na cultura do tomate, em casa de vegetação (SILVA et al., 2016).

Neste sentido, isso comprova que, de maneira geral, quando há a associação de táticas de controle no manejo do nematoide-das-galhas, há, por consequência, potencialização de controle dos fitonematoides.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em três etapas. Foi conduzido um ensaio em campo e dois ensaios em casa de vegetação.

3.1 ENSAIO EM CAMPO

O ensaio em campo foi conduzido em área de produção orgânica de hortaliças, no município de Palmas (26°29'35,4"S, 51°58'49,0"O), Estado do Paraná sob sistema de cultivo protegido, a qual estava naturalmente infestada com o nematoide *M. incognita*. Para determinação da espécie do nematoide, uma amostra de raiz de planta de alface foi enviada para o laboratório de nematologia do Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) na cidade de Londrina, Paraná.

O ensaio foi montado em delineamento experimental blocos ao acaso, com quatro repetições e quatro tratamentos, todos implantados 14 dias antes do transplântio das mudas de alface. Sendo eles: solo revolvido e irrigado; solo revolvido e irrigado + esterco bovino; solo revolvido e irrigado + solarização; e testemunha.

Cada unidade experimental foi constituída por um canteiro de 1,00 x 1,20 m. O esterco bovino foi utilizado na proporção de 5 kg m⁻². Para irrigação do solo foi utilizado regador manual. Para o revolvimento do solo foi utilizada enxada manual, numa profundidade aproximada de 20 cm, até que o solo estivesse destorreado uniformemente.

Nos tratamentos solo revolvido e irrigado o solo foi irrigado no primeiro dia da instalação do ensaio até seu encharcamento, após isso não houve mais nenhuma rega durante o período de 14 dias antes do transplântio das mudas de alface. No tratamento solo revolvido e irrigado + esterco bovino, o solo foi mantido úmido por todo o período de pré-plantio. No tratamento solo revolvido e irrigado + cobertura plástica, o solo foi umedecido e, em seguida, coberto com plástico transparente de 100 micras. O tratamento testemunha não recebeu irrigação durante o período de repouso de 14 dias.

Após 14 dias, 12 mudas de alface cultivar 'Vera' foram transplantadas em cada unidade experimental, com espaçamento de 30 x 33 cm. Cinquenta e um dias após o plantio das mudas de alface foram coletadas duas plantas de cada unidade experimental para as avaliações de diâmetro de cabeça, massa fresca de parte aérea, massa fresca de raiz, número de galhas e de ovos por sistema radicular. A extração dos ovos seguiu a metodologia de Hussey e Barker (1973), adaptada por Bonetti e Ferraz (1981).

Também, antes e após a instalação do ensaio, foi retirada uma amostra de solo do centro de cada unidade experimental, a uma profundidade de 30 cm, para determinação da população inicial e população final do nematoide. Para a extração dos juvenis de segundo estágio (J₂) utilizou-se a técnica de Jenkins (1964).

3.2 ENSAIOS EM CASA DE VEGETAÇÃO

Os ensaios foram conduzidos em casa de vegetação, em bancadas, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Pato Branco. Cada unidade experimental foi composta por um vaso, contendo solo naturalmente infestado por *M. incognita*, retirado do mesmo local onde foi implantado o ensaio de campo. No ensaio 1, foram utilizados vasos de 1 kg de capacidade e no ensaio 2 foram utilizados vasos de 500 g de capacidade.

Os tratamentos foram os mesmos do ensaio de campo, acrescido de um segundo tratamento testemunha (solo coletado em campo no mesmo dia do transplântio das mudas de alface), além do tratamento testemunha (solo em repouso) que continha solo acondicionado nos vasos 14 dias antes do transplântio das mudas de alface. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, dez repetições no ensaio 1 e oito repetições no ensaio 2.

Para o revolvimento do solo foi utilizada pá de jardim a uma profundidade aproximada de 5 cm, até que o solo estivesse destorroado uniformemente.

Para o tratamento solo revolvido e irrigado + esterco bovino, a proporção foi a mesma do ensaio realizado em campo, na proporção de 44,4 g por vaso no

ensaio 1 e 22,2 g por vaso no ensaio 2. A quantidade foi calculada levando em consideração a profundidade de incorporação de esterco bovino no solo do ensaio de campo (20 cm). A matéria orgânica foi incorporada ao solo nos vasos com o auxílio de uma pá de jardim.

A irrigação foi realizada da mesma forma que a do ensaio em campo para os tratamentos solo revolvido e irrigado, solo revolvido e irrigado + esterco bovino e solo revolvido e irrigado + solarização.

No tratamento solo revolvido e irrigado + solarização, cada vaso foi coberto com plástico transparente de 100 micras, o qual foi fixo com uma fita adesiva, de modo que não fosse possível a troca de gases e evaporação da água.

Após 14 dias, em cada vaso foram transplantadas uma muda de alface. No ensaio 1 foram utilizadas mudas de alface cultivar 'Vera' e, no ensaio 2, foram utilizadas mudas de alface cultivar 'Regina'. As avaliações foram as mesmas do ensaio em campo, exceto na determinação da população final do nematoide. No ensaio 1, as avaliações foram realizadas aos quarenta e sete dias após o transplântio e, no ensaio 2, foram realizadas aos sessenta e seis dias após o transplântio.

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos em todos os ensaios foram testados para os pressupostos da Anova e em seguida foram feitas as transformações dos dados das variáveis que não atenderam os pressupostos.

Os dados de todas as variáveis do ensaio de campo foram transformados em log (x). Em seguida, foi realizada análise de covariância levando em consideração a população inicial de nematoides presentes no solo como covariável.

Os dados do número de galhas do ensaio 1 e 2 e, os dados do número de ovos do ensaio 2, foram transformados para log (x+1). Quando verificado efeito significativo dos tratamentos na anova, realizou-se o teste de Duncan ($\alpha=5\%$) no programa estatístico Genes (CRUZ, 2013; CRUZ, 2016).

Os dados da variável número de ovos do ensaio 1 (casa de vegetação) não atendeu os pressupostos da Anova, mesmo após as transformações e foram submetidos ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e teste de comparação múltiplo de médias de Bonferroni, ambos com $\alpha=5\%$, no programa estatístico Action.

4 RESULTADOS

4.1 ENSAIO EM CAMPO

No ensaio realizado em campo, não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos testados, para as variáveis diâmetro de cabeça, massa fresca de parte aérea, massa fresca de raiz, número de galhas e número de galhas por sistema radicular de plantas de alface (Tabela 1).

As variáveis foram caracterizadas por meio das estatísticas descritivas média e erro padrão da média (Tabelas 2 e 3).

Tabela 1 – Graus de liberdade (GL) e quadrados médios da análise de covariância para as variáveis diâmetro de cabeça (DCAB), massa fresca de parte aérea (MPA), massa fresca de raiz (MR), número de galhas (NG) e número de ovos (NO) por sistema radicular de plantas alface, quando cultivadas em solo infestado pelo nematoide *Meloidogyne incognita* sobre os tratamentos solo revolvido e irrigado, solo revolvido e irrigado + esterco bovino, solo revolvido e irrigado + solarização e testemunha. Ensaio de campo. Palmas – PR, 2019.

Causas de Variação	Quadrados Médios					
	GL	DCAB	MPA	MR	NG	NO
Blocos	3	0,0011	0,0255	0,0209	0,2693	0,2888
Tratamentos	3	0,0005 ^{ns}	0,0114 ^{ns}	0,0049 ^{ns}	0,2886 ^{ns}	0,3341 ^{ns}
Covariável	1	0,0035 ^{ns}	0,0148 ^{ns}	0,0027 ^{ns}	0,8059*	1,9955*
Resíduo	8	0,0010	0,0034	0,0132	0,1009	0,3206
Média Geral	-	32,70	260,38	28,97	1144,41	253.408,65
CV (%)	-	2,17	2,44	7,93	10,95	11,16

^{ns} Não significativo em nível de 5% de probabilidade de erro. * Significativo em nível de 5% de probabilidade de erro.

Pela análise dos dados, pode-se observar neste estudo que o tratamento testemunha apresentou o menor número de galhas, seguido dos tratamentos solo revolvido e irrigado + solarização, solo revolvido e irrigado e solo revolvido e irrigado + esterco bovino (Tabela 2). Quanto ao número de ovos, as menores médias foram observadas no tratamento testemunha, seguido dos tratamentos solo revolvi-

do e irrigado, solo revolvido e irrigado + esterco bovino e solo revolvido e irrigado + solarização (Tabela 2).

Tabela 2 – Efeito dos tratamentos solo revolvido e irrigado, solo revolvido e irrigado + esterco bovino, solo revolvido e irrigado + solarização e testemunha sobre o número de galhas (NG) e número de ovos (NO) por sistema radicular de plantas de alface, quando cultivadas em solo infestado pelo nematoide *Meloidogyne incognita*. Ensaio de Campo. Palmas – PR, 2019.

Tratamento	NG		NO	
	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão
Solo revolvido e irrigado	1.276,68	(±386,74)	219.378,46	(±88.566,40)
Solo revolvido e irrigado + esterco bovino	1.730,31	(±229,68)	273.913,23	(±59.363,85)
Solo revolvido e irrigado + solarização	1.166,47	(±431,77)	397.569,70	(±151.159,85)
Testemunha	404,17	(±275,82)	122.773,21	(±135.756,22)

± Erro Padrão.

Quando se analisou os dados fitotécnicos na cultura da alface, observou-se que as médias de diâmetros de cabeça de alface foram superiores à 30 cm em todos os tratamentos testados.

O maior diâmetro de cabeça foi observado no tratamento solo revolvido e irrigado + esterco bovino. A maior massa fresca de parte aérea foi observada no tratamento testemunha, seguido dos tratamentos solo revolvido e irrigado, solo revolvido e irrigado + solarização e solo revolvido e irrigado + esterco bovino. A maior massa fresca de raiz foi observada no tratamento solo revolvido e irrigado + solarização, seguido dos tratamentos testemunha, solo revolvido e irrigado e solo revolvido e irrigado + esterco bovino (Tabela 3).

Tabela 3 – Efeito dos tratamentos solo revolvido e irrigado, solo revolvido e irrigado + esterco bovino, solo revolvido e irrigado + solarização e testemunha sobre o diâmetro de cabeça (DCAB), massa fresca de parte aérea (MPA) e massa fresca de raiz (MR) de plantas de alface, quando cultivadas em solo infestado pelo nematoide *Meloidogyne incognita*. Ensaio de Campo. Palmas – PR, 2019.

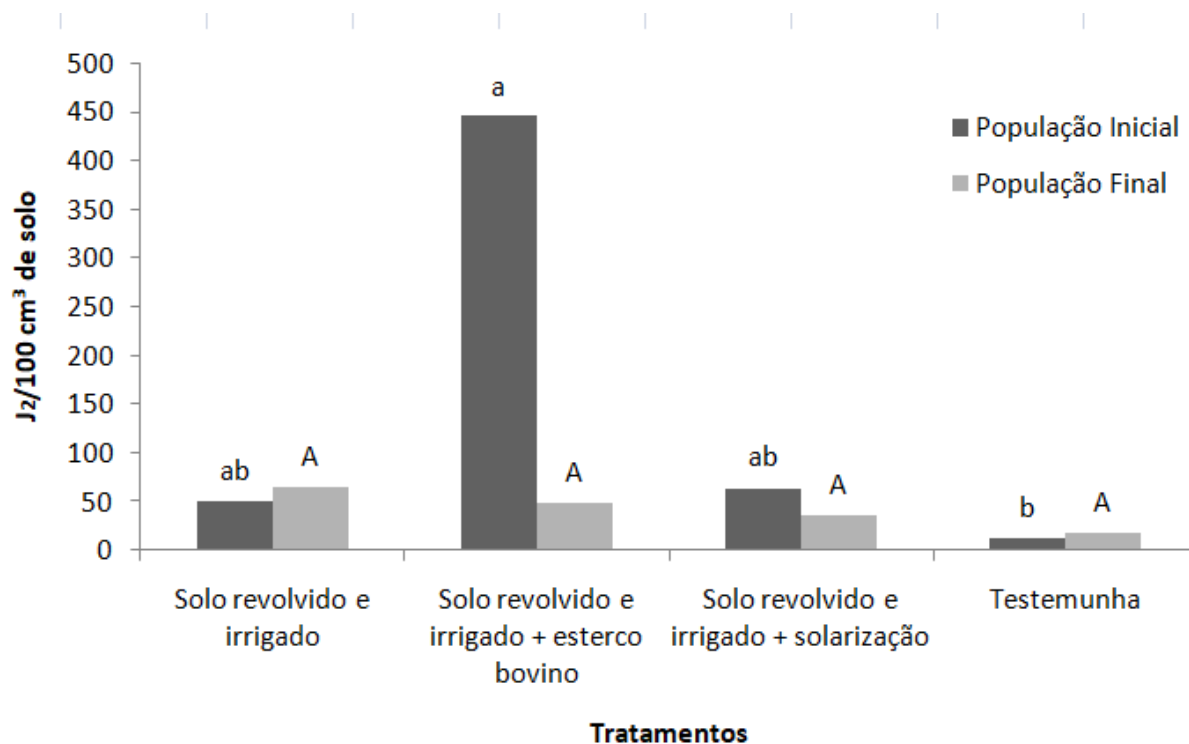
Tratamento	DCAB (cm)		MPA (g)		MR (g)	
	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão
Solo revolvido e irrigado	33,23	(±0,79)	283,83	(±24,48)	29,92	(±0,91)
Solo revolvido e irrigado + esterco bovino	33,26	(±1,51)	207,67	(±29,81)	24,40	(±4,97)
Solo revolvido e irrigado + solarização	31,48	(±1,49)	237,58	(±16,79)	30,82	(±0,83)
Testemunha	32,84	(±1,44)	312,43	(±52,83)	30,74	(±4,36)

± Erro Padrão.

Ao analisar os dados de população de J_2 no solo, observou-se que população inicial de J_2 de *M. incognita* no solo se apresentou heterogênea entre as parcelas dos tratamentos testados. A maior população do nematoide foi observada nas parcelas do tratamento solo revolvido e irrigado + esterco bovino e, a menor população foi observada nas parcelas do tratamento testemunha (Figura 1).

Por outro lado, ao final do experimento, a população final de J_2 de *M. incognita* se mostrou homogênea, não havendo diferença estatística entre as parcelas dos tratamentos testados (Figura1).

Figura 1 – População de juvenis do segundo estágio (J_2) de *Meloidogyne incognita* por 100 cm³ de solo coletado em campo conduzido sob diferentes tratamentos e coletado aos zero (população inicial) e 51 dias após (população final) a instalação do ensaio. Ensaio em campo. Palmas – PR, 2019.



Barras seguidas pela mesma letra em minúsculo não diferem na população inicial e barras seguidas pela mesma letra em maiúsculo não diferem na população final, significativamente, entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Quando se analisou a população final, houve uma redução na população de J_2 de *M. incognita* no solo em relação à população inicial, nos tratamentos solo revolvido e irrigado + esterco bovino de 89,1% e, solo revolvido e irrigação + solarização de 43,4%. Por outro lado, nos tratamentos solo revolvido e irrigado e testemunha, houve um aumento da população de J_2 de *M. incognita* no solo em relação à população inicial, de 29% e 49%, respectivamente.

4.2 ENSAIOS EM CASA DE VEGETAÇÃO

A população de *M. incognita* presente no solo utilizado no ensaio 1 foi de 117 $J_2/100$ cm³ de solo e, no ensaio 2, foi de 1.520 $J_2/100$ cm³ de solo. A análise

de variância demonstrou que houve diferença ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos testados para todas as variáveis nos ensaios 1 e 2, exceto número de ovos por sistema radicular de plantas de alface no ensaio 1 (Tabela 4). Já, o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis demonstrou diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos testados para a variável número de ovos por sistema radicular de plantas de alface do ensaio 1 (Tabela 5).

Tabela 4 – Graus de liberdade (GL) e quadrados médios da análise de variância para as variáveis diâmetro de cabeça (DCAB), massa fresca de parte aérea (MPA), massa fresca de raiz (MR), número de galhas (NG) e número de ovos (NO) por sistema radicular de plantas de alfaces quando cultivadas em solo infestado pelo nematoide *Meloidogyne incognita* sobre os tratamentos solo revolvido e irrigado, solo revolvido e irrigado + esterco bovino, solo revolvido e irrigado + solarização, testemunha (solo em repouso) e testemunha (solo coletado em campo no dia de transplântio das mudas). Ensaios 1 e 2 em casa de vegetação. UTFPR, Pato Branco – PR, 2019.

Causas de Variação	Quadrados Médios										
	GL		DCAB		MPA		MR		NG		NO
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2
Tratamento	4	4	34,14*	5,45*	1799,47*	41,83*	152,69*	348,47*	197,41*	2505,53*	29,77*
Resíduo	45	35	6,5,96	1,18	253,58	10,05	75,98	75,94	1,37	46,37	0,91
Média Geral	-	-	23,29	12,23	64,02	17,64	38,38	33,90	316,32	714,74	21313,36
CV (%)	-	-	10,48	8,88	24,88	17,93	22,71	25,70	33,63	33,04	36,24

* Significativo em nível de 5% de probabilidade de erro.

Todos os tratamentos testados reduziram número de galhas e ovos de *M. incognita* por sistema radicular na cultura da alface, quando comparado ao tratamento testemunha (solo coletado em campo no dia do transplântio das mudas) que não permaneceu em repouso no vaso por 14 dias antes do transplântio das mudas, no ensaio 1. Resultado semelhante também foi observado no ensaio 2, com exceção do tratamento solo revolvido e irrigado + esterco bovino, que não diferiu do tratamento testemunha (solo coletado em campo no dia do transplântio das mudas) (Tabela 5).

No ensaio 1, os tratamentos que tiveram maior redução do número de galhas e ovos de *M. incognita* por sistema radicular de plantas de alface foram solo revolvido e irrigado + solarização e testemunha (solo em repouso). No ensaio 2, os tratamentos que tiveram maior redução do número de galhas de *M. incognita* por sis-

tema radicular de plantas de alface foram solo revolvido e irrigado + solarização, solo revolvido e irrigado e testemunha (solo em repouso). Quanto ao número de ovos no ensaio 2, o tratamento que teve menor número de ovos por sistema radicular de plantas de alface foi testemunha (solo em repouso) (Tabela 5).

Tabela 5 – Efeito dos tratamentos solo revolvido e irrigado, solo revolvido e irrigado + esterco bovino, solo revolvido e irrigado + solarização sobre o número de galhas (NG) e número de ovos (NO) por sistema radicular de plantas de alface, quando cultivadas em solo infestado pelo nematoide *Meloidogyne incognita*. Ensaios 1 e 2 em casa de vegetação. UTFPR, Pato Branco – PR, 2019

Tratamentos	NG		NO	
	Ensaio 1*	Ensaio 2*	Ensaio 1**	Ensaio 2*
Solo revolvido e irrigado	3,40 c	256,00 b	19,3 bc	3.402,78 b
Solo revolvido e irrigado + esterco bovino	36,70 b	1.355,88 a	25,6 b	34.852,08 a
Solo revolvido e irrigado + solarização	2,60 c	80,71 bc	14 c	380,26 c
Testemunha (solo em repouso)	7,10 c	26,86 c	23,5 bc	0,00 d
Testemunha (solo coletado em campo no dia do transplântio das mudas)	1.531,80 a	1.854,25 a	45,1 a	67.931,67 a

*Médias não seguidas por mesma letra, na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Duncan, em nível de 5% de probabilidade de erro.

**Dados submetidos ao teste de Kruskal-Wallis e comparação múltipla de Bonferroni. Postos médios não seguidos por mesma letra, na coluna, diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade de erro.

Ao analisar os dados fitotécnicos, no ensaio 1, todos os tratamentos diferiram-se estatisticamente do tratamento testemunha (solo coletado em campo no dia do transplântio das mudas) quanto ao diâmetro de cabeça de plantas de alface, exceto o tratamento solo revolvido e irrigado + esterco bovino. O maior diâmetro de cabeça foi observado nas plantas de alfaces, quando estas foram cultivadas no tratamento revolvido e irrigado + solarização, que não diferiu dos tratamentos solo revolvido e irrigado e testemunha (solo em repouso). No ensaio 2, o maior diâmetro de cabeça das plantas de alface foi observado no tratamento solo revolvido e irrigado, que não diferiu do tratamento solo revolvido e irrigado + esterco bovino (Tabela 6).

Com relação à massa fresca de parte aérea, todos os tratamentos diferiam do tratamento testemunha (solo coletado em campo no dia do transplântio das mudas) no ensaio 1. No ensaio 2, exceto o tratamento revolvido e irrigado + solarização, todos os tratamentos também diferiam do tratamento testemunha (solo coletado

em campo no dia do transplântio das mudas). Também no ensaio 2, a maior massa fresca de parte aérea da alface foi observada no tratamento solo revolvido e irrigado + esterco bovino, que não diferiu dos tratamentos solo revolvido e irrigado e testemunha (solo em repouso) (Tabela 6).

As maiores massas frescas de raiz de plantas de alface foram observadas nos tratamentos solo revolvido e irrigado + solarização e solo revolvido e irrigado + esterco bovino, nos ensaios 1 e 2, respectivamente.

Tabela 6 – Efeito dos tratamentos solo revolvido e irrigado, solo revolvido e irrigado + esterco bovino, solo revolvido e irrigado + solarização sobre o diâmetro de cabeça (DCAB), massa fresca de parte aérea (MPA), massa fresca de raiz (MR) de plantas de alface, quando cultivadas em solo infestado pelo nematoide *Meloidogyne incognita*. Ensaios 1 e 2 em casa de vegetação. UTFPR, Pato Branco – PR, 2019.

Tratamentos	DCAB (cm)		MPA (g)		MR (g)	
	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 1	Ensaio 2
Solo revolvido e irrigado	24,45 ab	13,33 a	70,82 a	18,12 ab	36,39 ab	35,82 ab
Solo revolvido e irrigado + esterco bovino	22,40 bc	12,88 ab	63,04 a	20,68 a	38,46 ab	43,88 a
Solo revolvido e irrigado + solarização	24,85 a	11,71 bc	77,25 a	16,73 bc	44,88 a	30,42 b
Testemunha (Solo em repouso)	24,30 ab	11,79 bc	67,05 a	18,25 ab	37,57 ab	33,13 b
Testemunha (Solo coletado em campo no dia do transplântio das mudas)	20,45 c	11,44 c	41,92 b	14,43 c	34,60 b	26,27 b

*Médias não seguidas por mesma letra, na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Duncan, em nível de 5% de probabilidade de erro.

5 DISCUSSÃO

De maneira geral, observou-se em todos os ensaios, que o manejo integrado é eficiente no controle de *M. incognita* na cultura da alface. No entanto, no ensaio realizado em campo, não foi possível fazer um comparativo entre os tratamentos testados quanto ao número de galhas e ovos de *M. incognita* por sistema radicular das plantas de alface em relação ao tratamento testemunha. Isso ocorreu devido à baixa população inicial dos J₂ de *M. incognita* presentes no solo das parcelas do tratamento testemunha.

Além disso, neste estudo, esperava-se que o tratamento solo revolvido e irrigado reduzisse a população do nematoide no solo por conta da dessecação dos J₂ do nematoide, corroborando com os estudos realizados por Dutra, Campos e Toyota (2003), Dutra e Campos, (2003) e Dutra et al. (2006), o que também foi observado nos ensaios realizados em casa de vegetação. A baixa eficiência de controle da população final observada no estudo de campo pelo tratamento solo revolvido e irrigado se deve, possivelmente, às baixas temperaturas ocorridas no local em que o ensaio foi instalado (média de 26,6 °C), o que não promoveu eficientemente a dessecação dos ovos e dos J₂ de *M. incognita* no campo ao revolver o solo e, em seguida irrigá-lo.

Devido a isso, em locais onde há predominância de temperaturas mais amenas, como observado neste ensaio, caso queira utilizar esta tática de controle, o agricultor poderia aumentar o período entre o revolvimento do solo e irrigação e o plantio da cultura desejada e/ou repetir mais de uma vez o revolvimento e a irrigação do solo. No entanto, novos estudos devem ser realizados para confirmar tal hipótese.

Outra opção para o agricultor seria associar o tratamento solo revolvido e irrigado + solarização, visto que neste tratamento houve uma redução de 43,4% na população final dos J₂ de *M. incognita* no campo. A eficiência desta tática de controle sobre o nematoide também foi comprovada em casa de vegetação nos dois ensaios realizados. Em casa de vegetação foram registradas temperaturas de até 40 °C, sendo a média de temperaturas máximas de 38,4 °C e 35 °C e média de temperatu-

ras de mínimas de 18,1 °C e 11,4 °C, nos ensaios 1 e 2, respectivamente antes do plantio da alface. Estas temperaturas auxiliaram na dessecação dos ovos e J₂ do nematoide presentes no solo e, sob cobertura plástica, a temperatura do solo pode chegar à 60 °C, provocando a deterioração de proteínas e gerando efeitos deletérios sobre funções biológicas dos nematoides, resultando com isso na supressão de seu metabolismo (SILVA, 2011; BROWN & FERRAZ, 2016), o que ocorreu neste estudo. O efeito da temperatura sobre a dessecação do inóculo do nematoide no solo também foi comprovado no tratamento testemunha (solo em repouso) nos ensaios 1 e 2 realizados em casa de vegetação, visto que houve redução do número de galhas e ovos do nematoide por sistema radicular na cultura da alface, quando comparado ao tratamento testemunha (solo coletado em campo no dia de transplantio das mudas)

Além da associação com solarização, outra tática que pode ser utilizada pelos agricultores é a adição de matéria orgânica ao solo. Em campo, a fonte de matéria orgânica utilizada reduziu a população dos J₂ de *M. incognita* no solo nas parcelas solo revolvido e irrigado + esterco bovino. No ensaio 1 de casa de vegetação, o tratamento solo revolvido e irrigado + esterco bovino também reduziu o número de galhas e ovos de *M. incognita* por sistema radicular de plantas de alface.

No entanto, apesar da eficiência da utilização da matéria orgânica no manejo de fitonematoides, como também já comprovado nos trabalhos de Alves et al. (2007), Nazareno, Junqueira e Peixoto (2010), Machado et al. (2013), Abolusoro et al. (2015) e Osunlola e Fowolw (2015), no ensaio 2 realizado em casa de vegetação não houve redução do número de galhas e ovos por sistema radicular de plantas de alface.

Esta baixa eficiência de controle neste ensaio pode ser devido à diferença da população inicial de J₂ de *M. incognita* no solo do ensaio 1 (117 J₂/100 cm³ de solo) e do ensaio 2 (1.520 J₂/100 cm³ de solo). Esta diferença deve-se a heterogeneidade do nematoide no campo, visto que o solo utilizado nestes ensaios foi retirado de área naturalmente infestada. Com uma população maior, o esterco bovino não foi capaz de controlar o nematoide. Aliado à isso, a adição ao solo de matéria orgânica promove o aumento do sistema radicular das plantas e, conseqüentemente, do sítio de infecção do nematóide (BERNARDO et al, 2011), explicando com isso

o aumento do número de galhas e, conseqüentemente, o número de ovos de *M. incognita* ($p \leq 0,05$) ao tratamento testemunha (solo coletado em campo no dia do transplântio das mudas).

Apesar disso, muitas fontes de matéria orgânica quando adicionadas ao solo liberam compostos que possuem ação nematicida e aumentam as populações de microrganismos antagonistas ao nematoide (REIS; CASA; HOFFMANN, 2005; RITZINGER; FANCELLI, 2006; OKA, 2010; MCSORLEY, 2011; TIMPER, 2014), tornando o solo supressivo aos nematoides.

Quando se analisou o desenvolvimento das plantas de alface, no ensaio de campo não foi possível determinar qual tratamento promoveu maior desenvolvimento das plantas, visto que não houve diferença estatística entre os tratamentos testados. Por outro lado, em casa de vegetação, nos dois ensaios realizados houve diferença no desenvolvimento aéreo da cultura da alface.

Quanto ao diâmetro de cabeça, o único tratamento que teve destaque nos dois ensaios, quando comparado ao tratamento testemunha (solo coletado em campo no dia do transplântio das mudas), foi o tratamento solo revolvido e irrigado. No entanto, quanto à massa fresca de parte aérea de plantas de alface, no ensaio 1, foi observado incremento da produção em todos os tratamentos em relação ao tratamento testemunha (solo coletado em campo no dia de transplântio das mudas). Já, no ensaio 2, destacou-se o tratamento solo revolvido e irrigado + esterco bovino. No geral, este incremento no desenvolvimento das plantas de alface foi devido ao controle do nematoide, observado em todos os tratamentos testados, quando comparado ao tratamento testemunha (solo coletado em campo no dia do transplântio das mudas), exceto o tratamento solo revolvido e irrigado + esterco bovino no ensaio 2.

Além do que, as plantas, frequentemente, crescem mais em solos solarizados independentemente da presença ou não de patógenos, devido às mudanças nos componentes bióticos e abióticos do solo, que ocorrem durante a solarização (GHINI; BETTIOL, 1995). O resultado deste estudo corrobora com o encontrado por Silva et al. (2006), que também registraram incremento na produção de alface, quando cultivadas em solo solarizado em comparação com solo que não passou pela solarização.

No tratamento solo revolvido e irrigado + esterco bovino também se observou maior incremento de produção de massa fresca de parte aérea, semelhante aos resultados obtidos por Nazareno, Junqueira e Peixoto (2010). Tal resultado deve-se também à melhor retenção de água no solo e à liberação de nutrientes essenciais ao seu desenvolvimento (Silva, 2011).

Com isso, neste estudo foi possível observar que de maneira geral, o manejo integrado foi eficiente na redução da população de J₂ de *M. incognita* no solo, em condições de campo. Porém são necessários outros estudos para avaliar a supressividade do patógeno com o passar do tempo.

6 CONCLUSÕES

O manejo integrado (revolvimento do solo e manejo da irrigação, seguido da incorporação de esterco bovino ou solarização) podem reduzir a população de J_2 de *M. incognita* no solo em condições de campo.

O revolvimento do solo, seguido de irrigação, associado ou não, à solarização podem reduzir o número de galhas e ovos por sistema radicular em plantas de alface em condições de casa de vegetação.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O revolvimento do solo, seguido de irrigação associado ou não à incorporação de esterco bovino ao solo e solarização são táticas viáveis de serem utilizadas em pequenas propriedades principalmente, naquelas de produção orgânica de hortaliças, cuja utilização de produtos químicos é restrita.

Porém, são necessários estudos que avaliem mais de um cultivo em campo, a fim de demonstrar a efetividade dos tratamentos ao longo do tempo. Pois, espera-se que com a redução da população do nematoide no solo ao longo do tempo, haja, por consequência, maior produção.

Além disso, há a possibilidade de estudo com outras associações de métodos de controle, como por exemplo o biológico, associando a incorporação de matéria orgânica e cobertura plástica.

REFERÊNCIAS

ABDELDAYM, E. A. et al. Effects of several amendments on organic melon growth and production, *Meloidogyne incognita* population and soil properties. **Scientia Horticulturae**, v. 180, p. 156-160, 2014.

ABOLUSORO, S. A. et al. Control of nematode disease of egg plant (*Solanum aethiopicum*) using manure. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 48, n. 2, p. 188-193, 2015.

AKRAM, M. et al. Potential role of bio-inoculants and organic matters for the management of root-knot nematode infesting chickpea. **Cogent Food & Agriculture**, v. 2, 2016.

AL-HAZMI, A. S. et al. Comparative efficacy of different approaches to managing *Meloidogyne incognita* on green bean. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 24, p. 149-154, 2017.

ALVES, F. R. et al. Efeitos de diferentes níveis de matéria orgânica no solo e de inóculo sobre a interação planta - *Meloidogyne* spp. e a produção massal de *Pasteuria penetrans*. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 4, p. 397-401, 2007.

BAPTISTA, M. J. et al. Solarização do solo e biofumigação no cultivo protegido de tomate. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 47-52, 2006.

BERNARDO, J. et al. Efeito de adubos orgânicos sobre *Meloidogyne javanica* em tomateiro. **Nematologia Brasileira**, v. 35, p. 10-19, 2011.

BITENCOURT, N. V.; SILVA, G. Reprodução de *Meloidogyne enterolobii* em Olerícolas. **Nematologia Brasileira**, v. 34, p. 181-183, 2010.

BONETI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, p. 553, 1981 (Resumo).

BORGES, F. G. et al. Manejo alternativo de nematoides de galha (*Meloidogyne incognita*) em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 12, p. 425-433, 2013.

CAMPOS, V. P. et al. **Revolvimento do solo e irrigação no controle de fitonematoides**. UFLA, 2005 (Boletim técnico).

CARNEIRO, R. M. D. G. et al. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* parasitando plantas de tomate e pimentão resistentes à meloidoginose no Estado de São Paulo. **Nematologia Brasileira**, v. 30, p. 81-86, 2006.

CRUZ, C. D. GENES – a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

CRUZ, C. D. Genes software – extended and integrated with the R, Matlab and Seligen. **Acta Scientiarum**, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.

DUTRA, M. R. et al. Manejo do solo e da irrigação no controle de *Meloidogyne incognita* em cultivo protegido. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p. 405-407, 2006.

DUTRA, M. R.; CAMPOS, V. P.; TOYOTA, M. Manejo do solo e da irrigação para o controle de *Meloidogyne javanica* em alface. **Nematologia Brasileira**, v. 27, p. 29-34, 2003.

DUTRA, M. R.; CAMPOS, V. P. Manejo do solo e da irrigação como nova tática de controle de *Meloidogyne incognita* em feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 608-614, 2003.

FERRAZ, L. C. C. B.; BROWN, D. J. F. (Org). **Nematologia de plantas: fundamentos e importância**. Manaus: Norma Editora, 2016.

FERRAZ, L. C. C. B.; MONTEIRO, A. R. Nematoides. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia**. Volume 1: Princípios e conceitos. 3. ed. São Paulo: Ceres, 1995. p. 168-201.

FERRAZ, S. et al. **Manejo sustentável de fitonematoides**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010

FREITAS, L. G.; LIMA, R. D.; FERRAZ, S. **Introdução à nematologia**. Viçosa, MG: UFV, 2001.

GHINI, R. Integração de controle biológico com outros métodos de controle de doenças de plantas. In: BETTIOL, W. (Org.). **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, 1991. p. 201-217. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/10039>>. Acesso em 30 de out. de 2019.

GHINI, R.; BETTIOL, W. Controle Físico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia**. Volume 1: Princípios e conceitos. 3. ed. São Paulo: Ceres, 1995. p. 786-801.

HAJJI-HEDFI, L. et al. Biological control of *Meloidogyne javanica* on tomato with Dazitol and soil solarization. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, p. 17278-17282, 2018.

HUSSEY, R. S.; BARKER, K. R. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. **Plant Disease Reporter**, v. 57, n. 12, p.1025-1028, 1973.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal – flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v. 48, p.692, 1964. (Abstract)

KASKAVALCI, G. Effects of soil solarization and organic amendment treatments for controlling *Meloidogyne incognita* in tomato cultivars in Western Anatolia. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 31, p. 159-167, 2007.

KATAN, J. et al. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. **Phytopathology**. v. 66. p. 683-688, 1976 *apud* GHI- NI, R.; BETTIOL, W. Controle Físico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia**. Volume 1: Princípios e conceitos. 3. ed. São Paulo: Ceres, 1995. p. 786-801.

KLEIN, E.; KATAN, J.; GAMLIEL, A. Soil suppressiveness to *Meloidogyne javanica* as induced by organic amendments and solarization in greenhouse crops. **Crop Protection**, v. 39, p. 26-32, 2012.

LIZ, R. S. **Etapas para o planejamento e implantação de horta urbana**. Distrito Federal, DF: Embrapa, 2006. (Comunicado Técnico, 39).

LOMBARDO, S. et al. The effect soil solarization and fumigation on pests and yields in greenhouse tomatoes. **Crop Protection**, v. 37, p. 59-64, 2012.

LOPES, E. A. et al. Eco-friendly Approaches to the Management of Plant-Parasitic Nematodes. In: ANSARI, Rizwan Ali; MAHMOOD, Irshad (eds). **Plant Health Under Biotic Stress**, v. 1., 2019. p. 167-186.

LOPES, E. A.; FERRAZ, S. Importância dos Fitonematoides na agricultura. In: OLIVEIRA, C. M. G. de; SANTOS, M. A. dos; CASTRO, L. H. S. e (Org.). **Diagnose de Fitonematoides**. Campinas: Millennium, 2016. p. 1-10.

LUAMBANO, N. D. et al. Integrated management of root-knot nematodes in a tomato-maize crop system using the biocontrol fungus *Pochonia chlamydosporia*. **Crop Protection**, v. 71, p. 45-50, 2015.

MACHADO, J. C. et al. Controle de *Meloidogyne javanica* com *Pochonia chlamydosporia* e esterco bovino. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 3, p. 590-596, 2013.

MCSORLEY, R. Overview of organic amendments for management of plant parasitic nematodes, with case studies from Florida. **Journal of Nematology**, v. 43, p. 69–81, 2011.

MELERO-VARA, J. M. et al. Use of poultry manure combined with soil solarization as a control method for *Meloidogyne incognita* in carnation. **Plant Disease**, v. 96, p. 990-996, 2012.

MICHEREFF, S. J. et al. Importância dos Patógenos e das Doenças Radiculares em Solos Tropicais. In: MICHEREFF, S. J., ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (Ed.) **Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais**. Recife: UFRPE, 2005. p. 1-18.

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.

MOREIRA, F. M. S. **Microbiologia e Bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2006.

MOURA, R. M. Gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose. Parte I. **Revisão Anual de Patologia de Plantas** (RAPP), v. 04, 1996.

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. 4, p. 579-590, 2010.

NEVES, W. S. et al. Biofumigação do solo com espécies de brássicas para o controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 31, n. 3, p. 195-201, 2007.

NÚÑES-ZOFÍO, M. et al. Application of sugar beet vinasse followed by solarization reduces the incidence of *Meloidogyne incognita* in pepper crops while improving soil quality. **Phytoparasitica**, v. 41, p. 181-191, 2013.

OKA, Y. Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments - A review. **Applied Soil Ecology**, v. 44, p. 101-115, 2010.

OSUNLOLA, O. S.; FAWOLE, B. Evaluation of animal dungs and organomineral fertilizer for the control of *Meloidogyne incognita* on sweet potato. **International Journal**

of **Agronomy**. 2015. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/ija/2015/725363/>>. Acesso em 16 de dez de 2019.

PEREIRA, F. O. M. et al. Estimativa do impacto econômico e social direto de *Meloidogyne mayaguensis* na cultura da goiaba no Brasil. **Nematologia Brasileira**, v. 33, p. 176-181, 2008.

PODESTÁ, G. S. et al. *Meloidogyne javanica* control by *Pochonia chlamydosporia*, *Gracilibacillus dipsosauri* and soil conditioner in tomato. **Summa Phytopathologica**, v. 39, n. 2, p. 122-125, 2013.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; HOFMANN, L. L. Controle cultural de doenças radiculares. In: MICHEREFF, S. J., ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (Ed.) **Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais**. Recife: UFRPE, 2005. p. 279-302.

RITZINGER, C. H. S. P.; FANCELLI, M. Manejo integrado de nematoides na cultura da bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, p. 331-338, 2006.

ROLDI, M. et al. Use of organic amendments to control *Meloidogyne incognita* on tomatoes. **Nematropica**, v. 43, p. 49-55, 2013.

SAFIUDDIN, N. K. et al. Efficacy os organic matter and some bio-inoculants for the management of root-knot nematode infesting tomato. **International Journal of Environment**, v. 4, n. 2, p. 206-220, 2015.

SANTANA, A. A. D.; MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R. Efeito da rotação com cana-de-açúcar e *Crotalariajuncea* sobre populações de nematoides parasitos do inhame-da-costa. **Nematologia Brasileira**, v. 27, p. 13-16, 2003.

SANTOS, B. H. C. et al. Controle de *Meloidogyne javanica* em mudas de bananeira 'prata-anã' por compostos orgânicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 650-656, 2013.

SCOPA, A. et al. Repeated solarization and long-term effects on soil microbiological parameters and agronomic traits. **Crop Protection**, v. 28, p. 818-824, 2009.

SILVA, F. J. et al. Rizobactérias associadas a materiais orgânicos no controle de nematoides das galhas em tomateiro. **Horticultura Brasileira**. v. 34, p. 059-065, 2016.

SILVA, G. S. Métodos Alternativos de Controle de Fitonematoides. **Revisão Anual de Patologia de Plantas (RAPP)**, v. 19, p. 81-152, 2011.

SILVA, M. G. et al. Efeito da solarização, adubação química e orgânica no controle de nematoides em alface sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 489-494, 2006.

TIMPER, P. Conserving and Enhancing Biological Control of Nematodes. **Journal of Nematology**, v. 46, p. 75-89, 2014.

ZAMBOLIM, L. et al. Doenças de hortaliças em cultivo protegido. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 200/201, p. 114-125, 1999.