

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade



Tese

**Impacto de coberturas verdes e resíduos orgânicos sobre a
nematofauna do solo, desenvolvimento de plantas e qualidade de
frutos em pomar de pessegueiro**

JANAINA TAUIL BERNARDO

Pelotas, 2017

JANAÍNA TAUIL BERNARDO

Impacto de coberturas verdes e resíduos orgânicos sobre a nematofauna do solo, desenvolvimento de plantas e qualidade de frutos em pomar de pessegueiro

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Fitossanidade da Universidade Federal de Pelotas como requisito à obtenção do título de Doutora em Fitopatologia (área do conhecimento Fitopatologia)

Orientador: Dr. Cesar Bauer Gomes

Co-orientadoras: Dr^a. Andréa Bittencourt Moura Bacarin

Dr^a. Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morselli

Dr^a. Ângela Diniz Campos

Pelotas, 2017

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

B111 Bernardo, Janaína Tauil

Impacto de coberturas verdes e resíduos orgânicos sobre a nematofauna do solo, desenvolvimento de plantas e qualidade de frutos em pomar de pessegueiro / Janaína Tauil Bernardo ; Cesar Bauer Gomes, orientador. — Pelotas, 2017.

111 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2017.

1. Coberturas verdes. 2. Resíduos orgânicos. 3. Torta de mamona. 4. Fitonematoides. 5. Pessegueiro. I. Gomes, Cesar Bauer, orient. II. Título.

CDD : 634.25

Banca examinadora:

Prof. Dr. Cesar Bauer Gomes – Embrapa Clima Temperado

Prof. Dr. Jerônimo Vieira de Araújo Filho – FAEM/UFPeI

Prof. Dr^a. Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morselli– FAEM/UFPeI

Prof. Dr^a. Stela Maris Kulczynski – UFSM

Prof. Dr^a. Beatriz Helena Gomes Rocha – DEZG/IB/UFPeI

Ao meu pai Carlos Alberto Tauil,

Presente em cada passo desses quatro anos de estudos.

Qual pai viaja 1356 Km para cuidar dos netos enquanto a filha passa uma

semana no Congresso Internacional de Nematologia? O meu sim!!

Com gratidão,

Dedico

Agradecimentos

A Nossa Senhora Aparecida, com fé inabalável

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade pela oportunidade de desenvolver e aprofundar minha formação científica em fitossanidade.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Clima Temperado e ao meu orientador Cesar Bauer Gomes por me proporcionar fazer o que mais gosto que é estudar nematologia.

A todos os colegas de pós-graduação do Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Clima Temperado, o meu sincero agradecimento, em especial ao colega Cristiano Bellé, sempre disposto a ajudar, pessoas assim são especiais e raras.

Ao técnico do Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Clima Temperado, Gelson Renato Krolow pela atenção e cuidado nas atividades de apoio à condução dos experimentos e pela amizade que fez esse trabalho ser mais prazeroso.

A profa Tânia Morselli pelo exemplo de pesquisadora com valores humanos e professora generosa.

Aos meus filhos, Fátima e Ângelo agradeço por fazerem parte de meu dia a dia, e pela inspiração para lutar.

Biografia

Janaína Tauil Bernardo, filha de Carlos Alberto Tauil e Marli Bernardo, nasceu na cidade de São Paulo, Estado de São Paulo, em 09 de maio de 1973.

Em 1994 ingressou na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Seropédica (RJ) onde se graduou em Agronomia, obtendo o título de Engenheira Agrônoma em 18 de agosto de 1999.

Exerceu a profissão como autônoma por seis anos (2000 – 2006) na área de agricultura orgânica no estado do Rio de Janeiro, município de Japeri; e no sul de Minas Gerais nos municípios de Guaranésia e Guaxupé.

Em agosto de 2007, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, nível de Mestrado, na área de conhecimento Fitopatologia, subárea fitonematologia, pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) – Viçosa (MG), concluindo-o em outubro de 2009.

No período de novembro de 2011 a fevereiro de 2013 exerceu docência como professora assistente temporária de fitopatologia na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (Uergs) nas unidades de Três Passos e São Luiz Gonzaga.

Em março de 2013, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, nível de Doutorado, na área de conhecimento Fitopatologia pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – Pelotas (RS), concluindo-o em abril de 2017.

Em março de 2014 foi admitida, mediante aprovação em concurso público da Uergs, unidade de Cachoeira do Sul, no cargo de professora assistente efetiva de fitopatologia, no qual permanece até a atualidade.

Resumo

Bernardo, Janaína Tauil. **Impacto de coberturas verdes e resíduos orgânicos sobre a nematofauna do solo, desenvolvimento de plantas e qualidade de frutos em pomar de pessegueiro**. 2017. 111f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS, Brasil.

Dentre os problemas fitossanitários que afetam a persicultura no extremo sul do Brasil, o nematoide anelado (*Mesocriconema xenoplax*) e o nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.) são responsáveis por sérios prejuízos na cultura. Além disso, não há porta-enxertos resistentes ao nematoide anelado e, tão pouco, nematocida com registro para a cultura no país, o que evidencia a demanda por táticas alternativas de manejo. Assim, o presente estudo foi dividido em duas etapas: na primeira, avaliou-se o efeito da sucessão de três sistemas de coberturas verdes (amendoim forrageiro/nabo forrageiro, sorgo/ervilhaca comum e milho/aveia-preta) com plantas más hospedeiras do nematoide anelado e de três resíduos orgânicos (vermicomposto, torta de mamona e esterco bovino) no controle de *M. xenoplax* e sobre a qualidade de frutos de pêsego em pomar orgânico. A seguir, selecionou-se os tratamentos mais promissores (milho/aveia preta e torta de mamona) para condução da segunda etapa, onde se avaliou o impacto do cultivo e incorporação destes na linha de plantio de pessegueiros cv. Rubimel e Sensação sobre variáveis relacionadas ao desenvolvimento das plantas e produção de frutos. Por último prospectou-se os mecanismos de ação das coberturas verdes na supressão desses fitonematoides. Na primeira etapa, quatro meses após a aplicação dos resíduos orgânicos ou sementeira das coberturas verdes, amostras de solo foram coletadas e processadas para determinação da porcentagem de infestação dos nematoides nos períodos do outono/inverno e primavera/verão. Amostras de solo (coletadas 12 e 48 meses após a implantação dos tratamentos) e de folhas e raízes (48 meses após) dos pessegueiros foram coletadas para avaliação dos teores foliares de macro e micronutrientes, além do padrão eletroforético de peroxidases (raízes). Também se avaliou a influência dos tratamentos sobre a maturação, classificação, qualidade, e podridão dos frutos. Verificou-se que apenas a incorporação da torta de mamona ao solo promoveu a supressão do nematoide anelado aos 12 meses do estabelecimento dos tratamentos. Aos 48 meses, todos os sistemas de coberturas testados, o vermicomposto e a torta de mamona foram eficientes no controle de *M. xenoplax* ao passo que o esterco bovino promoveu aumento significativo do número de fitonematoides no solo. A incorporação de torta de mamona e vermicomposto e o cultivo aveia preta–milho, promoveram maior tamanho de fruto em relação aos demais tratamentos. No tratamento com torta de mamona, verificou-se atividade da enzima peroxidase mais intensa e maior teor de N nas folhas, além de se observar elevado índice de podridão de fruto e atraso na maturação de fruto. Na segunda etapa, de início, identificaram-se as espécies de fitonematoides *Meloidogyne javanica* Est J3 e *Meloidogyne hapla* Est H1, e, *M. xenoplax*. Na avaliação dos tratamentos sobre a nematofauna, verificou-se supressão das populações dos fitonematoides e aumento populacional dos nematoides de vida livre no solo; observaram-se picos de aumento populacional do nematoide anelado e das galhas, em períodos de outono/inverno. O emprego das coberturas verdes e da torta de mamona no pomar resultou em aumento significativo do número de pêsegos por planta; e, os frutos da cv. Rubimel, colhidos mais tardiamente, apresentaram maior equilíbrio entre doçura e acidez. Além disso, a utilização do sistema aveia-

preta/milheto + torta de mamona promoveu aumento significativo nos teores de N e K e redução dos níveis de P foliar, aumento do vigor dos pessegueiros, e indiretamente aumentos de peso, diâmetro e volume das raízes. Na prospecção das formas como as coberturas verdes afetam negativamente as populações de *Meloidogyne* spp. e *M. xenoplax*, verificou-se que além de restringirem a multiplicação dos fitonematoides, por serem más hospedeiras destes patógenos, e, os exsudatos por elas produzidos, apresentam ação nematicida e ovicida contribuindo sobremaneira, no controle dos referidos patógenos no pessegueiro.

PALAVRAS-CHAVE: Coberturas verdes. Resíduos orgânicos. Torta de mamona. Fitonematoides. Pessegueiro.

Abstract

Bernardo, Janaína Tauil. **Impact of cover crops and organic residues on the soil nematofauna, plant development and fruit quality in peach orchard**. 2017. 111f. Thesis (Doctor), Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS, Brazil.

Among the phytosanitary problems that affect the peach crop production in the extreme south of Brazil, the ring nematode (*Mesocriconema xenoplax*) and the root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) are responsible for serious damage. In addition, there are no rootstocks resistant to the ring nematode neither nematicide with registration for peach crop in the country, which evidences the demand for alternative management tactics. Thus, the present study was divided into two parts: in the first, the effect of succession of three cover crop systems (forage peanut/forage radish, common sorghum/vetch and millet/black oat) using poor plant hosts of ring nematode and of three organic residues (vermicompost, castor bean cake and cattle manure) in the *M. xenoplax* control and on the quality of peach fruits in organic orchard. Subsequently, the most promising treatments (millet/black oats and castor bean) were selected for conduction of the second part where the impact of growing and incorporation of these treatments in planting line of Rubimel and Sensation cultivars of peach trees on the variables related to plant development and fruit production. Finally, the action mechanisms of cover crops on the suppression of these phytoparasitic nematodes were prospected. In the first part, four months after the organic residue application or sowing of the cover crops, soil samples were collected and processed to determine the nematode infestation percentage in the autumn/winter and spring/summer periods. Soil (12 and 48 months after beginning treatments) and leaves and roots (48 months after beginning treatments) samples were collected to evaluate the macro and micronutrient foliar contents, as well as to evaluate the electrophoretic pattern of peroxidases (roots). The influence of treatments on the maturation, classification, quality and rot fruit were also evaluated. It was verified that only the incorporation of the castor bean in the soil suppressed the ring nematode at 12 months after the establishment of the treatments. At 48 months, all the tested cover crop systems, vermicompost and castor bean residues were efficient in the *M. xenoplax* control the while cattle manure treatment promoted a significant increase in the number of phytoparasitic nematodes in the soil. The castor bean and vermicompost incorporation and the black oat and millet cover crops growing, promoted greater fruit size in relation to the other treatments. In the castor bean treatment, the activity of the peroxidase enzyme was more intense as well the nitrogen content in the in the leaves was either higher. In addition, a higher rate of fruit rot and delay in the peach maturation were observed with castor bean incorporation. In the second part, the nematode species *Meloidogyne javanica* Est J3 and *Meloidogyne hapla* Est H1, and, *M. xenoplax* were firstly identified. Evaluating the influence the treatments to the nematofauna, the phytoparasitic nematode

populations were suppressed and the free-living nematodes population increased in the soil; peaks of root-knot and ring nematode population increasing were observed in autumn/winter periods. The use of cover crops plus castor bean cake in the orchard resulted in a significant increase in the number of peaches per plant; additionally, peaches of Rubimel cultivar harvested later, showed a better balance between sweetness and acidity of the fruits. The use of the black oat/ millet + castor bean system promoted too a significant increase in N and K contents and a reduction in leaf P levels in the leaves, increase of peach vigor, and indirect increases in the root weight, diameter and volume. Prospecting the ways of cover crops influenced negatively the *Meloidogyne* spp. and *M. xenoplax* populations, it was verified that this plants suppressed the multiplication of the phytoparasitic nematodes because they are poor hosts; and, the exudates produced by them presented nematicidal and ovicide action contributing in the control of this pathogens in the peach crop.

KEY WORDS: Cover crops. Organic residues. Castor bean cake. Phytonematoids. Peach.

Lista de Figuras

Capítulo I

- Figura 1. Sistemas de coberturas verdes (outono e primavera), testados no controle de *M. xenoplax* em pomar de pessegueiro cv. Ametista em condições de campo em comparação às testemunhas vegetação nativa roçada e capina.29
- Figura 2. Padrão eletroforético e mobilidade relativa (R_m) de bandas anódicas (1;2;3) e catódicas (-1;-2) reveladas pela enzima peroxidase em amostras de raízes provenientes de pessegueiros submetidos à incorporação de torta de mamona (T5), vermicomposto (T3) e das testemunhas capina (T1), e vegetação nativa roçada (T6), 48 meses após o estabelecimento dos tratamentos em pomar cv. Ametista. Pelotas, 2017.40
- Figura 3. Plantas de pessegueiros submetidas à incorporação do solo com torta de mamona (esquerda) e testemunha vegetação nativa roçada (direita). Pelotas-RS, 2017.42

Capítulo II

- Figura 4. Cultivo na linha de milho no final do verão/outono (1) e testemunhas (2) (A); e, aveia no final do inverno/primavera (B) em pomar orgânico de pessegueiro, durante três anos consecutivos, Pelotas-RS, 2017. Fonte: a autora, março de 2013 (A) e setembro de 2013 (B)58
- Figura 5. Corte das coberturas verdes de inverno e verão, e, roçada quatro meses após a semeadura. Pelotas-RS, 2017. Fonte: a autora, abril de 2014.59
- Figura 6. Coleta de solo e obtenção de amostras compostas no entorno de duas árvores de pessegueiro, para posterior processamento e extração dos nematoides. Pelotas-RS, 2017. Fonte: a autora, maio de 2014.59
- Figura 7. Planta de pessegueiro cv. Rubimel mantida em solo naturalmente infestado com fitonematoides aos 36 meses após o submetimento do solo ao sistema de coberturas verdes e associado a incorporação com torta de mamona, tendo como unidade experimental o rizotron, Pelotas - RS, 2017. Foto: a autora, dezembro de 2016.65

- Figura 8. Avaliação da reação das coberturas verdes a *M. javanica* (A – testemunha tomateiro) e *M. xenoplax* (B – testemunha pessegueiro). Pelotas-RS, 2017. Foto: a autora, março de 2015.68
- Figura 9. Experimento em casa de vegetação para testar a reação das coberturas verdes aveia-preta var. ‘Comum’ e milho BRS1502 a *Meloidogyne* spp. (A) e *M. xenoplax* (B). Foto: a autora, dezembro de 2015 (A) e abril de 2016 (B).....68
- Figura 10. Fenótipos de esterase (Est) e mobilidades relativas (Rm) em duas populações de *Meloidogyne* spp. provenientes de pomar orgânico da Estação Experimental da Cascata, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS: *M. javanica* (Est J3), *M. hapla* (Est H1) e o padrão *M. javanica* (Est J3P).....711
- Figura 11. Fotomicrografia da população de *M. xenoplax* estudada em microscópio óptico: A) comprimento do corpo (20x); B) parte anterior do corpo (100x); C) parte posterior do corpo, distância do ânus até a cauda (100x). Pelotas-RS, 2017.....72
- Figura 12. Dinâmica populacional de juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne* spp. em solo proveniente de pomar de pessegueiro com cvs. Sensação (a) e Rubimel (b) manejado com coberturas verdes e TM ou somente mantido sem vegetação (testemunha), durante três anos (2013–2015), onde 1= coleta inicial; 1; 3, 5, e 7= períodos de outono; e, 2, 4 e 6= períodos de primavera, com intervalo entre as coletas de seis meses. Pelotas-RS, 2017.75
- Figura 13. Dinâmica populacional de *M. xenoplax* em pomar de pessegueiro cvs. Sensação (a) e Rubimel (b) manejado com coberturas verdes e torta de mamona ou somente mantido sem vegetação (testemunha), durante três anos (2013–2015); onde 1= coleta inicial; 1; 3, 5, e 7= períodos de outono; e, 2, 4 e 6= períodos de primavera, com intervalo entre as coletas de seis meses. Pelotas-RS, 2017.....76
- Figura 14. Dinâmica populacional de Nematóides de Vida Livre em pomar de pessegueiro cvs. Sensação (a) e Rubimel (b) manejado com coberturas verdes e torta de mamona ou somente mantido sem vegetação (testemunha), durante três anos (2013–2015); onde 1= coleta inicial; 1; 3,

5, e 7= períodos de outono; e, 2, 4 e 6= períodos de primavera, com intervalo entre as coletas de seis meses. Pelotas-RS, 2017.....78

Figura 15. Pêssegos cv. Rubimel produzidos em pomar submetido ao sistema de coberturas verdes aveia-preta/milheto e torta de mamona comparativamente a testemunha solo capinado. Novembro de 2014. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2017.....82

Figura 16. Pomar de pessegueiro orgânico 12 meses após a introdução de sistema de manejo do solo com coberturas verdes e torta de mamona, na data de medição da clorofila das folhas, cv. Sensação testemunha (A) e com aplicação de coberturas verdes e torta de mamona (B). Pelotas, 2017.85

Lista de Tabelas

Capitulo I

- Tabela 1. Resíduos orgânicos e coberturas verdes avaliados durante quatro anos (2009-2013) no controle de *M. xenoplax* em pomar de pessegueiro naturalmente infestado. Pelotas, 2017.27
- Tabela 2- Fator de reprodução (FR) e porcentagem de controle de *M. xenoplax* em pomar de pessegueiro aos 12 e 48 meses após a incorporação de diferentes resíduos orgânicos ou cultivo de coberturas verdes de inverno e verão. Embrapa Clima Temperado, Pelotas- RS, 2017.....33
- Tabela 3. Níveis de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, zinco, manganês e cobre presentes em tecido foliar proveniente de plantas de pomar de pessegueiro cv. Ametista 48 meses após a introdução de diferentes sistemas de manejo do solo com coberturas verdes e resíduos orgânicos. Pelotas, 2017.35
- Tabela 4. Níveis de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio presentes no esterco bovino, húmus de minhoca e torta de mamona, aplicados nos solos de pessegueiros submetidos a diferentes tratamentos. Pelotas, 2017.....36
- Tabela 5. Níveis de potássio, magnésio, fósforo, cálcio, alumínio, pH e matéria orgânica (MO) no solo em pomar de pessegueiro cv. Ametista submetido a diferentes sistemas de manejo com coberturas verdes e resíduos orgânicos 48 meses após o estabelecimento dos tratamentos. Pelotas, 2017.....38
- Tabela 6. Níveis de ferro, boro, sódio, cálcio, cobre, manganês e zinco presentes em solo de pessegueiro submetido a diferentes tratamentos aos 48 meses após o estabelecimento dos tratamentos em pomar de Pessegueiro cv. Ametista. Pelotas, 2017.....39
- Tabela 7. Porcentagem de pêssegos cv. Ametista classificados (segundo o diâmetro equatorial) conforme classes: I ($\geq 57\text{mm}$), II ($47 - <57\text{mm}$) e III ($< 47\text{mm}$), produzidos em parcelas submetidas a diferentes tipos de coberturas verdes e resíduos orgânicos. Colheita dos frutos aos 48 meses após o estabelecimento dos tratamentos na Estação Experimental da Cascata- Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 8 – Porcentagem média de diferentes estágios de maturação de frutos de pêssegos (cv. Ametista) coletados aos 48 meses após o estabelecimento de diferentes tratamentos em pomar de pessegueiro com coberturas vegetais e resíduos orgânicos. Estação Experimental da Cascata- Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.	43
--	----

Capítulo II

Tabela 9 - Caracterização morfológica em 30 fêmeas da população do nematoide anelado <i>Mesocriconema</i> sp. proveniente de pomar de pessegueiro orgânico da Estação Experimental Cascata da Embrapa Clima Temperado no município de Pelotas, RS. Comparação da caracterização da população em estudo com os valores obtidos por Raski (1952) e De Grisse e Loof (1964) para a espécie <i>M. xenoplax</i> . Pelotas/RS, 2017.....	74
Tabela 10. Peso, tamanho e número de frutos por planta de pêssegos cvs. Sensação e Rubimel produzidos organicamente durante duas safras (2013 e 2014) com dois tipos de cobertura vegetal e torta de mamona em comparação a testemunha. Estação Experimental de Cascata - Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.	80
Tabela 11 – Valores de pH, sólidos solúveis (SST) (°Brix) e acidez titulável (AT) (% de ácido cítrico), em frutos de pêssegos cvs. Sensação e Rubimel produzidos organicamente em pomar submetido ao cultivo com o sistema de coberturas verdes aveia-preta/milheto e torta de mamona. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2017.	81
Tabela 12. Níveis de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, presentes em tecido foliar proveniente de plantas de pomar de pessegueiro cvs. Rubimel e Sensação 24 meses após a introdução de sistema de manejo do solo com coberturas verdes e torta de mamona.	84
Tabela 13. Diâmetro do tronco (cm) e peso da poda (g) de descarte de plantas de pessegueiro submetidas ao manejo do solo com coberturas verdes e torta de mamona em pomar de pessegueiro cvs. Rubimel e Sensação após período de 36 meses de desenvolvimento vegetativo (2013-2015). Pelotas, 2017.....	86

Tabela 14. Teor de clorofila nas folhas de pessegueiro cvs. Rubimel e Sensação 24 meses após a introdução de sistema de manejo do solo com coberturas verdes e torta de mamona. Pelotas, 2017.....	86
Tabela 15. Avaliação do desenvolvimento de mudas de pessegueiro “Capdbosq” plantadas em solo de pomar de pessegueiro (var. Rubimel) naturalmente infestado por <i>M. xenoplax</i> e <i>Meloidogyne</i> spp. manejado por quatro anos com coberturas verdes (milheto no verão e aveia no inverno) e adição de torta de mamona, em comparação com a testemunha. Embrapa Clima Temperado/Pelotas, 2017.	87
Tabela 16. Avaliação da resistência da aveia preta ‘Comum’ e do milheto BRS 1502 a <i>M. xenoplax</i> em condições de casa de vegetação. Pelotas – RS, 2017. ...	90
Tabela 17. Avaliação da resistência da aveia preta ‘Comum’ e do milheto BRS 1502 a <i>M. hapla</i> e <i>M. javanica</i> em condições de casa de vegetação. Pelotas – RS, 2017.....	90
Tabela 18. Percentual de Mortalidade de <i>M. xenoplax</i> em exsudatos de aveia-preta ‘Comum’, milheto cv. BRS 1502, pessegueiro e água destilada (testemunhas).....	91
Tabela 19 - Percentual de Mortalidade e eclosão de juvenis de 2º estágio (J2) de <i>M. hapla</i> e <i>M. javanica</i> em exsudatos radiculares de de aveia-preta, milheto cv. BRS 1502, pessegueiro ‘Capdeboscq’, tomateiro ‘Rutgers’ e água destilada (testemunhas).	92

Sumário

1 Introdução Geral.....	18
2. CAPÍTULO I -Prospecção do potencial de uso de coberturas verdes e resíduos orgânicos no manejo de <i>M. xenoplax</i> em pomar de pessegueiro	22
2.1 Introdução	22
2.2 Material e Métodos.....	26
2.2.1 Preparo de área experimental e instalação do ensaio	26
2.2.2 Efeito dos tratamentos sobre as populações de <i>M. xenoplax</i> no solo.....	27
2.2.3 Avaliação das características químicas do solo	30
2.2.4 Avaliação dos teores nutricionais foliares de pessegueiro	30
2.2.5 Avaliação do padrão eletroforético de peroxidases em raízes de pessegueiros	31
2.2.6 Efeito dos tratamentos sobre a qualidade dos frutos de pêsego	31
2.3. Resultados e discussão.....	32
2.3.1 Influência dos tratamentos nos teores de nutrientes foliares e no solo	33
2.3.2. Padrão eletroforético de perfis enzimáticos de peroxidase em raízes de pessegueiros	40
2.3.3 Efeito dos tratamentos sobre a qualidade dos frutos do pessegueiro	40
2.4 Conclusões.....	52
3 CAPÍTULO II: Efeito conjunto do emprego do sistema de coberturas verdes milho/aveia preta associado ao uso da torta de mamona no manejo de fitonematoides, desenvolvimento e nutrição das plantas, e, qualidade dos frutos produzidos em pomar de pessegueiro	53
3.1 Introdução	53
3.2 Material e Métodos.....	56
3.2.1 Instalação do Experimento a campo e estabelecimento dos tratamentos.....	57
3.2.2. Coleta de amostras de solo.....	58
3.2.3 Avaliação da nematofauna do pomar	59
3.2.4 Caracterização bioquímica de espécies de <i>Meloidogyne</i> spp.	60
3.2.5 Caracterização morfológica e morfométrica de <i>Mesocriconema</i> sp.	61
3.2.6 Coleta de amostra de frutos	61
3.2.7 Análise de qualidade dos frutos obtidos nos diferentes tratamentos.....	61

3.2.8 Coleta de amostras de folhas.....	62
3.2.9 Análise dos nutrientes foliares.....	62
3.2.10 Avaliação do vigor das plantas.....	63
3.2.10.1 Teor de Clorofila das Folhas	63
3.2.10.2 Peso da poda de frutificação	63
3.2.10.3 Medição do Diâmetro do Tronco	63
3.2.11 Rizotrons	64
3.2.12 Avaliação da reação das coberturas verdes ao nematoide anelado e das galhas.....	66
3.2.13 Avaliação <i>in vitro</i> da atividade ovicida e nematicida de exsudatos radiculares de milho e aveia-preta sobre <i>M. xenoplax</i> , <i>M. javanica</i> e <i>M. hapla</i>	68
3.2.13.1 Obtenção do inóculo de <i>Meloidogyne</i> spp.....	69
3.2.13.2 Obtenção dos exsudatos das raízes pelo método do rotavapor.....	69
3.2.13.3 Avaliação do efeito nematicida e ovicida dos extratos aquosos das coberturas verdes sobre <i>Meloidogyne</i> spp. e <i>M. xenoplax</i>	69
3.3 Resultados e discussão.....	71
3.3.1 Caracterização bioquímica das espécies de <i>Meloidogyne</i>	71
3.3.3 Avaliação do efeito das coberturas verdes e da torta de mamona em pomar de pessegueiro sobre a nematofauna do solo.	73
3.3.4 Efeito das coberturas verdes e da torta de mamona na produção e qualidade dos frutos.....	80
3.3.5 Efeito das coberturas verdes e da torta de mamona nos nutrientes foliares do pessegueiro.....	83
3.3.6 Análise do vigor das plantas de pessegueiro	85
3.3.7 Avaliação do desenvolvimento de mudas de pessegueiro ‘Capdbosq’ plantadas em solo de pomar de pessegueiro cv. Rubimel naturalmente infestado por <i>M. xenoplax</i> e <i>Meloidogyne</i> spp. e manejado com coberturas verdes e torta de mamona.	87
3.3.8 Prospecção do mecanismo de ação das plantas de cobertura na supressão no nematoide anelado, <i>M. javanica</i> e <i>M. hapla</i> em experimentos <i>in vivo</i> e <i>in vitro</i>	889
3.4 Conclusões.....	94
3.5. Considerações finais	95
4 Conclusão Geral.....	95
5 Referências	96
6 Apêndices.....	109

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil produziu 211.109 toneladas de pêssegos e nectarinas em 2014, ou seja, 1,1% da produção mundial (FAOSTAT, 2017). No Brasil, a região Sul apresenta as melhores condições naturais para a produção comercial do pêssego (MARODIN e SARTORI, 2000), sendo o Rio Grande do Sul (RS), com 128.924 toneladas de frutos produzidos, o estado que apresenta a maior produção do país (IBGE, 2015). Cada hectare com pêssego gera entre três e seis empregos diretos, além de outros tantos em atividades complementares. Além disso, a possibilidade do uso intensivo de mão-de-obra feminina contribui para a promoção da mulher e reforça a retenção de amplas parcelas desta importante força de trabalho no campo (MADAIL et al., 2002).

Entre as fruteiras de clima temperado, a cultura do pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch), é afetada principalmente por problemas fitossanitários, dentre eles aqueles causados pelo fitonematoide anelado *Mesocriconema xenoplax* (Raski) Loofe de Grise [= *Criconemella xenoplax* (RASKI) Luc e Raski] e das galhas (*Meloidogyne* spp.), limitando a produção (NYCZEPIR e ESMENJAUD, 2008). Dentre esses problemas, a síndrome da morte precoce do pessegueiro, associada ao nematoide anelado, tem-se constituído, no decorrer dos anos, em uma das principais causas de prejuízo dos persicultores no extremo sul do Brasil (UENO, 2008; GOMES e CARNEIRO, 2014).

A ocorrência de *M. xenoplax* associada a outros fatores primários, pode predispor a planta à morte em condições de estresses térmicos (RITCHIE e CLAYTON, 1981). A morte precoce do pessegueiro é também conhecida como Peach Tree Short Life (PTSL). Essa síndrome causa grandes prejuízos na região sudeste dos EUA e caracteriza-se por um colapso e morte das plantas, no final do inverno e início da primavera, após oscilações drásticas de temperatura (TAYLOR et al., 1970; RITCHIE e CLAYTON, 1981). Portanto, o complexo PTSL resulta de um conjunto de fatores predisponentes: infestação pelo nematoide anelado, o uso de

portas-enxerto suscetíveis, baixo pH do solo, altas concentrações de alumínio e de sulfato de enxofre no solo, textura franco arenosa, injúrias provocadas pelo frio, flutuações de temperatura no inverno, restrições físicas do solo, os danos físicos às raízes provocados por grades de disco e arados, poda realizada precocemente no outono e práticas culturais inadequadas (JONES e JONES 1974; BRITAIN e MILLER JR., 1978; WEHUNT et al., 1980; RITCHIE e CLAYTON, 1981; REILLY et al., 1986; OKIE et al. 1994; NYCZEPIR, et al., 1996; WERNER et al., 1995; MARAFON et al., 2009).

No Brasil essa síndrome tem ocorrido na cultura do pessegueiro (CARNEIRO et al., 1993) e da ameixeira (*Prunus salicina*) (GOMES et al., 2000), porém em outros países também ocorre em outras frutas de caroço e na videira (*Vitis vinifera*). Os sintomas nessas plantas incluem: ocorrência de necrose e odor azedo debaixo da casca das ramificações, redução ou paralisação do crescimento, além de diminuição ou falta de brotação e floração. As frutas de caroço e videiras morrem somente à linha do solo, geralmente as árvores em sua terceira, até sexta estação de crescimento são as mais provavelmente afetadas, e o risco aumenta quando as mudas são replantadas nos locais com cultivo recente de pessegueiros (RICHIE, 2016).

No México e nos Estados Unidos outros fatores bióticos estão associados à ocorrência de PTSL: a incidência de cancro bacteriano em plantas de pessegueiro, causado pela infecção de *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (LOWNSBERY et al. 1973; LUNA-GUERRERO et al., 2011); e altas populações de *Criconema mutabile* Taylor em pessegueiros e damasqueiros, respectivamente (MCKENRY, 1990; LUNA-GUERRERO et al., 2011). No Brasil, o primeiro registro da ocorrência de PTSL foi relatado por Monteiro e colaboradores (1990) no estado de São Paulo atribuindo-se o declínio do pessegueiro ao nematoide anelado *M. xenoplax*. Já em estudo posterior, Carneiro e colaboradores (1993) correlacionaram as altas populações deste nematoide no solo com os sintomas da referida síndrome no RS. Nesse estudo, os autores também associaram a ocorrência da síndrome ao pH ácido do solo e à baixa nutrição das plantas. Gomes e colaboradores (2000) relataram pela primeira vez a morte de ameixeiras por PTSL em pomares com elevada infestação de *M. xenoplax* e *M. javanica*. Mais recentemente, esta doença complexa também foi diagnosticada em amoreira (*Morus alba* L.) na Costa Rica associada a presença de *Mesocriconema sphaerocephalum* (TAYLOR 1936) Loof

1989 e *M. anastomoides* (MAQBOOL e SHAHINA, 1985) Loof e De Grisse 1989 (PERAZA-PADILLA, 2014).

Nyczepire e Lewis (1980) investigaram as possíveis causas bioquímicas envolvidas à PTSL em experimentos *in vitro*. Elevadas populações de *M. xenoplax* em raízes do porta – enxerto de *P. persica* cv. Nemaguard, considerados suscetíveis ao ataque do nematoide anelado, atuaram indiretamente no aumento do teor do AIA (ácido indol acético) devido à inativação de sistemas enzimáticos tais como AIA oxidase, peroxidase e polifenol-oxidase, já que estas enzimas são capazes de inativar a produção deste fitormônio. Ainda, de acordo com esses autores, os teores de AIA estão inversamente correlacionados com a resistência do pessegueiro ao frio; assim, menores teores deste fitormônio parecem estar fortemente associados ao aumento da resistência da planta às baixas temperaturas. Da mesma forma, os autores verificaram que o aumento da atividade do AIA foi correlacionado com a intensa atividade alimentar de *M. xenoplax* no outono, o que pode interferir na dormência do pessegueiro, aumentando sua suscetibilidade ao frio.

O nematoide-das-galhas, gênero *Meloidogyne*, é considerado um dos principais patógenos da cultura do pessegueiro em diversas regiões do mundo (CARNEIRO et al., 1993; NYCZEPIR; ESMENJAUD, 2008). As principais espécies que parasitam essas fruteiras são *M. javanica* Treub, *M. incognita* Kofoid e White, *M. arenaria* Neal e *M. hapla* Chitwood (GOMES; CARNEIRO, 2014). Apesar de *M. incognita* ser reportada como a principal espécie nas regiões produtoras de pêssigo do Brasil (CARNEIRO et al., 1993; ROSSI et al., 2000), *M. javanica* é a espécie predominante no RS (GOMES et al., 2009), estado com a maior área cultivada com pêssigo e ameixa do país. Em pomares de pessegueiros altamente infestados, as plantas parasitadas pelo nematoide apresentam galhas nas raízes, que resultam na paralisação do crescimento e na morte da região da coifa da raiz. Assim, plantas atacadas apresentam, conseqüentemente, sinais de enfraquecimento, baixa produção, desfolhamento precoce, queda prematura dos frutos e deficiência nutricional (GOMES; CARNEIRO, 2014). Embora existam porta-enxertos resistentes a *Meloidogyne* spp., no sistema de produção de mudas, geralmente são usados caroços da indústria como cavalo (MAYER; UENO, 2012), sem identificação, o que frequentemente pode resultar em baixa resistência genética desses materiais como porta-enxertos a *Meloidogyne* spp..

Entre as estratégias utilizadas para conviver com esse problema, nos EUA é recomendado o plantio de porta-enxertos tolerantes à síndrome da morte precoce, por exemplo, a cv. Guardian (BECKMAN et al., 1997; OKIE et al., 1994), e o uso de cultivares copa adequadas para a combinação copa-porta-enxerto, pois a incompatibilidade pode acentuar o PTSL (BECKMAN et al., 2002). O manejo de coberturas verdes é outra estratégia utilizada nos EUA, espécies vegetais más hospedeiras de *M. xenoplax*, têm controlado o nematoide e, conseqüentemente, reduzido a incidência de PTSL (DEAN e BERTRAND, 1993; NYCZEPIR e BERTRAND, 1990; NYCZEPIR e BERTRAND, 2000). Gramíneas como aveia branca (*Avena sativa* L.), aveia preta (*Avena strigosa* L.), azevém (*Lolium multiflorum* L.), milheto (*Pennisetum glaucum* L.) e sorgo (*Sorghum vulgare* L.) reproduziram pouco *M. xenoplax* (FR < 1,00), representando assim pouca suscetibilidade ao nematoide, porém a ervilhaca (*Vicia cracca* L.), crotalaria (*Crotalaria* sp), grama-seda (*Cynodon dactylon*), grama-sempre-verde (*Axonopus compressus*), guanxuma (*Sida rhombifolia* L.), picão-preto (*Bidens pilosa* L.) e da corriola (*Convolvulus massonii* L.), se mostraram hospedeiros favoráveis (NYCZEPIR e BERTRAND, 1992). Nos EUA o controle químico, é feito pela fumigação do solo em pré-plantio com organofosforados e a aplicação em pós plantio de nematicidas químicos como o fenamifós e o cadusafós (MAGUNACELAYA et al., 2011); cuidados com o aporte nutricional adequado do pessegueiro e a adoção de melhores práticas de manejo do pomar também é recomendado, como evitar realizar a poda precocemente no outono.

No Brasil tem sido testada a rotação de culturas com plantas más hospedeiras do nematoide anelado e das galhas em pré-plantio ao pessegueiro (CARNEIRO et al., 1998; GOMES et al., 2010; GOMES; CARNEIRO, 2014) assim como o uso de torta de mamona (TM) no controle do nematoide anelado em área anteriormente cultivada com figueiras (*Ficus carica* L.) (SANTOS, 2011). A biofumigação do solo com TM, dentre outros resíduos, tem demonstrado eficiência sido eficiente no controle de *M. xenoplax*, apresentando níveis elevados de supressão em pré-plantio (GOMES et al., 2008; LIMA, 2008). No entanto, poucos são os estudos sobre a capacidade supressora de culturas de inverno e de verão sobre as populações de *M. xenoplax*, a campo, assim como de resíduos orgânicos no controle deste nematoide em pomar de pêssegos.

2 CAPÍTULO I - PROSPECÇÃO DO POTENCIAL DE USO DE COBERTURAS VERDES E RESÍDUOS ORGÂNICOS NO MANEJO DE *M. xenoplax* EM POMAR DE PESSEGUEIRO

2.1 Introdução

Entre as doenças que afetam o pessegueiro, aquelas causadas por fitonematoides são de grande importância por causarem sérios prejuízos à cultura. Estes fitoparasitas prejudicam o sistema radicular, que por sua vez afeta a absorção e translocação de nutrientes, alterando a fisiologia da planta (ALMEIDA et al., 2011). Os ferimentos causados por fitonematoides podem também se constituírem em porta de entrada para outros patógenos, tornando a espécie vegetal suscetível a outras doenças (BERGESON, 1971). No estado do RS, a síndrome da morte precoce do pessegueiro, associada à presença do nematoide anelado *M. xenoplax* (CARNEIRO, 1993) se constitui em um dos principais problemas limitantes a cultura, há mais de 30 anos (CAMPOS, 1992; UENO, 2008).

O primeiro registro do parasitismo de *M. xenoplax* ocorreu em videiras (*Vitis vinifera* var. sultanina) no estado da Califórnia, EUA (RASKI, 1952). Posteriormente este nematoide foi registrado na América do Norte (NYCZEPIR et al., 1985; OKIE et al., 2009), América do Sul (CROZZOLI e LAMBERTI, 2001; ABALLAY et al., 2009), Europa (CIANCIO et al., 1996; ESCUER et al., 1999; NICO et al., 2002; ABRANTES et al., 2008; KARANASTASI et al., 2008), África do Sul (VAN DEN BERG, 1980), Austrália (STIRLING, 1976), Nova Zelândia (LOOF et al., 1997), Índia (GUPTA e GUPTA, 1981), Irã (LOOF e BAROOTI, 1991), Japão (WILLIAMS, 1972), China (XIE et al., 2007) e Irã (DEIMI et al., 2008) em culturas diversas. Portanto, o nematoide anelado está amplamente distribuído no mundo e alcança grande gama de hospedeiros. Este fitoparasita é danoso a muitas espécies de plantas lenhosas e é

conhecido por infectar o gênero *Prunus*, que incluem frutíferas como o pessegueiro, nectarineira, damasqueiro, cerejeira e ameixeira (MCKENRY e KRETSCH, 1994).

A distribuição do nematoide anelado é cosmopolita e concentra-se principalmente em vinhedos e em regiões de produção de frutas de caroço. Em Oregon (EUA), o nematoide anelar está presente em 81% dos vinhedos amostrados (PINKERTON, et al., 1999). Já em levantamento feito em pomares de pessegueiros com sintomas de PTSL da Geórgia e da Carolina do Sul, *M. xenoplax* e *M. ornata* foram detectados em todos os pomares amostrados (NYCZEPIR et al., 1985). Cerca de 200.000 pessegueiros morreram na Geórgia, na primavera de 1962 e estima-se que os produtores de pêssego na Carolina do Sul tenham tido perdas de seis milhões de dólares por ano como resultado desta síndrome.

Em plantas de pessegueiro, ataques severos de *M. xenoplax* podem predispor a planta à Síndrome da Morte Precoce. Na parte aérea de plantas com esse problema, notam-se sintomas como distúrbio vascular, desprendimento da casca com facilidade do tronco, seca generalizada nos ramos/ flores e, por fim, a morte, podem ser observados. Um efeito mais direto da alimentação do nematoide anelado é alteração que ocorre nas raízes da planta hospedeira, afetando seu tamanho, taxa de absorção e fluxo de seiva (NYCZEPIR et al., 1988). Em nossas condições, pomares de pessegueiro e ameixeiras afetados pela PTSL, evidenciam sintomas como presença de ramos secos, brotação e floração anormais no final do período de dormência, morte dos brotos, brotação tardia na parte interna da copa e nos ramos mais grossos e morte da planta. Nos ramos das plantas que estão morrendo observam-se zonas alternadas de tecido sadio e escurecido na parte interna do lenho e, quando esses ramos são cortados, sente-se um odor semelhante ao do vinagre, podendo-se verificar a presença de perfurações nos ramos, associados ao ataque de *Scolytus* spp. (GOMES e CARNEIRO, 2014). Estes efeitos tornam as plantas mais sensíveis a esse estresse nutricional, considerando que o parasitismo do nematoide anelado pode acarretar na diminuição dos açúcares redutores (glicose) nas raízes dos pessegueiros (NYCZEPIR et al., 1987). A glicose é a principal fonte de energia para célula vegetal. A glicose insuficiente, por sua vez, predispõe o pessegueiro a danos causados por fatores ambientais. Ademais, existem evidências de que *M. xenoplax* interfere nos níveis de citocinina, nos níveis de clorofila e na senescência das folhas no outono (NYCZEPIR e WOOD, 1988).

A morte precoce do pessegueiro é uma síndrome caracterizada por um colapso das plantas no final do período de dormência, o qual geralmente ocorre durante a floração ou desenvolvimento da folha inicial acarretando sintomas de falhas de porções de plantas ou de árvores inteiras (BRITAIN e MILLER Jr., 1978; CAMPOS et al., 1998).

Até os dias de hoje a resistência genética de porta-enxertos de *Prunus* spp. a *M. xenoplax* ainda é desconhecida, embora inúmeras seleções tenham sido testadas nos EUA buscando a sobrevivência de pessegueiros em áreas infestadas por esse nematoide (OKIE et al., 1994; YADAVA e DOUD, 1989). Ainda nos EUA, selecionou-se o porta-enxerto 'Guardian TM' como tolerante a PTSL, e, ainda resistente a *Meloidogyne* spp. (OKIE et al., 1991). No entanto, por ser protegido, a comercialização deste porta-enxerto é restrito ao país de origem (NYCZEPIR, 1991). Adicionalmente, o porta-enxerto 'Sharpe', tem sido uma alternativa viável em áreas dos EUA infestadas por *M. xenoplax*; e, também por ser resistente a *M. incognita*, *M. floridensis* e *Armillaria* spp.; apresentar menor exigência em frio e ser de domínio público (BECKMAN et al., 2008). No entanto, em países como o Brasil, testes preliminares de enxertia de cultivos de pêssigo nacionais sobre tal porta-enxerto tem evidenciado baixo pegamento limitando seu uso apenas em ameixeiras (Informação verbal)¹.

Devido à falta de porta-enxertos resistentes ao nematoide anelado e à inexistência de nematicida com registro de uso para a cultura, disponível para uso, no Brasil (AGROFIT, 2017), táticas alternativas de manejo são importantes para conviver com o problema. Nesse sentido, trabalhos com espécies antagonistas ou más hospedeiras no manejo do nematoide anelado em pré-plantio ao pessegueiro, em sistemas de rotação de cultura ou consorciação, é uma das formas de controle mais eficiente e economicamente viável, sendo seu emprego usado há bastante tempo nos EUA (DEAN e BERTRAND, 1993; NYCZEPIR e BERTRAND, 1990; NYCZEPIR e BERTRAND, 2000; NYCZEPIR; ESMENJAUD, 2008). Bertrand (1990) relatou que, de maneira geral, as gramíneas são hospedeiras desfavoráveis ao *M. xenoplax*. Segundo estes autores, o trigo e o sorgo são alternativas no controle deste nematoide, sendo seu uso, em pré-plantio, efetivo na sobrevivência de plantas de pessegueiro em áreas com PTSL (NYCZEPIR e BERTRAND, 1990; NYCZEPIR

¹Informação fornecida por B.UENO em palestra no Congresso Brasileiro de Fitopatologia em Belo Horizonte, agosto de 2008.

et al., 1996; NYCZEPIR e BERTRAND, 2000). Em nossas condições, Carneiro e colaboradores (1998), verificaram que cultivares de aveia, nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), sorgo, milho (*Zea mays* L.), mucuna (*Mucuna deeringiana* L.) e milheto foram culturas más hospedeiras de *M. xenoplax* em condições de casa de vegetação. Em trabalho recente, também em condições controladas, Kuhn e colaboradores (2015), avaliando a hospedabilidade de diferentes espécies vegetais a *M. xenoplax*, verificaram que ervilhaca, crotalaria, grama-seda, grama-sempre-verde, guaxuma, picão-preto e corriola, foram hospedeiras favoráveis ao nematoide. No entanto, algumas cvs. de aveia branca, aveia preta, azevém, milheto e sorgo reproduziram pouco o nematoide (FR < 1,00), e se comportaram como más hospedeiras do nematoide anelado, confirmando os dados de Carneiro e colaboradores (1998).

No Brasil, Gomes e colaboradores (2010) avaliaram três sistemas de rotação de culturas (aveia-preta/ feijão-de-porco/ milheto/ nabo-forrageiro; aveia-branca/ mucuna-anã/ trigo/sorgo e nabo-forrageiro/ milheto/aveia-branca/ milho) quanto ao potencial supressor de *M. xenoplax*, por dois anos consecutivos, em uma área naturalmente infestada pelo nematoide. A maioria das culturas testadas foi hospedeira desfavorável (FR<1,00) de *M. xenoplax*, exceto a mucuna-anã, que se comportou como favorável à reprodução do patógeno. Embora todos os tratamentos tenham suprimido *M. xenoplax*, as rotações com nabo-forrageiro/ milheto/aveia-branca/ milho e aveia-branca/ mucuna/ trigo/ sorgo proporcionaram as maiores reduções do nematoide no solo (93-95%).

Trabalhos envolvendo o uso de resíduos orgânicos aplicados ao solo no manejo de *M. xenoplax* têm demonstrado resultados animadores. Lima (2008) avaliando a eficiência de folhas de crucíferas e de TM associada à biofumigação em solo infestado com o nematoide anelado, verificou que houve redução acentuada das populações deste nematoide no solo, aos 50 dias de tratamento, resultando em níveis de controle acima de 80%. Da mesma forma, Santos (2011) testando o efeito da incorporação de TM ao solo no controle do nematoide anelado, em pré-plantio de figueira, verificou redução significativa das populações desse nematoide no solo. Entretanto, ainda não há estudos conclusivos sobre o efeito de plantas (coberturas verdes) ou mesmo o potencial de resíduos orgânicos no controle de *M. xenoplax* em pomares de pêssigo estabelecidos. Dessa maneira, foram objetivos deste trabalho:

1. Avaliar o efeito de diferentes coberturas verdes de verão e inverno (sorgo/ ervilhaca comum, milho/ aveia preta e amendoim/ nabo forrageiro) e de resíduos orgânicos (vermicomposto, TM e esterco de bovino) em sistemas de sucessão sobre as populações de *M. xenoplax* em pomar de pessegueiro;
2. Estudar a influência das coberturas verdes e dos resíduos orgânicos sobre parâmetros de desenvolvimento de plantas de pessegueiro, qualidade de frutos, e, características químicas do solo em pomar orgânico.

2.2 Material e Métodos

Neste estudo foi avaliado o efeito do cultivo de três coberturas verdes de verão em sucessão com três coberturas verdes de inverno, além de três resíduos orgânicos em consórcio com plantas de pessegueiro (Tabela 1) no controle de *M. xenoplax*, em condições de campo. O experimento foi conduzido durante quatro anos na Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental Cascata (Pelotas-RS) entre fevereiro de 2009 a março de 2013, em um pomar orgânico de pessegueiro de 16 anos, naturalmente infestado com *M. xenoplax*, sendo as avaliações do ensaio, realizadas nos laboratórios de Fitopatologia, Fisiologia Vegetal, Tecnologia de Alimentos e Fertilidade do Solo da Embrapa Clima Temperado.

2.2.1 Preparo de área experimental e instalação do ensaio

O delineamento do ensaio foi inteiramente ao acaso, sendo o mesmo constituído de seis repetições/tratamento. As parcelas experimentais foram constituídas de duas plantas de pessegueiro espaçadas 3,0 m entre si e 2,0 m entre linhas, perfazendo uma área de 10,0 m².

O pomar experimental utilizado foi da cv. Ametista sobre o porta-enxerto 'Indústria'. Os frutos dessa cultivar são redondos a redondos cônicos e, ocasionalmente, apresentam sutura levemente desenvolvida, com aptidão para a indústria de conservas. A polpa é amarelo-alaranjada, firme, não fundente, com boa resistência à oxidação e aderente ao caroço, que é pequeno proporcionalmente aos frutos; no entanto são moderadamente suscetíveis à podridão-parda (*Monilia fruticola*) (RASEIRA et al., 2014).

Antes da aplicação dos tratamentos, foi realizada amostragem de solo em cada parcela na profundidade de 0 a 25 cm, coletando-se as mesmas no entorno das plantas de cada parcela. Foram retiradas dez subamostras por amostra composta em pontos situados a 0,40 m de distância do tronco, localizados nos quadrantes norte, sul, leste, oeste da parcela. As subamostras foram homogeneizadas e após retirada a amostra composta, a qual foi identificada e armazenada em geladeira até o momento da análise. A seguir cada amostra composta foi processada (JENKINS, 1964) e avaliada quanto à presença e número de nematoides/ 250 cm³ solo, sob microscópio estereoscópico, com foco no nematoide anelado *M. xenoplax*, o qual foi previamente identificado e caracterizado morfológicamente sob microscópio óptico com base na chave de Brzeski e colaboradores (2002). Durante o outono e a primavera, 100 g de sementes de cada cobertura verde foram semeadas nas respectivas parcelas, separadamente; e, ao final do ciclo (quatro meses), incorporadas ao solo. Para aplicação dos compostos orgânicos, utilizou-se uma quantidade de 20 Kg/ parcela (1 kg/ m²) (LIMA, 2008), incorporando-se os mesmos a uma profundidade de 10-15 cm do solo (Figura 1).

Tabela 1. Resíduos orgânicos e coberturas verdes avaliados durante quatro anos (2009-2013) no controle de *M. xenoplax* em pomar de pessegueiro naturalmente infestado. Pelotas, 2017.

Tratamento	Código
Solo capinado (testemunha)	T1
Esterco bovino	T2
Vermicomposto	T3
Ervilhaca (<i>Vicia sativa</i> L. cv. comum) inverno e sorgo (<i>Sorghum vulgare</i> cv. Dom Verdeo) verão	T4
TM (<i>Ricinus communis</i> L.)	T5
Vegetação nativa roçada-sem capina (Testemunha)	T6
Nabo forrageiro (<i>Raphanus sativus</i> L. cv. comum) no inverno e amendoim forrageiro (<i>Arachis hypogaea</i> L.) no verão	T7
Aveia Preta (<i>Avena strigosa</i> cv. comum) no inverno e Milheto (<i>Pennisetum glaucum</i> L. cv. BN2) no verão	T8

2.2.2 Efeito dos tratamentos sobre as populações de *M. xenoplax* no solo

Duas vezes por ano (outono/ inverno e primavera/ verão), quatro meses após a aplicação dos resíduos orgânicos ou semeadura das coberturas verdes, amostras compostas de solo de aproximadamente 1,0 kg foram coletadas de cada parcela

experimental onde alíquotas de 250 cm³ foram processadas para extração de nematoides (JENKINS, 1964).

Posteriormente, uma alíquota de 5 mL da suspensão aquosa de cada amostra foi avaliada sob microscópio estereoscópico para quantificação dos índices populacionais de *M. xenoplax* (nº de *M. xenoplax*/ 250 cm³ solo). A partir dos índices populacionais iniciais e aos 12 e 48 meses de cada avaliação das populações de *M. xenoplax*, calculou-se o FR (FR= população final/população inicial) do nematoide anelado cujos valores, obtidos nos diferentes tratamentos, foram submetidos à ANOVA, sendo as médias comparadas entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SASM-AGRI (CANTERI et al., 2001). A seguir, obtiveram-se os valores de percentual de controle [PC= 100-(população final.100/população inicial)] de *M. xenoplax* aos 12 e 48 meses com base nas populações inicial e final do nematoides em cada parcela, dentro de cada tratamento, em cada período de avaliação, cujos valores de PC, transformados em $\arcsen\sqrt{x}/100$, foram comparados entre si pelo Teste de Duncan a 5%, onde, controle ou aumento populacional significativo foi representado por + ou - respectivamente.

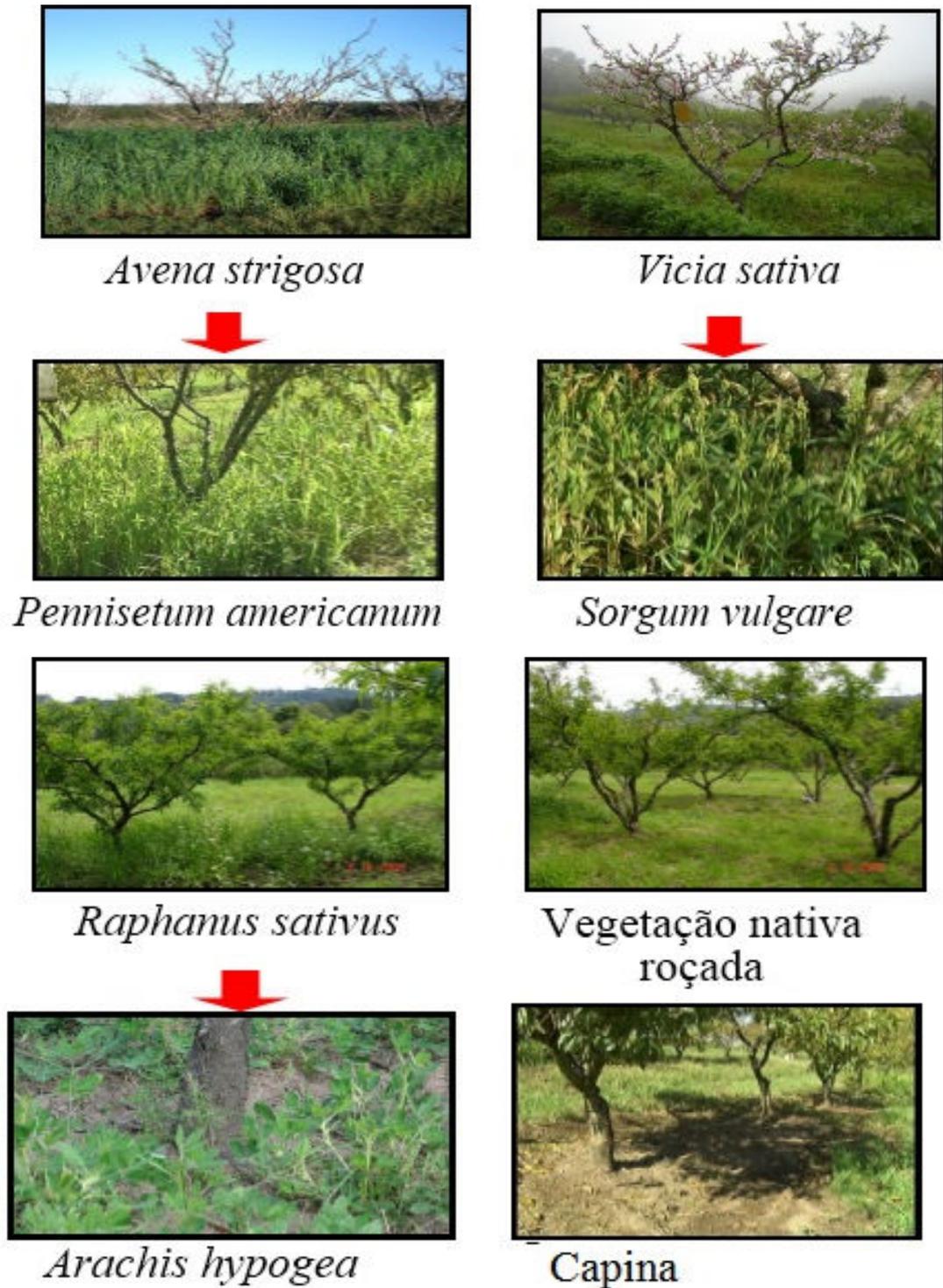


Figura 1. Sistemas de coberturas verdes (outono e primavera), testados no controle de *M. xenoplax* em pomar de pessegueiro cv. Ametista em condições de campo em comparação às testemunhas vegetação nativa roçada e capina.

2.2.3 Avaliação das características químicas do solo e dos resíduos

Amostras de solo foram coletadas aos 48 meses após a primeira incorporação dos resíduos orgânicos ou cultivo das coberturas verdes, e, a seguir, encaminhadas ao Laboratório de Fertilidade de Solo da Embrapa Clima Temperado a fim de se realizar as respectivas análises químicas. O carbono orgânico (matéria orgânica) foi determinado pelo método Walkley-Black conforme Alisson (1965). Os cátions trocáveis (Ca, Mg, Na, Al, Fe, Zn, Cu e Mn) e o pH em água foram analisados pelas metodologias descritas por Tedesco e colaboradores (1995). O fósforo e o potássio foram determinados pelo método Mehlich conforme Tedesco e colaboradores (1995) e a acidez potencial (H + Al), conforme descrito por Embrapa (1999). Na extração de boro das amostras utilizou-se o método da água quente (BaCl₂) segundo Raij e colaboradores (2001).

2.2.4 Avaliação dos teores nutricionais foliares de pessegueiro

As amostragens de folhas dos pessegueiros do pomar experimental foram feitas aos 48 meses após o início dos tratamentos, entre a 13^a e a 15^a semanas após a plena floração. Foram colhidas aproximadamente 100 folhas completas (limbo com pecíolo) ao redor de três plantas de cada parcela, na porção média dos ramos do ano localizados no terço mediano da planta, conforme as recomendações de Freire e Magnani (2005).

As amostras foram acondicionadas em sacos de papel identificados e enviadas ao Laboratório de Nutrição Vegetal da Embrapa Clima Temperado para análise química. Foram determinados os teores foliares dos macronutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn) e Cobre (Cu), expressos em mg/ cm³, de acordo com as metodologias definidas pela Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal do RS e de SC - ROLAS (SBCS/ CQFS, 2004). A seguir, os dados das diferentes variáveis foram submetidos à ANOVA, sendo as médias dos tratamentos, comparadas entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade por meio do programa SASM-AGRI (CANTERI et al., 2001).

Adicionalmente, todos os resíduos utilizados nesse estudo foram caracterizados quimicamente quanto aos macronutrientes utilizando-se a mesma metodologia da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal do RS e de SC - ROLAS (SBCS/ CQFS, 2004).

2.2.5 Avaliação do padrão eletroforético de peroxidases em raízes de pessegueiros

Avaliou-se a intensidade e padrão eletroforético da isoenzima peroxidase em amostras de tecidos de raízes coletadas durante o período de senescência das folhas do pessegueiro no segundo ano de incorporação dos tratamentos. Foram coletadas amostras de raízes de pessegueiro de cada parcela dos tratamentos vermicompostagem (T3) e TM (T5); e, das testemunhas com capina (T1) e sem capina, vegetação nativa roçada (T6). As amostras foram cuidadosamente retiradas dos sistemas radiculares com o auxílio de um bisturi para obtenção de uma amostra composta por tratamento, e, a seguir, transferidas para sacos plásticos em recipientes com gelo. A seguir, o material foi levado ao laboratório de Fitopatologia da Embrapa Clima Temperado, onde foi lavado rapidamente em água gelada para retirar resíduos de solo, escovado delicadamente e cortado em pequenos pedaços sobre bloco de gelo. Então o material foi pesado para obtenção de amostras de 0,2g, as quais foram acondicionadas em microtubos e congeladas em freezer a -20°C.

Para a avaliação da isoenzima peroxidase, utilizaram-se cubas de eletroforese horizontal em gel de poliacrilamida 5%, no sistema descontínuo de tampões descrito por Sacandalius (1969). A migração eletroforética efetuou-se em câmara fria mantida a uma temperatura de 4°C. A diferença de potencial foi mantida ao redor de 10 volts⁻¹ cm, fazendo-se migrar até que o frente, formado pelos tampões e marcado pelo azul de bromofenol, atingisse 9,0 cm a partir do ponto de aplicação das amostras. O gel foi corado com guaiacol para visualização das bandas da enzima peroxidase (ALFENAS, 2006). A seguir, determinou-se a mobilidade relativa (R_m) das bandas polimórficas reveladas em relação à primeira banda revelada no gel; avaliando-se também a intensidade das mesmas nos diferentes tratamentos analisados.

2.2.6 Efeito dos tratamentos sobre a qualidade dos frutos de pêssego

Durante o período de condução do experimento, foram realizadas podas anuais de frutificação. Anualmente, a necessidade e a intensidade do raleio de frutos foram realizadas de forma com que a quantidade de frutos nos ramos fosse diminuída em três vezes para possibilitar melhor crescimento dos frutos restantes (BARBOSA et al., 1997).

A colheita foi realizada aos 48 meses após o estabelecimento dos tratamentos, quando os frutos das testemunhas atingiram o ponto de maturação fisiológica (Tabela 1), através da cor da casca, que correspondeu ao final do mês de novembro até meados de dezembro. Na colheita os frutos foram separados visualmente por estágio de maturação fisiológica (maduro, intermediário, verde e podre). Após a colheita, os frutos foram levados ao Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Clima Temperado, onde foram efetuadas as diferentes avaliações. Foram analisados 20 frutos por planta, nos quais foram mensuradas características físicas: diâmetros transversal e longitudinal (mm), com o auxílio de um paquímetro manual (Master Série 123 EM). Os pêssegos foram classificados (segundo o diâmetro transversal ou equatorial) como tipo I ($\geq 57\text{mm}$), II ($47 - <57\text{mm}$) e III ($< 47\text{mm}$). Com os resultados obtidos, determinou-se a média de cada tratamento para as características avaliadas.

Os dados relacionados às variáveis dos efeitos dos tratamentos sobre as características químicas do solo, teores de nutrientes foliares de pessegueiro e qualidade dos frutos de pêssego, obtidos aos 48 meses foram submetidos à ANOVA, sendo as médias dos tratamentos, comparadas entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade por meio do programa SASM-AGRI (CANTERI et al., 2001).

2.3. Resultados e discussão

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que aos 12 meses após o estabelecimento dos tratamentos no pomar, apenas a incorporação da TM ao solo promoveu a supressão do nematoide anelado em comparação às duas testemunhas (Tabela 2). Quando avaliado o nível de controle dentro de cada tratamento, verificou-se supressão de aproximadamente 50 e 35% do nematoide anelado no solo submetido à incorporação bianual com TM e à sucessão ervilhaca-sorgo. No entanto, verificou-se aumento populacional de *M. xenoplax* (26 a 50%) nos tratamentos cujo solo foi submetido à sucessão nabo forrageiro-amendoim forrageiro e nas testemunhas onde as parcelas foram mantidas com ou sem vegetação nativa (capina) (Tabela 2).

Já, aos 48 meses do início da semeadura das coberturas verdes (verão e inverno) e ou incorporação dos resíduos orgânicos, todos os sistemas de coberturas testados e os resíduos TM e vermicomposto resultaram em redução das populações

de *M. xenoplax* (conforme valores de FR < 1,00 apresentado na Tabela 2), cujas taxas de controle do nematoide variaram entre 51 e 76% (Tabela 2) em relação às duas testemunhas. Apenas nas parcelas que receberam esterco bovino houve incremento significativo do nível populacional do nematoide no solo comparativamente a ambas as testemunhas (Tabela 2).

Tabela 2- Fator de reprodução (FR) e porcentagem de controle de *M. xenoplax* em pomar de pessegueiro aos 12 e 48 meses após a incorporação de diferentes resíduos orgânicos ou cultivo de coberturas verdes de inverno e verão. Embrapa Clima Temperado, Pelotas- RS, 2017.

Tratamentos	FR		Controle (%)	
	12*	48*	12*	48*
Esterco bovino	1,07 abc**	1,74 a	+7,00 ^{ns}	+74,00 ¹
Capina ^T	1,26 ab	1,68 a	+26,00 ¹	+68,00 ¹
Veg. Nativa roçada ^T	1,20 ab	1,32 ab	+20,00 ¹	+32,00 ¹
TM	0,49 c	0,49 c	-51,00 ¹	-51,00 ¹
Vermicomposto	0,81bc	0,36 c	-19,00 ^{ns}	-64,00 ¹
Ervilhaca - sorgo	0,65 bc	0,35 c	-35,00 ¹	-65,00 ¹
Nabo forrageiro – am. forrageiro	1,50 a	0,35 c	+50,00 ¹	-65,00 ¹
Aveia Preta - Milheto	1,05 abc	0,24 c	+5,00 ^{ns}	-76,00 ¹
CV(%)	31,22	23,75	-	-

T- testemunha; * Número de meses; CV=% **valores com letras distintas, na mesma coluna, diferem entre si pelo Teste de Duncan 5%; ns- não significativo a 5% de probabilidade; 1- significativo a 5% de probabilidade pelo teste T. FR > 1,00 e <1,00 indica aumento e redução das população do nematoide, respectivamente.

2.3.1 Influência dos tratamentos nos teores de nutrientes foliares e no solo

2.3.1.1 Nutrientes Foliares

Analisando-se o efeito dos tratamentos sobre a concentração de macro e micronutrientes no tecido foliar dos pessegueiros (Tabela 3), verificou-se que aos 48 meses não houve deficiência para os nutrientes avaliados em nenhum dos tratamentos, conforme a Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS)-RS/SC (2004). No entanto, comparando-se os sistemas de coberturas, resíduos orgânicos e testemunhas quanto aos teores de nitrogênio, as parcelas adubadas com TM apresentaram os maiores níveis deste nutriente nas folhas, diferindo significativamente dos demais tratamentos, cujos valores podem ser atribuídos a elevada porcentagem de nitrogênio determinado do resíduo (Tabela 4). Da mesma forma, os maiores valores de manganês foram detectados no tecido foliar das plantas onde foi incorporado este resíduo orgânico. Em relação aos teores de

fósforo, os níveis nutricionais foram semelhantes para a maioria dos tratamentos, com exceção daqueles onde se incorporou a TM que apresentaram teores significativamente mais baixos (Tabela 3).

Tabela 3. Níveis de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, zinco, manganês e cobre presentes em tecido foliar proveniente de plantas de pomar de pessegueiro cv. Ametista 48 meses após a introdução de diferentes sistemas de manejo do solo com coberturas verdes e resíduos orgânicos. Pelotas, 2017.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
	%			mg.Kg ⁻¹					
Capina ¹	2,29*b	0,26bc	1,59c	2,95a	2,95a	72,33 ^{ns}	15,50 ^a	34,33b	4,16b
Vermicomposto	2,51b	0,29abc	1,98a	2,53b	2,04b	72,33	14,50ab	37,83b	5,00ab
Esterco bovino	2,34b	0,33ab	1,97a	2,64b	0,97c	78,33	14,50ab	33,33b	4,66ab
Ervilhaca-sorgo	2,32b	0,29abc	1,53cd	2,56b	0,84c	73,33	13,00abc	34,16b	4,5ab
TM	2,85a	0,23c	1,77b	1,53c	0,88c	91,83	10,33cd	81,00a	6,5a
Veg. Nat. Roçada ¹	2,37b	0,36a	1,61c	1,37cd	0,89c	87,00	11,17bc	30,83b	4,00b
Nabo for. - amendoim for.	2,42b	0,35a	1,65bc	1,21d	0,84c	82,17	5,00e	30,00b	4,00b
Aveia Preta – milheto	2,21b	0,34ab	1,44d	1,09d	0,96c	69,83	7,71de	27,66b	4,00b
CV (%)	11,41	20,05	6,75	13,35	29,42	21,40	28,07	46,66	38,11

1-Testemunha; *Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem entre si pelo Teste de Duncan 5%;ns- não significativo.

A adição de esterco bovino ou vermicomposto ao solo resultou em teores elevados de potássio no tecido foliar dos pessegueiros ($P < 0,05$). Já em relação à concentração de cálcio e magnésio, em todos os tratamentos com coberturas verdes e resíduos orgânicos e campo nativo roçado detectaram-se menores.

De acordo com os resultados da análise química dos resíduos orgânicos utilizados nos diferentes tratamentos, observa-se que a TM apresentou maior nível de nitrogênio e de fósforo que o esterco bovino e o húmus de minhoca, cerca de 250% mais nitrogênio e 200% mais de fósforo que os demais tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4. Níveis de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio presentes no esterco bovino, húmus de minhoca e TM, aplicados nos solos de pessegueiros submetidos a diferentes tratamentos. Pelotas, 2017.

Resíduos orgânicos	N	P	K	Ca	Mg
	----- % (m/m) -----				
Esterco bovino	1,5	0,6	1,3	0,8	0,5
Vermicomposto	1,5	0,6	1,4	1,4	0,5
TM	5,3	1,8	1,3	0,4	0,7

Não houve influência dos tratamentos sobre os níveis de ferro no tecido foliar dos pessegueiros ($P > 0,01$). Porém, houve redução significativa de zinco nos tecidos foliares das plantas cujas parcelas foram cultivadas com os sistemas de coberturas verdes aveia preta-milheto e nabo-amendoim forrageiro (Tabela 3).

2.3.1.2 Nutrientes no Solo

Com base nas análises químicas de solo, verificou-se que aos 48 meses após o estabelecimento dos tratamentos, os teores de fósforo foram significativamente mais altos naquelas parcelas cujos resíduos orgânicos foram incorporados; da mesma forma, a adição de esterco de bovino e vermicomposto ao solo resultou em aumento significativo de potássio no solo das parcelas onde foram incorporados (Tabela 5). No entanto, em todos os tratamentos os níveis desses dois elementos estavam altos conforme CQFS RS/SC (2004). A TM promoveu tendência a acidez no solo (Tabela 5), apresentando um pH menor que 6,0, indicando assim necessidade de calagem segundo critérios padrões adotados para o pessegueiro (CQFS RS/SC, 2004). Os demais tratamentos mostraram valores de pH do solo entre 6,25 e 6,67, porém o tratamento nabo forrageiro–amendoim forrageiro

apresentou uma média de pH significativamente mais elevado similarmente à testemunha vegetação nativa roçada. A saturação por alumínio nas parcelas foi muito baixa (Tabela 5), ainda que a TM apresentasse o nível mais alto de saturação entre os tratamentos.

O uso dos resíduos orgânicos e do sistema de coberturas verdes ervilhaca-sorgo promoveu incremento de matéria orgânica no solo com diferença significativa em relação à testemunha capinada. No entanto, os tratamentos com TM e ervilhaca-sorgo resultaram nos maiores percentuais (>2,2%) no solo conforme observado na tabela 5.

Em relação ao micronutriente ferro, os sistemas coberturas verdes aveia preta-milheto e nabo forrageiro-amendoim forrageiro proporcionaram os maiores incrementos de ferro no solo, diferenciando significativamente dos demais tratamentos. Já os micronutrientes boro e manganês alcançaram níveis significativamente maiores nos solos tratados com TM. No entanto, todos os tratamentos tiveram o nível de sódio no solo reduzido significativamente em relação à testemunha capinada (Tabela 6).

Tabela 5. Níveis de potássio, magnésio, fósforo, cálcio, alumínio, pH e matéria orgânica (MO) no solo em pomar de pessegueiro cv. Ametista submetido a diferentes sistemas de manejo com coberturas verdes e resíduos orgânicos 48 meses após o estabelecimento dos tratamentos. Pelotas, 2017.

Tratamento	K -----mg/dm ³ -----	P	Mg	Ca -----cmolc/dm ³ -----	Al	pH SMP	MO% (m/v)
Vermicomposto	153,50a	78,76a	2,46a	4,833abc	0,017b	6,25 c	2,23b
Esterco bovino	142,67a	76,16a	2,21ab	5,933a	0,017b	6,40 abc	2,17 bc
Veg. Nat. Roçada ¹	135,00ab	42,50b	2,06bcd	5,7ab	0,00b	6,62 a	2,22b
TM	127,17ab	79,35a	2,11ab	4,033c	0,15 ^a	5,93d	2,65a
Nabo for. - amendoim for.	105,67c	38,06b	1,81cde	5,133abc	0,00b	6,67 a	1,92bcd
Ervilhaca-sorgo	95,83c	24,75b	1,81cde	4,983abc	0,033b	6,28 bc	2,07 bc
Capina ¹	91,33c*	23,68b	1,75de	5,80ab	0,00b	6,38 abc	1,68 d
Aveia Preta – Milheto	88,33c	25,21b	1,66e	4,73bc	0,017b	6,57ab	1,83cd
CV (%)	30,08	37,57	13,12	16,62	46,80	3,79	13,69

1-Testemunhas; *Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem entre si pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade

Tabela 6. Níveis de ferro, boro, sódio, cálcio, cobre, manganês e zinco presentes em solo de pessegueiro submetido a diferentes tratamentos aos 48 meses após o estabelecimento dos tratamentos em pomar de Pessegueiro cv Ametista Pelotas, 2017.

Tratamento	Fe * (g/dm ³)	(mg/dm ³)				
		B	Na	Cu	Mn	Zn
Capina	1,083c	0,33bc	14,83a	5,16 ^{ns}	7,07 c	2,05c
Esterco bovino	1,03c	0,40ab	11,33b	5,516	5,38 c	3,82ab
Vermicomposto	1,15bc	0,41ab	11,16bc	4,80	4,28 c	3,67ab
Ervilhaca-sorgo	1,10c	0,33bc	10,50bc	4,65	16,22 b	2,4bc
TM	1,28bc	0,46a	8,50c	4,65	26,20 a	4,38a
Veg. Nat. Roçada ¹	1,12 c	0,38ab	10,33bc	4,60	15,15 b	4,00a
Nabo for.–amend.for.	1,45ab	0,25cd	9,00bc	5,51	15,42 b	2,60bc
Aveia Preta–Milheto	1,63a	0,23d	9,00b	4,80 b	14,82	2,23c
CV %	20,07	20,33	19,67	28,68	27,78	34,46

Testemunhas; *Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem entre si pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade; ns- não significativo.

2.3.2. Padrão eletroforético de perfis enzimáticos de peroxidases em raízes de pessegueiros

Pela análise da isoenzima peroxidase nas amostras de raízes (Figura 2), verificou-se a presença de bandas anódicas de maior mobilidade relativa (R_m : 8.3; 2.3) comum a todos os tratamentos; e, uma banda de menor mobilidade (R_m : 1.0) nas amostras provenientes de plantas onde foi incorporado TM (T5) e o vermicomposto (T3).

Com relação às bandas catódicas, nas amostras de todos os tratamentos foi observada a presença de uma banda nítida e de menor mobilidade relativa (R_m 2.0), enquanto que em T5, foi revelada uma banda adicional (-1) mais próxima do ponto de aplicação da amostra (R_m -1.0) e a banda de maior mobilidade (-2) bem mais intensa que aquela verificada nos demais tratamentos (Fig.2).

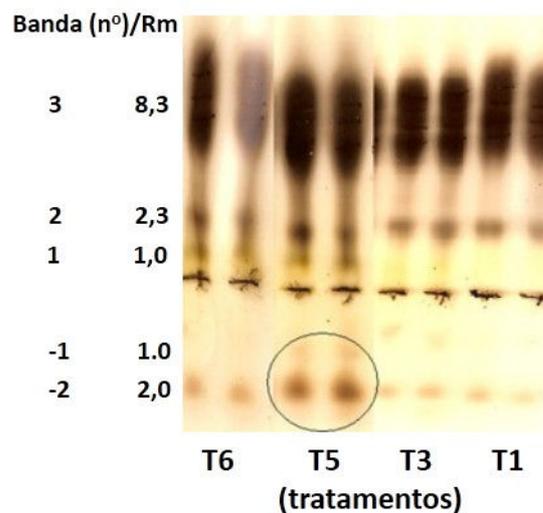


Figura 2. Padrão eletroforético e mobilidade relativa (R_m) de bandas anódicas (1;2;3) e catódicas (-1;-2) reveladas pela enzima peroxidase em amostras de raízes provenientes de pessegueiros submetidos à incorporação de TM (T5), vermicomposto (T3) e das testemunhas capina (T1), e vegetação nativa roçada (T6), 48 meses após o estabelecimento dos tratamentos em pomar cv. Ametista. Pelotas, 2017.

2.3.3 Efeito dos tratamentos sobre a qualidade dos frutos do pessegueiro

De acordo com, a Tabela 7, a maior percentagem de frutos tipo I foi observada no tratamento cujo solo foi incorporado com TM e vermicomposto, e, nos sistemas de coberturas verdes aveia preta–milheto, comparativamente às testemunhas onde o solo foi apenas capinado ou mantido com a vegetação nativa roçada (Figura 3). Em parcelas com esses mesmos resíduos e sistema de cobertura,

além da incorporação com esterco bovino, foi verificada menor percentagem de frutos classe II comparativamente a testemunha vegetação nativa roçada. Porém, em todos os tratamentos, incluindo a testemunha capinada, foram verificadas menores percentagens de frutos tipo III em relação a mesma testemunha, onde houve menor produção de frutos/ planta, conforme Figura 3 (dados não apresentados).

Tabela 7. Percentagem de pêssegos cv. Ametista classificados (segundo o diâmetro equatorial) conforme classes: I (≥ 57 mm), II (47 - < 57 mm) e III (< 47 mm), produzidos em parcelas submetidas a diferentes tipos de coberturas verdes e resíduos orgânicos. Colheita dos frutos aos 48 meses após o estabelecimento dos tratamentos na Estação Experimental da Cascata - Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

Tratamentos	Classificação frutos/tipo (%)			Textura (libras)
	I	II	III	
Vermicomposto	58,27a*	23,28d	19,84bc	13,70 ^a
Aveia preta - milho	56,02a	27,92cd	17,65c	14,41 ^a
TM	55,70a	28,08bcd	17,92c	10,19b
Esterco Bovino	53,41ab	28,75bcd	18,36c	13,32 ^a
Capina ^T	49,08bc	34,06abc	20,33bc	14,13 ^a
Ervilhaca - sorgo	46,49c	34,31ab	23,00bc	13,14 ^a
Nabo for.–amend.for.	45,86c	32,70abc	25,77b	12,85 ^a
Veg. nativa roçada ^T	34,94d	36,15a	34,37a	13,86 ^a
CV (%)	7,18	11,06	15,72	14,75

T- testemunha; *Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan.

Quando avaliado o efeito dos tratamentos sobre a textura dos frutos, verificou-se que aqueles obtidos das parcelas com incorporação de TM foram menos firmes comparativamente aos demais tratamentos ($P < 0,05$), além disso, maior densidade de frutos/ planta também foi observada nesse tratamento (dados não apresentados), o que causou a sobrecarga e quebra dos ramos apesar do raleamento (Figura 3).



Figura 3. Plantas de pessegueiros submetidas à incorporação do solo com TM (esquerda) e testemunha vegetação nativa roçada (direita). Pelotas-RS, 2017.

Na data da coleta, a porcentagem de maturação dos frutos de pessegueiros nos tratamentos com todos os sistemas de coberturas verdes com esterco bovino foi estatisticamente maior e semelhante àquela observada nas parcelas capinadas (Tabela 8). Não foi observado efeito dos tratamentos sobre a porcentagem de frutos de maturação intermediária. Porém, nos tratamentos cujos pessegueiros foram submetidos à incorporação do solo com TM e vermicomposto, foi verificada a menor porcentagem de frutos maduros (20-40%) semelhantemente àqueles valores obtidos na testemunha vegetação nativa roçada; o que refletiu na maior porcentagem de frutos verdes quando utilizou-se esses dois resíduos orgânicos. Além disso, a quantidade proporcional de frutos podres por amostra foi mais alta nas parcelas também adubadas com TM ($P < 0,05$).

Embora no primeiro ano de estabelecimento dos tratamentos (12 meses) no pomar tenha sido observado pouco ou nenhum efeito sobre as populações de *M. xenoplax* no solo, ao final dos quatro anos verificou-se redução significativa no nematoide anelado tanto nas parcelas manejadas com coberturas verdes com naquelas que receberam algum resíduo orgânico. Nesse sentido, decorridos 48 meses, o cultivo e a incorporação posterior das palhadas das coberturas verdes na linha de plantio dos pessegueiros promoveu redução significativa do FR das populações controlando o nematoide (Tabela 2). O manejo de espécies de nematoides em pomares pelo uso de culturas de cobertura constitui um importante conhecimento emergente (GOMES et al., 2006; SOUZA et al., 2006), já que estas

plantas podem produzir metabólitos com propriedades nematicidas, após a penetração de fitonematoides, ou, podem possuir tais compostos constitutivamente (CUNHA et al., 2003; PÉREZ et al., 2003). Em pré-plantio ao pessegueiro, Gomes e colaboradores (2010) observaram efeito antagônico a campo de muitas das culturas avaliadas nesse estudo, em sistemas de rotação de culturas no controle de *M. xenoplax*, por dois anos consecutivos. No entanto, as plantas antagonistas avaliadas no presente trabalho, até o momento, ainda não haviam sido testadas juntamente com o pessegueiro quanto ao efeito supressor de fitonematoides, em nossas condições.

Tabela 8 – Porcentagem média de diferentes estágios de maturação de frutos de pêsegos (cv. Ametista) coletados aos 48 meses após o estabelecimento de diferentes tratamentos em pomar de pessegueiro com coberturas vegetais e resíduos orgânicos. Estação Experimental da Cascata-Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

Tratamentos	Estádio de maturação dos frutos**			
	Maduro	Intermediário	Verde	Frutos podre ²
	-----%			
Capina ¹	68,12a*	16,82 ^{ns}	15,07de	18,12bc
Ervilhaca - sorgo	66,70a	18,63	9,22e	19,33b
Esterco bovino	52,07ab	17,40	30,53bc	15,24bc
Nabo-am. forrag.	58,70ab	17,13	21,50cd	10,63 d
Av. preta-milheto	60,40ab	18,82	20,78cd	18,40bc
Vermicomposto	40,43bc	24,15	35,43b	15,40bc
TM	20,18c	20,95	58,53a	23,25 ^a
Veg. nat. Roçada ¹	22,72c	26,90	38,05b	14,67c
CV (%)	35,99	43,26	32,37	19,09

1-Testemunha; 2- podridão associada ao fungo *Monilinia fruticola*; *Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Duncan; ns-não significativo; **média de 20 frutos por tratamento.

Em trabalhos conduzidos nos EUA, nesse mesmo patossistema, Bertrand e colaboradores (1988) verificaram que várias espécies de *Paspalum* spp. suprimiram as populações de *M. xenoplax* quando utilizadas estritamente nas entrelinhas dos pomares. Da mesma forma, o cultivo de tançagem (*Plantago lanceolata* L.) e *Muhlenbergia schreberi* nas entrelinhas dos pomares, na Carolina do Sul, resultou na supressão de *M. xenoplax* e não afetou o desenvolvimento dos pessegueiros (NYCZEPIR, 1991). No entanto, até o momento, não há registro de espécies vegetais antagônicas ao nematoide anelado cultivadas conjuntamente com o pessegueiro para as condições norte-americanas. Estudos conduzidos por McKenry

(1988) sugerem que o efeito nematocida das plantas de cobertura pode ser aumentado se for incorporando a parte aérea destas plantas no solo e seguindo da irrigação para mover os compostos para o alvo (nematóide). Neste trabalho incorporaram-se as plantas após o corte, sem, no entanto aplicar irrigação, por isso pode-se supor que as taxas de controle poderiam ser ainda melhores com aplicação de água. Um dos problemas do cultivo conjunto de plantas de coberturas e espécies perenes é a competição por água e nutrientes durante a estação de crescimento da segunda. Nesse sentido, a escolha de espécies vegetais/ cultivares, principalmente de verão, em sincronia com a cultivar de pessegueiro ou outra cultura qualquer é de relevada importância para garantir menor competição durante o desenvolvimento dos frutos. Adicionalmente, o momento certo da incorporação do resíduo das coberturas verdes escolhidas também é um importante fator a ser considerado no sistema proposto a fim de beneficiar o sistema de produção da cultura.

Nas parcelas onde houve adição de vermicomposto, houve redução da taxa de multiplicação de *M. xenoplax* no solo já no primeiro ano; no entanto, efeito significativo desse tratamento no controle do nematóide foi observado somente ao final do experimento (Tabela 2) na dose de 1,0 Kg/m². Swathi e colaboradores (1998) demonstraram que 1,0 kg/ m² de vermicomposto controlou efetivamente o fitoparasitismo de *Meloidogyne incognita* na cultura do fumo. O controle parcial de *M. incognita* pelo uso desse mesmo resíduo foi verificado por Morra e colaboradores (1998) em um sistema de rotação de tomate-abobrinha a campo durante dois anos. Ribeiro e colaboradores (1998) relataram que o emprego de vermicomposto proporcionou diminuição do número de galhas e massas de ovos de *M. javanica* em alface. Em outro trabalho, a adição de vermicomposto no solo de vasos, isolado e na forma de soluções aquosas de vermicomposto (chá de vermicomposto) sozinho ou misturado com ureia, diminuiu significativamente o número de cistos, de ovos e de juvenis de segundo estágio de *Globodera rostochiensis* e *G. pallida* em relação ao não tratado. O efeito supressor foi significativamente mais elevado na dose mais elevada para todos os materiais testados (RENČO e KOVÁČIK, 2015).

Mecanismos que permeiam o controle de fitopatógenos pelo uso da vermicompostagem envolvem fatores bióticos e abióticos. O efeito supressivo do vermicomposto sobre a murcha de fusarium em tomate revelou claramente que a inibição do fungo era puramente biótica e nenhum dos fatores químicos desempenhou qualquer papel, uma vez que os experimentos com vermicomposto

esterilizado por calor não conseguiram controlar a doença (SZCZECH, 1999). A adição desse resíduo orgânico ao solo estimulou a população de bactérias, fungos e mesofauna antagonistas a nematoides, podendo-se citar bactérias quitinolíticas (YASIR et al., 2009), *Pseudomonas* spp. (SCHMIDT et al., 1997), ácaro nematófago *Hypoaspis calcuttaensis* (BILGRAMI, 1996), *Collembola* e outros artrópodes que alimentam-se seletivamente de fitonematoides (THODEN et al., 2011).

A adição de vermicomposto ao solo contribuiu no incremento da população de rizobactérias promotoras do crescimento de plantas que produzem enzimas tóxicas para fitonematoides, sendo este efeito supressor originado em importantes gêneros de bactérias: *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Desulfovibrio*, *Pseudomonas*, *Serratia* e *Streptomyces* (SIDDIQUI e MAHMOOD, 1999). A adição de vermicompostos a solos cultivados com tomate, morango e uva mostrou uma redução significativa de fitonematoides e aumentou a população de nematoides fungívoros e bacteriófagos em comparação com os tratamentos inorgânicos tratados com fertilizantes (ARANCON et al., 2002). Além disso, alguns fatores abióticos apresentam efeitos adversos diretos em nematoides, por exemplo, compostos nematicidas tais como sulfeto de hidrogênio, amônia, nitratos e ácidos orgânicos liberados durante a vermicompostagem, bem como baixas relações C/N do composto. No entanto, fatores abióticos também podem induzir efeitos indiretos sobre fitonematoides, como alterações nas características físico-químicas do solo, exemplo, densidade aparente, porosidade, capacidade de retenção de água, pH, condutividade elétrica, capacidade de troca catiônica e nutrição (RODRIGUEZ-KABANA, 1986; THODEN et al., 2011).

O uso da TM proporcionou redução da taxa de reprodução de *M. xenoplax* no solo em aproximadamente 50% já aos 12 meses após a incorporação do resíduo ao solo, sendo o único tratamento que diferiu estatisticamente de ambas as testemunhas na primeira avaliação; e, proporcionou o mesmo nível de supressão de nematoide aos 48 meses (Tabela 2). O controle de fitonematoides pela utilização de TM provavelmente ocorre devido ao efeito nematicida direto, por meio da liberação de substâncias com efeito tóxico ocasionado pela ação do complexo ricina-ricinina presente na TM (KHAN et al., 1973; LORDELLO et al., 1983; DUTRA et al., 2006). Segundo Lordello (1983), na incorporação de um resíduo orgânico ao solo o processo de decomposição é acelerado, podendo liberar compostos que favoreçam a multiplicação de inimigos naturais aos patógenos, fazendo com que estes passem

a diminuir os efeitos nocivos sobre a cultura. Entre estes compostos promissores inclui-se a TM, considerando que o Brasil é o terceiro maior produtor de mamona do mundo e que, para cada tonelada de semente de mamona processada, são gerados 530 kg de TM (SEVERINO, 2005).

Na literatura existem vários trabalhos mostrando o efeito supressor da TM sobre diferentes espécies de fitonematoides (MORAES, 1977; MORAES; LORDELLO, 1977; LIMA, 2008; SANTOS, 2001). Estudos realizados por Gowda (1972) comparando a eficiência de diferentes tortas oleaginosas no controle de *M. incognita* em tomateiro demonstraram que a utilização desse resíduo proporcionou um maior crescimento das plantas e um menor desenvolvimento do nematoide comparado aos tratamentos sem aplicação. Em outro trabalho, a aplicação de uma dosagem de TM equivalente a 100 kg de nitrogênio/ ha, seguido do plantio de nabo (*Brassica rapa* L.), reduziu significativamente as populações de *M. incognita*, *Helycotilenchus* sp. e *Hoploilamus indicus* em relação às testemunhas (SIDDIQUI et al., 1979). A TM em associação com a biofumigação do solo resultou em níveis de controle acima de 80% das populações de *M. xenoplax* no solo de pessegueiro, aos 50 dias de tratamento (LIMA, 2008). A supressão de fitonematoides pela TM poderia ocorrer em função da melhoria da estrutura dos solos, como mudanças no pH, umidade e em propriedades químicas e físicas do solo, resultando em maior aeração, capacidade de retenção de água, melhoria na nutrição da planta ou no desenvolvimento de microrganismos que competem com os fitonematoides, por meio da liberação de nutrientes à planta. Além desses fatores, o aumento da microbiota do solo, incluindo fungos, bactérias, actinomicetos, algas e nematoides de vida livre pode estimular a concentração de predadores ou de microrganismos parasitas de fitonematoides; ademais da liberação de metabólitos tóxicos a nematoides, como compostos fenólicos, NH₃ ou nitrito e íons de Ca⁺ liberados durante sua decomposição (COSTA, 2000; LINFORD et al., 1938; PINHO et al., 2009; RITZINGER; FANCELLI, 2006; RODRIGUEZ- KÁBANA et al., 1987).

Neste experimento pode-se verificar uma pequena diminuição dos valores de pH, em todas as parcelas onde utilizou-se a TM (Tabela 5). Lima (2008) avaliando o efeito da incorporação de TM ao solo, também verificou redução desta variável. Embora a adição de resíduo orgânico seja desejável no solo, na literatura se sabe que durante o processo de decomposição ocorre liberação de H⁺ acidificando o solo (BISSANI et al., 2004). A mineralização da TM também é muito

mais rápida que a do esterco bovino e de outros resíduos orgânicos, segundo resultados obtidos por Severino e colaboradores (2004), o que permite maior liberação de nutrientes que outros materiais. Segundo os autores, a decomposição mais rápida da TM ocorre, provavelmente, devido aos altos teores de nitrogênio, fósforo e potássio presentes na torta, além de alta umidade e boa aeração, o que favorece a atividade microbiana.

Considerando-se a carência de alternativas eficientes no controle de *M. xenoplax* no pessegueiro, o uso da TM em áreas infestadas por este nematoide pode ser uma alternativa para sistemas de manejo integrado.

Há muitas situações na literatura em que a adição de resíduo orgânico não interferiu no nível populacional de fitonematoides (MCSORLEY, 2011). Conforme discutido por esse autor, embora resíduos orgânicos possam melhorar o crescimento das plantas e estimular a teia alimentar do solo, são necessários estudos e testes adicionais. Os efeitos inconsistentes das alterações do solo em relação à supressão de nematoides podem ser devidos aos diferentes mecanismos envolvidos nessa supressão (OKA, 2010). Lima (2008) avaliou o impacto da biofumigação do solo com TM na reprodução de *M. xenoplax* a campo, em área anteriormente cultivada com pessegueiro e cultivada com morangueiro. A biofumigação foi feita 50 dias antes do plantio de morangueiro e o FR avaliado no plantio e 50 dias após o plantio da cultura, o que resultou em estabilidade da população do nematoide anelado; este resultado foi explicado pelo autor pelo fato de que o efeito residual da torta se deve principalmente a liberação de uréia e amônia, e que embora o conteúdo de ricina na torta seja letal para os nematoides, 20 dias após a incorporação no solo essa proteína é rapidamente degradada. No entanto, quando se testou o efeito da biofumigação com TM dentre outros resíduos, juntamente com as plantas de pessegueiro, houve supressão da nematofauna nos cinco centímetros superficiais, e, aumento do nível populacional nas camadas mais inferiores do solo. Da mesma forma, Santos (2011) ao avaliar o efeito da TM no controle de *M. xenoplax* e *M. incognita* em pomar de figueira não observou controle significativo aos 12 meses da incorporação de diferentes concentrações do resíduo no solo. Porém a adição de doses cumulativas de TM em uma área anteriormente ocupada por figueiras e naturalmente infestada (sem plantas) por ambos nematoides foi eficiente no manejo de tais fitopatógenos. Muito provavelmente o aumento populacional dos nematoides ou efeito não significativo em função da incorporação

de tal resíduo juntamente com as plantas de pessegueiro ou figueira pode ser atribuído muito mais ao efeito tônico do que supressor da TM por ter sido avaliado um período bem inferior ao testado nesse estudo.

Miller e colaboradores (1968) e Kirmani e colaboradores (1975) estudaram o efeito nematicida de resíduos orgânicos variando a relação C: N e observaram que quando havia mais nitrogênio disponível, o controle de nematoides era maior. Dentre os resíduos orgânicos e plantas de cobertura estudadas neste trabalho, a TM foi o tratamento que proporcionou maior teor de nitrogênio nas folhas do pessegueiro, magnésio e matéria orgânica no solo diferindo significativamente de todos os demais (Tabela 3). Da mesma forma, interessante observar que o padrão de peroxidase das plantas de pessegueiros adubadas com TM revelou a presença de uma banda catódica de maior mobilidade relativa (Figura 2), cuja presença e intensidade pode estar relacionada ao aumento de resistência da planta e supressão do nematoide anelado no solo. De acordo com Agrios (1997), a peroxidase normalmente é alta em tecidos infectados e apresenta grande importância para as espécies vegetais em função de seu envolvimento nos mecanismos de defesa ou na senescência. Carneiro e colaboradores (1998) avaliando a resistência de porta-enxertos de pessegueiro a *M. xenoplax*, verificou que nos materiais genéticos onde foram observados os menores fatores de reprodução do nematoide também foram verificados as maiores atividades enzimáticas de peroxidase. De acordo com os autores esses compostos fenólicos atuam inativando a AIA-oxidase. Sem a atuação dessa enzima, a planta vai apresentar altas concentrações de AIA, permanecendo com alguma atividade durante o período de dormência e sendo conseqüentemente sensível ao estresse causado pelo frio.

Apesar de não ter sido observado morte de plantas de pessegueiro (PTSL) no pomar estudado, foi notório o efeito dos tratamentos, de um modo geral no vigor das plantas e ou danos diretos associados ao nematoide anelado (Figura 3). No entanto, a condução de estudos adicionais mais detalhados com maior número de repetições e avaliação de outras isoenzimas e ou compostos relacionados à resistência de plantas precisam ser realizados a fim de se obter informações que contribuam ao entendimento dessas interações.

Embora a adição de esterco bovino ao solo das parcelas com pessegueiro tenha resultado em aumento na taxa de reprodução do nematoide e, conseqüentemente, no aumento da sua densidade populacional no solo, conforme

relatado anteriormente, as plantas submetidos a esse tratamento apresentaram maior teor de potássio que aquelas com as coberturas verdes, não diferindo estatisticamente da TM, vermicomposto e da testemunha vegetação roçada (Tabelas 3 e 4). Segundo dados de Huber e Arny (1985 *apud* ZAMBOLIM et al., 2012) de um total de dez artigos mostrando o efeito da aplicação de potássio ao solo sobre doenças causadas por nematoides, em 60% deles houve aumento da infestação, em três houve decréscimo e em um não houve nenhum efeito. No entanto, ainda que exista muita informação na literatura sobre a relação entre o potássio e o aumento ou decréscimo de doenças nas plantas, há poucos dados disponíveis que expressem quantitativamente sobre a concentração de potássio nos tecidos das plantas ou no solo, que resultem em sintomas da doença (FAGERIA et al., 1997 *apud* ZAMBOLIM et al., 2012).

Os teores mais elevados de potássio nas folhas e no solo do pessegueiro também ocorreram nas parcelas adubadas com vermicomposto, no entanto, esse tratamento afetou negativamente a infestação do nematoide anelado, sendo mais pronunciado aos 48 meses (Tabela 2). As adições de vermicomposto ou esterco bovino em substrato 1:1 v/v areia/ solo foram avaliados para controle de *M. javanica* em tomateiro; o nematoide e os resíduos orgânicos foram incorporados no solo do vaso em uma única aplicação 15 dias antes do plantio, sendo que ambos resíduos aumentaram o número de galhas e ovos nos sistemas radiculares dos tomateiros (BERNARDO, 2009). Nota-se que a autora testou neste trabalho a eficiência de controle de outros quatro resíduos orgânicos, sendo que a maior infestação significativa resultou do uso do biofertilizante e a menor infestação tendo sido observada pelo uso da turfa ($p > 0,05$). A análise do biofertilizante indicou que este resíduo possuía 10 vezes mais nitrogênio que os demais materiais testados, porém, apresentava também o mais alto teor de potássio. A turfa, por sua vez, apresentou os teores mais baixos de potássio e fósforo, na ordem de 100 vezes menos potássio que os demais resíduos orgânicos testados.

A capacidade de diferentes resíduos orgânicos suprimirem doenças de patógenos do solo foi revisada por Bonanomi e colaboradores (2007) com base em um total de 2.423 estudos de caso experimentais. Os diferentes tipos de materiais orgânicos pesquisados nesse estudo foram classificados em quatro grupos gerais: compostos, resíduos de cultivos, turfa e resíduos orgânicos. Os autores consideraram o conceito de composto orgânico como o material submetido à

decomposição biológica aeróbia, durante o qual se atingem temperaturas de 40-70°C como resultado da atividade microbiana, sendo que este processo permite tanto a sanitização do material (de origem humana, além de patógenos e sementes de plantas daninhas) como sua estabilização. Diferentes tipos de materiais orgânicos suprimiram doenças em 45% dos casos e foram significativos em 35% dos casos, sendo que em 20% dos casos, observou-se aumento significativo da incidência. O material mais supressivo entre os resíduos orgânicos foi o composto agrícola, com mais de 50% dos casos, resultando em controle efetivo das doenças. Além disso, o componente microbiológico pode também estar associado às diferenças aqui obtidas quanto à supressão do nematoide anelado uma vez que há uma grande diversidade de microrganismos e outros organismos no vermicomposto possivelmente estimulados pela decomposição de tal resíduo no solo; conforme relatado em outros estudos, os microrganismos desempenham papel fundamental no ciclo do carbono e na gênese das substâncias húmicas do solo, considerando que cada quilograma de um solo fértil pode conter 500 bilhões de bactérias (cerca de 100 vezes a população de seres humanos da Terra), 10 bilhões de actinomicetos e cerca de um bilhão de fungos (BALDOTTO e BALDOTTO, 2014).

Quando analisado o efeito dos tratamentos sobre a produção de pêssegos, verificou-se que a incorporação com TM, vermicomposto ou aveia preta-milheto, proporcionaram aumento significativo no tamanho de frutos produzidos, conforme a tabela 7. Não obstante, ainda que somente o sistema de coberturas aveia preta-milheto tenha se destacado na produção do padrão tipo I, todas as coberturas verdes testadas produziram menor porcentagem estatística de frutos tipos II e III em relação à testemunha com vegetação nativa roçada. Isso possivelmente deve-se a que o uso de coberturas verdes associadas a sistemas agrícolas em geral condicionam maior estabilidade ecológica do agroecossistema, com reflexos positivos no equilíbrio nutricional das plantas cultivadas, e, conseqüentemente em uma melhor qualidade produtiva (ALTIERI, 1991; GRAVENA, 1992; WADDINGTON, 1994; AKIBA et al., 1999). Os resultados da análise de solo ao final do experimento evidenciaram que os solos das plantas de cobertura apresentaram em média teor de fósforo 60% menor que o dos solos adubados com resíduos orgânicos (Tabela 4). Considerando que as quantidades de fósforo da análise foram suficientes para classificá-las em “alto teor” para a cultura do pessegueiro, possivelmente esse nutriente não esteve prontamente disponível nos solos tratados com duas, das três

plantas de coberturas testadas, e o teor mais baixo influenciou no tamanho dos frutos; já que o fósforo é um elemento essencial à nutrição das plantas e sua deficiência no solo reduz significativamente a produção das culturas (PRABHU et al., 2007).

Ainda que a TM tenha proporcionado aumento significativo no tamanho de frutos produzidos e um controle em torno de 50% desde o primeiro ano de estabelecimento dos tratamentos, os pessegueiros adubados com este resíduo produziram uma porcentagem significativamente maior de frutos com podridões associadas a *M. frutícola* com relação aos demais tratamentos e às duas testemunhas (Tabela 8), assim como também aumentaram o vigor das plantas evidenciando uma copa com densidade foliar maior (dados não apresentados). Esses resultados podem estar fortemente relacionados aos índices mais elevados de nitrogênio no tecido foliar e menores valores de textura encontrados nas amostras, os quais possivelmente afetaram a resistência dos frutos, aumentando sua suscetibilidade às infecções por patógenos.

De acordo com Severino (2001) níveis elevados de nitrogênio na planta podem favorecer doenças fúngicas, principalmente nos casos em que P e K estiverem os níveis baixos; o que pode explicar o aumento de podridões nos frutos; já que além da TM resultar em alto teor de N, o nível de P no tecido foliar foi significativamente mais baixo que os demais tratamentos (Tabela 3). Além disso, o teor de cálcio dos solos nestas parcelas, aos 48 meses, foi menor estatisticamente, diferindo dos demais tratamentos e das duas testemunhas (Tabela 4). Sabe-se que a presença de cálcio no solo em quantidade suficiente exerce influência na redução da podridão de órgãos suculentos (CASTANO e KERNKAMP, 1956), segundo os autores, o efeito do cálcio está ligado à sua fonte, ao tamanho da partícula, à época de aplicação e ao tipo de solo. Por isso supõe-se que o cálcio fornecido pela TM incorporada ao solo do pessegueiro proporcionou baixo teor deste nutriente no solo e por isso resultou na redução da qualidade dos frutos à época da colheita. Nesse sentido, a condução de podas verdes durante o manejo da cultura poderiam diminuir a ocorrência de podridões em função do aumento da ventilação e, conseqüentemente, reduzindo a umidade favorável a infecção dos frutos por patógenos.

Adicionalmente, a menor porcentagem de frutos maduros no tratamento com TM parece também estar associada ao acúmulo de nitrogênio no sistema, o que atrasou a maturação em aproximadamente uma semana (dados não apresentados).

Nesse sentido, uma vez tomadas medidas de prevenção de ocorrência de podridões, tal fato pode contribuir para a oferta de um produto mais tardiamente e com melhor preço no mercado.

Devido à falta de porta-enxertos resistentes ao nematoide anelado e à inexistência de nematicida com registro de uso para a cultura, disponível para uso no Brasil, o uso de coberturas verdes apresenta-se em uma forma de controle eficiente e economicamente viável, considerando que as espécies vegetais estudadas neste trabalho são adaptadas à região sul do Brasil. Já o uso da TM tem como principal limitante o custo, já que este insumo é produzido em outras regiões do país, o que eleva o preço de compra do insumo para o produtor de pêssego no RS.

2.4 Conclusões

O emprego de coberturas verdes e resíduos orgânicos afeta as populações do nematoide anelado no solo, o desenvolvimento de plantas e qualidade de frutos de pêssego assim como também pode interferir na resistência a doenças, nos níveis de nutrientes foliares e do solo submetido a tais tratamentos.

O uso de esterco bovino como adubo orgânico em pomar favorece o aumento das populações de *M. xenoplax* no solo.

O controle efetivo de *M. xenoplax*, a curto prazo, pelo uso da TM pode ser uma alternativa, porém, a longo prazo, apesar de controlar o patógeno, afeta a qualidade e a maturação dos frutos.

3 CAPÍTULO II: EFEITO CONJUNTO DO EMPREGO DO SISTEMA DE COBERTURAS VERDES MILHETO/ AVEIA PRETA ASSOCIADO AO USO DA TM NO MANEJO DE FITONEMATÓIDES, DESENVOLVIMENTO E NUTRIÇÃO DAS PLANTAS, E, QUALIDADE DOS FRUTOS PRODUZIDOS EM POMAR DE PESSEGUIRO

3.1 Introdução

Diversas espécies de fitonematóides foram relatadas parasitando o pessegueiro, destacando-se como as mais importantes *Meloidogyne* sp., *Mesocriconema* spp., *Xiphinema* spp. e *Pratylenchus* spp. devido às relevantes perdas que causam à cultura em muitas regiões do mundo (McKENRY, 2004). Dentre eles, o nematoide anelado e o de galhas são os mais comuns em nossas condições (GOMES e CARNEIRO, 2014). Plantas parasitadas por *Meloidogyne* spp. normalmente apresentam sintomas de enfraquecimento, baixa produção, desfolhamento precoce e declínio prematuro, podendo ocorrer, ocasionalmente, a morte da planta (NYCZEPIR e ESMENJAUD, 2008). Já o ectoparasita anelado *M. xenoplax*, associado à ocorrência da síndrome da morte precoce do pessegueiro se constitui em um dos maiores problemas para tais fruteiras em diferentes regiões persícolas do continente americano (CARNEIRO et al., 1993, GOMES, 2000; UENO, 2008; GOMES e CARNEIRO, 2014).

Os sintomas de PTSL em pessegueiro inicialmente aparecem como redução ou paralisação do crescimento evoluindo para o depauperamento e morte das plantas. A síndrome manifesta-se em pessegueiros de idade variável, afetando as plantas isoladamente ou em reboleira. As árvores com problemas apresentam brotação e floração anormais, morte dos brotos, ou mesmo brotação tardia na parte interna da copa e nos ramos mais grossos. Posteriormente observa-se seca de ramos até a morte completa da planta. Os sintomas podem ser observados no final do período de dormência, ou fim do inverno e início da primavera, após a ocorrência

de drástica redução da temperatura (CAMPOS et al., 1998; GOMES e CARNEIRO, 2014). De acordo com Mayer e colaboradores (2009), no RS, os prejuízos relacionados a percentagem de plantas mortas no pomar afetado podem chegar em até 90%, constituindo-se a PTSL como um dos principais problemas que afetam a persiculta no RS (MAYER e UENO, 2012).

Entre as estratégias de manejo de fitonematoides, o uso de porta-enxertos resistentes, é o método mais desejado por ser de baixo custo, fácil uso e alta eficácia. Para o nematoide das galhas, existem porta-enxertos que apresentam resistência a várias espécies de *Meloidogyne* spp. que ocorrem nas diferentes regiões brasileiras onde se cultiva pêssigo (SCHERB et al., 1994; CARNEIRO et al., 1998; FACHINELLO et al., 2000; GOMES e CAMPOS, 2003; PAULA et al., 2011). Porém, existem poucos materiais de pessegueiro tolerantes a *M. xenoplax* (GOMES; CARNEIRO, 2014). Nos Estados Unidos o porta-enxerto 'Guardian TM' é tolerante a PTSL e a *Meloidogyne* spp. (OKIE et al., 1991). No entanto, por ser protegido, a comercialização deste porta-enxerto é restrito ao país de origem (MAYER e UENO, 2012). Da mesma forma, o porta-enxerto 'Sharpe', tem sido uma alternativa viável em áreas dos EUA infestadas por *M. xenoplax*; por ser resistente a *M. incognita*, *M. floridensis* e *Armillaria* spp.; ter menor exigência em frio e ser de domínio público (BECKMAN et al., 2008). Porém, em países como o Brasil, testes preliminares de enxertia de cultivos de pêssigo nacionais sobre tal porta-enxerto tem evidenciado baixo pegamento limitando seu uso apenas em ameixeiras (Informação verbal)². Também é importante considerar que cultivares de copa exercem uma influência significativa na incidência de PTSL em porta-enxertos 'Nemaguard' e 'Flordaguard'; sendo que os efeitos médios das 'copas' podem variar de 10 a 49% de mortalidade de PTSL (BECKMAN et al., 2002). Além do mais, na prática, em nossas condições, a maioria dos pomares é formada por plantas enxertadas sobre caroços da indústria, sem identificação, agravando o problema (MAYER; UENO, 2012).

O uso de plantas não hospedeiras em rotação, consórcio ou cultivo intercalar parece ser uma alternativa de manejo aos fitonematoides em pessegueiro. De uma forma geral, algumas espécies de gramíneas (família Poaceae) têm mostrado efeito antagonista sobre fitonematoides (SANGWAN et al, 1985; RODRÍGUEZ-KÁBANA et al., 1988), principalmente à *M. xenoplax* e *Meloidogyne* spp. (NYCZEPIR e

² Informação fornecida por B.UENO em palestra no Congresso Brasileiro de Fitopatologia em Belo Horizonte, agosto de 2008.

BERTRAND, 1990; GOMES e FORTES, 2005; GOMES et al., 2010) em pré-plantio ao pessegueiro. Nesse sentido, culturas de inverno e verão foram primeiramente testadas para controle de *M. xenoplax* em estudos de campo e casa de vegetação conduzidos nos Estados Unidos. As espécies de trigo, triticale, aveia-branca, centeio e cevada foram cultivadas em pré-plantio durante três anos e todas elas mostraram-se hospedeiros pobres ou não hospedeiros de *M. xenoplax* em comparação com o pessegueiro (NYCZEPIER et al., 1992). Segundo os autores, o trigo parece ser uma planta má hospedeira deste nematoide possivelmente por apresentar efeito aleopático, entretanto pode ser hospedeira de *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria* (JOHNSON e MOTSINGER, 1989). Da mesma forma, Gomes e colaboradores (2014), avaliando a campo o emprego da rotação de culturas com espécies vegetais no controle de *M. javanica* e *M. xenoplax*, por dois anos consecutivos, verificaram que alguns sistemas com espécies de inverno e verão (aveia-preta/ feijão-de-porco/ milho/ nabo-forrageiro; nabo-forrageiro/ milho/ aveia-branca/ milho e aveia-branca/ mucuna-anã/ trigo/sorgo), foram capazes de suprimir eficientemente as populações desses nematoides no solo em áreas infestadas, antes do plantio de pessegueiro.

Ainda que culturas de inverno e verão sejam indicadas para pré-plantio do pessegueiro, a eficácia do uso dessas plantas para redução de populações de fitonematoides, em sistemas produtivos de plantas perenes é questionável; pois o restabelecimento de um novo pomar é uma decisão economicamente difícil, considerando ainda que as árvores frutíferas replantadas, freqüentemente têm dificuldade em se restabelecer. Dessa forma, a seleção de plantas de cobertura plantadas em consórcio ou cultivo intercalar com potencial para supressão de populações de *M. xenoplax* dentre outros nematoides-praga importantes, são de grande interesse. Gramíneas do gênero *Paspalum* demonstraram resultados promissores na supressão do nematoide anelado quando plantadas entre as linhas dos pessegueiros, considerando que é um forte concorrente de água e nutrientes (BERTRAND et al., 1988). Porém estudos para seleção de espécies e variedades de plantas antagonistas ao nematoide anelado, em pomares de *Prunus* spp., são incipientes no Brasil, embora já se tenha observado resultados promissores na supressão do *M. xenoplax* (GOMES e COUTINHO, 2005). Adicionalmente, pouco se sabe sobre a forma como se dá a supressão de tais plantas a fitonematoides, em conjunto a planta perene suscetível.

Outra importante alternativa no controle de fitonematoides refere-se ao uso de resíduos orgânicos. Ainda que seus efeitos sobre fitonematoides sejam há muito tempo conhecidos (STIRLING, 1991; RITZINGER e MCSORLEY, 1998), pouco se conhece dos efeitos nematicidas de determinados materiais, como a TM sobre o nematoide anelado em pessegueiro. Em estudos recentes em solo infestado naturalmente com *M. xenoplax*, *M. javanica* e *Helicotylenchus* sp., anteriormente cultivado com pessegueiro, Lima (2008) avaliou o efeito da biofumigação com TM por um período de 50 dias, no controle do nematoide. A biofumigação com TM reduziu significativamente a população de *M. xenoplax*; porém, quando se testou o emprego dessa técnica, em conjunto com as plantas ao pessegueiro, não houve supressão de tais patógenos. Em outro estudo, Santos (2011) aplicando doses cumulativas de TM, por 12 meses, em uma área anteriormente utilizada como pomar de figueira, naturalmente infestada com o nematoide anelado e de galhas, verificou redução significativas das populações de *M. incognita* e *M. xenoplax*. Porém, a adição do resíduo, na presença da figueira, por um período de um ano, não suprimiu as populações de ambos nematoides no solo.

Dessa forma, teve-se por objetivos nesse trabalho, avaliar a influência conjunta do plantio de milho em sucessão com aveia preta na linha do pessegueiro e a da incorporação da TM sobre: a flutuação populacional de *M. xenoplax*, *Meloidogyne* spp. e nematoides de vida livre; a qualidade comercial dos frutos; o desenvolvimento e nutrição das plantas; bem como estudar o efeito dessas plantas na reprodução dos fitonematoides, em casa de vegetação, e prospectar a atividade nematicida e nematostática in vitro dos exsudatos radiculares dessas coberturas verdes sobre *M. xenoplax* e *Meloidogyne* spp..

3.2 Material e Métodos

Este trabalho foi dividido em três partes. Na primeira, avaliou-se o efeito de coberturas verdes associadas a incorporação de TM em pomar de pêsego (cvs. Rubimel e Sensação) sobre as populações de fitonematoides do solo, variáveis relacionadas ao desenvolvimento das plantas e qualidade dos frutos produzidos. Na segunda avaliou-se o desenvolvimento de mudas de pessegueiro “Capdbosq” em solo proveniente do pomar de pessegueiro cv. Rubimel manejado com as coberturas verdes e TM, três anos após o estabelecimento do experimento a campo, em condições de casa de vegetação; e, na última etapa, prospectou-se o mecanismo de

ação das plantas de cobertura na supressão no nematoide anelado em experimentos conduzidos em casa de vegetação e *in vitro*.

I Parte: Efeito conjunto de coberturas verdes e da aplicação da TM em pomar de pessegueiro sobre as populações de nematoides do solo, desenvolvimento da plantas e qualidades dos frutos.

O trabalho de campo foi conduzido em pomar orgânico de pessegueiro de três anos de idade, localizado na Estação Experimental Cascata (EEC), (31°37'15.57 "S; 52°31' 30.77" W; e, 164 m de altitude). O experimento foi conduzido em uma área total de 120,00 m², durante três anos consecutivos, tendo sido iniciado em oito de abril de 2013 e finalizado em quatro de abril de 2016. Estudos experimentais adicionais foram conduzidos nos Laboratório de Fitopatologia, Tecnologia de Alimentos, Fisiologia Vegetal, Nutrição de Plantas e nas casas de Vegetação da Embrapa Clima Temperado.

3.2.1 Instalação do Experimento a campo e estabelecimento dos tratamentos

Os experimentos foram realizados em pomar orgânico naturalmente infestado com *M. xenoplax*, dentre outros fitonematoides que ocorriam na mesma área. O ensaio foi desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado com seis repetições. Foram estabelecidas parcelas de 10 m² com cinco plantas cada, considerando-se como repetição, as duas plantas da extremidade de cada lado da parcela (subparcela), conforme apêndice 1. Os pessegueiros utilizados foram das cultivares copa Sensação e Rubimel enxertados sobre porta enxerto tipo “caroço da indústria” cuja adubação de base e correção da acidez foi realizada no estabelecimento do pomar conforme normas da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal dos Estados de RS e Santa Catarina (ROLAS, 1981).

As parcelas foram submetidas aos seguintes tratamentos:

Tratamento 1 – Parcelas com plantas de pessegueiro cv. Rubimel mantidas sem vegetação-capina (Testemunha Rubimel);

Tratamento 2 – Parcelas com plantas de pessegueiro cv. Sensação mantidas sem vegetação-capina (Testemunha Sensação);

Tratamento 3 – Parcelas com plantas de pessegueiro cv. Rubimel com adubação anual de 10 Kg de TM cultivadas com aveia preta (*A. strigosa* cv. comum no inverno, e, milheto (*P. glaucum*) cv. BRS1502, no verão + 10Kg de TM, na primavera;

Tratamento 4 – Parcelas com plantas de pessegueiro cv. copa Sensação com adubação anual de 10Kg de TM cultivadas com aveia preta (*A. strigosa*) cv. Comum, no inverno, e, milho (*P. glaucum*) cv. BRS1502 + 10 Kg de TM, na primavera.

Durante todo o período experimental, no outono, foi realizada a incorporação 1,0 Kg de TM/ m² de cada subparcela, de aveia; e, na primavera, foi feita nova incorporação de TM ao solo seguida da semeadura e cultivo de milho (*P. glaucum* cv. BRS1502), na dose de 100g de sementes por subparcela, perfazendo-se um total de seis incorporações e cultivos por parcela durante três anos (Figura 4). As coberturas verdes foram semeadas nas linhas de plantio (projeção da copa) dos pessegueiros.



Figura 4. Cultivo na linha de milho no final do verão/ outono (1) e testemunhas (2) (A); e, aveia no final do inverno/ primavera (B) em pomar orgânico de pessegueiro, durante três anos consecutivos, Pelotas-RS, 2017. Fonte: a autora, março (A) e setembro (B) de 2013.

Quatro meses após a semeadura, logo após as coletas de solo, as subparcelas contendo as coberturas verdes foram roçadas com roçadeira costal à gasolina (Figura 5) e incorporadas ao solo. Plantas de pessegueiro de ambas as cultivares, mantidas em parcelas cujo solo, apenas capinadas com enxada, foram utilizadas como testemunhas, conforme anteriormente detalhado na descrição dos tratamentos.

3.2.2. Coleta de amostras de solo

Antes da incorporação de TM + restos da roçada de aveia ou milho, foram coletadas amostras de solo de cada subparcela, no final do outono ou primavera, respectivamente, para avaliação das populações dos nematoides no solo (Figura 6). Foram realizadas duas amostragens/ tratamento a cada ano, além da coleta para

determinação da população inicial, totalizando sete datas de coleta onde foi obtida uma amostra composta por subparcela em cada data de coleta.



Figura 5. Corte das coberturas verdes de inverno e verão (A), e, roçada quatro meses após a semeadura (B). Pelotas-RS, 2017. Fonte: a autora, abril de 2014.

A área de amostragem foi definida como a zona do entorno das plantas (projeção da copa) de cada parcela. Foram retiradas quatro subamostras por amostra composta em pontos situados a 0,40 m de distância do tronco, localizados nos quadrantes norte, sul, leste, oeste, em área de quatro metros quadrados. As subamostras foram homogeneizadas e após foi retirada a amostra composta (Figura 6), a qual foi identificada e armazenada em geladeira até o momento da análise.



Figura 6. Coleta de solo e obtenção de amostras compostas no entorno de duas árvores de pessegueiro, para posterior processamento e extração dos nematoides. Pelotas-RS, 2017. Fonte: a autora, maio de 2014.

3.2.3 Avaliação da nematofauna do pomar

Uma alíquota de 250cm³ de solo de cada amostra coletada antes do estabelecimento dos tratamentos foi processada para extração dos nematoides (JENKINS, 1964), e, posterior identificação e contagem do número de espécimes por 250 cm³ de solo (população inicial). Os nematoides anelados, os de vida livre, assim como os juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne* sp. foram identificados

através de observações das características morfológicas em microscópio estereoscópico utilizando-se a chave de Mai e Mullin (1996) e a chave de diagnóstico interativo de UNL NEMATOLOGY LAB (2017), ao nível de gênero. Parte das amostras de solo coletadas foi utilizada para plantio de plantas de cravo (*Dianthus caryophyllus*) (RASKI; RADEWALD, 1958) ou tomate, em casa de vegetação a $25 \pm 5^\circ\text{C}$, para posterior estudos morfológicos e morfométricos dos nematoides anelados e bioquímicos do nematoide das galhas, respectivamente, visando a identificação das espécies presentes no pomar.

Com base nos níveis populacionais, obtidos nos tratamentos e testemunhas de cada cultivar, ao longo do período de condução do experimento, avaliou-se a flutuação populacional do nematoide anelado, de galhas e daqueles de vida livre, ao longo das sete coletas, através de análises de regressão polinomial para cada cultivar, separadamente (SAS SYSTEM 9.0, SAS INSTITUTE, CARY, NC-USA).

3.2.4 Caracterização bioquímica de espécies de *Meloidogyne* spp.

As espécies de *Meloidogyne* foram caracterizadas bioquimicamente pela técnica de eletroforese, utilizando-se a isoenzima esterase, conforme Carneiro e Almeida (2001). As fêmeas de *Meloidogyne* utilizadas foram obtidas a partir de raízes com galhas de pessegueiros das parcelas experimentais do pomar. Essas raízes foram picadas e misturadas a solo esterilizado em vasos com mudas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* L.) suscetível 'Rutgers', em casa de vegetação. A partir desses tomates inoculados, foram obtidas fêmeas de aspecto branco leitosas, as quais foram extraídas das raízes. As fêmeas retiradas foram maceradas e submetidas à eletroforese e coloração do gel com a isoenzima esterase. Em todos os géis, o extrato proteico de *M. javanica* foi aplicado em uma cavidade para garantir o padrão de comparação dos fenótipos encontrados. A identificação dos fenótipos de *Meloidogyne* spp. foi realizada pelo cálculo da mobilidade relativa (R_m) das bandas polimórficas de cada população, utilizando *M. javanica* como padrão de comparação ou testemunha em relação a espécie estudada conforme detalhado anteriormente (ESBENSHADE e TRIANTAPHYLLOU, 1990; CARNEIRO e ALMEIDA, 2001). Os fenótipos esterásticos encontrados foram identificados por uma letra e um número que corresponderam, respectivamente, a inicial do nome de cada cultura onde o fenótipo foi encontrado pela primeira vez, seguido do número de bandas presente no gel (ESBENSHADE; TRIANTAPHYLLOU, 1985, 1990).

3.2.5 Caracterização morfológica e morfométrica de *Mesocriconema* sp.

A identificação das espécies de *Mesocriconema* foi realizada a partir da coleta de amostras de solo, do pomar pessegueiro naturalmente infestado com o nematoide (Figuras 5 e 6) conforme detalhado anteriormente. Fêmeas de *Mesocriconema* sp. obtidas do processamento de amostras de solo rizosférico de plantas de cravo, foram utilizadas para montagem de lâminas temporárias (TIHOHOD, 1993) para observações morfológicas, e mensurações microscópicas dos espécimes. A partir das observações microscópicas foram obtidas fotos de micrografias foram realizadas com as objetivas de 10X, 20X e 40X e objetivas de imersão 60X e 100X, sendo as mensurações dos espécimes nas imagens conduzidas com o auxílio do Software SPOT Advanced (2004). A identificação de espécies do nematoide anelado associadas ao pomar de pessegueiro, foi realizada com base nas características morfológicas e morfométricas (Apêndice B) de 30 espécimes de fêmeas de *Mesocriconema* (DE MAN, 1880; DE GRISSE, 1964).

3.2.6 Coleta de amostra de frutos

No início de Novembro de 2013 e 2014 foram colhidos, aleatoriamente, 20 frutos de pêssegos de cada subparcela nos diferentes tratamentos; e, em 2014, foi também determinado o número de frutos/planta. Uma parte da amostra foi utilizada para avaliação de tamanho e peso dos frutos; e, a outra parte, foi armazenada em freezer à -18°C até o momento das diferentes análises químicas.

3.2.7 Análise de qualidade dos frutos obtidos nos diferentes tratamentos

Os frutos de pêssego de cada subamostra de ambos os períodos de coleta foram avaliados quanto ao diâmetro equatorial com o auxílio de um paquímetro, e, quanto ao peso total de frutos (g)/ parcela, empregando-se uma balança de precisão.

A seguir, os frutos do restante da amostra foram caracterizados quimicamente através de análises da acidez titulável (AT), graus (°) Brix e pH. No entanto, para cada ano de avaliação, seis dias após a primeira colheita, foram coletados mais 20 frutos das parcelas submetidas ao cultivo de coberturas verdes e incorporação com a TM de ambas as cultivares.

O procedimento foi executado em laboratório e consistiu na homogeneização completa da amostra, neste caso, o suco do fruto, onde se colocou de uma a duas gotas da mistura no refratômetro e procedeu-se a leitura do resultado, expresso em

graus Brix (LUTZ, 1985). A AT, usada para medir a acidez de frutos, foi determinada por meio da titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, usando como indicador a fenolftaleína, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico. Quanto ao pH, esse foi determinado com auxílio de um pHmetro digital com correção automática de temperatura. Os resultados obtidos das análises química e física foram submetidos ao teste de Duncan a 5% de probabilidade, pelo programa estatístico SAS® (SAS 9.3, SAS Institute, Cary, North Carolina, USA), comparando-se, para cada variável, tratamento e testemunha, dentro de cada cultivar.

3.2.8 Coleta de amostras de folhas

Para a realização da análise foliar de nutrientes do pessegueiro, após a colheita dos frutos de pêssego (2014-2015), foram colhidas folhas completas com limbo e pecíolo de todos os tratamentos. Para tanto, a coleta foi realizada na porção média dos ramos do ano, posicionadas na parte superior, nas diferentes direções de cada parcela, entre a 13^a a 15^a semana após a plena floração. Cada amostra foi constituída por aproximadamente 50 folhas por subparcela, de forma a garantir a homogeneidade das condições de amostragem e possibilitar a comparação dos resultados. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel comum perfurados, identificadas, secas em estufa a 40 °C até o peso constante; e, a seguir, enviadas ao Laboratório de Nutrição Vegetal da Embrapa Clima Temperado, para análise de nutrientes.

3.2.9 Análise dos nutrientes foliares

A partir das amostras de tecido foliar secas, obtidas nos diferentes tratamentos (item 4), foram determinados os teores foliares dos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), expressos em %, de acordo com as metodologias definidas pela Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal do RS e de SC - ROLAS (SBCS/ CQFS, 2004). Os dados referentes às diferentes variáveis foram analisados para cada ano de amostragem. A seguir, os dados obtidos em cada tratamento e na respectiva testemunha, por cultivar, foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade pelo programa estatístico SAS® (SAS 9.3, SAS Institute, Cary, North Carolina, USA).

3.2.10 Avaliação do vigor das plantas

A avaliação do vigor das plantas de pessegueiro, submetidas aos diferentes tratamentos foi conduzida no período de novembro de 2014 a dezembro de 2015, perfazendo-se duas safras. As variáveis avaliadas foram: teor de clorofila das folhas (2014), diâmetro do tronco (cm) e massa fresca (g) do material vegetal retirado na poda de frutificação (2015).

3.2.10.1 Teor de Clorofila das Folhas

A campo foi medido o teor de clorofila das folhas em novembro de 2014, através do medidor eletrônico de teor de clorofila (ClorofiLog, modelo CFL1030, FALKER®) sendo os resultados expressos em unidade adimensional (SPAD).

3.2.10.2 Peso da poda de frutificação

A poda de frutificação foi realizada como parte do manejo do pomar (MEDEIROS e RASEIRA et al., 1998) no período de inchamento das gemas, que ocorreu logo após o inverno. Foram eliminados e/ ou encurtados ramos que já haviam produzido, visando a renovação de ramos de produção para o próximo ano; também foram podados ramos doentes, secos, quebrados, machucados, mal situados, próximos entre si e ramos “ladrões”, isto é, ramos vigorosos, com orientação vertical para cima ou para baixo do ramo. Os materiais vegetais resultantes da poda de cada parcela em agosto 2015 foram acondicionados em sacos de ráfia, identificados, e transportados em seguida para o Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Clima Temperado onde foram pesados.

3.2.10.3 Medição do Diâmetro do Tronco

As avaliações de diâmetro do tronco foram realizadas em agosto de 2015 após a realização da poda de frutificação. Foram mensurados os diâmetros de cada subparcela com fita métrica, a 20 cm do nível do solo, expressando-se os resultados em centímetros.

A seguir, os resultados obtidos para as diferentes variáveis relacionadas ao vigor, em cada tratamento e nas respectivas testemunhas, por cultivar, em cada avaliação, foram submetidos à ANOVA, sendo as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade utilizando-se o programa SASM-AGRI (CANTERI et al., 2001).

II Parte: Avaliação do desenvolvimento de mudas de pessegueiro “Capdbosq” em solo de pomar de pessegueiro cv. Rubimel naturalmente infestado por *M. xenoplax* e *Meloidogyne* spp. manejado com coberturas verdes e TM.

3.2.11 Rizotrons

Com a finalidade de estudar o desenvolvimento radicular de plantas de pessegueiro em solo naturalmente infestado com fitonematoides (*M. xenoplax* e *Meloidogyne* spp.) do pomar estudado (Figura 4), e que receberam ou não a incorporação de coberturas verdes + TM, conduziu-se um ensaio piloto, em casa de vegetação. Foram utilizados como unidades experimentais, rizotrons de vidro temperado com as dimensões de 20 x 40 cm (Figura 7), dispostos em delineamento inteiramente ao acaso com seis repetições.

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação na Embrapa Clima Temperado. O substrato utilizado foi aquele referente ao solo das parcelas da cultivar Rubimel submetida ao sistema de coberturas verdes (Aveia preta/ milho) e TM, e, da respectiva testemunha da área do experimento de campo (experimento item 1), após 36 meses de incorporação dos tratamentos. Em cada unidade experimental, foi transplantada uma muda de pessegueiro cv. Capdbosq.

Para a obtenção das mudas, foram utilizados frutos maduros, dos quais foi removido o endocarpo de cada um aplicando-se uma pressão no sentido transversal do mesmo com o auxílio de uma morsa, até seu rompimento, extraindo-se, assim, as sementes. A seguir, as sementes foram submetidas a uma desinfestação com etanol 70% (30s) e hipoclorito de sódio (1,25%; 15 min), seguindo-se de três lavagens com água destilada e autoclavada; secagem com papel de filtro, e, envolvimento das mesmas em papel de filtro dupla face umedecido com água destilada esterilizada. Imediatamente as sementes contidas no papel de filtro umedecido, foram acondicionadas em bolsa plástica e envelope de papel pardo elevados à câmara fria para estratificação das sementes a 5°C, na ausência de luz. Durante todo o período até a germinação, as sementes foram observadas constantemente a fim de verificar o teor de umidade do papel empregado na germinação e o início da emissão da radícula. Com o surgimento da radícula nas sementes, essas foram transferidas para bandejas, sendo semeadas em substrato de areia e vermiculita até atingir o tamanho médio de 10 cm altura.



Figura 7. Planta de pessegueiro cv. Rubimel mantida em solo naturalmente infestado com fitonematoides aos 36 meses após o submetimento do solo ao sistema de coberturas verdes e associado à incorporação com TM, tendo como unidade experimental o rizotron, Pelotas - RS, 2017. Foto: a autora, dezembro de 2016.

Logo após, as mudas foram transplantadas para os rizotrons, contendo o solo do pomar de ambos os tratamentos da cv. Rubimel (coberturas verdes + TM e a testemunha solo sem vegetação). Os rizotrons foram envolvidos em papel pardo (evitar a incidência de luz) e mantidos sobre um suporte e inclinados 75°, a fim de possibilitar o desenvolvimento de sistema radicular paralelamente ao vidro, tornando possível a sua visualização. O controle de umidade foi realizado através da rega, duas vezes ao dia, com água de torneira. Seis meses após o transplante das mudas, em cada rizotron, as plantas foram fotografadas para avaliação do comprimento total de raízes (cm), número médio e volume total das raízes (cm³), por meio do programa analisador de imagens WinRhizo v.4, Regent Systems, que, por associação, determinou a quantidade de pixels relacionados às raízes, em cada imagem. Por meio de calibração, o aplicativo converteu a quantidade de pixels brancos em uma unidade métrica, expressa em centímetros. Para isto, as unidades experimentais foram deslocadas até o estúdio fotográfico da Embrapa Clima Temperado, onde realizou-se a captura de imagens, utilizando-se uma câmera fotográfica profissional e iluminação artificial, para uma melhor qualidade das imagens. As fotografias obtidas passaram por processo de triagem, para a escolha da melhor imagem por unidade experimental.

A seguir, as plantas foram removidas dos respectivos rizotrons para avaliação do diâmetro do colo (mm) e determinação do peso da parte aérea e do seu respectivo sistema radicular (g). Posteriormente, os dados das diferentes variáveis, obtidos em ambos os tratamentos foram submetidos à ANOVA, sendo as médias comparadas entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SASM-AGRI (CANTERI et al., 2001).

III Parte: Prospecção do mecanismo de ação das plantas de cobertura na supressão no nematoide anelado, *M. javanica* e *M. hapla* em experimentos *in vitro* e *in vivo*.

3.2.12 Avaliação da reação das coberturas verdes ao nematoide anelado e das galhas.

Avaliou-se as reações do milho var. BRS 1502 e da aveia-preta var. “Comum” a *M. xenoplax*, *M. javanica* e *M. hapla*, em condições de casa de vegetação. Foram conduzidos três experimentos, em delineamento inteiramente casualizado com sete repetições. Mudanças de tomateiros “Rutgers”, e de pessegueiro cv. Capdbosq foram utilizados como testemunhas suscetíveis para *Meloidogyne* spp. e *M. xenoplax*, respectivamente (Figuras 8 e 9).

Os inóculos de *Meloidogyne* spp. foram obtidos utilizando-se a técnica proposta por Hussey e Barker (1973) modificada por Bonetti e Ferraz (1981), a partir de culturas puras de cada população de *Meloidogyne* sp. multiplicadas em plantas de tomateiro “Rutgers” mantidas em casa de vegetação na Embrapa Clima Temperado, em Pelotas (RS). E para o nematoide anelado, utilizou-se como inóculo, solo infestado contendo *M. xenoplax* obtido a partir de uma população pura do patógeno mantida em pessegueiro, em casa de vegetação. Para obtenção do inóculo do nematoide anelado, o solo infestado proveniente do vaso com a planta de pessegueiro foi homogeneizado, e, a seguir, coletou-se uma alíquota de 250 cm³ de solo, para extração dos nematoides pelo método da flotação centrífuga em solução de sacarose (JENKINS, 1964). Logo após, a suspensão obtida contendo o patógeno foi quantificada em siracusas com fundo plano reticulado, sob microscópio estereoscópico.

Na condução das reações a *Meloidogyne* spp., plantas individuais das diferentes espécies vegetais, mantidas em vasos de 2L com solo esterilizado (Figura 10), foram inoculadas com 10 ml de suspensão contendo 5.000 ovos e juvenis de segundo estágio (população inicial), depositada em três orifícios de 2,0 cm de

profundidade, ao redor da planta. Já para condução do experimento com o nematoide anelado, adicionou-se a cada vaso 2L de solo esterilizado contendo 1660cm^3 , uma alíquota de 340cm^3 de solo infestado com o nematoide contendo 800 espécimes (população inicial).

As plantas foram mantidas e conduzidas em casa de vegetação, e, decorridos 60 dias após a inoculação, aquelas inoculadas com ambas as espécies do nematoide das galhas tiveram seus sistemas radiculares separados da parte aérea; e logo após, lavados cuidadosamente para contagem do número de galhas; e logo após, procedeu-se a extração dos ovos e J2 dos nematoides pela técnica de Hussey e Barker (1973) modificada por Boneti e Ferraz (1981). O número de ovos e J2 foram estimados (população final) por contagem em câmara de Peters sob microscópio óptico. Para avaliação do nematoide anelado, o solo de cada vaso contendo cada planta foi retirado e homogeneizado para retirada de uma amostra de 250cm^3 a qual foi processada (JENKINS, 1964) para determinação do número de espécimes e estimativa do número total de nematoides por planta (população final).

A partir dos valores das populações finais e iniciais de cada nematoide testado, determinaram-se os respectivos fatores de reprodução dos nematoides ($FR = \text{população final} / \text{população inicial}$) nas diferentes espécies vegetais. Foram consideradas resistentes, as espécies vegetais cujo nematoide apresentou $FR < 1,00$, foram consideradas resistentes, aquelas com valores de $FR = 0,00$, imunes; e, com valores de $FR > 1,00$, suscetíveis (OOSTENBRINK, 1966). A seguir, os valores de número de galhas (apenas para os ensaios com *Meloidogyne* spp.) e de FR, em cada tratamento, nos diferentes experimentos, foram submetidos à ANOVA, sendo as médias comparadas entre si pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade, utilizando-se o programa SASM-AGRI (CANTERI et al., 2001).



Figura 8. Avaliação da reação das coberturas verdes a *M. javanica* (A – testemunha tomateiro) e *M. xenoplax* (B – testemunha pessegueiro). Pelotas-RS, 2017. Foto: a autora, março de 2015.



Figura 9. Experimento em casa de vegetação para testar a reação das coberturas verdes aveia-preta var. Comum e milho BRS1502 a *Meloidogyne* spp. (A) e *M. xenoplax* (B). Foto: a autora, dezembro de 2015 (A) e abril de 2016 (B).

3.2.13 Avaliação *in vitro* da atividade ovicida e nematicida de exsudatos radiculares de milho e aveia-preta sobre *M. xenoplax*, *M. javanica* e *M. hapla*.

Foi avaliado o efeito *in vitro* de exsudatos radiculares de aveia-preta (*A. strigosa*) “comum”, milho (*P. glaucum*) cv. BRS1502, e de tomateiro var. Rutgers (planta suscetível a *Meloidogyne* sp.) ou pessegueiro cv. Capdbosq (planta suscetível a *M. xenoplax*) sobre a mortalidade de juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica* e *Meloidogyne hapla* e de espécimes de *M. xenoplax*; assim como também, avaliaram-se a influência desses exsudatos sobre a inibição da eclosão de

J2 de ambas as espécies do nematoide das galhas. Os exudatos radiculares foram extraídos segundo a metodologia da centrifuga (CAMPOS et al., 2006).

3.2.13.1 Obtenção do inóculo de *Meloidogyne* spp.

Os nematoides foram multiplicados em plantas de tomate “Rutgers” inoculadas com uma população pura de cada espécie de *Meloidogyne*, e, mantidas em casa de vegetação. A partir de raízes infectadas com *M.javanica* ou *M. hapla*, procedeu-se à extração de ovos e J2 de cada espécie de nematoide-das-galhas utilizando-se a técnica de Hussey e Barker (1973). Os J2 utilizados nos testes *in vitro* foram obtidos pela incubação de parte da suspensão dos ovos em funil de Baermann modificado (CHRISTIE e PERRY, 1951) a 25 ± 2 °C. Os J2 obtidos nas primeiras 24 horas foram descartados, e utilizaram-se apenas aqueles coletados com 48 horas de incubação, por se apresentarem mais ágeis.

3.2.13.2 Obtenção dos exsudatos das raízes pelo método do rotavapor

Para a extração dos exsudatos radiculares por essa metodologia, primeiramente procedeu-se a desinfestação das sementes de aveia-preta, do milho e do tomate com álcool 70% sequenciada por sucessivas lavagens com água destilada autoclavada. A seguir, procedeu-se a semeadura de cada uma das espécies vegetais em caixas plásticas, utilizando-se como substrato areia esterilizada, em condições de casa de vegetação. Para o pessegueiro, plântulas de 30 dias foram obtidas em bandeja contendo areia esterilizada conforme detalhado anteriormente. A seguir, seis plântulas de cada espécie foram removidas, tendo suas raízes lavadas em água corrente; e, logo após, imersas em um Becker contendo 500mL água destilada por um período de 24h, enquanto as partes superiores foram expostas a um regime de luz artificial. Decorrido o referido intervalo de tempo, a suspensão aquosa de cada Becker foi coletada e levada ao rotavapor por 12h, obtendo-se assim, os exsudatos radiculares de cada espécie vegetal, separadamente (DIEZ & DUSENBERY, 1989).

3.2.13.3 Avaliação do efeito nematicida e ovicida dos extratos aquosos das coberturas verdes sobre *Meloidogyne* spp. e *M. xenoplax*.

Foram conduzidos dois bioensaios em placas de microtitulação tipo ELISA, testando-se, separadamente, o efeito dos diferentes extratos (obtidos por rotavapor

ou centrifugação) sobre a eclosão de J2 de *Meloidogyne* spp., e mortalidade de J2 e espécimes de *M. xenoplax*, respectivamente.

Para cada ensaio, utilizou uma placa de ELISA/extrato/nematoide para avaliação do efeito ovicida e outra para avaliação do efeito nematicida (mortalidade). Em cada cavidade da placa de ELISA foi inicialmente adicionada uma suspensão de 20µL de água destilada autoclavada contendo 30 ovos *M. javanica* ou *M. hapla* para avaliação da eclosão; ou 30 J2 de ambas as espécies de cada espécie do nematoide das galhas ou 30 juvenis/fêmeas de *M. xenoplax*, separadamente, para avaliação da mortalidade. Em seguida, adicionou-se na mesma cavidade, 80µL da solução do exsudato radicular de cada espécie vegetal, separadamente. Como testemunhas absolutas colocaram-se 30 ovos ou J2 de cada espécie do nematoide ou 30 fêmeas/ juvenis de *M. xenoplax* em 100µL de água destilada esterilizada, por cavidade da placa de ELISA. A seguir, as placas foram vedadas com filme plástico, envoltas por papel alumínio (simulando condições de solo) e incubadas a 25°C ± 2°C. Os bioensaios foram conduzidos, delineamento experimental inteiramente casualizados com quatro repetições para cada tratamento.

Para avaliação do efeito dos exsudatos radiculares (rotavapor ou centrifugação) sobre a eclosão dos J2 das espécies de nematoide testadas, aos doze dias de incubação dos ovos, procedeu-se a contagem do número de J2 eclodidos (NJ2E), sob microscópio estereoscópico. Com base nos valores do NJ2E, determinou-se a percentagem de juvenis eclodidos. Já para avaliação do efeito nematicida (mortalidade), decorridas 24h da incubação das suspensões dos diferentes tratamentos, avaliou-se, sob microscópio estereoscópico, o efeito dos diferentes exsudatos radiculares testados sobre os espécimes de *M. javanica*, *M. hapla* ou *M. xenoplax*. Para tanto, adicionou-se a cada cavidade contendo os nematoides, uma alíquota de 10µL de hidróxido de sódio 1N (CHEN; DICKSON, 2000), e, decorridos 30 segundos, contou-se o número de juvenis/espécimes móveis e imóveis em cada repetição para posterior determinação da percentagem de mortalidade de cada um dos nematoides testados. A seguir, os valores de percentagem de eclosão e de mortalidade em 24h (transformados em raiz de x +1) de cada espécie do nematoide das galhas e de *M. xenoplax*, obtidos para cada método de extração de exsudatos radiculares, foram submetidos à ANOVA, sendo as médias dos diferentes tratamentos, comparadas entre si pelo teste de Duncan (P ≤0,05) utilizando-se o programa SASM-AGRI (CANTERI et al., 2001).

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Caracterização bioquímica das espécies de *Meloidogyne*.

Foram obtidas duas populações de *Meloidogyne* spp. no pomar de pessegueiro em estudo (Figura 9), onde identificaram-se quatro bandas e dois fenótipos de esterase (Est) os quais corresponderam às espécies *M. Javanica* Est J3 (Rm: 1.00, 1.22, 1.41) e *M. hapla* Est H1 (RM: 1.15).

As duas populações de nematoide das galhas identificadas no pomar experimental (Figura 11) são de espécies reportadas na literatura como de ocorrência em pessegueiro no RS (CARNEIRO et al., 1993), sendo *M. javanica* a espécie mais amplamente disseminada na metade sul do RS, seguido de *M. hapla*, ocorrendo em 80 e 10% das amostras de pomares de pessegueiro, respectivamente (GOMES et al., 2009); no entanto, *M. incognita* dentre outras espécies também são reportadas (CARNEIRO et al., 1993; GOMES et al., 2009).

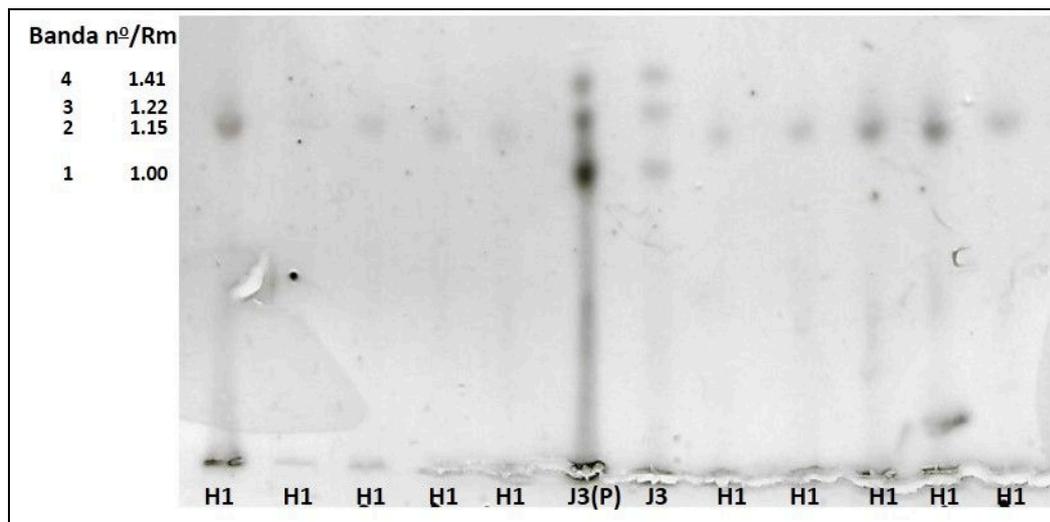


Figura 10. Fenótipos de esterase (Est) e mobilidades relativas (Rm) em duas populações de *Meloidogyne* spp. provenientes de pessegueiro de pomar orgânico de pessegueiro da Estação Experimental da Cascata, Empresa Clima Temperado, Pelotas-RS: *M. javanica* (Est J3), *M. hapla* (Est H1) e o padrão *M. javanica* (Est J3P).

3.3.2 Caracterização morfológica e morfométrica de *Mesocriconema* sp. e dos nematoides de vida livre.

De acordo com os dados morfométricos dos espécimes da população do nematoide anelado observados (Figura 11; Tabela 9), pode-se verificar que para as 30 fêmeas analisadas, os valores de comprimento do estilete variaram entre 71,1 e 85,9 μm , o que confere com as medidas obtidas por Raski (1952) e De Grisse e Loof

(1965) que ficaram entre 71,0 e 86 μ m. Da mesma forma, o intervalo de variação das demais medidas analisadas (comprimento total do corpo; a razão entre o comprimento total do corpo e a maior largura do corpo; o comprimento do esôfago; o comprimento da cauda; a proporção da distância da região anterior até a vulva em relação ao comprimento total do corpo; o número de anéis do corpo; o número de anéis do ânus até a extremidade posterior e número de anéis da extremidade anterior até o primeiro anel pós o poro excretor) corroboraram com os valores obtidos pelos autores acima citados para a espécie *M. xenoplax*.



Figura 11. Fotomicrografia da população de *M. xenoplax* estudada em pomar orgânico de pessegueiro, ao microscópio óptico: A) comprimento do corpo (20x); B) parte anterior do corpo (100x); C) parte posterior do corpo, distância do ânus até a cauda (100x). Pelotas-RS, 2017.

Com base na chave interativa de UNL NEMATOLOGY LAB (2017), entre os nematoides de vida livre/ onívoros, presentes nas amostras de solo do pomar estudado, foram detectados os gêneros *Mononchus*, *Rhabdittis*, *Tylenchus*, e *Dorylaimus*. No entanto, não foi possível identificar todos os espécimes de vida livre, motivo pelo qual o nível populacional foi estimado para o grupo.

A identificação potencial neste estudo dos espécimes *M. xenoplax* associados ao pessegueiro no RS, através de evidências morfométricas, são também confirmadas por evidências ecológicas e geográficas da literatura, pois além estar relacionado a um dos principais hospedeiros da espécie também é amplamente reconhecido como um fitonematoide cosmopolita (ANDRÁSSY, 2007; PENEVA et al., 2000; GERAERT, 2010; WOUTS, 2006). Ainda que o gênero *Mesocriconema* já tenha sido identificado em solos de pessegueiro no RS associado à morte precoce (CARNEIRO et al., 1993; MAYER e SANTOS, 2001), os estudos de

identificação morfométrica de espécies deste gênero são raros nas regiões brasileiras produtoras de pêssegos.

3.3.3 Avaliação do efeito das coberturas verdes e da TM em pomar de pessegueiro sobre a nematofauna do solo.

De uma forma geral, o emprego das coberturas verdes associado às incorporações de TM resultou em efeito negativo sobre as populações dos nematoides de galhas e anelado do solo em ambas as cultivares de pessegueiro avaliadas. No entanto, ao contrário, o cultivo das parcelas com os tratamentos (aveia-preta/ milho associado a adição do resíduo orgânico em ambas cultivares), estimulou o aumento populacional dos nematoides de vida livre, conforme os modelos ajustados de regressão polinomial de quarta ordem para os diferentes tratamentos e os respectivos nematoides apresentados nas Figuras 13, 14 e 15.

Analisando-se o efeito dos tratamentos sobre as populações de *Meloidogyne* spp., verificou-se redução do número de juvenis no solo à medida que foram sendo aplicados os tratamentos, ao longo de três anos, em ambas as cultivares, comparativamente às testemunhas, conforme regressões polinomiais de quarta ordem ajustadas aos pontos observados (Figura 13). Apesar de ter sido verificado redução acentuada do número de J2/ 250 cm³ solo ao final do período observado, as regressões apresentadas evidenciam um leve aumento do nível populacional do nematoide das galhas nas coletas nos períodos de outono (3, 5 e 7) e declínio na primavera (períodos 2, 4 e 6), sendo esse feito mais pronunciado nos tratamentos com as coberturas verdes e TM.

Tabela 9 - Caracterização morfométrica em 30 fêmeas do de população do nematoide anelado *Mesocriconema* sp. proveniente de pomar de pessegueiro orgânico da Estação Experimental Cascata da Embrapa Clima Temperado no município de Pelotas, RS. Comparação da caracterização da população em estudo com os valores obtidos por Raski (1952) e De Grisse e Loof (1964) para a espécie *M. xenoplax*. Pelotas/RS, 2017.

Nº	Medidas (26 ♀)	População de <i>Mesocriconema</i> em estudo	<i>M. xenoplax</i> tipo*
		Média e variação	Variação
01	Est (µm)	79,3 (71,1 - 85,9)	(71,0 - 86,0)
02	L (µm)	549,5 (462,8 - 619,75)	(400,0 - 620,0)
03	L' (µm)	527,5 (443,2 - 594,5)	-
04	a (µm)	58,8 (44,6 - 71,6)	-
05	b (µm)	125,9 (106,7 - 145,0)	-
06	c (µm)	21,9 (16,2 - 28,1)	-
07	v	517,2 (434,6 - 578,3)	-
08	R	101,0 (92 - 111)	(87,0 - 114,0)
09	RB	5,7 (4,7 - 7,6)	-
10	RSt	13,3 (11 - 17)	-
11	RV	6,5 (6,0 - 7,0)	(6,0 - 11,0)
12	Ran	4,3 (4,0 - 5,0)	(4,0 - 8,0)
13	R Van	2,1 (1,0 - 3,0)	-
14	Rex	29,2 (24,0 - 32,0)	(25,0 - 35,0)
15	VL (µm)	32,3 (23,6 - 45,5)	-
16	VB	29,6 (20,7 - 42,7)	-
17	VL/VB	1,1 (1,0 - 1,3)	-
18	V % [(v/L) *100]	94,1 (92,3 - 95,3)	(90,20 - 95,30)
9	V'(v*100/L')	98,0 (96,2 - 99,1)	-
20	A (L/a)	9,4 (8,3 - 13,6)	(8,30 - 13,60)
21	B (L/b)	4,4 (3,4 - 4,8)	(3,10 - 4,80)
22	C (L/c)	25,2 (23,2 - 31,6)	(23,1 - 55,60)

*População tipo de *M. xenoplax* conforme Raski (1952) e De Grisse e Loof (1964).

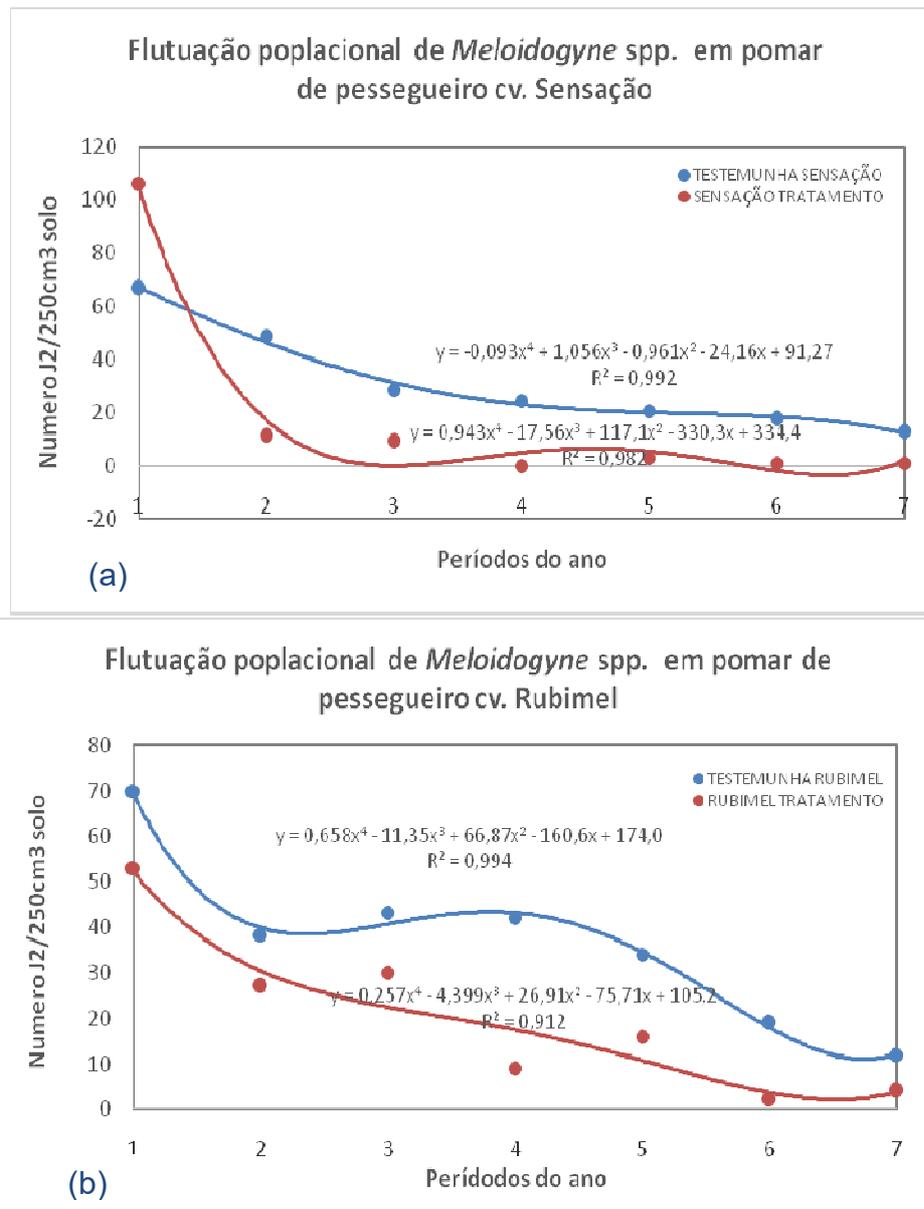


Figura 12. Dinâmica populacional de juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne* spp. em solo proveniente de pomar de pessegueiro com cvs. Sensação (a) e Rubimel (b) manejado com coberturas verdes e TM ou somente mantido sem vegetação (testemunha), durante três anos (2013–2015), onde 1= coleta inicial; 1, 3, 5, e 7= períodos de outono; e, 2, 4 e 6= períodos de primavera, com intervalo entre as coletas de seis meses. Pelotas-RS, 2017.

Em relação à dinâmica populacional de *M. xenoplax*, verificou-se aumento nos níveis populacionais do nematoide no solo em ambas as testemunhas nos 12 primeiros meses (após o estabelecimento do experimento) chegando a atingir médias de 2000 a 3000 nematoides por 250cm³ de solo. Posteriormente houve

declínio dos níveis populacionais do nematoide anelado, e, aos 30 meses, a sua estabilização (Figura 14).

Já nas parcelas cujos pessegueiros receberam as coberturas verdes e o resíduo orgânico, embora também tenha havido aumento do nível populacional de *M. xenoplax*, à semelhança de *Meloidogyne* spp., tal elevação foi menor e se deu até os seis meses da implantação do experimento (Figura 14).

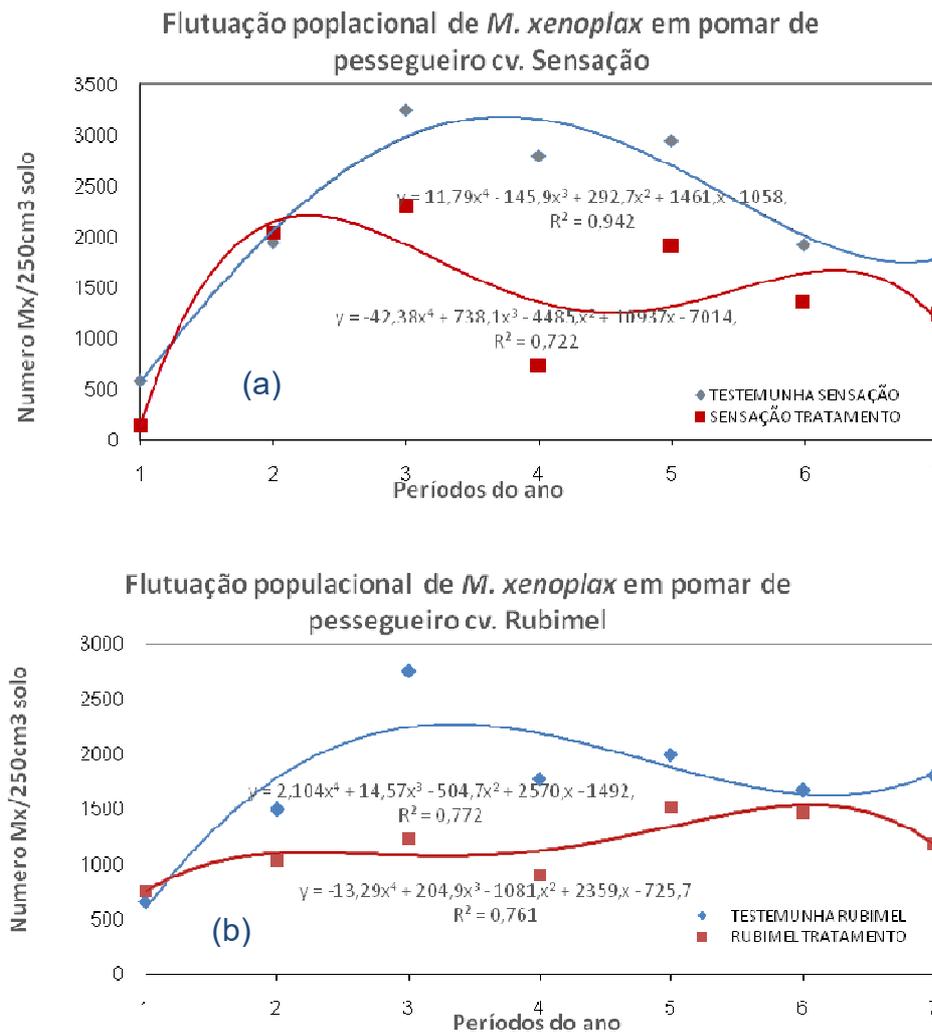


Figura 13. Dinâmica populacional de *M. xenoplax* em pomar de pessegueiro cvs. Sensação (a) e Rubimel (b) manejado com coberturas verdes e TM ou somente mantido sem vegetação (testemunha), durante três anos (2013–2015); onde 1= coleta inicial; 1; 3, 5, e 7= períodos de outono; e, 2, 4 e 6= períodos de primavera, com intervalo entre as coletas de seis meses. Pelotas-RS, 2017.

A partir de então, houve estabilização de tal variável até os 30 meses, redução do número de nematoides para ambas cultivares em relação às respectivas testemunhas até o final do ensaio. A flutuação dos níveis populacionais do nematoide anelado no solo também é explicada pelas regressões apresentadas na

Figura 14, conforme maior amplitude dos picos de aumento e redução dos níveis populacionais da referida praga nas coletas de outono e primavera, respectivamente; onde, tal efeito é mais nítido comparado aquele observado para o gênero *Meloidogyne* (Figura 13), independentemente do tratamento.

Avaliando-se o efeito dos tratamentos sobre as populações de nematoides de vida livre, no solo, também foi notória a presença de picos mais elevados do nematoide no outono entre o sexto e o 30º mês após o estabelecimento de ambos os tratamentos, conforme pode ser visto nas regressões de quarta ordem apresentadas na figura 15. Apesar das oscilações temporais observadas, os níveis populacionais dos nematoides de vida livre permaneceram altos nos solos das parcelas que receberam as coberturas verdes e a TM para ambas cultivares durante todo o período experimental. Já para as testemunhas, a partir dos 12 meses do início do experimento, houve redução na densidade populacional de nematoides de vida livre mantendo-se esta tendência até os 30 meses. A partir daí, a população de nematoides de vida livre do solo se manteve estável nas parcelas tratadas com as coberturas verdes e TM e houve uma leve diminuição do nível populacional nas parcelas apenas capinadas (testemunha) da cv Rubimel.

A flutuação populacional de *M. xenoplax* apresentou picos populacionais nas estações de outono durante todo o período experimental de 36 meses (Figura 14). O nematoide anelado é favorecido pelas temperaturas mais amenas do outono, considerando que sob temperatura de 24°C o seu ciclo de vida é de 30 dias, podendo se reproduzir mesmo no inverno em temperaturas entre 7 e 12°C, ao contrário do nematoide das galhas, como por exemplo *M. javanica*, que é favorecido pelas médias de temperaturas mais altas do verão, entre 25 e 30 °C (Figura 13). Existem evidências de que *M. xenoplax* interfere na fisiologia da planta hospedeira, altera os níveis de citocinina, aumenta os níveis de clorofila nas folhas e retarda a senescência das folhas no outono (NYCZEPIR e WOOD, 1988). O rápido aumento da população do nematoide promove aumentos na concentração de ácido indolacético nos ramos, altera a fisiologia do ácido abscísico e da dormência, fazendo com que a planta perca o mecanismo de resistência ao frio (NYCZEPIR e LEWIS, 1980). Por isso, pode-se supor que essa interferência na fisiologia do hospedeiro prolonga a atividade fisiológica das raízes antes do pessegueiro entrar no período de dormência, promovendo dessa maneira não só o prolongamento de condições favoráveis ao parasitismo e aumento do fator de reprodução do

nematoide, mas também a predisposição das plantas e estresses abióticos e morte das plantas em decorrência da PTSL.

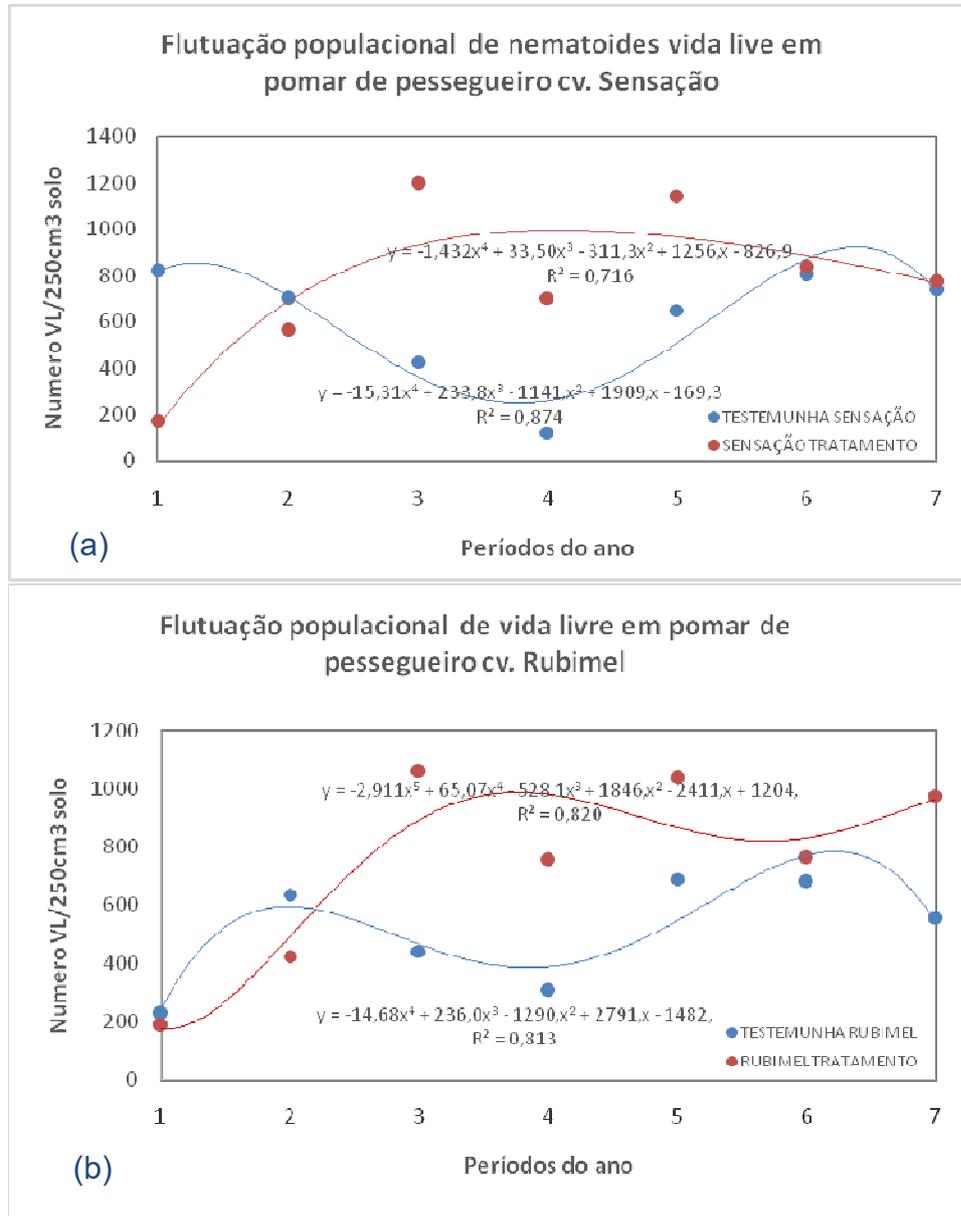


Figura 14. Dinâmica populacional de nematoides de vida livre em pomar de pessegueiro cvs. Sensação (a) e Rubimel (b) manejado com coberturas verdes e TM ou somente mantido sem vegetação (testemunha), durante três anos (2013–2015); onde 1= coleta inicial; 1; 3, 5, e 7= períodos de outono; e, 2, 4 e 6= períodos de primavera, com intervalo entre as coletas de seis meses. Pelotas-RS, 2017.

De maneira geral, o aumento populacional do nematoide anelado, no solo, no primeiro ano, pode ser atribuído ao crescimento das plantas e consequente aumento de raízes no solo, principalmente onde foi adicionado o resíduo e as

coberturas verdes, disponíveis ao parasitismo desses patógenos. Resultados semelhantes foram obtidos por Santos (2011) em pomar de figueira infestado com *M. incognita* e *M. xenoplax*, enriquecido com TM, por um período de um ano. No entanto, a posterior redução do nematoide anelado no solo, em parte pode ser explicada pelo acúmulo de TM e resíduos das coberturas verdes incorporada ao longo do período de condução do experimento. De acordo com Dutra e colaboradores (2006), avaliando o efeito da TM no controle de *M. exigua* em café atribuíram a diminuição da população desse nematoide no solo devido ao efeito tóxico ocasionado pela ação do complexo ricina-ricinina presente na TM, assim como, pela indução de uma resposta fisiológica de resistência das plantas sugerido no capítulo 1 desse estudo em função das melhorias nutricionais proporcionadas pela TM; ou ainda pela ação conjunta desses fatores. Adicionalmente, segundo Lima (2009), muito provavelmente, o efeito residual da torta se deve principalmente a liberação de uréia e amônia, pois, embora o conteúdo de ricina na torta seja letal para os nematoides, 20 dias após a incorporação no solo essa proteína é rapidamente degradada.

O aumento populacional dos nematoides de vida livre nas parcelas tratadas com coberturas verdes e TM e das parcelas testemunhas apresentaram tendências populacionais opostas. Nas parcelas tratadas, o comportamento da curva de crescimento dos nematoides de vida livre atinge o seu pico máximo de densidade populacional. O incremento de matéria orgânica no solo, proveniente dos resíduos das coberturas verdes e da TM, está fortemente associada ao aumento populacional da microbiota do solo conforme relatada por outros autores (GOULART, 2009; FERRIS, 2010) estimulando nematoides onívoros, micófagos e bacteriófagos no microambiente, conforme observado nesse estudo. De acordo com Lima (2008), o papel destes microrganismos é bem conhecido, pois além de auxiliarem na ciclagem de nutrientes, podem também estar relacionados com predação de nematoides fitoparasitas, sendo desse modo, indivíduos importantíssimos dentro dos agroecossistemas. Da mesma forma, os nematoides de vida livre representam e desempenham uma importante função ecológica através de suas interações com bactérias e fungos, atuando como reguladores da microbiota e, em muitos casos, podem intensificar a mineralização ou retardar a imobilização de nutrientes na biomassa microbiana (MONDINO, 2010).

3.3.4 Efeito das coberturas verdes e da TM na produção e qualidade dos frutos

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 10, os dados obtidos evidenciaram algumas variações no diâmetro e peso dos frutos submetidos aos tratamentos com as coberturas verdes e TM, nos quais houve reduções significativas no peso e tamanho dos pêssegos das duas cultivares durante o período de avaliação, nos dois períodos de avaliação. No entanto, quando avaliado o número de frutos/ planta, ambos os tratamentos submetidos às coberturas verdes e incorporação com TM resultaram em maior número de pêssegos nas duas cultivares comparativamente às respectivas testemunhas o que pode explicar a relação inversa entre produção (número de frutos) e peso/ diâmetro de frutos conforme observada para o ano de 2014, fato esse comumente observado em outras culturas como por exemplo a goiabeira (HOJO et al., 2007). Na figura 15, pode-se ver uma sutil diferença entre o tamanho dos frutos da cv. Rubimel produzidos nas parcelas com o tratamento (coberturas + TM) e a respectiva testemunha (solo capinado).

Tabela 10. Peso, tamanho e número de frutos por planta de pêssegos cvs. Sensação e Rubimel produzidos organicamente durante duas safras (2013 e 2014) com dois tipos de cobertura vegetal e TM em comparação a testemunha. Estação Experimental de Cascata - Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2017.

Variável	Sensação tratamento	Testemunha**	Coefficiente de Variação (%)
2013			
Peso	113,36 b *	124,07 a	4,81
Diâmetro equatorial	56,21 a	58,86 a	5,03
2014			
Peso	78,13 b	99,27 a	15,23
Diâmetro equatorial	44,83 b	65,35 a	6,37
Nº de frutos/ planta	168,33 a	43,66 b	30,1
Variável	Rubimel tratamento	Testemunha**	Coefficiente de Variação (%)
2013			
Peso	58,30 b*	97,61 a	12,64
Diâmetro equatorial	46,07 b	53,20 a	5,47
2014			
Peso	147,72 b	164,42 a	5,53
Diâmetro equatorial	44,83 b	65,35 a	6,37
Nº de frutos/ planta	25,50 a	20,05 b	15,1

* Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%. **Parcelas com pessegueiros mantidas capinadas sem adição de TM.

Em relação às análises químicas dos frutos, houve influência significativa ($P < 0,05$) dos tratamentos apenas para a cultivar Rubimel (Tabela 11). Considerando-se a colheita de 2013, verificou-se aumento do conteúdo de Sólidos Solúveis Totais (SST) ($^{\circ}$ Brix) nos frutos da cv. Rubimel, colhidos seis dias após a colheita e provenientes do tratamento com coberturas verdes e torta mamona, o que foi semelhante aquele obtido na testemunha. Por outro lado, os frutos de pêssigo provenientes do tratamento coberturas verdes + TM (TCB+TM) colhidos simultaneamente ao da testemunha (ponto de maturação dos frutos) apresentaram os menores níveis para tal variável.

Tabela 11 – Valores de pH, SST ($^{\circ}$ Brix) e AT (% de ácido cítrico), em frutos de pêssigos cvs. Sensação e Rubimel produzidos organicamente em pomar submetido ao cultivo com o sistema de coberturas verdes aveia-preta/milheto e TM. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2017.

Variáveis	Rubimel Tratamento	Testemunha**	Rubimel ¹ (6DAC)	CV (%)
2013				
SST	7,98b*	9,22 a	9,28 a	5,54
pH	3,85b	3,87 b	4,09 a	1,79
Ácidez titulável	0,53a	0,54 a	0,42 b	8,58
2014				
Grau Brix	11,48 a*	11,78 a	11,90 a	11,04
pH	4,38 a	4,28 b	4,35 ab	1,74
Ácido cítrico	0,25ab	0,28 a	0,24b	11,65
Variáveis	Sensação tratamento	Testemunha**	Sensação ¹ (6DAC)	CV(%)
2013				
SST	9,37 a*	9,92 a	-	10,73
Ácido cítrico	0,72 a	0,72 a	-	15,86
2014				
Grau Brix	9,47 a*	9,42 a	9,48 a	14,13
pH	3,60 a	3,54 a	3,60 a	2,66
Ácidez titulável	0,80 a	0,83 a	0,80 a	13,58

1- colheita seis dias após a testemunha;* Médias seguidas de mesma letra (na horizontal) não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%. 1- Sistema de coberturas verdes aveia-preta/ milheto e TM; 2- Parcelas com pessegueiros mantidas capinadas sem adição de TM.

Analisando-se os valores de pH e à AT, verificou-se aumento e redução significativa naqueles frutos provenientes do TCB+TM colhidos mais tardiamente,

respectivamente. Já em 2014, não houve diferença entre os tratamentos em relação ao conteúdo de açúcar ($^{\circ}$ Brix) nos frutos e o pH foi menor no TCB+TM colhido simultaneamente à testemunha; porém, a acidez dos frutos colhidos no TCB+TM mais tardiamente foi menor, mantendo a mesma tendência do ano anterior, o remete ao maior equilíbrio entre doçura e acidez.

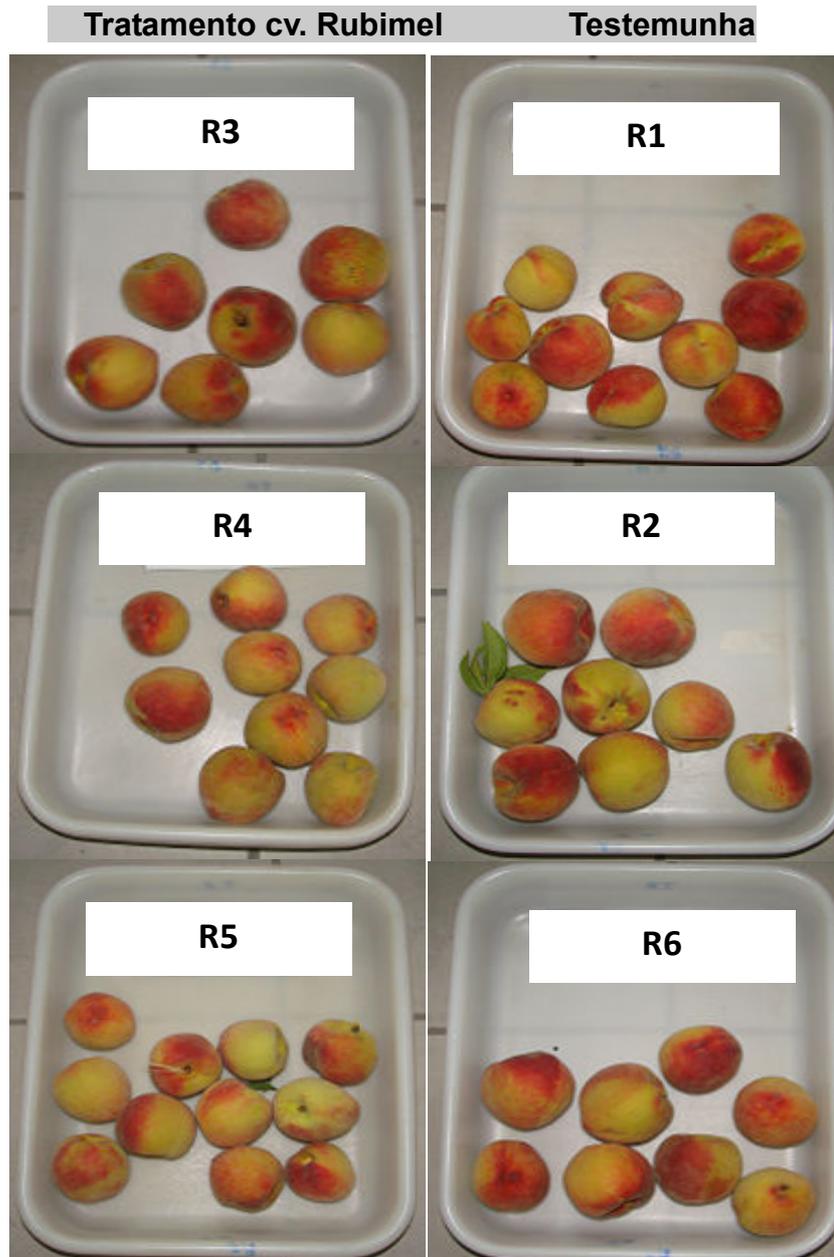


Figura 15. Pêssegos cv. Rubimel produzidos em pomar submetido ao sistema de coberturas verdes aveia-preta/ milho e TM comparativamente a testemunha solo capinado. Novembro de 2014. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2017.

As reduções significativas no peso e tamanho dos pêssegos das duas cultivares durante os dois período de avaliação (Tabela 10), no tratamento com

coberturas verdes e TM, parecem estar associadas, principalmente a falta de raleio conforme observado no ano de 2014, assim como maior número de frutos/ planta nesse mesmo tratamento. Outro fator provável da perda de qualidade dos frutos pode ter sido o uso da aplicação da TM em dose única. O parcelamento da adubação nitrogenada em pessegueiro é recomendado para garantir melhor qualidade dos frutos, e devendo esta ser feita em três épocas. A primeira (50% do total) pode ser realizada no final do inverno (início do ciclo vegetativo anual); a segunda (30% do total), após o raleio dos frutos; e a última (20% do total), após a colheita (FREIRE, 2004). De outra forma, o uso de duas fontes de nitrogênio através da aplicação de resíduos orgânicos distintos, ao invés de um único, poderia servir ao duplo propósito de controle do nematoide anelado, e contribuir para a melhoria da qualidade dos frutos.

Para os atributos químicos analisados, o aumento no conteúdo de SST e a redução da AT nos frutos da cv. Rubimel, provenientes do tratamento com coberturas verdes e torta mamona, colhidos seis dias após a colheita, vão de encontro ao que se deseja, onde a sensação de doçura é maior. Apesar de não ter sido feita a análise sensorial os frutos obtidos nesse trabalho. De acordo com Berbari e colaboradores, (1998), a relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez total titulável é responsável por uma parte do sabor dos frutos, ou seja, para que um fruto apresente sabor agradável, há necessidade que as quantidades de ácido e açúcar, mantenham uma proporção adequada. Levando-se em conta que a confirmação de tais sumarizações necessita de avaliações químicas adicionais, são necessários estudos envolvendo análise sensorial dos frutos produzidos nesse mesmo pomar, para afirmar tal hipótese.

3.3.5 Efeito das coberturas verdes e da TM nos nutrientes foliares do pessegueiro

Aos 36 meses da incorporação das coberturas verdes e da TM, os teores foliares dos macronutrientes dos pessegueiros tratados não apresentaram insuficiência para a maioria dos nutrientes avaliados (SBPS, 2004) e foram significativamente maiores que as respectivas testemunhas para os teores de N, K, Ca e Mg na cv. Rubimel; e N e K na cv. Sensação (Tabela 12).

Tabela 12. Níveis de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, presentes em tecido foliar proveniente de plantas de pomar de pessegueiro cvs. Rubimel e Sensação 24 meses após a introdução de sistema de manejo do solo com coberturas verdes e TM.

Nutrientes	Rubimel Tratamento ¹	Testemunha ²	CV (%)	Sensação Tratamento ¹	Testemunha ²	CV (%)
----- % -----						
N	2,59a	2,00b	11,21	2,71a	1,95b	10,28
P	0,20 b	0,30 a	10,03	0,21b	0,35 a	17,67
K	1,71 a	1,54 b	7,24	1,62a	1,28b	14,11
Ca	2,98 a	2,56 b	11,69	2,97a	2,72a	14,97
Mg	0,88 a	0,79 b	10,48	0,82a	0,77a	10,35

*Médias seguidas por letras distintas, na mesma linha, diferem entre si pelo Teste de Duncan 5%. 1- Sistema de coberturas verdes aveia-preta/ milho e TM; 2- Parcelas com pessegueiros mantidas capinadas sem adição de TM.

Na análise dos teores de nitrogênio, apesar dos teores encontrados estarem abaixo do normal segundo as necessidades do pessegueiro (SBPS, 2004), foi notório a diferença na tonalidade das folhas das plantas submetidas ao tratamento com coberturas verdes de TM, conforme pode ser observado na figura 14 e na tabela 12, onde os valores para tal variável foram mais elevados, independentemente da cultivar. Essas diferenças podem ser atribuídas à elevada percentagem de nitrogênio no resíduo da TM conforme dados apresentados na tabela 4 do capítulo 1.

Embora os níveis de K e N tenham sido maiores no tratamento com as coberturas verdes e TM, em relação aos teores de fósforo no tecido foliar dos pessegueiros, mesmo estando em concentrações enquadradas na classe normal (SBPS, 2004), nas parcelas com coberturas verdes e TM de ambas as cultivares, os níveis foram significativamente menores comparativamente a ambas as testemunhas (Tabela 5), onde tais valores foram enquadrados na classe acima do normal conforme SBPS (2004). Nesse sentido, a menor concentração de fósforo do tecido foliar nas plantas submetidas ao manejo, também verificado no tratamento com torta mamona no capítulo 1, pode ser atribuído a duas causas. Na primeira, pode ter havido imobilização do referido nutriente pelos microrganismos em função da incorporação dos resíduos de milho e da TM ao solo, concorrendo com a planta; e, à segunda, mais provável, em função da maior exportação do fósforo para os frutos

do tratamento com as coberturas e a TM, devido à sobrecarga de produção observada na cv. Rubimel comparativamente a testemunha.



Figura 16. Pomar de pessegueiro orgânico 12 meses após a introdução de sistema de manejo do solo com coberturas verdes e TM, na data de medição da clorofila das folhas, cv. Sensação testemunha (A) e com aplicação de coberturas verdes e TM (B). Pelotas, 2017. Foto: a autora, janeiro de 2014.

3.3.6 Análise do vigor das plantas de pessegueiro

Analisando-se a massa seca de ramos retirados dos pessegueiros por ocasião da poda, verificou-se aumento na quantidade de material eliminado (47-100%) nas plantas provenientes das parcelas onde foi utilizado o sistema de coberturas verdes aveia-preta/ milho associado à incorporação da TM de ambas as cultivares comparativamente às testemunhas, indicando que houve influência positiva dos tratamentos na produção de massa vegetal (Tabela 13). Da mesma forma, o cultivo na linha do pessegueiro com milho no verão e aveia-preta no inverno, associado à incorporação de TM, também promoveu aumento significativo do diâmetro do tronco das cvs. Sensação e Rubimel após 36 meses da implantação do sistema, contribuindo para o desenvolvimento vegetativo do pomar.

Em relação à estimativa do teor de clorofilas, foram obtidos valores significativamente mais altos em folhas dos pessegueiros “Rubimel” e “Sensação” que receberam a aplicação dos tratamentos, com o incremento nos teores de

clorofilas a, b e total (Tabela 14). Nas observações visuais do pomar, na mesma data, também foi possível observar mudança de coloração de verde-amarelada para verde intenso conforme demonstra a figura 14.

Tabela 13. Diâmetro do tronco (cm) e peso da poda (g) de descarte de plantas de pessegueiro submetidas ao manejo do solo com coberturas verdes e TM em pomar de pessegueiro cvs. Rubimel e Sensação após período de 36 meses de desenvolvimento vegetativo (2013-2015). Pelotas, 2017.

Variáveis	Tratamento ¹	Testemunha Rubimel ²	CV (%)
Poda (g)	1697,22 a*	1149,02 b	26,31
Diâmetro do tronco (cm)	34,45 a	30,37 b	8,07
Testemunha Sensação			
Poda (g)	1686,11 a*	835,13 b	21,08
Diâmetro do tronco (cm)	30,48 a	24,60 b	12,40

* Médias seguidas pela mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%. 1- Sistema de coberturas verdes aveia-preta/ milho e TM; 2- Parcelas com pessegueiros mantidas capinadas sem adição de TM.

Tabela 14. Teor de clorofila nas folhas de pessegueiro cvs. Rubimel e Sensação 24 meses após a introdução de sistema de manejo do solo com coberturas verdes e TM. Pelotas, 2017.

Tratamentos	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila Total
Sensação ¹	33.58 a	14.78 a	48.37 a*
Testemunha ²	31.16 b	10.68 b	41.16 b
CV(%)	1.69	1.99	1.09
Rubimel ¹	32.95 a	13.18 a	46.13 a*
Testemunha ²	29.17 b	10.29 b	39.46 b
CV (%)	2.71	5.39	3.33

* Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%. 1- Sistema de coberturas verdes aveia-preta/ milho e TM; 2- Parcelas com pessegueiros mantidas capinadas sem adição de TM.

Supõe-se que significativo maior desenvolvimento vegetativo das plantas de pessegueiro tratadas, em relação às testemunhas, pode ser resultado da incorporação ao solo de fitomassa das gramíneas de verão e inverno plantadas na linha do pessegueiro. O milho cultivado como planta de cobertura em pomar de laranja produziu significativamente mais fitomassa seca e estoques de carbono na fitomassa do que braquiária, feijão de porco ou vegetação espontânea (OLIVEIRA et al., 2015). As gramíneas podem produzir maiores quantidades de fitomassa que

outras plantas de cobertura podendo ser utilizadas com triplo propósito na linha ou entrelinha do pomar: manejar populações de fitonematoídeos, promover maior cobertura do solo e aportar nutrientes. Os resultados desse trabalho sugerem que as gramíneas são mais eficientes em aportar carbono (C) na parte aérea em relação às leguminosas. A literatura aponta que o aumento de estoque de C orgânico no solo depende da presença de N no sistema. Portanto, somente a presença de gramíneas, embora produza maior fitomassa, não necessariamente refletirá em maiores estoques de C orgânico no solo, visto o reduzido teor de N nos tecidos vegetais nas gramíneas em relação às leguminosas. Dessa forma, a associação das gramíneas milho-aveia na linha do pessegueiro em conjunto com a aplicação de TM, resíduo rico em nitrogênio, pode ter promovido aumento do estoque de C orgânico no solo, o que se refletiu no aumento do diâmetro do tronco, maior produção de massa verde e maior teor de clorofila nas folhas.

3.3.7 Avaliação do desenvolvimento de mudas de pessegueiro ‘Capdbosq’ plantadas em solo de pomar de pessegueiro cv. Rubimel naturalmente infestado por *M. xenoplax* e *Meloidogyne* spp. e manejado com coberturas verdes e TM

De acordo com os resultados apresentados na tabela 15, os dados mostram que houve diferença significativa entre tratamento e testemunha para quatro das seis variáveis analisadas ($P > 0,05$). Assim, houve aumento de peso de parte aérea e de raízes, além de maior volume e diâmetro de raízes daquelas plantas de pessegueiro cv. Rubimel desenvolvidas em rizotrons contendo o solo que recebeu as coberturas verdes e a adubação com TM por 30 meses em condições de campo, evidenciando o efeito tônico de tal tratamento conforme observações do aumento do vigor das plantas de pessegueiro da mesma cultivar apresentados na tabela 6.

O solo das parcelas tratadas do pomar proporcionou significativa melhora no desenvolvimento de mudas de pessegueiro, provavelmente por ter sido beneficiado pelas coberturas verdes em suas propriedades físicas, químicas e biológicas. A prática da adubação verde tem múltiplas funções, além de promover a melhoria nas propriedades do solo, aumenta a capacidade de troca catiônica e a reciclagem dos nutrientes das camadas mais profundas para a superfície, ameniza os problemas de compactação e protege o solo contra a erosão (ALTIERI et al., 2007). De acordo com Souza e colaboradores (2011), a matéria orgânica (MO) incorporada por

plantas de cobertura, especialmente as gramíneas, em consórcio com culturas anuais ou perenes, atua na produção de componentes orgânicos relacionados agregação e estruturação do solo, diretamente por meio das raízes, além da produção de polissacarídeos, e pelo desenvolvimento de hifas dos fungos que atuam na decomposição da MO. Nesse sentido, a simulação do desenvolvimento das plantas de pessegueiro Rubimel, em rizotron com o solo das parcelas manejadas com as gramíneas e a TM, podem explicar a coloração verde mais intenso, e, o maior diâmetro do tronco e descarte de poda, observado nas parcelas que receberam ambas coberturas verdes e o resíduo orgânico resultando em maior vigor das plantas de pessegueiro.

Tabela 15. Avaliação do desenvolvimento de mudas de pessegueiro “Capdbosq” plantadas em solo de pomar de pessegueiro (var. Rubimel) naturalmente infestado por *M. xenoplax* e *Meloidogyne* spp. manejado por quatro anos com coberturas verdes (milheto no verão e aveia no inverno) e adição de TM, em comparação com a testemunha. Embrapa Clima Temperado/Pelotas, 2017.

Variáveis	Trat. Rubimel ¹	Testemunha ²	CV (%)
Peso da parte aérea (g)	89,93 a*	71,57 b	13,55
Peso de raiz (g)	140,03 a	114,10 b	13,38
Comprimento de raiz (cm)	3876,88 a	3836,40 a	9,23
Volume de raiz (cm ³)	20,46 a	18,28 b	6,33
Diâmetro de raiz (mm)	0,71 a	0,67 b	2,86
Número médio de raízes	48,80 a	47,6 a	17,45

* Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%. 1- Sistema de coberturas verdes aveia-preta/milheto e TM; 2- Parcelas com pessegueiros mantidas capinadas sem adição de TM.

O milheto pode ter contribuído para a qualidade do solo durante o período de três anos de cultivo e incorporação na linha de plantio do pomar de pessegueiro, pois possui sistema radicular que pode alcançar 3,60 m de profundidade (SKERMAN e RIVEROS, 1992) e uma grande eficiência na transformação de água em matéria seca. Seu sistema radicular profundo permite ciclagem de nutrientes em quantidades consideráveis, deixando-os disponíveis as culturas subsequentes, uma vez que a plantas de milheto absorvem os nutrientes das camadas subsuperficiais do solo e os liberam, posteriormente, na camada superficial após a decomposição dos seus resíduos (PIRES et al., 2007).

Possivelmente, o efeito positivo no solo do pessegueiro, se deve também ao plantio e incorporação de aveia-preta. As vantagens do uso dessa gramínea como

cobertura verde se deve ao alto rendimento de matéria seca, à facilidade de aquisição de sementes e de implantação, à rusticidade, à rapidez de formação de cobertura, além de apresentar eficiente reciclagem de N. Por outro lado, devido à alta relação carbono: nitrogênio (C/N), a velocidade de liberação de N de seus resíduos é lenta. Apenas 40% do N contido na planta são disponibilizados nas primeiras quatro semanas após seu manejo (AMADO et al., 1999; AITA et al., 2001; AITA e GIACOMINI, 2003). A relação C/N da aveia-preta foi de 33,9 e do milho C/N de 20,6 (BERTIN et al., 2005). Para Siqueira e Franco (1988), quando a relação C/N situa-se entre 20 e 30, ocorre um equilíbrio entre os processos de mineralização e de imobilização do nitrogênio; quando atinge valores superiores a 30, a imobilização supera a mineralização.

Da mesma forma, o uso da aveia e do milho pode ter beneficiado o solo do pomar devido a proteger o solo da radiação solar (evita mudanças bruscas de temperatura no solo favorecendo a diversidade da microbiota do solo, protege também contra o impacto das gotas de chuva) reduz a evaporação de água, ajuda no controle de plantas daninhas e constitui uma reserva de nutrientes considerável, cuja disponibilização pode ser rápida e intensa, conforme a interação dos fatores climáticos (ROSOLEM et al., 2003).

3.3.8 Prospecção do mecanismo de ação das plantas de cobertura na supressão no nematoide anelado, *M. javanica* e *M. hapla* em experimentos *in vivo* e *in vitro*.

De acordo com os resultados apresentados na tabela 16, verificou-se que *M. xenoplax* apresentou valores de FR inferiores a 1,00 tanto na aveia-preta “Comum” como o milho cv. BRS1502, indicando resistência do material ao nematoide anelado comparativamente a testemunha suscetível (pessegueiro), onde o nematoide resultou em valores de FR muito acima de 1,0.

Quando avaliada a reação das coberturas verdes verificou-se redução do número de galhas na aveia-preta e no milho inoculados com ambas as espécies do nematoide das galhas comparativamente às duas testemunhas. Da mesma forma, verificou-se reduzidos valores de FR para *M. hapla* e *M. javanica*, comportando-se o milho ‘BRS1502’ como resistente às duas espécies do nematoide das galhas; e, a aveia-preta resistente a *M. javanica* e imune a *M. hapla*, conforme valores de FR apresentados na tabela 9.

Tabela 16. Avaliação da resistência da aveia preta “Comum” e do milho BRS1502 a *M. xenoplax* em condições de casa de vegetação. Pelotas – RS, 2017.

Coberturas verdes	FR ¹ <i>M. xenoplax</i>
Pessegueiro Capdbosq**	28,75 a*
Aveia-preta ‘Comum’	0,67 b
Milho BRS1502	0,63 b
CV (%)	18,47

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5%. ** Testemunha suscetível. 1- FR<1,00, resistente; FR= 0,00, imune; e, FR> 1,00, suscetível.

Já o pessegueiro ‘Capdbosq’ inoculado com *M. javanica*, apresentou elevado número de galhas nas raízes e foi suscetível ao nematoide, conforme valor de FR apresentado na tabela 9 em comparação com a testemunha. Porém, quando o pessegueiro foi inoculado com *M. hapla*, verificou-se reduzido número de galhas e menor valor de FR do nematoide, comportando-se, assim, como resistente ao patógeno.

Tabela 17. Avaliação da resistência da aveia preta “Comum” e do milho BRS1502 a *M. hapla* e *M. javanica* em condições de casa de vegetação. Pelotas – RS, 2017.

Coberturas verdes	FR ² <i>M. hapla</i>	Número de galhas ¹
Tomate cv. Rutgers**	69,98 a*	311,67 a
Pessegueiro Capdbosq	0,36 b	1,17 b
Milho BRS 1502	0,13 b	1,00 b
Aveia-preta “Comum”	0,005 b	0,50 b
CV(%)	9,05	26,38
Coberturas verdes	FR ² <i>M. javanica</i>	Número de galhas ¹
Pessegueiro Capdbosq	13,25 a*	805,00 a
Tomate cv. Rutgers**	5,67 b	303,33 b
Aveia-preta “Comum”	0,43 c	3,83 c
Milho BRS1502	0,15 c	1,59 c
CV (%)	26,89	28,32

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%. **Testemunha suscetível; 1- valores originais transformados em $\sqrt{x + 1}$; 2-FR<1,00, resistente; FR= 0,00, imune; e, FR> 1,00, suscetível.

Considerando que as densidades populacionais de *M. xenoplax* e *Meloidogyne* spp. foram influenciadas negativamente pelas plantas de cobertura em estudo no solo (Figuras 11 e 12), pode-se inferir que as gramíneas aveia-preta e

milheto BRS1502 são plantas más hospedeiras dessas três espécies de fitonematoides, conforme verificado nesse trabalho. Outros estudos demonstraram que plantas antagonistas a nematoides são usadas em rotação de cultura, como plantas de cobertura ou consorciadas, porém o mecanismo de “antagonismo” não é sempre esclarecido (MASHKOOR et al., 1990). Algumas são simplesmente “não hospedeiras” devido a alguma incompatibilidade física ou bioquímica. A planta de cobertura *Mucuna pruriens* L., de nome popular mucuna-preta, é não hospedeira de *Heterodera glycines*, pois, ainda que suas raízes sejam maciçamente penetradas por juvenis deste nematoide, o patógeno não se desenvolve (VALLE et al., 1997). No entanto, outras parecem produzir algum tipo de exsudato químico com efeito nematicida, como por exemplo as gramíneas *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum* que inibem a eclosão de juvenis de segundo estágio de *M. javanica*, e impedem/ dificultam a evolução do ciclo de vida (mudança de estádios de desenvolvimento) daqueles juvenis que penetraram nas raízes (BRITO e FERRAZ, 1987). No Chile, em experimentos de campo, o cultivo e a incorporação da parte aérea de *T. erecta* reduziram em 88% o número de galhas ocasionadas por *M. incognita* em pimentão, e aumentou a produção em 37,6% (ZVALETA-MEJIA et al., 1993). De acordo com Dias- Arieira e colaboradores (2003) a supressão do nematoide por essa planta antagonista se dá pela ação de substâncias nematicidas produzidas ela que são exudadas no solo atuando na redução das populações do fitoparasita. Alguns órgãos dessas plantas têm sido encontradas evidências de substâncias tóxicas a nematoides, Cunha e colaboradores (2003) identificaram o composto nematicida α -tertienila, secretado pelas raízes dessa planta.

Analisando-se o efeito nematicida dos exsudatos radiculares sobre *M. xenoplax*, verificou-se que tanto aquele obtido do milheto cv. BRS1502 quanto da aveia-preta “comum” resultaram em maiores percentagens de mortalidade dos espécimes comparativamente aos valores obtidos no controle positivo ($P < 0,05$) que não diferiu do tratamento com o exsudato extraído do pessegueiro (Tabela 10).

Da mesma forma, observou-se efeito nematicida significativo dos exsudatos de aveia-preta e milheto, além daqueles obtidos das raízes de pessegueiro sobre os J2 de *M. hapla* comparativamente à testemunha suscetível e ao controle positivo. Contudo, apenas o exsudato de aveia-preta apresentou ação nematicida sobre os J2 de *M. javanica* comparado aos demais tratamentos (Tabela 19).

Tabela 18. Percentual de Mortalidade de *M. xenoplax* em exsudatos de aveia-preta “Comum”, milho cv. BRS1502, pessegueiro e água destilada (testemunhas).

Coberturas verdes	Mortalidade <i>M. xenoplax</i> (%)
Milho cv. BRS1502	8,04a*
Aveia-preta “Comum”	7,03b
Pessegueiro Capdeboscq	6,2bc
Água destilada**	4,09c
CV (%)	12,86

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5%; **controle positivo.

Tabela 19 - Percentual de Mortalidade e eclosão de juvenis de 2º estágio (J2) de *M. hapla* e *M. javanica* em exsudatos radiculares de aveia-preta, milho cv. BRS1502, pessegueiro “Capdeboscq”, tomateiro “Rutgers” e água destilada (testemunhas).

Coberturas verdes	<i>M. hapla</i>		
	Mortalidade (%)	Eclosão (%)	Inibição eclosão (%)
Aveia-preta “comum”	10,56 a*	39,37c	61,67
Milho BRS1502	6,04 b	58,81b	41,19
Pessegueiro	5,03 b	39,04c	61,96
Água destilada**	1,69 c	88,53a	11,47
Tomateiro***	1,54 c	58,97b	41,03
CV (%)	30,45	20,54	

Coberturas verdes	<i>M. javanica</i>		
	Mortalidade (%)	Eclosão (%)	Inibição eclosão (%)
Aveia-preta “comum”	3,33 a*	47,44 b	52,56
Milho BRS1502	1,67 b	37,76 c	62,24
Pessegueiro	1,67 b	90,93 a	9,07
Água destilada**	0,83 b	84,06 a	15,94
Tomateiro***	0,75 b	85,72 a	14,28
CV (%)	26,46	14,51	

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5%; **controle positivo; *** testemunha suscetível.

Em relação ao efeito ovicida dos tratamentos sobre o nematoide das galhas, tanto os exsudatos de aveia-preta como milho inibiram a eclosão dos J2 de *M. javanica* em relação ao controle positivo e à testemunha suscetível cujos elevados valores de percentagem de eclosão não diferiram do tratamento com os exsudatos do pessegueiro (84,06-90,93%). Já para *M. hapla*, apenas os exsudatos de aveia-preta e do pessegueiro inibiram a eclosão dos J2 comparativamente às duas testemunhas (Tabela 19).

O fato dos exsudatos radiculares da aveia-preta promoverem taxas significativamente maiores de mortalidade de *M. xenopax* e *M. javanica* e redução de eclosão do segundo em relação à testemunha, constitui o primeiro relato da ação nematicida dessas substâncias reportado na literatura. Exsudatos radiculares contém uma variedade de compostos, predominantemente ácidos orgânicos e açúcares, mas também aminoácidos, ácidos graxos, vitaminas, hormônios e compostos microbianos (BERTIN et al., 2003) os quais podem apresentar ação nematicida. A composição de exsudatos radiculares pode variar entre espécies de plantas e cultivares (MICALLEF et al., 2009; MARK et al., 2005), e com a idade da planta e o estágio de desenvolvimento (DEANGELIS et al., 2009; CAVAGLIERI et al., 2009). A gramínea *A. strigosa* produz saponinas triterpenóides conhecidas como avenacinas as quais demonstraram ter atividade antifúngica de amplo espectro (MAIZEL et al., 1964). Conforme Ferraz e Freitas (2004) e Campos e colaboradores (2006), os exsudatos de plantas antagonistas ou más hospedeiras a fitonematoides podem afetar a eclosão, interferindo nas divisões celulares do nematoide dentro do ovo, desfavorecer a atração dos J2 nas raízes ou mesmo na penetração do nematoide na planta, ou mesmo servir como fator de inibição da eclosão por algum composto com efeito nematostático interferindo assim no ciclo de vida destes patógenos e na sua interação com a planta hospedeira.

Da mesma forma, os mecanismos que podem explicar a ação nematicida dos exsudatos do milho sobre *M. xenopax* e *M. hapla*, e, efeito ovicida sobre os J2 de *M. javanica*, podem estar relacionados à presença de estrigolactonas, as quais são substâncias detectadas em quantidades baixas nos exsudatos de uma variedade de espécies de plantas, incluindo milho (SUGIMATO 2000; SATO et al. 2003; AWAD et al. 2006). Outras espécies de gramíneas foram testadas em laboratório para o controle de *Meloidogyne* spp., por exemplo os exsudatos radiculares de *Cymbopogon flexuosus* altamente tóxicos a *M. incognita* (TIYAGI et al., 1986).

Considerando-se os resultados obtidos na avaliação das reações das coberturas verdes e de seu potencial nematicida e ovicida de seus respectivos exsudatos radiculares sobre os nematoide estudados, pode-se inferir que o antagonismo dessas fitopatógenos se dão tanto pela resistência genética das cultivares assim como também pela ação conjunta dos exsudatos liberados no solo com alguma ação nematicida ou ovicida sobre o nematoide anelado e o de galhas.

Santos e colaboradores (2011) ao estudar a reação de diferentes cultivares de mamona a diferentes espécies de *Meloidogyne* e avaliar o efeito dos exsudatos desses materiais sobre J2 e ovos de *M. graminicola* e *M. enterolobii*, também atribuíram a ação antagônica de tal oleaginosa sobre o nematoide das galhas não só à resistência genética (como más hospedeiras) mas também em função de algum componente tóxico relacionado a liberação de compostos ou exsudatos radiculares conforme observado no presente estudo. No entanto, considerando o sistema complexo pessegueiro x fitnematoides x plantas antagonistas, as pequenas reduções do nematoide anelado e de galhas, observado a campo, refletem o potencial efeito da aveia preta e milho sobre tais patógenos, mesmo na presença constante do hospedeiro suscetível.

3.4 Conclusões

- O cultivo da aveia-preta e do milho na linha de plantio do pessegueiro, afeta negativamente as populações de *Meloidogyne* spp. e *M. xenoplax* no solo; no entanto estimula o aumento dos níveis populacionais dos nematoides de vida livre.

- Plantas de pessegueiro cv. Rubimel manejadas com aveia-reta no inverno e milho no verão, e acrescidas da incorporação de TM, apresentam redução do conteúdo de sólidos solúveis totais e pH nos frutos comparativamente aqueles frutos de plantas não tratadas;

- A colheita mais tardia de frutos da cv. Rubimel resulta em redução da acidez titulável e equilibra o conteúdo de sólidos solúveis, condição essa que está relacionada à melhora da qualidade dos frutos dada pela relação entre doçura e acidez dos frutos.

- O emprego da aveia-preta e do milho na linha de plantio do pessegueiro por um período de três anos aumenta o vigor das plantas de pessegueiros incrementando os níveis de nitrogênio e potássio no tecido foliar; no entanto, reflete negativamente no conteúdo de fósforo no tecido foliar.

- As gramíneas aveia preta cv. Comum e o milho cv. BRS1502 são más hospedeiras do nematoide anelado e do nematoide galhas e apresentam efeito nematicida e ou ovicida sobre *M. xenoplax*, *M. javanica* e *M. hapla*.

3.5 Considerações finais

Os resultados deste estudo levam a supor que as plantas de cobertura Milheto BRS1502 e a aveia-preta “Comum” plantadas na linha do pessegueiro, podem ter atuado na redução populacional de *M. javanica*, *M. hapla* e *M. xenoplax*, de diferentes formas: promovendo condições para desenvolvimento da microbiota antagonista da rizosfera do pessegueiro ao proporcionar o aumento das populações de nematoides de vida livre; liberando exsudatos de efeito nematicida e/ou ovicida; e/ou impedindo a reprodução destes nematoides em seus respectivos sistemas radiculares, reduzindo a densidade populacional destes por inanição.

4 Conclusão Geral

Tendo em vista os resultados e as discussões apresentadas neste estudo, conclui-se que algumas plantas de cobertura verde em sucessão de plantio na linha do pessegueiro, além dos resíduos orgânicos vermicomposto e TM, constituem-se em uma alternativa de manejo de longo prazo das populações do nematoide anelado e do nematoide das galhas, e do aumento da qualidade dos frutos em pomar de pessegueiro.

5 Referências

- ABALLAY, E., PERSSON, P. e MARTENSSON, A. Plant-parasitic nematodes in Chilean vineyards. **Nematropica**, v.39, p. 85-97, 2009.
- ABRANTES, I.M. O., SANTOS, M.C.V., CONCEIÇÃO, I.L.P.M., SANTOS, M.S.N. A. e VOVLAS, N. Root-Knot and other plant-parasitic nematodes associated with fig trees in Portugal. **Nematologia Mediterranea**, v. 36, p. 131-136, 2008.
- ALAM, M.M.; A.M. KHAM e S.K., SAXENA. Mechanisms of control of plant parasitic nematodes as a result of application of organic amendment to the soil. IV Role of formaldehyde and acetone. **Indian Journal of Nematology**, 8(2), p. 172-174, 1980.
- ALFENAS, A.C. (editor). **Eletroforese e marcadores bioquímicos em plantas e microorganismos**. 2.ed. – Viçosa: Ed. UFV, 2006. 627p.
- ANDRÁSSY I. Free-living Nematodes of Hungary. II (Nematoda errantia). **Hungarian Natural History Museum**, Budapest, Hungary, p. 496, 2007.
- ARANCON NQ, EDWARDS CA, LEE S. Proceedings Brighton Crop Protection Conference – **Pests and Diseases**. Management of plant parasitic nematode populations by use of vermicomposts; Columbus, p. 705–716, 2002.
- BECKMAN, T.G., G.L. REIGHARD, W.R. OKIE, A.P. NYCZEPIR, E.I. ZEHR, e W.C. NEWALL. History, current status and future potential of GuardianM (BY520-9) peach rootstock. **Acta Horticulturae**. v.451 p. 251-258, 1997.
- BECKMAN, T.G.; OKIE W.R.; NYCZEPIR A.P. Influence of Scion and Rootstock on Incidence of Peach Tree Short Life. Proc. 5th IS on Peach Eds. R.S. Johnson e C.H. Chrisos to **Acta Horticulturae**. p. 592, 2002.
- BERTIN C, YANG XH, WESTON LA: The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere. **Plant Soil**. 256 p.67-83, 2003.
- BERTIN E.G, ANDRIOLI, I; CENTURION, J.F. Plantas de cobertura em pré- Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto safra ao milho em plantio direto *, **Acta Sci. Agron**, v. 27, n. 3, p. 379-386, July/ Sept., 2005.
- BERTRAND, P. F.; D. R. EVERT; A. P. NYCZEPIR. Experience with bahiagrass in Georgia peach orchards. In: Proceedings of the Southeastern Professional Fruit Workers Conference, 3., 1988, Geórgia. **Anais**... University of Georgia, Athens, GA. 1988.
- BILGRAMI AL. Evaluation of the predation abilities of the mite *Hypoaspis calcuttaensis*, predaceous on plant and soil nematodes. **Fund Appl Nematol**. v. 20, p.96–98. 1996.
- BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; CAMARGO, F.A.O. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2004, p. 328.

BONANOMI, G. et al. Suppression of soilborne fungal diseases with organic amendments. **Journal of Plant Pathology**, Bari, n.89, p. 311-24, 2007.

BRITTAIN, J.A.; MILLER Jr., R.W. Managing peach tree short life in the Southeast. Clemson: Agricultural Extension Services of Georgia. **Circular técnica 585**. p. 19, 1978.

CAMPOS, A.D., A.G. FERREIRA, M.M.V. HAMPE, I.F. ANTUNES, N. BRANÇÃO, E.P. ILVEIRA, V.A. OSÓRIO e E. AUGUSTIN. Atividade de peroxidase e polifenoloxidase na resistência de feijão à antracnose. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n.7, p.637-643, 2004.

CAMPOS, Ângela D. Morte precoce do pessegueiro: aspectos fisiológicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.14, n.1, p. 227-229, 1992.

CAMPOS, H.D.; CAMPOS, V.P.; COIMBRA, J.L. Efeito de exsudato radicular de *Brachiaria decumbens* e de sorgoleone de *Sorghum bicolor* no desenvolvimento de *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, v.30, n.1, p.59-65, 2006.

CANTERI, M.G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C.V. SASM - AGRI: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott- Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.1, n.2, p.18-24, 2001.

CARNEIRO, R. M. D. G.; FORTES, I F. e ALMEIDA, M.R.A. Associação de *Criconemella xenoplax* com a morte do pessegueiro no Rio Grande do Sul. **Nematologia Brasileira**, v.17, n.2, p.122-131, 1993.

CARNEIRO, R.M.D.G. Nematoides: ocorrência e danos. In: MEDEIROS, C.A.B.; RASEIRA, M. do C.B. A cultura do pessegueiro. Brasília: Embrapa – SPI. Pelotas: Embrapa-CPACT. p.265-279, 1998.

CARNEIRO, R.M.D.G.; CAMPOS, A.D.; PEREIRA, J.F.M.; RASEIRA, M. do C.B. Avaliação de porta-enxertos de *Prunus* quanto à suscetibilidade ao nematoide anelado e ao conteúdo de enzimas fenol oxidases. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v.22, n.1, p. 32-38, 1998.

CARNEIRO, R. M. D. G., F. L. C. CARVALHO, e S. M. KULCZYNSKI. Seleção de plantas para o controle de *M. xenoplax* e *Meloidogyne* spp. através da rotação de culturas. **Nematologia Brasileira** v. 22, p. 41-48, 1998.

CARNEIRO, R.M.D.G. e ALMEIDA, M.R.A. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematóides de galhas para identificação de espécies. **Nematologia Brasileira** v. 25, p. 555– 560, 2001.

CHEN, S.Y. e D.W. DICKSON. A technique for determining live second-stage juveniles of *Heterodera glycines*. **Journal of Nematology**, v. 32, p.117–121, 2000.

CHEN, Z.X. e D.W. DICKSON. Effect of ammonium nitrate and time of harvest on mass production of *Pasteuria penetrans*. **Nematropica**, v. 27 n.1, p. 53-60. 1997.

CIANCIO, A., FARFAN, V.V., TORRES, E.C. e GRASSO, G. Observations on a *Pasteuria* isolate parasitici on *Hoplolaimusgaleatus* in Peru. **Journal of Nematology**, v. 30, p.206-210, 1998.

COOLEN, W. A.; C. J. D'HERDE. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Merelbeke, Belgium. Ghent: State Agriculture. Research Centre, 1972. 77p.

CORDERO, M.A. ROBERT T. ROBBINS, ALLEN L. SZALANSKI. Taxonomic and Molecular Identification of *Mesocriconema* and *Criconemoides* Species (Nematoda: Criconematidea). **Journal of Nematology**, v.44, p. 399-426, 2012.

CROZZOLI, R. e LAMBERTI, F. (2001) Know and new species of *Mesocriconema* Andrassy, 1965 (Nematoda: Criconematidea) from Venezuela. **Russian Journal of Nematology**, 9, 85-105.

CUNHA, F.R.; OLIVEIRA, D.F.; CAMPOS. V.P. Extratos vegetais com propriedades nematicidas e purificação do princípio ativo de *Leucaena leucocephala*. **Fitopatologia Brasileira**, v.28, n.4, p. 438-441, 2003.

DEAN, R.E.; BERTRAND., P.F. Survival and growth of peach trees planted in killed bahiagrass at an old orchard site. **Hort Science**, Alexandria, v.28, n1, p.26-28, 1993.

DE GRISSE, A. Morphological observations on *Criconemoides*, with a description of four new species found in Belgium (Nematoda). **Meded. Landbouwhogeschool Opzoekings stn Staat Gent, Ghent**, v 29, p. 734-761, 1964.

DEIMI, A.M., CHITAMBAR, J.J. e MAAFI, Z.T. Nematodes associated with flowering ornamental plants in Mahallat, Iram. **Nematologia Mediterranea**, v. 36, p. 115-123. 2008.

DE MAN, J. G. Die einheimidchen, frei in der reinen Erde und in sussen Wasser Lebenden Nematoden. **Tijdschr. Ned. Dierk. Vereen.**, v 5, p. 1-104, 1880.

DIAS-ARIEIRA, C.R.; FERRAZ, S.; DEMUNER, A.J.; FREITAS, L.G. Ecloração de juvenis de *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines* frente a extratos químicos dos sistemas radiculares de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* cv. Guiné. **Nematologia Brasileira**, v.27, n.1, p.87-92, 2003.

DIEZ, J.A.; DUSENBERY, D.B. repelente of root-knot nematodes from exudate of host roots. **Journal ChemEcol**, v.15, p. 2445-2455, 1989.

DUSENBERY, D.B. Behavioral responses of *Meloidogyne incognita* to small temperature changes. **Journal of Nematology**, v.20, p. 351-355, 1988.

DUTRA, M. R.; PAIVA, B. R. T. L.; MENDONÇA, P. L. P.; GONZAGA, A.; CAMPOS, V. P.; CASTRO NETO, P.; FRAGA, A. C. Utilização de silicato de cálcio e TM no

controle do nematoide *Meloidogyne exigua* em cafeeiro irrigado. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 2004, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande-PB, 2004.

EISENBACH, J.D. Diagnostic characters useful in the identification of the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). In: Sasser, J.N. e Carter, C.C. North Carolina. (Eds.) An advanced treatise on *Meloidogyne*; biology and control. Raleigh. 1985, p.95-112.

ESBENSHADE P, TRIANTAPHYLLOU A. Use of enzyme phenotypes for identification of *Meloidogyne* species. **J. Nematol.**v.17, p. 6–20, 1985.

ESBENSHADE, P.R. e TRIANTAPHYLLOU, A.C. Isozyme phenotypes for identification of *Meloidogyne* species. **Journal of Nematology**, v. 22, p.10-15, 1990.

ESCUER, M., LARA, M.P e BELLO, A. Distribution of the Criconematidea in Peninsular Spain and Balearic Islands International **Journal of Nematology**, v.9, p. 47-67, 1999.

ESMENJAUD, D., J.C. MINOT, R. VOISIN, J. PINOCHET, e G. SALESSE. Inter- and intraspecific resistance variability in Myrobalan plum, peach and peach–almond rootstocks using 22 root-knot nematode populations. **Journal of American Society of Horticultural Science**,v. 119, p. 94-100, 1994.

FACHINELLO JC, SILVA CAP, SPERANDIO C, RODRIGUES AC, STRELOW EZ Resistance of rootstock for peach tree and plum to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). **Ciencia-Rural**v. 30, p.69–72, 2000.

FAO - FAOSTAT: production-crops. Disponível em:
<<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

FERRAZ, L. C. C. B., AND A. R. MONTEIRO. NEMATÓIDES. IN A. BERGAMIM FILHO, H. KIMATI, L. AMORIM (eds.). **Manual de Fitopatologia**: Princípios e Conceitos. 3 ed. São Paulo, Ceres, 1995. p. 168-20.

FERRIS, H. Contribution of nematodes to the structure and function of the soil food web. **Journal of Nematology**. 2010.

FREIRE, C.J.S.; MAGNANI, M. **Manual de coleta de amostras de folhas, para diagnose nutricional, das principais frutíferas cultivadas no RS e em SC.** (Documentos, 142), Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 18p.

GERAERT, E.The Criconematidae of the world.Identification of the family Criconematidae (Nematoda).Academia Press, Gent, Belgium, 2010,615 pp.

GOMES, C.B. Fitonematóides que afetam o pessegueiro e a ameixeira: importância e resultados de pesquisas. **Comunicado Técnico 124**, Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 5 p. 2005.Disponível em:
<http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/comunicados/comunicado124.pdf>

GOMES, C.B., FORTES, J. F. Recrudescimento da ocorrência da morte precoce do pessegueiro no Rio Grande do Sul, Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE HORTICULTURA, 9., 2003, Montevideo. **Anais ...** Montevideu: SociedadUruguaya de Horticultura, INIA, 2003. p.81.

GOMES, C. B.; CAMPOS, A.D.; ALMEIDA, M.R.A. Ocorrência de *Mesocriconema xenoplax* e *Meloidogyne javanica* associados à morte precoce de ameixeiras e à redução da atividade das enzimas fenoloxidasas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 22., Uberlândia, 2000. **Anais...Uberlândia: Sociedade Brasileira de Nematologia, 2003. p.133.**

GOMES, C. B.; COUTINHO, E.F. Reproduction of *Mesocriconema xenoplax* and peach fruit quality from orchad associated whith oat and millet. In: ANNUAL MEETING OF THE ORGANIZATION OF NEMATOLOGIST OF TROPICAL AMERICA, 30., 2005, Vinã Del Mar. **Anais...Vinã Del Mar: ONTA, 2005.p.75.**

GOMES, C., B. SILVA, S.D.A.;CAMPOS, A.D.; SCIVITTARO, W.B.; COUTINHO, E.F., MATTOS. M.L.T.; CASAGRANDE JR. J.G.; PILLON, C.N. Uso de coberturas verdes e compostos orgânicos no controle de *Mesocriconema xenoplax* em pomar orgânico de pessegueiro. CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 3.,Belo Horizonte. **Anais... Belo Horizonte: Emater-MG, 2006. 1 CD-ROM. 2004.**

GOMES, C.B.; CARNEIRO, R.M.D.G. Nematoides fitoparasitas do pessegueiro. In Pessegueiro. Brasília-DF: Embrapa. 2014, p. 488-508.

GOODE, M.; DUSENBERY, D.B. Behavior of tethered *Meloidogyne incognita*. **J. Nematol**, v.17, p.460-464, 1985.

GOULART, A.M.C. Diversidade de nematoides em agroecossistemas e ecossistemas naturais. **Documentos n.191**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 71p. 2007.

GUPTA, N.K.; GUPTA, A.K. On some plant parasitic nematodes of the genus *Macroposthonia* De Man, 1880 (Medinematidae: Cricinematodea) from India. **Revista Iberica de Parasitologia**, v. 41, p. 25-41, 1981.

HOJOR. H.; CHALFUN, N.N.J.; DOLL HOJO, E.T., VEIGA, R.D.; PAGLIS. C.M.; LIMA, C.O. Produção e qualidade dos frutos da goiabeira “Pedro Sato” submetida a diferentes épocas de poda. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.3, p.357-362, 2007.

HUSSEY, R.S.; BARKER,K.R. A comparison of methods of collecting inocula for *Meloidyne* spp., including a new technique. **Plant Disease Repórter**, St. Paul, v.57,n. 12, p.1025-102, Dec.1973.

HYODO, H.; YANG, S.F. Ethylene-enhanced synthesis of phenylalanine ammonia lyase in pea seedlings. **Plant Physiology**, v.47, p.765-770, 1971.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de dados agregados - Produção Agrícola Municipal. Disponível em:<<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em: 2 jul. 2016, 00:18.

IBGE– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário 2015: lavoura permanente e temporária. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=rsetema=lavourapermanente2015>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

INGHAM, R., MERRIFIELD, K. A **Guide to Nematode Biology and Management in Mint**- Integrated Plant Protection Center, IPPC Publication 996, Oregon State University, Corvallis. 1996. 38 p.

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

KARANASTASI, E., HANDOO, Z. A e TZORTAZAKAKIS, E.A. First report of *Mesocriconema*; Criconematidea in Greece and first record of *Viburnum* sp. as a possible host for this ring nematode. **Helminthologia**,v.45, p. 103-105, 2008.

KHAM, M.W.; KHAN, A.M; e SAXENA, S.K. Influence of certain oilcakes amendments on nematode and fungi in tomato field. **Acta Botanica Indica**, v. 1(1/2) p.49-54, 1973.

JONES, T.L.; JONES, U.S. Influence of soil pH, aluminum and sulfur on short life of peaches trees growing on loamy sands in Southeastern United States. **Florida State Horticultural Society**, Lake Alfred, v.87, p.367-371, 1974.

LIMA, R. L. S. et al. Casca e TM avaliados em vasos como fertilizantes orgânicos. **Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 5, p. 102-106, 2008.

LINFORD, M.B. et al. Reduction of soil populations of the root-knot nematode during decomposition of organic matter. **Soil Science**, v.45, p.127-141, 1938.

LOOF, P.A.A.; BARROTI, S. New records of species of Criconematidea from Iran with description of *Criconemoides decipiens* sp. N. (Nematoda: Tylenchida). **Nematologia Mediterranea**, v.19, p. 83-95. 1991.

LOOF, P.A.A., GRISSE, A. Taxonomic and nomenclatorial observations on the genus *Criconemella* de Grisse e Loof, 1965 sensu Luc e Raski, 1981 (Criconematidae). *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen / Rijksuniversiteit Gent* v. 54,n.1, p. 53 - 74. 1989.

LOOF, P.A.A., WOUTS, W.M. e YEATES, G.W. Criconematidea (Nematoda: Tylenchida) from the New Zealand region: genera *Mesocriconema*, *Criconema*, *Discocriconemella*, and *Hemicriconemoides*. **New Zealand Journal of Zoology**, v. 24, p. 123-151. 1997.

LORDELLO, R.R.A.; SAWAZAKIE, E.; LORDELLO, L.A.J.; SOBRINO J.A. Controle de *Pratylenchus* spp. com nematicidas sistêmicos e com TM. **Anais...da VII Reunião Bras. Nematologia**,1983. p.241-250.

LOWNSBERY, B. F.; H. ENGLISH; E. H. MOODY e F.J. SCHICK,.*Criconemella xenoplax* experimentally associate with a disease of peachs.**Phytopathology** v. 63, p. 994-998,1973.

LUNA-GUERRERO, A.Y.; MONTES-BELMONT, R.; TALAVERA-RUBIA, M.F.; FLORESMOCTEZUMA, H.E.; BRAVO-LUNA, L. Estudio preliminar de los factores bióticos e abióticos asociados a la muerte del duraznero en Morelos, México. **Nematropica**, Auburn, v.41, n.2, p.254- 262, 2011.

MCSORLEY R. Assessment of rotation crops and cover crops for management of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in the southeastern United States.**Nematropica** v. 41, p. 200–214, 2011.

MAGUNACELAYA, J. C., R. MANCILLA e M. T. AHUMADA. Control of *Mesocriconema xenoplax*, *Xiphinema index* and *Xiphinema americanum* s.l. Varying cadusafos concentrations, and their effect on yield of table grapes var. Red globe over 4 years of application. **Nematropica** v. 4, p. 172-184, 2011.

MCKENRY, M.V.; VINEROS, M.; TEVIOTDALE, B. *Criconema mutabile* associated with bacterial canker and Nema-guard rootstock. **Plant Disease**, St. Paul, v. 74, n. 5, p. 394, 1990.

MADAIL – J. C. M. Análise de rentabilidade dos sistemas empresarial e familiar de produção de pêssego no sul do Rio Grande do Sul. **Documentos n. 86**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 43p. 2002.

MAIZEL JV, MITCHELL HK, BURKHARDT HJ: Avenacin antimicrobial substance isolated from avena sativa. 1. Isolation + antimicrobial activity. **Biochemistry**.V. 3, p.424- 426, 1964.

MAQBOLL, M. A.; SHAHINA, F. *Criconemella anastamoides* n. sp. (Nematoda: Criconematina) from Pakistan. **Journal of Nematology**, College Park, v. 17, n. 2, p. 236- 239, 1985.

MARAFON, A.C.; HERTER, F.G.; BACARIN, M.A.; HAWERROTH, F.J. Atividade da peroxidase durante o período hibernal de plantas de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch.) cv. Jubileu com e sem sintomas da morte precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.4, p.938-942, 2009.

MARODIN, G.A.B.; SARTORI, I.A.; Situação das frutas de caroço no Brasil e no mundo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTAS DE CAROÇO: PÊSSEGOS, NECTARINAS E AMEIXAS, 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p.7- 16.

MAYER, N. A; UENO, B. A morte-precoce do pessegueiro e suas relações com porta-enxertos. **Documentos 359**. Pelotas:Embrapa Clima Temperado.42 p. 2012.

MAYER, N.A.; SANTOS, J.M. dos. Morfometria de uma população de *Mesocriconema xenoplax* RASKI, 1952 coletada em um pomar de pessegueiro no

sul do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Nematologia, 23. Piraciaba. **Anais...** SBN, 2001. p. 113.

MAYER, N.A.; UENO, B. A.; ANTUNES, L.E.C. Seleção e clonagem de porta enxertos tolerantes à morte-precoce do Pessegueiro. **Comunicado Técnico 209**, Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009.

MEDEIROS, C.A.B.; RASEIRA, M.C.; PEREIRA et al. **A cultura do pessegueiro**. 1ª Ed. Brasília: Embrapa. 1998.776 p.

MEDEIROS, A. R. M. Editor. **Cultivo do Pessegueiro** - Nematoides e métodos de controle - Embrapa - Sistemas de Produção. Embrapa Clima Temperado Sistemas de Produção, 4 ISSN 1806-9207 Versão Eletrônica Nov./ 2005.

MONDINO, E. A.; TAVARES, O. C. H.; EBELING, A. G.; FIGUEIRA, A. F.; QUINTERO, I.; BERBARA, R. L. L. Avaliação das comunidades de nematoides do solo em agroecossistemas orgânicos. **Acta Scientiarum.Agronomy**, v.31, n.3, p. 509-515, 2009.

MORRA L, PALUMBO AD, BILOTTO M, OVIENO P, PTCASCIA S. Soil solarization: organic fertilization grafting contribute to build an integrated production system in a tomato-zucchini sequence. *Colture-Protte*. v.27, p.63–70, 1998.

NASCIMENTO, J.S. DO; MOURA, A.B. Efeito da TM e do repolho na biofumigação e solarização do solo para controle de fitonematoides associados ao pessegueiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2, 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

NICO, A.I., RAPOPORT, H. F., JIMÉNEZ- DÍAZ, R.M. e CASTILLO, P. Incidence and population density of plant-parasitic nematodes associated with olive planting stocks at nurseries in Southern Spain. **Plant Disease**, v. 86, p. 1075-1079, 2002.

NYCZEPIR, A. P.; WOOD, B. W. Peach leaf senescence delayed by *Criconemella xenoplax*. **J. Nematol**, v.20, p. 595-589, 1988.

NYCZEPIR, A.P.; BERTRAND, P.F. Host suitability of select small grain and field crops to *Criconemella xenoplax*. Workshop Proceedings. Fort Valley, GE: U.S. Department of Agriculture. Agricultural Research Service, p. 72 – 76, 1992.

NYCZEPIR, A. P.; LEWIS, S. A. The influence of *Macrospostania xenoplax* Rastrri on indole-3-acetic acid (IAA) and abscisic acid (ABA) in peach. **The Journal of Nematology**, Pennsylvania, v. 12, n. 4, p. 234-236, 1980.

NYCZEPIR, A.P. Nematode management strategies in stone fruits in the United States. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.23, n.3, p.334-341, 1991.

NYCZEPIR, A.P. Suitability of a wheat-sorghum, double-crop-rotation to manage *Criconemella xenoplax* in peach production. **Plant Disease**, v. 80, n. 6, p.629-632, 1996.

NYCZEPIR, A.P.; e BERTRAND, P.F. Preplanting Bahiagrass or wheat compared for controlling *Mesocriconema xenoplax* and short life in a young peach orchard. **Plant Disease**, Beltsville, v.84, n.7, p.789-793, 2000.

NYCZEPIR, A.P.; ESMENJAUD, D. Nematodes. In: LAYNE, D.R.; BASSI, D. Wallingfore, UK. Eds.: The peaches: botany, production and uses. Ed.CABI, 2008. p. 505-535.

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

OKIE, W.R.; REIGHARD, G.L.; BECKMAN, T.G.; NYCZEPIR, A.P.; REILLY, C.C.; ZEHR, E.I.; NEWALL JR., W.C.; CAIN, D.W. Field-screening *Prunus* for longevity in the Southeastern United States. **Hort Science**, Alexandria, v.29, n.6, p.673- 677, 1994.

OKIE, W.R., REIGHARD, G.L. e NYCZEPIR, A.P. Importance of scion cultivar in peach tree short life. **Journal of American Pomological Society**, v. 63, p.58-63, 2009.

ORTON, W.K.J. *Macroposthonia xenoplax*, Commonwealth Institute of Helminthology Descriptions of Plant- Parasitic Nematodes, set 1, no 12. St. Albans, England: Common wealth Agricultural Bureaux. 1972.

PAULA, L. A.; BIANCHI, J.V.; GOMES, C.B.; FACHINELLO, J. C. Reação de porta-enxertos de pessegueiro à *Meloidogyne incognita*. **Revista Brasileira de Fruticultura** [online].v.33, n.2, pp. 680-684, 2011.

PENEVA, V., NEDELICHEV, S. Plant nematodes of two oak forests in north-west Bulgaria. *Annu. Univ. Sofia*, v. 91, p.39 – 47, 2000.

PERAZA-PADILLA, Walter. First report of two *Mesocriconema* (Nematoda: Criconematidae) species in mulberry trees in Costa Rica. **Pesqui.Agropecu.Trop.** [online].vol.44, n.2, pp.223-229, 2014.

RAIJ, B.V.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, p. 284, 2001.

RASKI, D.J. On the morphology of *Criconemoides* Taylor 1936, with descriptions of six new species. **Proceedings of Helminthological Society of Washington**, n. 19, p. 85-99, 1952.

RASKI, D. J.; RADEWALD, J. D. Reproduction of symptomatology of certain ectoparasitic nematodes on roots of Thompson seedless grape. **Plant Disease**. Rep. v. 42, p. 941-943, 1958.

REILLY, C.C.; NYCZEPIR, A.P.; SHARPE, R.R.; OKIE, W.R.; PUSEY, P.L. Short life of Peach Trees as related to tree physiology, environment, pathogens, and cultural practices. **Plant Disease**, Saint Paul, v.70, n.6, p.538-541, 1986.

RENČO M., KOVÁČIK P. Assessment of the nematicidal potential of vermicompost, vermicompost tea, and urea application on the potato-cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallid* **Journal of Plant Protection Research**, v. 55, n. 2, 2015.

RITCHIE, D.F.; CLAYTON, C.M. Peach tree short life: a complex of interaction factors. **Plant Disease**, Beltsville, v.65, n.6, p.462-469, 1981.

RITCHIE, D.F.; Population dynamic of ring nematode and peach tree short life in North Caroline. In: PROCEEDINGS OF THE STONE FRUIT DECLINE WORKSHOP, 3., 1986, Clemson. **Anais...** Clemson: USDA, 1986. p.34-37.

RITZINGER, C.H.S.P.; McSORLEY, R. Effect of fresh and dry organic amendments on *Meloidogyne arenaria* in greenhouse experiments. **Nematropica**, Riverside, v.28, p.173-185, 1998

RITZINGER, C.H.S.P.; FANCELLI, M. Manejo integrado de nematoides na cultura da bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 331-338. 2006.

RIBEIRO C.F, MIZOBUTSI EH, SILVA DG, PEREIRA JCR, ZAMBOLIM L. Control of *Meloidogyne javanica* on lettuce with organic amendments. **Fitopatol Brasileira.**; 23:42-44, 1998.

RICHIE, D. E.; CLAYTON, C. M. Peach tree short life: a complex of interacting factors. **Plant Disease**, St Paul, v.65, n. 6, p. 462-469, 1981.

RODRÍGUEZ-KÁBANA R. Organic and inorganic nitrogen amendments to soil as nematode suppressants. **J Nematol**. Apr; 18(2) p. 129-34, 1986.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R., WEAVER, C. F., ROBERTSON, D. G. e IVEY, H. Bahiagrass for the management of *Meloidogyne arenaria* in peanut. **Annals of Applied Nematology**, v.2, p.110-114, 1988.

ROLAS. **Manual de adubação e calagem para cultivos agrícolas do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 1981.

ROSSI, C.E.; CALDARI JUNIOR, P.; MONTEIRO, A.R. Occurrence of *Pratylenchus vulnus* on rose in Minas Gerais State, Brazil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.67, p.147-148, 2000.

SANGWAN, N. K., VERMA, K. K.; VERMA, B. S., MALI, M. S. e DHINDSA, K. S. Nematicidal activity of essential oils of Cymbopogon grasses. **Nematologica**, v.31, n.1, p.93-99, 1985.

SANTOS, R. F. et al. Análise econômica. In: AZEVEDO, D. M.; LIMA, E. F. (Eds.). O agronegócio da mamona no Brasil. **Embrapa Informação Tecnológica**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília, DF. p. 17-35, 2001.

SANTOS, A.V. e C.B. GOMES. Reação de cultivares da mamona a *Meloidogyne* spp. e efeito dos exsudatos radiculares sobre *Meloidogyne enterolobii* e *M. graminicola*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba (SP), v. 35(1-2) – 2011.

SAS Institute INC. SAS/STAT™ SAS user's guide for windows environment. 6.11 ed. Cary : SAS Institute, 1995.

SATO D., AWAD A.A., CHAE S.H., YOKOTA T., SUGIMOTO Y., TAKEUCHI T. e YONEYAMA K. Analysis of strigolactones, germination stimulants for *Striga* and *Orobanche* by high-performance liquid chromatography/tandem mass spectrometry. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 51, p. 1162–1168, 2003.

SBCS/CQFS - Sociedade Brasileira de Ciências do Solo; Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/ Núcleo Regional Sul, 2004. p. 400.

SCANDALIOS, J.G. Genetic control of multiple molecular forms of enzymes in plants. **Review of Biochemical Genetic**, v.3, p.32-39, 1969.

SCHERB, C.T.; CAMPOS, V.P.; CHALFUN, N.N.J. Penetração e reprodução de *Meloidogyne incognita* em pessegueiro das variedades Okinawa e R-15-2. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.16, n.1, p.134-138, 1994.

SEVERINO, L. S. et al. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 5, p. 563-568, 2006.

SEVERINO, L. S. et al. Fatores de conversão do peso de cachos e frutos para peso de sementes de mamona. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, 56. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005.

SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas. Brasília, Ministério da Educação e Cultura, 1988, 236 p.

SIDDIQUI, Z. A., KHAN M. W., KHAN A. M. Nematode population and yield of certain vegetables as influenced by oil cake amendments. **Indian Journal of Nematology**, v. 6, p. 179-182, 1979.

SOUZA, L.S.; BORGES, A.N.; SOUZA, L.D. Influência da adubação verde em aspectos físicos, químicos e biológicos do solo. In: TOFANELLI, M. B. D.; SILVA, T. O. da (Ed.). Manejo ecológico e conservação dos solos e da água no Estado de Sergipe. São Cristóvão: Editora UFS, 2011, p. 115-142.

SUGIMATO Y. Germination stimulants for the seeds of root parasitic weeds. **Journal of Pesticide Science**, v. 25, p. 438–440, 2000.

STIRLING, G.R. Biological control of plant-parasitic nematodes. Wallingford: CAB International, 282p, 1991.

STIRLING, G.R. Distribution of plant parasitic nematodes in South Australian vineyards. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.16, p. 588-591, 1976.

SZCZECH, M.M. Suppressiveness of vermicomposts against fusarium wilt of tomato. **J Phytopathology**, v. 147, p. 155–161, 1999.

TAYLOR, J.; BIESBROCK, J.A.; HENDRIX JUNIOR, F.F.; POWELL, DANIEL, W.M.; J.W.; CROSBY, F.L. Peach Tree decline in Georgia. **Research Bulletin 77**. Athens: Georgia Agricultural Station, 45p, 1970.

TEDESCO, M. J. et al. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. **Boletim técnico 5**. Porto Alegre: UFRGS, 1995.

THODEN TC, KORTHALS GW. Termorshuizen Organic amendments and their influences on plant-parasitic and free living nematodes: a promising method for nematode management. **Nematology**, v. 13, p. 133–153, 2011.

TIHOHOD, D. Nematologia Agrícola Aplicada. Jaboticabal, SP: FUNEP, 392p. 1993.

UENO, B. Aumento da ocorrência da morte de pessegueiros devido ao inverno vigoroso e irregular no ano de 2007, no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, TROPICAL PLANT PATHOLOGY, v. 41, 2008, Belo Horizonte **Anais**... Belo Horizonte: INDI, 2008. p.305.

UNL NEMATOLOGY LAB. Interactive Diagnostic Key to Plant Parasitic, Freelifing and Predaceous Nematodes. Disponível em: <http://nematode.unl.edu/key/nemakey.htm>. Acessado em Março, 2017.

UENO, B. Aumento da ocorrência da morte de pessegueiros devido ao inverno vigoroso e irregular no ano de 2007, no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, TROPICAL PLANT PATHOLOGY, 41, 2008, Belo Horizonte **Anais**... Belo Horizonte: INDI, 2008. p.305.

VAN DEEN BERG, E, Studies on some *Criconematoidea* (Nematoda) from South Africa with a description of *Ogma rhombosquamatum* (Mehta e Raski, 1971) Audrassy, **Phytophylactica**, v. 12, p. 15-23, 1980.

YASIR M, ASLAM Z, KIM SW, LEE SW, JEON CO, CHUNG YR. Bacterial community composition and chitinase gene diversity of vermicompost with antifungal activity. **Bioresour Technol**, v. 100, p. 4396–4403, 2009.

XIE, Z.C., LU, W.C., YANG, Q., CHENG, J. e ZHANG, S.S. Eight species of nematodes parasitized at the roots of rice. **Journal of Fujian Agriculture and Forestry University (Natural Science Edition)**, v. 36, p. 20-24, 2007.

WEHUNT, E.J.; HORTON, B.D.; PRINCE, V.E. Effects of nematicides, lime, and herbicide on peach tree short life in Georgia. **Journal of Nematology**, College Park, v.12, n.3, p.183-189, 1980.

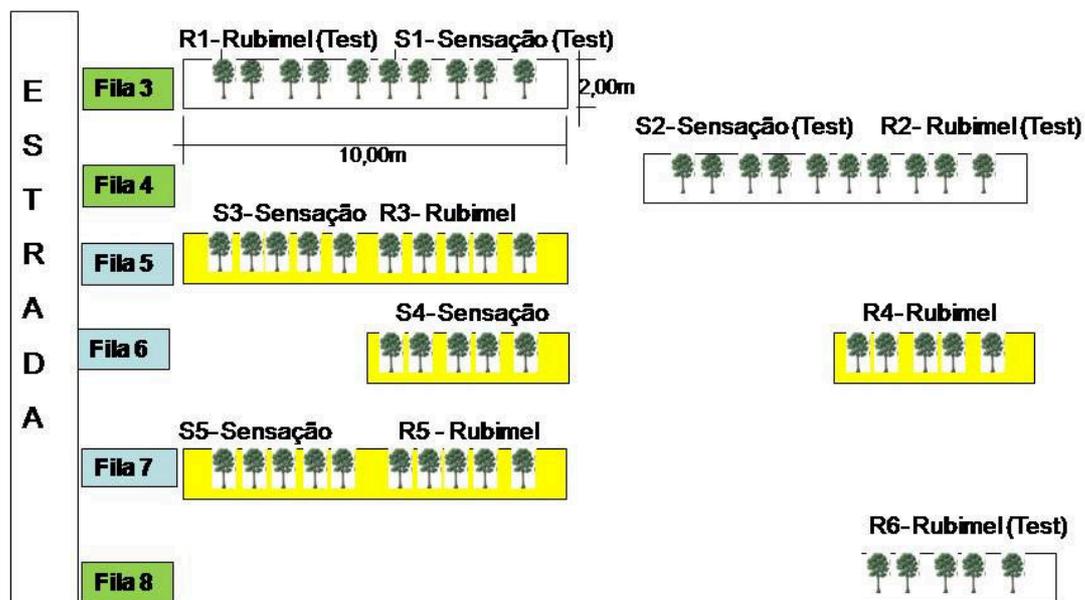
WERNER, D.; PARKER, M.L.; WHEELER, E. Potential relationship between peach tree short life symptomatology and aberrant wood anatomy. **Hort Science**, Alexandria, v.30, n.4, p.786-787, 1995.

WOUTS, W.M. Criconematina (Nematoda: Tylenchida). Fauna of New Zealand, 55, 1–228. Zeng, Y., Ye, W., Tredway, L., Martin, S. e Martin, M. (2012) Taxonomy and morphology of plant-parasitic nematodes associated with turfgrasses in North and South Carolina, USA. **Zootaxa**, v. 3452, p. 1–46, 2006.

ZEHR, E. I.; GOLDEN, K.J. Strip and broadcast treatments of dichloropropene compared for controlling *Criconemella xenoplax* and short life in a peach orchard. **Plant Disease**, v. 70, n. 11, p. 1064-1066, 1986.

6 Apêndices

Apêndice A. Croqui da área experimental do pomar de pessegueiro orgânico da Embrapa Estação Experimental Cascata. Pelotas, 2017.



Incorporação bianual de 20 Kg de TM nas parcelas duplas S3/R3 e S5/R5; e 10,0kg TM nas parcelas simples S4 e R4. Semeadura de 200g milho ou aveia/parcela/ano.

Apêndice B. Siglas com suas correspondentes medidas propostas por De Man (1880) e De Grisse (1964) utilizadas para a caracterização morfométrica dos nematoides anelados do gênero *Mesocriconema*. Pelotas, RS, 2017.

Nº	Sigla	Medidas das fêmeas do gênero <i>Mesocriconema</i>
01	Est	Comprimento do estilete
02	L	Comprimento total do corpo
03	L'	Distância da região anterior até o ânus
04	a	Comprimento da maior largura do corpo
05	b	Comprimento do esôfago
06	c	Comprimento da cauda
07	v	Distância da região anterior até a vulva
08	R	Nº de anéis do corpo
09	RB	Largura de um anel do corpo
10	RSt	Nº de anéis da extremidade anterior até a base dos bulbos do estilete
11	RV	Nº de anéis da vulva até a extremidade posterior
12	Ran	Nº de anéis do ânus até a extremidade posterior
13	R Van	Nº de anéis da extremidade anterior até o 1º anel pós o poro excretor
14	Rex	Nº de anéis da extremidade anterior até o 1º anel pós o poro excretor
15	VL	Distância entre a vulva e a extremidade posterior do corpo
16	VB	Largura do corpo ao nível da vulva
17	VL/VB	Razão entre a “distância entre a vulva e a extremidade posterior do corpo” e a “largura do corpo ao nível da vulva”
18	V	$[(v/L) * 100]$ = Razão entre a “distância da região anterior até a vulva” e o “comprimento total do corpo”, multiplicado por 100.
19	V'	$v*100/L'$ = Razão entre o produto “distância da região anterior até a vulva” multiplicado por 100, e a “distância da região anterior até o ânus”.
20	A	L/a = Razão entre “comprimento total do corpo” e “comprimento da maior largura do corpo”.
21	B	L/b = Razão entre “comprimento total do corpo” e “comprimento do esôfago”.
22	C	L/c = Razão entre “comprimento total do corpo” e “comprimento da cauda”.

Apêndice C. Resultado de análise química da TM utilizada como resíduo orgânico no pomar de pessegueiro. UFPel - Departamento de Solos Laboratório de Química. Pelotas, 2013

Determinações	Valores	Metodologia aplicada
Carbono orgânico g/Kg	388,45	Combustão úmida – Walkey Black
Nitrogênio total g/Kg	53,31	Digestão sulfúrica - Kjeldahl
Fósforo total g/Kg	7,90	Digestão sulfúrica – Espectrometria de AM
Potássio total g/Kg	10,49	Digestão sulfúrica – Espectrometria de AA
Cálcio total g/Kg	2,84	Digestão sulfúrica – Espectrometria de AA
Magnésio total g/Kg	4,26	Digestão sulfúrica – Espectrometria de AA
Relação C/N	7:1	-

Obs1: Resultados expressos na amostra seca a 65°C, com expressão do pH.