

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Manejo integrado de pragas na cultura do morangueiro no sul de Minas Gerais

Fernanda de Cássia Neves Esteca

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba
2017

Fernanda de Cássia Neves Esteca
Engenheira Agrônoma

**Manejo integrado de pragas na cultura do morangueiro no sul de
Minas Gerais**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:

Prof. Dr. **GILBERTO JOSÉ DE MORAES**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba
2017

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP**

Esteca, Fernanda de Cássia Neves

Manejo integrado de pragas na cultura do morangueiro no sul de Minas Gerais / Fernanda de Cássia Neves Esteca. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2017.

127 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Ácaro-rajado 2. Resistência da planta hospedeira 3. Cobertura de solo
4. Palha de café 5. Controle biológico I. Título

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, João Luiz Esteca e Angela Tereza de Oliveira Neves Esteca; meus irmãos, Antonio Marcos Neves Esteca e Ariane Neves Esteca; meus sobrinhos, Yago Esteca Albuquerque Saraiva e Sophia Esteca Carvalho; meu namorado Andre Ricardo Machi.

AGRADECIMENTOS

A Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, sempre me concedendo saúde, paz, proteção e me ajudando nas horas mais difíceis, não somente na vida universitária, mas em todos os momentos de minha existência.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), e a todos os professores que me auxiliaram durante o curso de graduação e pós graduação, pelo apoio necessário para a realização deste trabalho.

Aos meus pais João Luiz Esteca e Angela Tereza de Oliveira Neves Esteca por sempre me incentivarem a estudar, visando uma educação de qualidade e acima de tudo sempre respeitando o próximo; sem o incentivo, apoio e ajuda deles jamais teria chegado até aqui.

À minha irmã Ariane Neves Esteca e em especial ao meu irmão Antonio Marcos Neves Esteca por todos os ensinamentos, colaboração, tempo dedicado e paciência ao me ensinar diversos assuntos durante minha graduação e pós-graduação.

Aos meus sobrinhos Yago Esteca de Albuquerque Saraiva e Sophia Esteca Carvalho por me alegrar e sempre tentarem entender que os momentos de minha ausência (dedicados ao estudo superior) são para o futuro e que este só é feito a partir da constante dedicação no presente.

Ao meu namorado Andre Ricardo Machi, pela atenção, força, colaboração em vários momentos deste trabalho e principalmente sempre me incentivando a seguir em frente nos momentos atribulados durante meu mestrado.

Ao meu orientador Prof. Dr. Gilberto José de Moraes, por estar sempre disponível para solução de dúvidas e problemas que surgiram durante o desenvolvimento do projeto.

Ao Prof. Dr. Italo Delalibera Júnior pelo contato com o projeto SMARTCROP e pela concessão de bolsa de estudo para colaboradores desse trabalho.

Ao professor Dr. Carlos H. W. Flechtmann (ESALQ/USP) pelo auxílio prestado na solução de dúvidas e fornecimento de material para a elaboração deste trabalho.

Aos colegas do Laboratório de Acarologia da ESALQ/USP que estiveram comigo durante todo ou em parte do meu período de condução dos trabalhos de dissertação e que sempre me prestaram total apoio, Dra. Ana C. Cavalcante, Camila Tavares Ferreira, Camila do Nascimento Dainese, MSc. Diana M. Rueda, Dra. Erika J. Britto; MSc. Geovanny S. P. Barroso; Dra. Grazielle F. Moreira, MSc. Jandir C. Santos, MSc. Juliano A. Freitas, MSc. Letícia H. de Azevedo, MSc. Marcela Massaro da Silva, MSc. Márcia Daniela Santos,

Marielle M. Berto, Dra. Marina F. C. Barbosa, Dr. Peterson R. Demite, Dra. Poliane Argolo, Prof. Dr. Raphael de C. Castilho, MSc. Renan V. da Silva.

Em especial à MSc. Marcela Massaro que me ajudou gentilmente com algumas traduções, análises estatísticas, muitos conselhos e amizade sincera. À Camila Tavares pelo seu companherismo nos momentos bons e ruins, sempre me dando forças e alegria.

Ao Dr. Andre Luiz Lourenção, pesquisador do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), pela concessão das mudas de morangueiro e ajuda na correção do segundo capítulo desta dissertação.

Ao Dr. Francisco Passos, pesquisador do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), pela ajuda na concessão das mudas de morangueiro.

Aos professores do Departamento de Entomologia e Acarologia (ESALQ/USP), Dr. Sinval Silveira Neto e Dr. Roberto Antonio Zucchi, que me auxiliaram na identificação dos insetos encontrados nos cultivos de morangueiro.

À Prof. Dra. Sônia Maria De Stefano Piedade e ao MSc. José Bruno Malaquias que me ajudaram em partes das análises estatísticas.

À Dra. Grazielle Furtado Moreira e à PROMIP pelo auxílio no encontro das áreas e dos produtores para condução do experimento de comparação entre o cultivo de morangueiro orgânico e convencional, assim como ao MSc. Juliano Antonio de Freitas pela ajuda no início dos experimentos de campo e também pelo auxílio no encontro do produtor que permitisse que conduzíssemos a aplicação da palha de café como cobertura de solo.

Aos três produtores por terem cedido partes dos seus cultivos para conduzirmos os experimentos de campo no sul de Minas Gerais.

Aos colaboradores Camila do N. Dainese, Luis Rodolfo Rodrigues, Jairo Freitas, Karina Guimarães e Marília Lemes que me auxiliaram durante partes da condução de vários experimentos. Em especial à Camila Dainese e ao meu namorado, Andre Machi, que me ajudaram prontamente nas avaliações noturnas, despendendo horas de sono para me auxiliar nos experimentos.

Ao MSc. Jandir Cruz e MSc. Geovanny Barroso que me ajudaram na identificação de vários ácaros Mesostigmata.

À funcionária Rose e ao técnico de campo, Josenilton Mandro, que de alguma forma contribuíram no desenvolvimento deste estudo, me apoiando e confiando em sua conclusão. Ao técnico de laboratório, Lásaro Silva, pelo suporte na logística durante a condução dos experimentos no Sul de Minas Gerais.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa de estudos durante meu mestrado.

EPÍGRAFE

“Não confunda derrotas com fracasso nem vitórias com sucesso. Na vida de um campeão sempre haverá algumas derrotas, assim como na vida de um perdedor sempre haverá vitórias. A diferença é que, enquanto os campeões crescem nas derrotas, os perdedores se acomodam nas vitórias.”

Roberto Shinyashiki

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT	10
LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE TABELAS.....	12
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	15
1.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2. RESISTÊNCIA DE NOVOS GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO AO ÁCARO-RAJADO (ACARI: TETRANYCHIDAE).....	33
RESUMO.....	33
ABSTRACT	33
2.1. INTRODUÇÃO	34
2.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	35
2.3. RESULTADOS	40
2.4. DISCUSSÃO	46
3. EFEITO DA COBERTURA MORTA NOS PREDADORES, PRAGAS E PATÓGENOS DA CULTURA DO MORANGUEIRO NO SUL DE MINAS GERAIS.....	55
RESUMO.....	55
ABSTRACT	55
3.1. INTRODUÇÃO	56
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	59
3.3. RESULTADOS	64
3.4. DISCUSSÃO	79
REFERÊNCIAS	85
4. ARTRÓPODES E PATÓGENOS EM CULTIVO DE MORANGUEIRO ORGÂNICO E CONVENCIONAL NO SUL DE MINAS GERAIS	95
RESUMO.....	95
ABSTRACT	95
4.1. INTRODUÇÃO	96
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	99
4.3. RESULTADOS	106
4.4. DISCUSSÃO	112
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	127

RESUMO

Manejo integrado de pragas na cultura do morangueiro no sul de Minas Gerais

O sul de Minas Gerais é a principal região produtora de morangos (*Fragaria x ananassa* Duch.) no Brasil. O ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), é considerado uma das principais pragas do morangueiro no Brasil e em vários países. Uma prática importante na cultura do morango refere-se à cobertura de solo, usualmente realizada com filme de polietileno, porém além de ser caro gera resíduos muito persistentes no ambiente. Objetivou-se com este trabalho comparar a resistência de oito genótipos de morango ('Albion', 'IAC Guarani', 'IAC Princesa Isabel', 'Oso Grande', IAC T-0104, IAC 12, IAC 4 e IAC 1.13) ao ácaro-rajado; determinar o efeito da cobertura de solo (com a polpa de café desidratada, conhecida como palha de café) nas pragas/ patógenos e ácaros predadores desta cultura; comparar a ocorrência de pragas, patógenos e inimigos naturais entre um cultivo orgânico e outro convencional de morango. Os resultados obtidos indicaram que 'IAC Princesa Isabel', IAC T-0104 e IAC 12 são resistentes, IAC 1.13 e IAC 4 apresentam resistência moderada e 'IAC Guarani', 'Oso Grande' e 'Albion' são suscetíveis ao ácaro-rajado. 'Oso Grande' e 'Albion' são bastante utilizadas pelos produtores do sul de Minas Gerais. O uso de palha de café aumentou o número de predadores edáficos, tanto no solo dos canteiros (campo) e em vasos (laboratório) como em folíolos de morangueiro. O Gamasina *Proctolaelaps pygmaeus* (Müller) (Melicharidae) foi visto sobre morangueiros, principalmente no período noturno. Maior número de ácaro-rajado e maior severidade de doenças foram observados em plantas cultivadas em solo coberto com polietileno. Além disso, foi maior o nível de infecção de ácaro-rajado pelo fungo *Neozygites floridana* (Weiser e Muma) em plantas cultivadas em solo coberto com palha de café. Não foi observada diferença significativa entre a produtividade da cultura em solo coberto com polietileno e em solo coberto com palha seca de café. Os resultados da comparação da ocorrência de artrópodes e patógenos entre sistema orgânico e convencional mostraram menor ocorrência de ácaro-rajado e predadores em cultivo de morangueiro convencional, porém ocorrência considerável de tripes, mosca-branca e mofo cinzento. A incidência de dendrofoma e mancha de pestalotia foi a mesma nos dois sistemas de cultivos. Os resultados sugerem a conveniência de se continuar o processo de desenvolvimento dos genótipos que se mostraram menos afetados pelo ácaro-rajado, para que estes possam no futuro ser utilizados pelos produtores, e a condução de estudos complementares, que avaliem o desempenho de cultivos em sistema orgânico que incorporem o uso da palha de café para a cobertura do solo.

Palavras-chave: Ácaro-rajado; Resistência da planta hospedeira; Cobertura de solo
Palha de café; Controle biológico

ABSTRACT

Integrate pest management in culture of strawberry in southern of Minas Gerais

The southern of Minas Gerais is the main region producing strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.) in Brazil. The two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), is considered one of the main strawberry pests in Brazil and in several countries. An important practice in strawberry cultivation refers to soil cover, which is usually made with polyethylene film, but it is expensive and generates very persistent residues in the environment. The objective of this study was to compare the resistance of eight strawberry genotypes ('Albion', 'IAC Guarani', 'IAC Princesa Isabel', 'Oso Grande', IAC T-0104, IAC 12, IAC 4 and IAC 1.13); to determine the effect of soil cover (with dehydrated coffee pulp, known as coffee straw) on the pests mites/ pathogens and predatory mites of this crop; to compare the occurrence of pests, pathogens and natural enemies between an organic and a conventional strawberry crop. The results indicated that 'IAC Princesa Isabel', IAC T-0104 and IAC 12 are resistant, IAC 4 and IAC 1.13 are moderately resistant, and 'IAC Guarani', 'Oso Grande' and 'Albion' are susceptible to the two-spotted spider mite. 'Oso Grande' and 'Albion' are widely used by producers in the southern of Minas Gerais. The use of coffee straw increased the number of edaphic predators, both in the soil beds (field) and in pots (laboratory) as well as in strawberry leaflets. The Gamasina *Proctolaelaps pygmaeus* (Müller) (Melicharidae) was seen on strawberry leaflets, mainly in the nocturnal period. Higher numbers of the two-spotted spider mites and disease severity were observed in plants grown on soil covered with polyethylene. In addition, the level of the two-spotted spider mite infected by the fungi *Neozygites floridana* (Weiser and Muma) was higher in plants cultivated in soil covered with coffee straw. No significant difference was observed between yield in soil covered with polyethylene and in soil covered with dry coffee straw. The results of the comparison of the occurrence of arthropods and pathogens between the organic and conventional systems showed fewer occurrences of the two-spotted spider mites and predators in conventional strawberry cultivation, but considerable occurrence of thrips, whitefly and gray mold. The incidence of dendrophoma and leaf spots caused by pestalotia was the same in both cropping systems. The results suggest the convenience to continue the development process of the genotypes that were less affected by the two-spotted spider mite, which could be used in the future by producers, and the conduction of complementary studies to evaluate the performance of crops in organic system that incorporate the use of coffee straw as soil coverage.

Keywords: Two-spotted spider mite; Host plant resistance; Soil cover; Coffee straw; Biological control

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. UNIDADE EXPERIMENTAL UTILIZADA, DE UM BLOCO, PARA O EXPERIMENTO DA TABELA DE VIDA DO ÁCARO-RAJADO EM OITO GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO.....	38
FIGURA 2. UNIDADE EXPERIMENTAL UTILIZADA, DE UM BLOCO, PARA O EXPERIMENTO DE PREFERÊNCIA HOSPEDEIRA DO ÁCARO-RAJADO, EM TESTE DE LIVRE ESCOLHA, EM OITO GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO.....	39
FIGURA 3. DENSIDADES DE ÁCAROS E RESPECTIVAS INJÚRIAS PARA OITO GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO 30 DIAS APÓS A LIBERAÇÃO DE 40 FÊMEAS EM CADA PLANTA (N = 240 FOLÍOLO POR GENÓTIPO, EXCETO ‘OSO GRANDE’, PARA O QUAL N = 120).....	41
FIGURA 4. CORRELAÇÃO ENTRE O NÚMERO MÉDIO DE OVOS DE <i>TETRANYCHUS URTICAE</i> CONTADOS APÓS 24 H E NÚMERO MÉDIO DE ÁCAROS (6, 12 E 24 HORAS) EM TESTE DE LIVRE ESCOLHA EM OITO GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO.....	45
FIGURA 5. CORRELAÇÃO ENTRE A DENSIDADE DE TRICOMAS E FECUNDIDADE DE <i>TETRANYCHUS URTICAE</i> EM OITO GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO.....	46
FIGURA 6. DISTRIBUIÇÃO DOS TRATAMENTOS EM CAMPO, BOM REPOUSO, MINAS GERAIS. ...	61
FIGURA 7. ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DE MICOSFERELA EM MORANGUEIRO. VALORES EM PORCENTAGEM DA ÁREA FOLIAR COM SINTOMAS, DE ACORDO COM MAZARO ET AL. (2006A).....	63
FIGURA 8. ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DE DENDROFOMA EM MORANGUEIRO. VALORES EM PORCENTAGEM DA ÁREA FOLIAR COM SINTOMAS, DE ACORDO COM MAZARO ET AL. (2006B).....	63
FIGURA 9. NÚMERO MÉDIO DE ÁCAROS MELICHARIDAE E OUTROS (BLATTISOCIIDAE, MACROCHELIDAE, OLOGAMASIDAE E PARASITIDAE) EM 15 FOLÍOLOS DE MORANGUEIRO DE VASOS COM PALHA SECA (N= 15 REPETIÇÕES), EM DIFERENTES HORÁRIOS, DE 10 DE JULHO A 10 DE AGOSTO DE 2015, EM TELADO (20–34 °C, 55–75% UR E APROXIMADAMENTE 13 H DE FOTO PERÍODO DIÁRIO).	68
FIGURA 10. NÚMERO DE ÁCAROS PHYTOSEIIDAE, OUTROS GAMASINA, <i>T. URTICAE</i> SADIOS E <i>T. URTICAE</i> INFECTADOS POR <i>N. FLORIDANA</i> / FOLÍOLOS DE MORANGUEIRO, ASSIM COMO PRECIPITAÇÃO, UMIDADE E TEMPERATURA (INMET, 2016) ENTRE 10 DE JULHO E 16 DE DEZEMBRO DE 2015, BOM REPOUSO, MINAS GERAIS.....	74
FIGURA 11. PRODUÇÃO EM G/PLANTA DE MORANGUEIRO DE CANTEIROS COBERTOS COM PALHA SECA, PALHA DA MATA E POLIETILENO, DE 10 DE SETEMBRO A 16 DE DEZEMBRO DE 2015, BOM REPOUSO, MINAS GERAIS.....	78
FIGURA 12. CULTIVOS ORGÂNICO (ESQUERDA) E CONVENCIONAL (DIREITA) EM QUE SE CONDUZIU O PRESENTE TRABALHO, EM BOM REPOUSO, MINAS GERAIS.....	99
FIGURA 13. PONTOS AMOSTRAIS DE ONDE ERAM AVALIADOS OS MORANGUEIROS DO CULTIVO ORGÂNICO (ACIMA) E CONVENCIONAL (ABAIXO).	104
FIGURA 14. NÚMEROS DE <i>TETRANYCHUS URTICAE</i> , <i>PHYTOSEIULUS MACROPILIS</i> E <i>NEOSEIULUS CALIFORNICUS</i> POR FOLÍOLO NOS CULTIVOS ORGÂNICO E CONVENCIONAL, ASSIM COMO A PRECIPITAÇÃO, UMIDADE E TEMPERATURA, DE ABRIL A OUTUBRO DE 2016 (INMET, 2016), EM BOM REPOUSO, MINAS GERAIS.....	111

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. DETALHES SOBRE OS GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO (PEDIGREE E ORIGEM) AVALIADOS NO PRESENTE ESTUDO.....	36
TABELA 2. SINTOMAS DE ATAQUE DE <i>TETRANYCHUS URTICAE</i> APÓS 15 E 30 DIAS DE INFESTAÇÃO (\pm EP) E NÚMERO MÉDIO DE ÁCAROS POR CM ² (\pm EP) EM OITO GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO. PLANTAS MANTIDAS EM CASA-DE-VEGETAÇÃO (22–38 °C, 55–75% UR E APROXIMADAMENTE 13 H DE FOTO PERÍODO DIÁRIO).....	40
TABELA 3. TEMPO DE DESENVOLVIMENTO DAS DIFERENTES FASES (EM DIAS) E SOBREVIVÊNCIA DE <i>TETRANYCHUS URTICAE</i> (MÉDIA \pm EP) EM OITO GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO (25 \pm 1°C, 70 \pm 5% UR E 16 H DE FOTOPERÍODO DIÁRIO).....	42
TABELA 4. PERÍODO DE OVIPOSIÇÃO, LONGEVIDADE E OS PARÂMETROS REPRODUTIVOS DE <i>TETRANYCHUS URTICAE</i> (MÉDIA \pm EP) EM OITO GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO (25 \pm 1°C, 70 \pm 5% UR E 16 H DE FOTOPERÍODO DIÁRIO).	42
TABELA 5. PARÂMETROS DA TABELA DE VIDA, TAXA INTRÍNSECA DE CRESCIMENTO (RM), RAZÃO FINITA DE AUMENTO (Λ), TAXA LÍQUIDA DE REPRODUÇÃO (RO) E TEMPO MÉDIO DE GERAÇÃO (T) (MÉDIA \pm EP) DE <i>TETRANYCHUS URTICAE</i> EM OITO GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO (25 \pm 1°C, 70 \pm 5% UR E 16 H DE FOTOPERÍODO DIÁRIO).....	43
TABELA 6. NÚMERO MÉDIO DE FÊMEA DE <i>TETRANYCHUS URTICAE</i> E DE SEUS OVOS POR FOLÍOLO EM OITO GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO (\pm EP) EM UM TESTE DE LIVRE ESCOLHA CONDUZIDO EM LABORATÓRIO (T = 25 \pm 1° C; 70 \pm 5% UR E 16 H DE FOTOPERÍODO DIÁRIO).	44
TABELA 7. NÚMERO DE TRICOMA GLANDULAR, NÃO GLANDULAR E TOTAL /16MM ² DE ÁREA (MÉDIA \pm EP) EM OITO GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO.	45
TABELA 8. TOTAIS DE ÁCAROS EM VASOS COM PALHA SECA, PALHA DA MATA E SOB POLIETILENO; 10 DE JULHO (ANTES DO INÍCIO DO EXPERIMENTO) E 10 DE AGOSTO (UM MÊS DEPOIS) DE 2015, (N=8 CILINDROS DE 393 CM ³ / COLETA), EM TELADO (20–34 °C, 55–75% UR E APROXIMADAMENTE 13 H DE FOTO PERÍODO DIÁRIO).....	65
TABELA 8. TOTAIS DE ÁCAROS EM VASOS COM PALHA SECA, PALHA DA MATA E SOB POLIETILENO; 10 DE JULHO (ANTES DO INÍCIO DO EXPERIMENTO) E 10 DE AGOSTO (UM MÊS DEPOIS) DE 2015, (N=8 CILINDROS DE 393 CM ³ / COLETA), EM TELADO (20–34 °C, 55–75% UR E APROXIMADAMENTE 13 H DE FOTO PERÍODO DIÁRIO).....	66
TABELA 9. NÚMERO MÉDIO (\pm EP) DE GAMASINA EM VASOS COM PALHA SECA, PALHA DA MATA E SUBSTRATO DE PLANTIO (SOB POLIETILENO); 10 DE JULHO (ANTES DO INÍCIO DO EXPERIMENTO) E 10 DE AGOSTO (UM MÊS DEPOIS) DE 2015, EM TELADO (20–34 °C, 55–75% UR E APROXIMADAMENTE 13 H DE FOTO PERÍODO DIÁRIO; N= 8 CILINDROS DE 393 CM ³ / COLETA)..	67
TABELA 10. TOTAIS DE ÁCAROS EM CANTEIROS DE MORANGUEIRO COM PALHA SECA, PALHA DA MATA E POLIETILENO (N= 8 CILINDROS DE 393 CM ³ POR TRATAMENTO E POR ÉPOCA DE AMOSTRAGEM), EM 10 DE JULHO (ANTES), 08 DE SETEMBRO (2 MESES APÓS O INÍCIO) E 16 DE DEZEMBRO DE 2015 (6 MESES APÓS O INÍCIO), BOM REPOUSO, MINAS GERAIS (17–18 °C, 76– 94% UR E APROXIMADAMENTE 12 H DE FOTO PERÍODO DIÁRIO).....	69
TABELA 11. NÚMERO MÉDIO (\pm EP) DE GAMASINA EM CANTEIROS COM PALHA SECA, PALHA DA MATA E POLIETILENO, EM 10 DE JULHO (ANTES), 08 DE SETEMBRO (2 MESES APÓS O INÍCIO) E 16 DE DEZEMBRO DE 2015 (6 MESES APÓS INÍCIO), (POR CILINDRO DE 393 CM ³ E POR ÉPOCA DE AMOSTRAGEM), BOM REPOUSO, MINAS GERAIS (17–18 °C, 76– 94% UR E APROXIMADAMENTE 12 H DE FOTO PERÍODO DIÁRIO).....	71
TABELA 12. ÍNDICES DE DIVERSIDADE DE GAMASINA EM CANTEIROS DE MORANGUEIRO COM <i>MULCHING</i> DE PALHA SECA, PALHA DA MATA E POLIETILENO, EM 10 DE JULHO, 08 DE SETEMBRO E 16 DE DEZEMBRO DE 2015 (N= 24 CILINDROS DE 393 CM ³ / TRATAMENTO), BOM REPOUSO, MINAS GERAIS (17–18 °C, 76– 94% UR E APROXIMADAMENTE 12 H DE FOTO PERÍODO DIÁRIO).....	71
TABELA 13. TOTAIS DE ÁCAROS COLETADOS NO PERÍODO DE SEIS MESES (10 DE JULHO A 16 DE DEZEMBRO DE 2015; COLETAS DIURNAS) EM FOLÍOLOS DE MORANGUEIRO DE CANTEIROS	36

COM PALHA SECA, PALHA DA MATA E POLIETILENO (N= 200 FOLÍOLOS), BOM REPOUSO, MINAS GERAIS (17–18 °C, 76– 94% UR E APROXIMADAMENTE 12 H DE FOTOPERÍODO DIÁRIO)..... 72

TABELA 14. NÚMERO MÉDIO (\pm EP) DE ÁCAROS POR FOLÍOLO DE MORANGUEIROS (N= 200 FOLÍOLOS) DE CANTEIROS COBERTOS COM PALHA SECA, PALHA DA MATA E POLIETILENO NO PERÍODO DE 10 DE JULHO A 16 DE DEZEMBRO DE 2015, BOM REPOUSO, MINAS GERAIS (17–18 °C, 76– 94% UR E APROXIMADAMENTE 12 H DE FOTO PERÍODO DIÁRIO). 73

TABELA 15. TOTAIS DE ÁCAROS EM FOLÍOLOS DE MORANGUEIRO DE CANTEIROS COBERTOS COM PALHA SECA, PALHA DA MATA E POLIETILENO, EM COLETA DIURNA (10 H) E NOTURNA (20 H), EM 15 DE OUTUBRO DE 2015, BOM REPOUSO, MINAS GERAIS (N=160 FOLÍOLOS/ PERÍODO) (16–17 °C, 82–85% UR E APROXIMADAMENTE 12 H DE FOTO PERÍODO). 75

TABELA 16. NÚMERO MÉDIO (\pm EP) DE ÁCAROS POR FOLÍOLO DE MORANGUEIRO DE CANTEIROS COBERTOS COM PALHA SECA, PALHA DA MATA E POLIETILENO, EM DUAS CONTAGENS (UMA DIURNA, 10H E OUTRA NOTURNA, 20 H) (N=160 FOLÍOLOS/ PERÍODO DE COLETA), 15 DE OUTUBRO DE 2015, BOM REPOUSO, MINAS GERAIS, (16–17 °C, 82–85% UR E APROXIMADAMENTE 12 H DE FOTO PERÍODO). 77

TABELA 17. SEVERIDADE DE MICOSFERELA E DENDROFOMA (\pm EP), DE ACORDO COM ESCALAS DE NOTAS DE MAZARO ET AL. (2006 A, B) EM MORANGUEIROS DE CANTEIROS COBERTOS COM PALHA SECA, PALHA DA MATA E POLIETILENO, DE 10 DE SETEMBRO A 16 DE DEZEMBRO DE 2015, BOM REPOUSO, MINAS GERAIS..... 78

TABELA 18. PRODUTOS, DOSAGENS E DATAS DE APLICAÇÕES PARA O CONTROLE PATÓGENOS E PRAGAS NO CULTIVO ORGÂNICO..... 102

TABELA 19. PRODUTOS, DOSAGENS E DATAS DE APLICAÇÕES PARA O CONTROLE PATÓGENOS E PRAGAS NO CULTIVO CONVENCIONAL. 103

TABELA 20. TOTAIS DE ÁCAROS COLETADOS NO SOLO DOS CANTEIROS DO CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL EM 25 DE FEVEREIRO DE 2016 (N= 22 CILINDROS DE 393 CM³), EM BOM REPOUSO, MINAS GERAIS..... 106

TABELA 21. NÚMERO MÉDIO (\pm EP) DOS ÁCAROS EM GERAL E DE GAMASINA POR AMOSTRA DE SOLO (CILINDRO DE 393 CM³) DOS CULTIVOS ORGÂNICO E CONVENCIONAL EM 25 DE FEVEREIRO DE 2016 (N=22 AMOSTRAS/ CULTIVO), EM BOM REPOUSO, MINAS GERAIS. 108

TABELA 22. ÍNDICES DE DIVERSIDADE DE ÁCAROS COLETADOS NO SOLO DO CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL EM 25 DE FEVEREIRO DE 2016 (N= 22 CILINDROS EM CADA CULTIVO), EM BOM REPOUSO, MINAS GERAIS..... 108

TABELA 23. NÚMERO TOTAL DE INSETOS PRAGAS E INIMIGOS NATURAIS COLETADOS NO CULTIVO DE MORANGUEIRO ORGÂNICO E CONVENCIONAL, NO PERÍODO DE 11 DE ABRIL A 11 DE OUTUBRO DE 2016, EM BOM REPOUSO, MINAS GERAIS..... 109

TABELA 24. NÚMERO MÉDIO (\pm EP) DE ÁCAROS POR FOLÍOLO DE MORANGUEIRO NO CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL NO PERÍODO DE 11 DE ABRIL A 11 DE OUTUBRO DE 2016 (330 FOLÍOLOS/AVALIAÇÃO), BOM REPOUSO, MINAS GERAIS. 110

1. INTRODUÇÃO GERAL

A produção brasileira de hortaliças gira em torno de 18 milhões de toneladas, considerando 32 culturas (IBGE, 2016). A única hortaliça pertencente à família Rosaceae é o morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch), que tem se destacado nos últimos anos como uma das fundamentais hortaliças plantadas e consumidas no Brasil e no mundo (FILGUEIRA, 2008; ANTUNES; PERES, 2013), sendo bastante apreciada pelo seu aspecto atrativo e por suas qualidades organolépticas e nutricionais.

Pelos dados da FAO (2016), o Brasil não aparece entre os 10 maiores produtores de morangueiro, sendo atribuída uma área de produção superior a 300 ha. Porém, pelos dados da EMATER (2014), o país cultiva anualmente cerca de 3700 ha da fruta, ocupando posição entre os dez maiores produtores. O estado de Minas Gerais abrange 60% da produção brasileira de morango, gerando aproximadamente 1800 toneladas da fruta distribuídos em 1790 hectares (ANTUNES et al., 2015), o que determina 26 mil empregos e envolve 5900 produtores na atividade, que em sua maioria são praticantes da agricultura familiar.

Em contradição a este cenário promissor, o morangueiro, assim como outras hortaliças, é muito suscetível a pragas e doenças, diversas delas de difícil diagnóstico e controle, e que podem causar amplos prejuízos, mesmo considerando-se o ciclo de produção relativamente curto (HENZ, 2010), ocasionando a aplicação de produtos químicos de maneira indiscriminada pelos produtores. Devido a estes fatores, o morangueiro é uma das culturas em que mais se aplica agrotóxicos, podendo receber dezenas de aplicações a cada ano. Isto faz com que o morango apresente contaminação com resíduos de defensivos agrícolas acima do limite máximo permitido pela legislação e princípios ativos não autorizados, conforme observado nos programas de monitoramento realizados no Brasil (AMARAL; ATOÉ, 2005; ANVISA, 2011).

O ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), é considerado a principal praga da cultura (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Freitas et al. (2013) relataram que o ácaro-rajado é o fundamental problema no morango no sul de Minas Gerais. Altas populações deste ácaro podem levar a grandes perdas econômicas. Perda na produção de fruto de até 80% foi atribuída a esta praga (BERNARDI et al., 2015). Além do ácaro, as doenças também comprometem a produção do morangueiro. As principais doenças fúngicas são: mancha de micosferela (*Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lindau); mancha de dendrofoma (*Dendrophoma obscurans* (Ell & Ev.) H.W.Anderson), mancha de pestalotia (*Pestalotia longisetula* Guba) e mofo cinzento (*Botrytis cinerea* Pers: Fr) (UENO et al., 2014). Para

tentar alterar esse panorama, há necessidade de vários programas serem desenvolvidos dentro de um manejo integrado de pragas, visando à integração de várias táticas de manejo ao invés de se basear no controle pelo uso exclusivo de defensivos (KOGAN, 1998).

Uma das abordagens desejável é a aplicação de resistência varietal a programas de manejo integrado de pragas e doenças, tendo como exemplo os trabalhos realizados pelo IAC que abrangem o desenvolvimento de variedades de morangueiro resistentes ao ácaro-rajado e à mancha de micosferela, assim como integrá-la ao uso de produtos biológicos com ácaros predadores e fungos entomopatogênicos.

Outro fator que precisa ser analisado é a utilização de cobertura de solo com fontes menos poluentes, por exemplo, com resíduos orgânicos, substituindo a principal forma de *mulching*, que é o polietileno. Neste sentido, o uso de cobertura orgânica pode trazer reconhecidos benefícios, como melhoria da retenção da umidade no interior dos túneis e no solo (ERENSTEIN, 2003; RESENDE et al., 2005) e conservação da microbiota do solo (aumentando organismos edáficos benéficos como fungos, ácaros predadores, colêmbolos e outros artrópodes) (MORRIS, 1922; PIMENTEL; WARNEKE, 1989; MATHEWS; BOTTRELL; BROWN, 2002; BRUST, 1994). Alguns autores já relataram que a utilização de *mulching* orgânico pode aumentar a abundância e a diversidade de ácaros predadores e/ou promover a diminuição da população de pragas em distintos cultivos.

Em relação aos sistemas de produção no sul de Minas Gerais, estima-se que apenas 1% dos produtores adota o cultivo de produção orgânica (FREITAS, 2014). Nesse sistema não é permitido o uso de agroquímicos de origem sintética que coloquem em risco a saúde humana e o meio ambiente. Outra pequena parcela de produtores utiliza o sistema integrado de produção, PIMo, em que as premissas básicas é a utilização de métodos ecologicamente seguros, minimizando os efeitos colaterais indesejáveis do uso de agrotóxicos (ANTUNES; PERES, 2013). O restante dos produtores adota o sistema convencional de produção, em que não há restrição nenhuma a aplicação de produtos químicos e seu uso é, em grande parte, baseado em calendários, gerando alta carga de agrotóxicos químicos, o que é preocupante, especialmente em relação aos impactos negativos ao ambiente e aos inimigos naturais das pragas agrícolas (SATO et al., 2007).

Avaliando essa situação e a necessidade gerada a partir desta, as hipóteses deste trabalho são: i) pelo menos um dos genótipos de morangueiro em desenvolvimento pelo IAC é pouco afetado pelo ácaro-rajado; ii) a palha de café (deixada um mês em uma mata ou apenas a palha seca) propicia maiores níveis de ocorrência de predadores e do fungo *Neozygites floridana* (Weiser & Muma) Remaudière & Keller, melhorando o controle de

ácaro-rajado e conseqüentemente aumento da produtividade, ainda que essa palha pudesse propiciar maior ocorrência de fitopatógenos; iii) é possível fazer uso apenas de produtos registrados para o controle de pragas e doenças, assim como reduzir o uso excessivo de produtos fitossanitários na cultura do morangueiro integrando vários métodos de manejo. Objetivou-se com este estudo:

- Comparar a resistência de oito genótipos de morangueiro ('Albion', 'IAC Guarani', 'IAC Princesa Isabel', 'Oso Grande', IAC T-0104, IAC 12, IAC 4 e IAC 1.13) ao ácaro-rajado, pela avaliação do nível de injúria às plantas, parâmetros da tabela de vida e preferência hospedeira do ácaro.
- Determinar o efeito da cobertura morta (com palha de café) nos ácaros predadores e patógenos/pragas desta cultura.
- Comparar a ocorrência de pragas, patógenos e inimigos naturais entre um cultivo de morangueiro orgânico e um cultivo convencional, para demonstrar ao agricultor que é possível obter um controle eficiente de organismos indesejáveis utilizando produtos biológicos e legais.

1.1. Revisão Bibliográfica

1.1.1. A cultura do morangueiro

O morango (*Fragaria X ananassa* Duch.) pertence à família Rosaceae, o qual foi gerado do cruzamento entre as espécies *Fragaria virginiana* Mill. (originária da América do Norte) e *Fragaria chiloensis* (Linnaeus) Duchesne, 1766 (originária do Chile) (RESENDE; MASCARENHAS; PAIVA, 1999).

A cultura do morango foi introduzida na região sul de Minas Gerais por horticultores da comunidade Vale do Rio do Peixe, em Estiva, em 1958 (CARVALHO, 2006). Esta região tem clima favorável para o morangueiro, além de ser próxima dos grandes centros consumidores (CARVALHO, 2006).

As características botânicas desta planta são as seguintes: porte herbáceo, perene, estolonífera e rasteira. Os frutos verdadeiros são aquênios, que consistem em pequenas estruturas que compõem o pseudofruto, infrutescência com receptáculo carnoso, saboroso, rico em vitamina C e substâncias organolépticas.

O Brasil produziu mais de 133 mil toneladas, sendo 30 toneladas/ ha (ANTUNES et al., 2015). O estado de Minas Gerais destaca-se como o maior produtor de morango do Brasil, gerando cerca de 60% da produção nacional.

1.1.2. Problemas fitossanitários

O morangueiro é suscetível ao ataque de vários organismos que podem provocar grandes perdas quando não controlados adequadamente.

1.1.2.1. Doenças

Na literatura, são citadas 51 espécies de fungos, três de bactérias, oito de nematoides e 26 de vírus afetando a cultura do morangueiro no mundo (MAAS, 1998).

1.1.2.2. Principais doenças fúngicas

A mancha de micosferela (*Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lindau) e dendrofoma *Dendrophoma obscurans* (Ell & Ev.) H.W.Anderson são as principais doenças foliares do morangueiro, podendo ser encontradas em todas as regiões onde a cultura é praticada (UENO et al., 2014). A mancha de diplocarpon *Diplocarpon earliana* (Ellis & Every) geralmente está associada a outras doenças foliares, podendo em muitos casos ser confundida com a mancha de micosferela.

O mofo cinzento, *Botrytis cinerea* (Pers: Fr), é o principal fungo associado aos frutos em condições de campo e pós-colheita (DIAS et al., 2007; HENZ et al., 2008; UENO et al., 2014).

O oídio *Podosphaera aphanis* (Wallr.) U. Braun and S. Takam é uma doença severa sobre as plantas de morangueiro, principalmente em cultivos protegidos. É muito frequente em condições de alta temperatura e umidade (UENO et al., 2014).

A antracnose *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds e *Colletotrichum fragariae* Brooks é uma das mais importantes e destrutivas doenças do morangueiro em todas as regiões produtoras do Brasil (DIAS et al., 2007; UENO et al., 2014). A verticilose *Verticillium dahliae* Kleb, a rizoctoniose *Rhizoctonia solani* Kühn e a podridão por *Phytophthora fragariae* Hickman causam injúrias à parte subterrânea das plantas (TANAKA; BETTI; KIMATHI, 2005).

1.1.2.3. Doença bacteriana

A mancha angular, também conhecida como "mancha bacteriana" *Xanthomonas fragariae* Kennedy & King, pode ocasionar perdas elevadas nas lavouras, principalmente naquelas em que é usada a irrigação por aspersão (TANAKA; BETTI; KIMATHI, 2005; UENO et al., 2014).

1.1.2.4. Doenças viróticas

As doenças viróticas são transmitidas principalmente por mudas infectadas, o que diminui o vigor das plantas e a produção de frutos. Muitas viroses ocorrem no morangueiro, sendo as principais: vírus do mosqueado do morangueiro (*Strawberry mottle virus*, SMOV), vírus da clorose marginal do morangueiro (*Strawberry mild yellow edge virus*, SMYEV), vírus da faixa-das-nervuras do morangueiro (*Strawberry vein banding virus*, SVBV) e vírus do encrespamento (*Strawberry crinkle virus*, SCV) (TANAKA; BETTI; KIMATHI, 2005). Enquanto a doença do encrespamento do morangueiro (SCV) é a mais danosa, a clorose marginal (SMYEV) é uma das mais disseminadas doenças do morangueiro.

1.1.2.5. Nematoides

Meloidogyne hapla Chitwood e *Aphelenchoides besseyi* Christie são os nematoides de maior importância para a cultura no Brasil (GOMES; COFCEWICZ, 2003), mas não ocorrem com frequência nos cultivos. *M. hapla* é conhecido mundialmente como causador de galhas. Trata-se de uma espécie que só ocorre em temperaturas muito baixas (BROWN; ADALMASSO; TRUDGILL, 1993), sendo rara na região sudeste do país; *A. besseyi* é o agente do "enfazamento do morangueiro" (TANAKA; BETTI; KIMATHI, 2005).

1.1.2.6. Insetos

○ Percevejo

Na Europa e EUA, percevejos do gênero *Lygus* são conhecidos como deformadores de frutos, já aqui no Brasil, nenhuma espécie desse gênero tem sido constatada como praga do morangueiro, embora a ocorrência de altos índices de deformação dos frutos seja frequente,

com causas ainda pouco conhecidas. O percevejo identificado como *Neopamera bilobata* SAY (Hemiptera: Rhyparochromidae) foi observado em altas populações na região Sul do Brasil (KUHN et al., 2014) e no sul de Minas Gerais, no município de Bom Repouso. As injúrias ocasionadas pelo percevejo na cultura do morangueiro são: secamento, enrijecimento, a paralização do crescimento, e coloração marrom dos pseudofrutos, em estágios iniciais de infestação. Em caso de elevada infestação, a coroa da planta também é atacada, o que causa murchamento (BROOKS; WATSON; MOWRY, 1929).

- Besouros

As principais espécies já verificadas incluem duas espécies, *Lagria villosa* Fabricius (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Colaspis* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae), que atacam folhas e frutos de morango em diferentes estádios fenológicos da planta (FREITAS, 2014).

- Pulgões

Existem duas espécies de pulgões que causam danos na cultura do morangueiro. A espécie *Capitophorus fragaefolii* (Cock.) (Hemiptera: Aphididae) é transmissora do vírus mosqueado do morangueiro (*Strawberry mottle virus*, SMoV). A outra espécie, *Capitophorus forbesi* (Weed) (Hemiptera: Aphididae), além de sugar a seiva, é mais procurada pelas formigas e juntas causam prejuízos, já que estas fazem montículos de terra sobre as partes atacadas pelo pulgão (GALLO et al., 2002; BOTTON et al., 2010; CÉDOLA; GRECO, 2010).

- Lagarta-rosca

A lagarta-rosca (*Agrotis* spp.) é considerada uma praga secundária na cultura do morangueiro, porém se ocorrer o ataque é intenso, cortando as plantas novas na altura do colo (GALLO et al., 2002).

- Broca-do-morango

O besouro *Lobiopa insularis* Castelnau (Coleoptera: Nitidulidae) causa prejuízos devido à alimentação de adultos e larvas que destroem grandes quantidades de frutos (FORNARI et al., 2013).

- Tripes

O tripses *Frankliniella occidentalis* (Pergande) ataca flores o que causa deformação no fruto com consequente redução do seu valor comercial.

1.1.2.7. Ácaros

- Ácaro-rajado

O ácaro-rajado destaca-se como fundamental dificuldade enfrentada pelos agricultores no sul de Minas Gerais. Apresenta alto potencial biótico, elevada capacidade de danos e dificuldade de controle. Após seu ataque, as folhas apresentam-se cobertas de teia e com descoloração representada por manchas branco-prateadas na face abaxial; as folhas podem secar e cair. Estes danos levam a uma diminuição da produtividade em até 80% (FLECHTMANN, 1985), afetando também a qualidade dos frutos quando não controlado ou controlado de forma incorreta.

- Ácaro-do-enfezamento

O ácaro *Phytonemus pallidus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) não tem ocorrido com frequência nos cultivos de morangueiro, causando problemas apenas em períodos mais úmidos. Este é de ocorrência muito mais rara que o ácaro-rajado.

1.1.3. Controle dos problemas fitossanitários

- Químico

Grandes volumes de produtos químicos são utilizados em morango no controle de insetos, ácaros e doenças. Estima-se que são realizadas 45 pulverizações com agrotóxicos (DAROLT, 2003), perfazendo um total de 35-45 kg por ha (CARVALHO, 2006), durante o ciclo da cultura. Além de onerar o custo de produção, existem poucas alternativas de produtos registrados para a cultura e a ineficácia de muitos princípios ativos, diante do surgimento de resistência na população dos patógenos.

O controle preventivo das pragas e doenças pelo uso de calendário fixo de pulverizações ainda é amplamente adotado pelos produtores de morangueiro no Brasil (SATO et al., 2007), o que facilita o surgimento de populações resistentes, ressurgência, aparecimento de pragas secundárias, risco da saúde do consumidor, intoxicações do trabalhador rural e

danos ambientais (ZHANG, 2003; FADINI et al., 2005; SATO et al., 2007; 2009). Os produtos químicos registrados e mais utilizados para o controle de doenças são: azoxystrobin (Amistar®), tiofanato-metilico (Cercobin ® 700WP) procimidone (Sumilex® 500 PM e Sialex 500) e fluazinam (Frowncide® 500 SC) (AGROFIT, 2016).

Para as pragas, os principais inseticidas e acaricidas utilizados são: thiamethoxam (Actara® 250WG), lambda-cyhalothrin (Karate Zeon® 50 CS) (BOTTON et al., 2010; AGROFIT, 2016), abamectina (Kraft® 36 EC), fenpropathrina (Danimen® 300 EC), etoxazole (Borneo® 110 SC) e propargite (Omite® 720 CE) (AGROFIT, 2016).

o **Biológico**

O controle biológico consiste no uso de inimigos naturais para o controle de pragas. Este pode ser realizado através de três estratégias: controle biológico clássico, incremento e conservação. O controle biológico clássico envolve a introdução de inimigos naturais, usualmente do lugar de origem da praga. O incremento consiste na multiplicação massal de inimigo natural sob condições controladas para posterior liberação no campo. A conservação envolve a manutenção dos inimigos naturais nos agroecossistemas por ações que favoreçam sua sobrevivência e multiplicação e, conseqüentemente, aumentando sua efetividade (GALLO et al., 2002).

O controle biológico dos agentes fitossanitários do morangueiro é usualmente feito com o uso das estratégias de incremento e conservação, sendo estas usualmente compatibilizadas com outras formas de controle em processos de manejo integrado de pragas (MANIANIA et al., 2008).

No entanto, ainda são poucos os agricultores que utilizam o controle biológico no cultivo do morangueiro. O uso de bactérias benéficas para o controle de patógenos de morangueiro tem sido estudado por diversos autores. Os patógenos utilizados para controlar biologicamente algumas das doenças citadas acima são os fungos: *Trichoderma harzianum* Rifai (Trichodremil®) e *Clonostachys rosea* (Sch) (Kamoi®) e as bactérias: *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) (Serenade®) e *Bacillus pumilis* Meyer & Gottheil (Sonata®). Silva-Ribeiro et al. (2001) verificaram que, quando feita uma aplicação de *Trichoderma* em morangueiros na semana que antecede a colheita, a incidência do mofo cinzento pode ser muito reduzida. O produto Kamoi® também tem se mostrado eficiente no controle desta doença (BETTIOL, 2012). Serenade®, por exemplo, é utilizado para o controle de oídio.

Para o controle dos ácaros pragas no Brasil, duas espécies de ácaros predadores da família Phytoseiidae (HELLE; SABELIS, 1985; McMURTRY; CROFT, 1997;

EASTERBROOK et al., 2001; MORAES, 2002) têm sido utilizada:, *Phytoseiulus macropilis* (Banks) e *Neoseiulus californicus* (McGregor). Estes são produzidos e comercializados pela empresa PROMIP Manejo Integrado de Pragas, para o controle do ácaro-rajado. Nos EUA e em países europeus são produzidos e comercializados outros ácaros predadores: *Phytoseiulus persimilis* Athias–Henriot, *Galendromus* (*Galendromus*) *occidentalis* (Nesbitt), *N. californicus* e *Neoseiulus fallacis* (Garman) (KOPPERT, 2016; UC IPM, 2010).

Além dos ácaros predadores, algumas espécies de fungos vêm também sendo comercializadas para o controle do ácaro-rajado, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.), em aplicações inundativas, principalmente nos cultivos em casas de vegetação (ROCHA et al., 2014). Estes são produzidos comercialmente no Brasil pela Koppert Biological System (KOPPERT, 2016). *Neozygites floridana* (Weiser & Muma) também infecta o ácaro-rajado, porém sua produção em larga escala não tem se mostrado viável (TAMAI, 2002; DUARTE, 2013).

Na Europa e nos EUA, ácaros da família Laelapidae [*Stratiolaelaps miles* (Berlese) e *Gaeolaelaps aculeifer* (Canestrini)] vem sendo utilizados para o controle de tripes (BERNDT; POEHLING; MEYHÖFER, 2004). No Brasil, *Stratiolaelaps scimitus* (Womersley) é também produzido comercialmente, podendo ser usado para esta finalidade.

Benuzzi (1992) observou que larvas de crisopídeo *Chrysoperla carnea* (Stephens) atuam bem como inimigo natural do pulgão verde (*C. fragariae*) na cultura do morangueiro. No entanto, aquele predador não tem sido utilizado para o controle de pragas no Brasil.

○ Cultural

O controle cultural de pragas e doenças consiste em tornar as condições do ambiente menos adequadas para as populações dos patógenos e das pragas, diminuindo seu potencial reprodutivo e aumentando a taxa de mortalidade, favorecendo assim a ocorrência de inimigos naturais, o que seria também o chamado controle biológico por conservação.

Outro método alternativo para redução de aplicações de pesticidas é a vinculação de técnicas culturais, como eliminação de restos de culturais, como retirada de frutos afetados com doenças (FADINI et al., 2004).

A qualidade das mudas adquiridas também é fator importante no manejo cultural de patógenos do morangueiro, pois elas são as fundamentais disseminadoras de pragas e doenças da cultura (FACHINELLO, 1999). A introdução de patógenos ou pragas com as mudas frequentemente levam à necessidade da adoção precoce de métodos de controle.

Além das técnicas já referidas, Ronque (1999) indica que a eliminação de plantas com ataque dentro da lavoura, a rotação de culturas, a eliminação de plantas hospedeiras e a não-irrigação por aspersão após a aplicação de defensivos agrícolas podem auxiliar na diminuição das populações dos patógenos.

○ **Resistência genética**

A escolha das cultivares é um dos fatores fundamentais para obtenção de êxito no cultivo do morangueiro, sendo que, para a escolha da cultivar, deve-se levar em consideração à características da própria região, como temperatura, fotoperíodo (DUARTE FILHO, 2007) e histórico da área para pragas e doenças.

Tem-se mencionado que o uso de variedades resistentes para o controle de um problema específico do morangueiro é bastante complicado, tendo em vista o grande número de patógenos e pragas que afetam esta cultura (HOWARD et al., 1992).

Por exemplo, no caso de áreas que tem alta incidência de ácaro-rajado as cultivares recomendadas segundo Lourenção et al. (2000) e Figueiredo; Resck; Carneiro (2010) são ‘Aromas’, ‘Caminho Real’, ‘Blackmore’, ‘IAC Campinas’, ‘IAC Princesa Isabel’, ‘Raritan’ e a linhagem T-0104.

A variedade ‘Oso Grande’ é tolerante ao mofo cinzento (*B. cinerea*) e suscetível à mancha de micosfarella (*M. fragariae*) e à antracnose (*C. fragariae* e *C. acutatum*) (EMBRAPA, 2005).

○ **Manejo Integrado de Pragas**

A história do Manejo Integrado de Pragas (MIP) no Brasil está ligada à alteração no conceito de controle de pragas que ocorreu nos anos 60, período em que o mundo foi alertado para os perigos do uso abusivo de produtos fitossanitários. Desde então, os padrões de produção baseados em altos gastos energéticos com pesticidas e fertilizantes estão sendo reavaliados quanto à sua sustentabilidade ao longo do tempo e a suas consequências ao homem e ao meio ambiente. O MIP é compatível com outras práticas de manejo integrado de pragas e, quando bem planejado, agrega valor ao produto agrícola em mercados consumidores mais exigentes (MANIANIA et al., 2008)

Como enfatizado por Norris et al. (2003), um sistema de MIP deve ir muito além do controle puro e simples de aplicações químicas. Segundo Moraes; Flechtmann (2008), um dos aspectos mais relevantes de um sistema de MIP se refere ao que foi designado como “manejo de sistemas”, que se refere a um grupo de procedimentos relativos às alterações do ambiente.

Em última análise, busca-se, com esses procedimentos, tornar o ambiente mais favorável ao desenvolvimento de seus inimigos naturais e menos apto ao desenvolvimento de pragas e doenças.

O MIP consiste em conciliar várias táticas de manejo, tais como o uso de variedades resistentes, controle químico, cultural, biológico, manipulação genética, feromônios e manipulação do ambiente. O MIP usualmente requer a correta identificação da praga e/ou doença, a amostragem periódica das populações, a adoção de níveis de controle, o conhecimento da mortalidade natural etc.

Existe um programa de Produção Integrada de Morango (PIMo) em que as normas técnicas específicas e documentos de acompanhamento foram publicadas na Instrução Normativa número 14 de 1 de abril de 2008. Esse programa permite que os frutos produzidos possam competir tanto no mercado interno quanto externo e ofereça produtos diferenciados, capazes de conceder aos agricultores melhores remunerações e garantia da sustentabilidade da cultura.

A PIMo compõe no manejo desta cultura, desde a implantação até a pós-colheita, seguindo normas e técnicas atualizadas e apropriadas à realidade nacional, visando equacionar os distintos problemas por meio de uma visão multidisciplinar (BRASIL, 2008).

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) relatório de atividades de 2010**. Brasília-DF: Ministério da Saúde. 2011. 26 p.
- AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: http://extran.et.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 07 jun. 2016.
- AMARAL, E.H.; ATOÉ, I.M.F.F. **Monitoramento de resíduos de agrotóxicos no morango de Minas Gerais**. Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico. Belo Horizonte: Ceasa Minas, p. 137-142, 2005.
- ANTUNES, L.E.C.; PERES, N.A. Strawberry Production in Brazil and South America. **International Journal of Fruit Science**, London, v. 13, n. 1-2, p. 156-161, 2013.
- ANTUNES, L.E.C.; REISSER JUNIOR, C.; VIGNOLO, G. K.; GONÇALVES, M. A. Morangos do jeito que o consumidor gosta. **Campo & Lavoura**, Anuário HF 2015, n. 1, p.64-72, 2015.

- BENUZZI, M. La difesa biologica-integrata della fragola. **Informatore Agrario**, Itália, v. 48, p. 53- 57, 1992.
- BERNDT, O.; POEHLING, H.M.; MEYHÖFER, R. Predation capacity of two predatory laelapid mites on soil-dwelling thrips stages. **Entomologia experimentalis et applicata**, Itália, v. 112, n. 2, p. 107-115, 2004.
- BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B.; PINTO, Z.V.; JUNIOR, T.J.P.; CORRÊA, E.B.; MOURA, A.B.; LUCON, C.M.M.; COSTA, J.C.B.; BEZERRA, J.L. **Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas**. Embrapa Meio Ambiente: Jaguariúna. 2012. 155 p.
- BOTTON, M.; BERNARDI, D.; NAVA, DE.; CUNHA, US.; GARCIA, MS. Manejo de pragas na cultura do morangueiro. In: RESUMO DO 5º SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO E DO 4º ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 2010. **Resumos...** Pelotas, 2010.
- BRASIL. **Instrução Normativa n.14, de 01 de abril de 2008**. Aprova as Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada de Morango – NTEPI-Morango, na forma do Anexo à presente Instrução Normativa. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em 15 jun. 2016.
- BROOKS, A.N.; WATSON, J.R.; MOWRY, H. Strawberries in Florida: culture, diseases and insects. Gainesville: **University of Florida Agricultural Experiment Station**, 523, 1929.
- BROWN, D.J.; ADALMASSO, F.; TRUDGILL, D.L. Nematode pests of soft fruits and vines. In: EVANS, W.R.; TRUDGILL, D.L.; WEBSTER, J.M. (Ed.). **Plant parasitic nematodes in temperate agriculture**. Wallingford, UK: CAB International, 1993. p. 427-462.
- BRUST, G.E. Natural enemies in straw mulch reduce Colorado potato beetle populations and damage in potato. **Biological Control**, Amsterdam v.4, p. 163–69, 1994.
- CARVALHO, S.P. Histórico, importância socioeconômica e zoneamento da produção do morango no estado de Minas Gerais. **Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico**. Belo Horizonte: FAEMG, 2006. p.9-13.
- CÉDOLA, C.; GRECO, N. Presence of the aphid, *Chaetosiphon fragaefolii*, on strawberry in Argentina. **Journal of Insect Science**, Oxford, V. 10, n.9, 2010.
- COSTA, H.; VENTURA, J.A.; LOPES, U.P. **Manejo integrado de doenças do morangueiro**. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 51. Horticultura Brasileira, Viçosa, 2011, 29(2): S5856-5877.

- DIAS, M.S.C.; SILVA, J.J.C.; PACHECO, D.D.; RIOS S.A.; LANZA, F.E. Produção de morangos em regiões não tradicionais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 24-33, 2007.
- DUARTE FILHO, J. Cultivares de morango. In: CARVALHO SP (coord). **Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico**. Belo Horizonte: FAEMG. 2007. 160 p.
- DUARTE, V.S. **Studies for implementation of *Neozygites floridana* as control agent of two-spotted spider mite in strawberry**. 2013. 97 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.
- EASTERBROOK, M.A.; FITZGERALD J.D.; SOLOMON, M.G. Biological control of strawberry tarsonemid mite *Phytonemus pallidus* and twospotted spider mite *Tetranychus urticae* on strawberry in the UK using species of *Neoseiulus (Amblyseius)* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 25, p. 25-36, 2001.
- EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. Características básicas das principais cultivares de morango plantadas no Brasil, Sistemas de Produção, 5. 2005.
- ERENSTEIN, O. Smallholder conservation farming in the tropics and sub-tropics: a guide to the development and dissemination of mulching with crop residues and cover crops. **Agriculture Ecosystem and Environment**, Amsterdam, v. 100, p. 17-37, 2003.
- FACHINELLO, J.C. Produção de mudas certificadas de morangueiro na Itália. In: Simpósio Nacional do Morango, 1., 1999, Pouso Alegre. **Morango – tecnologia de produção e processamento**. Calda: EPAMIG, 1999. p.73-92.
- FADINI, M.A.M.; PALLINI, A.; VENZON, M. Controle de ácaros em sistema de produção integrada de morango. *Revista Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, p. 271-1277, 2004.
- FADINI, M.A.M.; VENZON, M.; OLIVEIRA, H.G.; PALLINI, A. Manejo integrado das principais pragas do morangueiro. In: Carvalho, S.P. de. (Coord.). **Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico**. Belo Horizonte: FAEMG, 2005. p. 81-85.
- FAO. **FAOSTAT**. 2016. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/home/E>. Acesso em: 15 out. 2016.
- FIGUEIREDO, C.C.; RESCK, D.V.S.; CARNEIRO, M.A.C. Labile and stable fractions of soil organic matter under management systems and native Cerrado. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, p. 907-916, 2010.

- FILGUEIRA, F.A.R. Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3 ed. São Paulo: UFV, 2008. 421 p.
- FLECHTMANN, C.H.W. **Ácaros de importância agrícola**. São Paulo: Livraria Nobel, 1985. 189p.
- FORNARI, R.A.; MACHOTA JUNIOR, R.; BERNARDI, D.; BOTTON, M.; PASTORI, P.L. Evaluation of damage, food attractants and population dynamics of strawberry sap beetle. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 31, p. 405-410, 2013.
- FREITAS, J.A. **Controle biológico de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) em morangueiro no sul de Minas Gerais**. 2014. 64 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.
- FREITAS, J.A.; ROCHA, L.C.D.; COSTA, R.; COURA JÚNIOR G.M.; SANTOS, O.; COUTO, M.E.O. Impacto de produtos fitossanitários utilizados na cultura do morangueiro sobre a população do predador *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 5, n. 1, p. 49-60, abr. 2013.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIN, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.
- GOMES, C.B.; COFCEWICZ, E.T. Nematoides. In: FORTES, J.F.; OSORIO, V.A. (Org.). **Morango: fitossanidade. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica**; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2003. p. 19-22.
- HELLE, W.; SABELIS, M.W. **Spider mites: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, v. 1, 1985. 405 p.
- HENZ, G.P. Desafios enfrentados por agricultores familiares na produção de morango no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 260-265, 2010.
- HENZ, G.P.; REIS, A.; SILVA, K.C.C.; PEREIRA, S.F. **Incidência de Doenças de Pós-Colheita em Frutos de Morango Produzidos no Distrito Federal**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 13p.

- HOWARD, C.M.; MASS, J.L.; CHANDLER, C.K.; ALBERGTS, E.E. Anthracnose of strawberry caused by the *Colletotrichum* complex in Florida. **Plant Disease**, Florida, v.76, p. 976–981, 1992.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=818&z=t&o=1&i=P> Acesso em: 14 fev. 2016.
- KOGAN, M. Integrated pest management: Historical perspective and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.43, p. 2043-70, 1998.
- KOPPERT BIOLOGICAL SYSTEMS. **Koppert products**. Disponível em: <http://www.koppert.com/products/products-pests-diseases/>. Acesso em: 16 fev. 2016.
- KUHN, T.M.A.; LOECK, A.E; ZAWADNEAK, M.A.C.; GARCIA, M.S.; BOTTON, M. Parâmetros biológicos e tabela de vida de fertilidade de *Neopamera bilobata* (Hemiptera: Rhyparochromidae) em morangueiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 49, n.6, p. 422-427, 2014.
- LOURENÇÃO, A.L.; MORAES, G.J. de; PASSOS, F.A.; AMBROSANO, G.M.B.; SILVA, L.V.F. Resistência de morangueiros a *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n.2, p. 339-346, 2000.
- MAAS, J.L. **Compendium of strawberry diseases**. 2 ed. Saint Paul: APS Press, 1998. 98 p.
- MANIANIA, N.K.; BUGEME, D.M.; WEKSAJ, V.W.; DELALIBERA, I.; KNAPP, M. Role of entomopathogenic fungi in the control of *Tetranychus evansi* and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), pests of horticultural crops. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.46, p. 259-274, 2008.
- MATHEWS, C.R; BOTTRELL, D.G; BROWN, M.W. A comparison of conventional and alternative understory management practices for apple production: multi-trophic effects. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 21, p. 221–231, 2002.
- McMURTRY, J.A.; CROFT, B.A. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 42, p. 291-321, 1997.
- MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia: acarologia básica e Ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, Editora, 2008. p. 308.
- MORAES, G.J. **Controle biológico de ácaros fitófagos com predadores**. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 225-237.

- MORRIS, H. M. The insect and other invertebrate fauna of arable land at Rothamsted. **Annals of Applied Biology**, Colorado, v. 9 p. 282–305, 1922.
- NORRIS, R.F.; E.P. CASWELL-CHEN; M. KOGAN. Concepts in integrated pest management. **Prentice Hall**, New Jersey, 2003. 586 p.
- PIMENTEL, D.; WARNEKE, A. Ecological effects of manure, sewage sludge and other organic wastes on arthropod populations. In: Russell, G.E. (Ed.). **Biology and Population Dynamics of Invertebrate Crop Pests**. Intercept: Andover, pp. 275–304, 1989.
- RESENDE, F. V.; SOUZA, L. S. D.; OLIVEIRA, P. S. R. D.; GUALBERTO, R. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 100-105, 2005.
- RESENDE, L.M.A.; MASCARENHAS, M.H.T.; PAIVA, B.M. Panorama da produção e comercialização do morango. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, p. 5-19, 1999.
- ROCHA, L.C.D.; FREITAS, J.A.; JÚNIOR, I.D.; COSTA, R.; CORSINI, I. Estratégias de manejo sustentável das principais pragas na cultura do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.35, n.279, p. 75-81, 2014.
- RONQUE, E.R.V. Principais pragas da cultura do morangueiro. In: DUARTE FILHO, J.; CANÇADO, G.M.A.; REGINA, M.A. ANTUNES, L.E.C.; FADINI, M.A.M. **Morango – tecnologia de produção e processamento**. Caldas: EPAMIG, 1999. p. 51-64.
- SATO, M.E.; SILVA, M.Z. da; SILVA, R.B. da; SOUZA FILHO, M.F. de; RAGA, A. Monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a abamectin e fenpyroximate em diversas culturas no Estado de São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, p. 217-223, 2009.
- SATO, M.E.; SILVA, M.Z. DA; SOUZA FILHO, M.F. DE; MATIOLI, A.L.; RAGA, A. Management of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in strawberry fields with *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and acaricides. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 42, p. 107–120, 2007.
- SHARMA, R.R., SHARMA, V.P. Mulch influences fruit growth, albinism and fruit quality in strawberry (*Fragaria ananassa* Duch). **Fruits** n. 58, p. 221– 227, 2003.
- SHARMA, R.R., SHARMA, V.P. **The Strawberry**. ICAR, New Delhi, India, 2004.
- SILVA-RIBEIRO, R.; TERMIGNONI, C.; DILLON, A. J. P.; HENRIQUES, J. A. P. Efeito letal de cinco linhagens de *Trichoderma* spp. sobre o fitopatogeno *Botrytis cinerea*. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 27, n.4, p. 364-369, 2001.

- SINGH, R.; SHARMA, R.R.; GOYAL, R. K. Interactive effects of planting time and mulching on 'Chandler' strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.). **Scientia Horticulturae**, v. 111, n. 4, p. 344-351, 2007.
- TAMAI, M.A.; ALVES, S.B.; NEVES, P.J. Patogenicidade de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. ao ácaro *Tetranychus urticae* Koch. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, p. 255-258, 2002.
- TANAKA, M.A.S. Controle das doenças causadas por fungos e bactérias em morangueiro. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; MONTEIRO, A.J.A.; COSTA, H. (Ed.). **Controle de Doenças de plantas: fruteiras**. Viçosa: UVF, 2002. p.69-140.
- TANAKA, M.A.S.; BETTI, J.A.; KIMATI, H. Doenças do morangueiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia**, São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p.489-499.
- UC IPM PEST MANAGEMENT GUIDELINES. **Strawberry**. Disponível em: <http://ucanr.org/sites/ipm/pdf/pmg/pmgstrawberry.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2015.
- UENO, B.; COSTA, H.; DIAS, M.S.C.; JESUS, A.M. Manejo integrado das principais doenças do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.35, n.279, p. 82-91, 2014.
- ZHANG, Z.Q. Mites in greenhouse: identification, biology and control. Cambridge: CABI Publishing, 2003. 244p.

2. RESISTÊNCIA DE NOVOS GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO AO ÁCARO-RAJADO (ACARI: TETRANYCHIDAE)

Resumo

O ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch, é uma das principais pragas que ataca o morangueiro no Brasil e em muitos outros países. Objetivou-se com este trabalho comparar a resistência de oito genótipos de morangueiro ('Albion', 'IAC Guarani', 'IAC Princesa Isabel', 'Oso Grande', IAC T-0104, IAC 12, IAC 4 and IAC 1.13) ao ácaro-rajado, pela avaliação do nível de injúria às plantas, parâmetros da tabela de vida e níveis de preferência do ácaro. Com o propósito de ajudar na interpretação dos resultados anteriores, os tricomas foliares de cada genótipo foram quantificados. Trinta dias após a infestação artificial dos genótipos, IAC T-0104, IAC 12 e 'IAC Princesa Isabel' apresentaram os níveis mais baixos de injúria. 'IAC Princesa Isabel', IAC 4 e IAC T-0104 se distinguiram dos outros genótipos, pois apresentaram valores maiores de T (intervalo entre gerações), enquanto 'IAC Guarani' se destacou pelo menor valor. Valores significativamente baixos da taxa intrínseca de crescimento (r_m), da taxa finita de aumento (λ) e da taxa líquida de reprodução (R_0) foram determinadas para 'IAC Princesa Isabel' e IAC 1.13. O ácaro mostrou significativa preferência por 'IAC Guarani', como inferido pelo maior número de fêmeas quando oferecida a oportunidade de selecionar os folíolos hospedeiros isolados dentro de um período de 12 ou 24 h em uma placa de Petri. A densidade de tricomas foi maior em IAC 1.13 e menor na IAC T-0104, IAC 12, 'Albion' e 'Oso Grande'. Tendo em conta os resultados de todos os experimentos, concluiu-se que 'IAC Princesa Isabel', IAC T-0104 e IAC 12 são resistentes, IAC 4 e IAC 1-13 são moderadamente resistentes e 'IAC Guarani', 'Oso Grande' e 'Albion' são suscetíveis ao ácaro.

Palavras-chave: *Fragaria ananassa*; Resistência da planta hospedeira; Ácaro-rajado

Abstract

The two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, is one of the main strawberry pests in Brazil and many other countries. The objective of this study was to compare the resistance of eight strawberry genotypes ('Albion', 'IAC Guarani', 'IAC Princesa Isabel', 'Oso Grande', IAC T-0104, IAC 12, IAC 4 and IAC 1.13) to the two-spotted spider mite, by assessing injury level, biological parameters and host preference of the mite. To facilitate the interpretation of the results, leaf trichomes of each genotype were quantified. Thirty days after the artificial infestation of the genotypes, IAC T-0104, IAC 12 and 'IAC Princesa Isabel' showed the lowest injury levels. 'IAC Princesa Isabel', IAC 4 and IAC T-0104 were distinguished from other genotypes by the highest mean generation

time (T) of the mite, while 'IAC Guarani' was distinguished by the lowest T value. Significantly lower values of intrinsic rate of increase (r_m), finite rate of increase (λ) and net reproductive rate (R_0) were determined on 'IAC Princesa Isabel' and IAC 1.13. The mite showed significant preference for 'IAC Guarani', as inferred by the larger number of females when offered the chance to select the detached host leaflets within a period of 12 or 24 h in a Petri dish. Trichome density was highest on IAC 1.13 and lowest on IAC T-0104, IAC 12, 'Albion' and 'Oso Grande'. Taking into account the results of all experiments, it was concluded that 'IAC Princesa Isabel', IAC T-0104 and IAC 12 are resistant, IAC 4 and IAC 1.13 are moderately resistant, and 'IAC Guarani', 'Oso Grande' and 'Albion' are susceptible to the mite.

Keywords: *Fragaria ananassa*; Host plant resistance; Two-spotted spider mite

2.1. Introdução

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é a principal espécie de hortaliça-fruta cultivada no Brasil (Fachinello et al. 2011). O ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), é considerado uma das principais pragas do morangueiro neste e em diversos outros países (Klingen e Westrum 2007; Moraes e Flechtmann 2008; Días et al. 2012). Este ácaro causa inicialmente a descoloração das folhas, que podem cair em estágio mais avançado do ataque, o que reduz o crescimento das plantas e conseqüentemente a produção e a qualidade dos frutos (Park e Lee 2005; Fraulo et al. 2008).

O controle dessa praga é hoje realizado, na maioria dos casos, por meio da aplicação de acaricidas sintéticos (Van Leeuwen et al. 2010; Attia et al. 2013; León et al. 2014). Porém, o uso excessivo desses produtos tem provocado o desenvolvimento de populações resistentes da praga e, em paralelo, a redução de populações de artrópodes benéficos, o aparecimento de pragas secundárias e deposição de resíduos tóxicos em níveis elevados na superfície dos frutos (Cavalcanti et al. 2010).

Como alternativa ao uso de produtos químicos surgem táticas alternativas de controle, como controle biológico (McMurtry e Croft 1997; Oliveira et al. 2007; McMurtry et al. 2013), controle cultural e uso de cultivares resistentes (González-Domínguez et al. 2015). Vários estudos têm revelado diferenças significativas de suscetibilidade para o ácaro-rajado em morangueiro (Gimenez-Ferrer et al. 1993; Shanks et al. 1995; Lourenção et al. 2000; Petrova et al. 2000; Wold e Hutchison 2003; Labanowska 2007; El-Shafei e Gotoh 2010; Afifi et al. 2010; Rezaie et al. 2013; Monteiro et al. 2014; González-Domínguez et al. 2015).

A resistência de uma variedade ao ácaro-rajado pode ser avaliada pelo estudo de fatores como comportamento do herbívoro, nível de injúria causado à planta (Petrova et al. 2000; Wold e Hutchison 2003), tempo de desenvolvimento, sobrevivência, fecundidade, taxa de oviposição (Sabelis 1985) e parâmetros da tabela de vida da praga (Lourenção et al. 2000; Kazak e Kibritçi 2008; Khan 2011; Gugole Ottaviano et al. 2013; González-Domínguez et al. 2015). Os fatores envolvidos na resistência de pragas incluem características morfológicas da planta, como espessura de tecidos e densidade de tricomas (Norris e Kogan 1980; Handley et al. 2005; Oku et al. 2006; González-Domínguez et al. 2015), assim como a produção de compostos de defesa, que muitas vezes inibem a alimentação dos ácaros (Steinite e Ievinsh, 2002; Mazid et al. 2011; Torre Figueiredo et al. 2013).

O Instituto Agronômico de Campinas (IAC) realizou, durante a década de 2000, o Projeto SGP-APTA nº27 (NRP 44), intitulado “Desenvolvimento, introdução e avaliação de novos híbridos de morangueiro”, sendo composto por estudos de melhoramento genético para a obtenção de clones com características agronômicas desejáveis, como alta produtividade, resistência à mancha de *Mycosphaerella fragaria* (Tul.) Lindau, precocidade, e resistência ao ácaro-rajado, através de cruzamentos entre cultivares comerciais para a obtenção de híbridos. Alguns genótipos obtidos em anos anteriores pelo mesmo instituto, como ‘IAC Princesa Isabel’ e ‘IAC Campinas’, são citadas na literatura como apresentando resistência ao ácaro-rajado; outras, como ‘IAC Guarani’, são descritas pelo mesmo autor como sendo suscetíveis ao mesmo (Lourenção et al. 2000).

Objetivou-se com este trabalho comparar a resistência de oito genótipos de morangueiro ao ácaro-rajado, pela avaliação do nível de injúria às plantas, parâmetros da tabela de vida e preferência hospedeira do ácaro.

2.2. Material e Métodos

2.2.1. Obtenção das plantas e do ácaro

Os genótipos utilizados foram provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de morangueiro do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) (Tabela 1), quatro lançados como cultivares (‘Albion’, ‘IAC Guarani’, ‘IAC Princesa Isabel’ e ‘Oso Grande’) e quatro estando em desenvolvimento pelo programa de Melhoramento Genético do IAC para resistência ao ácaro-rajado (IAC T-0104, IAC 12, IAC 4 e IAC 1.13). As cultivares ‘Albion’ e ‘Oso Grande’ são comumente cultivadas pelos produtores do sudeste do Brasil e foram utilizadas

como controles comerciais. ‘IAC Guarani’ e ‘IAC Princesa Isabel’ não são mais plantadas comercialmente, mas foram utilizadas como controles suscetível e resistente, respectivamente (Lourenção et al. 2000).

Cada planta foi colocada em um vaso com capacidade de 2 litros contendo substrato Basaplant® (uma mistura de casca de pinus, turfa, carvão, vermiculita, fertilização inicial com NPK e micronutrientes). A adubação foi feita a cada 15 dias, intercalando-se o uso de dois tipos de fertilizantes (granulado 12-06-12 e solúvel 15-15-20).

Os exemplares de *T. urticae* utilizados neste estudo foram obtidos de uma colônia iniciada com ácaros encontrados em plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), em Piracicaba, Estado de São Paulo. Esses ácaros foram criados conforme a metodologia proposta por Bustos et al. (2009).

Tabela 1. Detalhes sobre os genótipos de morangueiro (pedigree e origem) avaliados no presente estudo.

Genótipo	Pedigree/ Origem	Características
‘Albion’	(‘Diamante’ x Cal. 94.16-1) /Universidade da Califórnia, EUA; cultivar lançada em 2006	Para consumo in natura, produtiva, frutos firmes, com pedúnculos individuais e fotoperíodo neutro.
‘IAC Guarani’	[(IAC Campinas x IAC Monte Alegre) x Alemanha] /Instituto Agrônomo de Campinas (IAC); cultivar lançada em 1979	Para indústria, precoce, produtiva, frutos médios, firmes, coloração vermelha intensa externa e internamente e em penca.
‘IAC Princesa Isabel’	(Alemanha x IAC Jundiá) / IAC; cultivar lançada em 1989	Para consumo in natura, precoce, produtiva, frutos grandes, firmes e em penca.
‘Oso Grande’	(Parker x CA77.3-603)/ Universidade da Califórnia, EUA; cultivar lançada em 1987	Para consumo in natura, precoce, produtiva, frutos grandes, bastante firmes, doces e com pedúnculos individualizados.
IAC 1-13	(IAC Campinas x Dover)/ IAC	Para consumo in natura, precoce, produtivo, frutos grandes, firmes e em penca.
IAC 4	[(New Jersey 7335-5 x Sequoia) x Fern] / IAC	Para consumo in natura, precoce, frutos médios a grandes, regularmente firmes, com aroma e em penca.
IAC 12	(New Jersey 7335-5 x Sweet Charlie)/ IAC	Para consumo in natura, precoce, frutos médios a grandes, firmes, com aroma e em penca.
IAC T-0104	“Pedigree” e origem desconhecidos; introduzido pelo programa de melhoramento do morangueiro do IAC.	Frutos pequenos, regularmente firmes e em penca.

2.2.2. Injúrias às plantas

Esta avaliação foi realizada em telado em condições ambientais não controladas (22-38°C; 55-75% UR e aproximadamente 13 h de fotoperíodo diário), em um delineamento casualizado em blocos, com sete tratamentos (cultivar ‘Oso Grande’ não foi incluído na análise estatística, porque apenas três plantas estavam disponíveis) e seis blocos, sendo cada parcela constituída por uma planta. Plantas de cada bloco foram dispostas próximas entre si, mas não tocando umas as outras. Os blocos foram distanciados 50 cm um do outro. Quando as plantas tinham 4-7 folhas, isto é, cerca de 5 meses após o transplântio, cada planta foi infestada liberando-se dez ácaros no folíolo central de cada uma de quatro folhas totalmente desenvolvidas.

Após 15 e 30 dias, avaliou-se a injúria causada pelo ácaro, atribuindo-se a cada planta uma nota baseada na escala proposta por Lourenção et al. (2010), isto é: 1) Sem sintomas de ataque; 2) Início de bronzeamento nas folhas, sem teia visível unindo-as; 3) Cerca de 50% de área foliar bronzeada, teia visível unindo folhas; 4) Início de seca das folhas e planta quase totalmente coberta por teia; 5) Muitas folhas secas, com teias cobrindo toda a planta; 6) Planta morta. Na segunda avaliação anotou-se também a densidade populacional dos ácaros, contando-se o número de ácaros presentes em 1 cm² na área central de cada face de três folíolos tomados ao acaso de cada planta. Ambos os procedimentos foram realizados de forma independente por quatro avaliadores.

2.2.3. Tabela de vida

Transferiu-se uma fêmea fertilizada tomada ao acaso da colônia para um disco (22 mm de diâmetro) recortado da região central de um folíolo maduro de cada um dos oito genótipos. Tomou-se um total de 20 folíolos por genótipo, sendo todos mantidos sobre um pedaço de espuma de náilon (cerca de 1 cm de altura) em placas de Petri (Figura 1). A espuma foi mantida úmida pela adição periódica de água destilada. Doze horas após a transferência das fêmeas, estas e parte dos ovos foram retirados, deixando-se apenas um ovo por disco. A partir de então, iniciou-se a avaliação a cada 12 h, registrando-se a duração e viabilidade de cada estágio imaturo, longevidade e fecundidade dos adultos. A cada 3 – 4 dias, cada ácaro foi transferido para um novo folíolo do mesmo genótipo. Este experimento foi conduzido em uma câmara de criação a $25 \pm 1^\circ \text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e 16L: 8N de fotoperíodo, em delineamento casualizado em blocos.

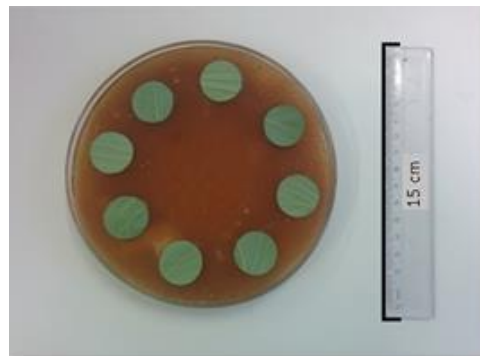


Figura 1. Unidade experimental utilizada, de um bloco, para o experimento da tabela de vida do ácaro-rajado em oito genótipos de morangueiro.

2.2.4. Preferência hospedeira em teste de livre escolha

Esta avaliação consistiu de um experimento de livre escolha, em um delineamento inteiramente casualizado, com oito tratamentos e dez repetições. Cada unidade experimental foi constituída por uma placa de Petri (15 cm de diâmetro) contendo os dois terços distais de um folíolo de cada genótipo.

Os folíolos foram distribuídos ao acaso, de forma equidistante e em círculo ao longo dos bordos do interior de cada placa. A região seccionada de cada folíolo foi coberta por uma camada de algodão mantido úmido para manter a turgidez e evitar a fuga dos ácaros. A extremidade distal dos folíolos foi coberta por uma lâmina de resina sintética (Paviflex®) de 8,5 cm de diâmetro, a fim de manter as folhas paralelas ao fundo da placa (Figura 2). No centro de cada lâmina foram liberadas 50 fêmeas de *T. urticae* tomadas ao acaso de plantas de feijão. As unidades foram mantidas em câmara de criação, a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ UR e fotofase 16 h. Após 1, 6, 12 e 24 h, avaliou-se o número de ácaros em cada folíolo. Na última avaliação, contou-se também o número de ovos em cada folíolo.

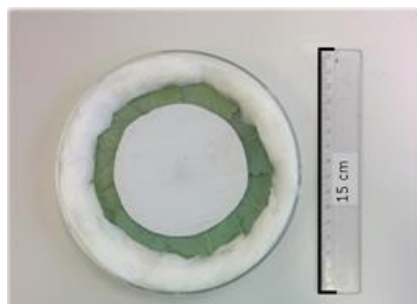


Figura 2. Unidade experimental utilizada, de um bloco, para o experimento de preferência hospedeira do ácaro-rajado, em teste de livre escolha, em oito genótipos de morangueiro.

2.2.5. Densidade de tricomas

Dez folíolos totalmente expandidos foram destacados das plantas de cada genótipo, demarcando-se uma área de 16 mm^2 nas proximidades da região central da superfície ventral de cada folíolo, incluindo a nervura central. Os tricomas glandulares e tectores presentes em cada área foram contados sob estereomicroscópio (Leica, MZ 125; 100 X). Os tricomas glandulares apresentam paredes espessas e são longos, aparecendo preferencialmente na face abaxial, ao longo das nervuras, enquanto que os tricomas tectores são pedunculados e capitados, aparecendo em ambas as faces foliares (Apezzato e Miranda 1991).

2.2.6. Análise estatística

Os dados sobre injúria nas plantas foram comparados pelo teste de Friedman ($p < 0,05$) no programa estatístico R Development Core Team (2013). Parâmetros da tabela de vida [taxa líquida de reprodução (R_0), taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m), razão finita de aumento (λ) e o tempo médio de geração (T)] foram calculados usando o software TWOSEX-MSChart (Chi & Liu 1985; Chi 1988, 2008). Dados proporcionais (sobrevivência e razão sexual) foram analisados com um modelo linear generalizado com distribuição binomial, usando software R Development Core Team (2013). Dados de preferência hospedeira foram comparados pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$), enquanto densidade de tricomas foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Os gráficos de correlações foram feitos no Microsoft Excel, 2010.

2.3. Resultados

2.3.1. Injúrias às plantas

Foram observadas diferenças significativas entre os genótipos. Quinze dias após a infestação, ‘IAC Princesa Isabel’, IAC T-0104, IAC 12 e IAC 4 tiveram os mais baixos níveis de injúria (Tabela 2). Quinze dias depois, os três primeiros desses genótipos ainda apresentaram os menores níveis de injúria, mas nesta mesma avaliação, apenas ‘Albion’ diferiu dos outros genótipos pela densidade do ácaro significativamente maior (Tabela 2); embora não incluídos na análise estatística, a densidade em ‘Oso Grande’ foi semelhante à de ‘Albion’.

Tabela 2. Sintomas de ataque de *Tetranychus urticae* após 15 e 30 dias de infestação (\pm EP) e número médio de ácaros por cm^2 (\pm EP) em oito genótipos de morangueiro. Plantas mantidas em casa-de-vegetação (22–38 °C, 55–75% UR e aproximadamente 13 h de foto período diário).

Genótipo	Sintoma ¹		Número médio de ácaros/ cm^2
	Após 15 dias	Após 30 dias	
‘IAC Princesa Isabel’	1,2 \pm 0,1 bc	1,5 \pm 0,1 c	3,1 \pm 0,6 b
IAC T-0104	1,0 \pm 0,0 c	2,0 \pm 0,1 bc	4,2 \pm 0,8 b
IAC 12	1,0 \pm 0,0 c	2,0 \pm 0,2 bc	4,8 \pm 1,0 b
IAC 1.13	1,5 \pm 0,1 b	2,3 \pm 0,1 ab	5,1 \pm 0,6 b
IAC 4	1,0 \pm 0,0 c	2,3 \pm 0,2 ab	7,0 \pm 1,7 b
‘Albion’	1,5 \pm 0,1 b	3,2 \pm 0,1 a	17,5 \pm 2,1 a
‘IAC Guarani’	2,5 \pm 0,1 a	3,2 \pm 0,1 a	8,1 \pm 1,4 b
‘Oso Grande’ ²	2,2 \pm 0,2	3,2 \pm 0,1	22,2 \pm 3,7

Letras distintas na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Friedman ($p < 0,05$).

¹Escala de notas apresentada por Lourenção et al. (2000); ²Não incluído no teste de Friedman.

A relação entre o nível de sintoma e a densidade média dos ácaros, ambos determinados 30 dias após a infestação das plantas, mostrou resposta semelhante entre os genótipos no que se refere ao efeito dos ácaros sobre as plantas ($p = 0,0146$; $R^2 = 0,657$; Figura 3); em outras palavras, o nível de sintoma foi proporcional à densidade dos ácaros, independente do genótipo. Os genótipos mais divergentes foram ‘IAC Guarani’ e ‘IAC Princesa Isabel’, o primeiro mostrou mais e o segundo menos injúrias do que o esperado pela linha de tendência.

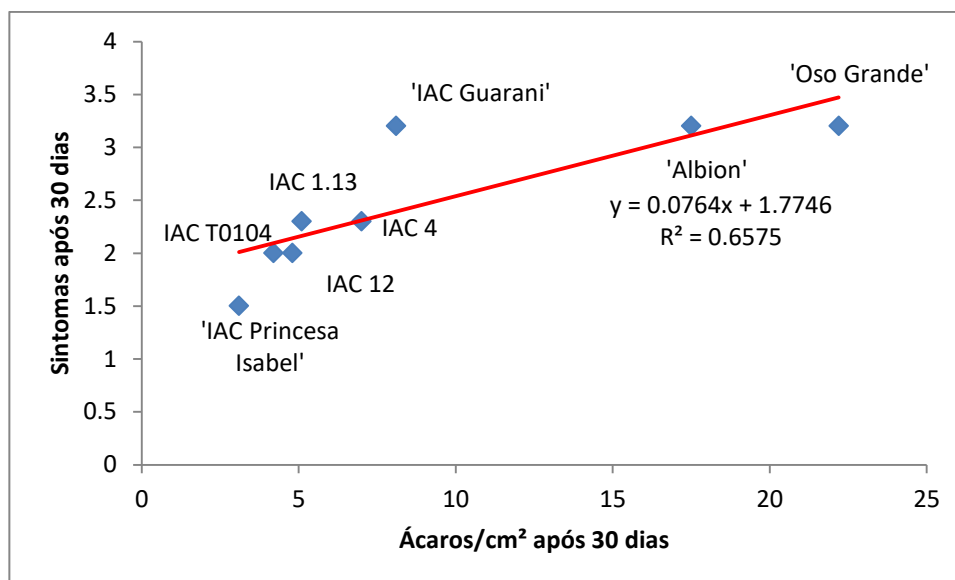


Figura 3. Densidades de ácaros e respectivas injúrias para oito genótipos de morangueiro 30 dias após a liberação de 40 fêmeas em cada planta (n = 240 folíolo por genótipo, exceto 'Oso Grande', para o qual n = 120).

2.3.2. Tabela de vida

A sobrevivência dos imaturos sempre foi alta, sendo as taxas mais baixas observadas em 'IAC Princesa Isabel' (75%), IAC 1.13 (90%) e IAC 4 (95%); em outros genótipos, sobrevivência foi de 100% (Tabela 3). O período de desenvolvimento imaturo (ovo-adulto) foi maior em 'IAC Princesa Isabel' e IAC 1.13 e intermediária em IAC 4, IAC T-0104 e IAC 12, embora em nenhuma dessas diferentes fases imaturas fossem consistentemente maior do que nos demais genótipos. Por outro lado, os primeiros dois genótipos apresentaram as menores taxas de fecundidade, enquanto que os últimos três genótipos, juntamente com 'IAC Guarani', tiveram taxas intermediárias (Tabela 4). Observou-se padrão semelhante de resposta para as taxas de oviposição diária, exceto 'IAC Guarani' que teve uma das taxas mais elevadas, juntamente com 'Albion' e 'Oso Grande'. IAC 1.13 destacou-se pelo baixo período de longevidade, somado à baixa fecundidade.

Tabela 3. Tempo de desenvolvimento das diferentes fases (em dias) e sobrevivência de *Tetranychus urticae* (média \pm EP) em oito genótipos de morangueiro ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e 16 h de fotoperíodo diário).

Genótipos/Fases ^a	Ovo	Larva	Protoninfa	Deutoninfa	Fase imatura (ovo-adulto)	Sobrevivência ^b
‘IAC Princesa Isabel’	3,8 \pm 0,08 b	3,6 \pm 0,44 a	2,1 \pm 0,24 a	1,6 \pm 0,15 abc	11,2 \pm 0,30 a	0,75 b
IAC T-0104	3,8 \pm 0,07 ab	1,8 \pm 0,14 bc	1,4 \pm 0,13 c	1,8 \pm 0,08 a	8,9 \pm 0,04 cd	1,00 a
IAC 12	3,7 \pm 0,09 b	1,9 \pm 0,15 b	1,5 \pm 0,11 bc	1,8 \pm 0,08 a	9,1 \pm 0,04 cd	1,00 a
IAC 1.13	3,9 \pm 0,01 a	2,1 \pm 0,23 b	1,9 \pm 0,15 a	2,1 \pm 0,22 a	10,1 \pm 0,35 b	0,90 a
IAC 4	3,9 \pm 0,01 a	2,0 \pm 0,15 b	2,1 \pm 0,18 a	1,2 \pm 0,13 cd	9,2 \pm 0,20 c	0,95 a
‘Albion’	4,0 \pm 0,00 a	1,5 \pm 0,11 c	1,8 \pm 0,13 ab	1,4 \pm 0,11 bd	8,7 \pm 0,10 e	1,00 a
‘IAC Guarani’	3,6 \pm 0,14 b	1,9 \pm 0,12 b	1,2 \pm 0,09 c	1,6 \pm 0,11 ab	8,3 \pm 0,19 e	1,00 a
‘Oso Grande’	3,8 \pm 0,08 b	1,9 \pm 0,11 bc	1,2 \pm 0,09 c	1,7 \pm 0,15 ab	8,7 \pm 0,15 de	1,00 a

^aErro padrão calculado usando o procedimento de bootstrap com 20.000 bootstraps. Em cada coluna, diferentes letras referem-se a diferenças estatísticas entre os tratamentos, utilizando o teste de bootstrap com nível de significância de 5%.

^bModelo linear generalizado com distribuição binomial.

Tabela 4. Período de oviposição, longevidade e os parâmetros reprodutivos de *Tetranychus urticae* (média \pm EP) em oito genótipos de morangueiro ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e 16 h de fotoperíodo diário).

Genótipos /Parâmetro ^a	Período de oviposição (dias)	Longevidade da fêmea (dias)	Razão sexual ^b	Oviposição diária ^c	Fecundidade
‘IAC Princesa Isabel’	13,5 \pm 1,41 b	19,2 \pm 1,94 bc	0,80 a	3,7 \pm 0,18 c	50 \pm 5,87 d
IAC T-0104	19,1 \pm 2,20 a	23,1 \pm 2,23 a	0,90 a	5,1 \pm 0,17 b	97,7 \pm 11,07 bc
IAC 12	18,7 \pm 1,60 a	24,2 \pm 1,68 a	0,90 a	5,1 \pm 0,16 b	93,6 \pm 8,40 bc
IAC 1.13	11,9 \pm 1,92 b	13,7 \pm 2,08 c	0,85 a	3,7 \pm 0,20 c	43,8 \pm 7,96 d
IAC 4	18,4 \pm 1,70 a	23,0 \pm 1,99 a	0,85 a	5,1 \pm 0,19 b	93,7 \pm 8,84 bc
‘Albion’	18,7 \pm 1,40 a	22,8 \pm 1,78 a	0,90 a	5,8 \pm 0,18 ab	109 \pm 7,72 ab
‘IAC Guarani’	12,4 \pm 1,93 b	15,4 \pm 1,98 bc	0,75 a	6,2 \pm 0,24 ab	76,1 \pm 10,15 c
‘Oso Grande’	20,7 \pm 2,90 a	22,7 \pm 3,15 ab	0,85 a	6,9 \pm 0,27 a	142 \pm 17,93 a

^aErro padrão calculado usando o procedimento de bootstrap com 20.000 bootstraps. Em cada coluna, diferentes letras referem-se a diferenças estatísticas entre os tratamentos, utilizando o teste de bootstrap com nível de significância de 5%.

^bModelo linear generalizado com distribuição binomial.

^cMédias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Valores mais baixos da taxa intrínseca de crescimento (r_m), razão finita de aumento (λ) e taxa líquida de reprodução (R_0) foram obtidos em ‘IAC Princesa Isabel’ e IAC 1.13, enquanto valores intermediários foram obtidos IAC 4, IAC T -0104, IAC 12 e ‘IAC Guarani’ (Tabela 5). Foram observados valores mais elevados do tempo médio de uma geração (T) em

‘IAC Princesa Isabel’, IAC 4 e IAC T-0104, enquanto o menor valor de T foi observada em ‘IAC Guarani’.

Tabela 5. Parâmetros da tabela de vida, taxa intrínseca de crescimento (r_m), razão finita de aumento (λ), taxa líquida de reprodução (R_o) e tempo médio de geração (T) (média \pm EP) de *Tetranychus urticae* em oito genótipos de morangueiro ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ UR e 16 h de fotoperíodo diário).

Parâmetros ^a	r_m	λ	R_o	T (dias)
‘IAC Princesa Isabel’	$0,190 \pm 0,01$ d	$1,21 \pm 0,02$ d	$30,00 \pm 6,49$ e	$17,8 \pm 0,53$ a
IAC T-0104	$0,261 \pm 0,01$ bc	$1,30 \pm 0,01$ bc	$87,98 \pm 11,95$ abc	$16,9 \pm 0,35$ ab
IAC 12	$0,262 \pm 0,01$ bc	$1,30 \pm 0,01$ bc	$84,24 \pm 9,80$ abc	$16,6 \pm 0,28$ bc
IAC 1.13	$0,214 \pm 0,01$ d	$1,24 \pm 0,01$ d	$32,87 \pm 7,27$ de	$16,3 \pm 0,51$ bcd
IAC 4	$0,250 \pm 0,01$ c	$1,28 \pm 0,01$ c	$74,97 \pm 10,92$ bc	$17,3 \pm 0,35$ ab
‘Albion’	$0,291 \pm 0,01$ a	$1,34 \pm 0,01$ a	$98,10 \pm 10,08$ ab	$15,3 \pm 0,28$ d
‘IAC Guarani’	$0,280 \pm 0,01$ ab	$1,33 \pm 0,02$ ab	$57,08 \pm 10,56$ cd	$14,0 \pm 0,43$ e
‘Oso Grande’	$0,301 \pm 0,01$ a	$1,35 \pm 0,01$ a	$120,7 \pm 18,94$ a	$15,8 \pm 0,34$ cd

^aErro padrão calculado usando o procedimento de bootstrap com 20.000 bootstraps. Em cada coluna, diferentes letras referem-se a diferenças estatísticas entre os tratamentos, utilizando o teste de bootstrap com nível de significância de 5%.

2.3.3. Preferência hospedeira em teste de livre escolha

Para todos os genótipos, houve um aumento do número médio de ácaros por folíolo da primeira (1 h) para a segunda (6 h) avaliação, mas o número permaneceu aproximadamente estável depois. Isto sugere que os ácaros precisavam de mais de 1 h para selecionar o genótipo. Diferenças significativas entre genótipos foram detectados em todas as observações, sendo maior número de ácaros sempre encontrado em ‘IAC Guarani’ (Tabela 6). Por conseguinte, observou-se o maior número de ovos de ácaros no final do estudo sobre esse genótipo. O número mais baixo foi observado em IAC T-0104, que estava entre os genótipos com menor número de ácaros por folíolo na primeira e segunda avaliação.

Tabela 6. Número médio de fêmea de *Tetranychus urticae* e de seus ovos por folíolo em oito genótipos de morangueiro (\pm EP) em um teste de livre escolha conduzido em laboratório (T = 25 \pm 1° C; 70 \pm 5% UR e 16 h de fotoperíodo diário).

Genótipo	Fêmeas por avaliação (h desde o início do teste)				Ovos (24 h do início)
	1	6	12	24	
'IAC Princesa Isabel'	6,1 \pm 1,2 ab	7,3 \pm 1,2 ab	6,6 \pm 1,1 b	6,9 \pm 0,9 ab	50,1 \pm 7,54 ab
IAC T-0104	2,8 \pm 0,8 c	4,5 \pm 0,8 c	4,3 \pm 0,8 b	4,8 \pm 0,8 b	25,8 \pm 4,21 c
IAC 12	4,4 \pm 1,4 abc	5,6 \pm 1,4 bc	5,7 \pm 1,5 b	5,7 \pm 1,2 b	40,7 \pm 7,79 bc
IAC 1.13	4,6 \pm 1,2 abc	6,5 \pm 1,2 bc	6,7 \pm 1,2 b	6,3 \pm 1,2 b	41,1 \pm 5,33 abc
IAC 4	3,9 \pm 0,6 abc	5,1 \pm 0,6 bc	5,2 \pm 0,6 b	4,9 \pm 0,6 b	34,5 \pm 3,83 abc
'Albion'	3,4 \pm 1,0 bc	6,0 \pm 1,0 bc	6,1 \pm 1,1b	6,2 \pm 1,0 b	43,3 \pm 6,94 abc
'IAC Guarani'	6,4 \pm 1,2 a	9,4 \pm 1,2 a	10,0 \pm 1,2 a	9,6 \pm 1,2 a	64,3 \pm 8,21 a
'Oso Grande'	2,8 \pm 0,9 c	5,1 \pm 0,9 bc	5,4 \pm 0,8 b	5,5 \pm 0,9 b	43,7 \pm 7,90 bc

Em cada coluna, diferentes letras referem-se a diferenças estatísticas entre tratamentos pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Avaliação da relação entre o número de fêmeas em cada genótipo (média de todas as contagens em cada uma das 20 repetições e o correspondente número de ovos postos após 24 h) mostrou IAC T-0104 como *outlier* (determinado pelo método gráfico Box Plot) (Figura 4). O número de ovos postos sobre este genótipo foi muito mais baixa do que o que seria esperado em relação ao padrão de outros genótipos, como sugerido pela observação da linha de tendência de regressão entre estes elementos, que foram significativamente e diretamente correlacionadas ($p = 0,0011$, $R^2 = 0,8979$). Em outras palavras, quanto maior foi o número médio de ácaros, maior foi o número de ovos postos, independentemente do genótipo, exceto para IAC T-0104. Considerando-se a equação de linha de tendência concluiu-se que o total de oviposição por uma fêmea durante o experimento (24 horas) foi de aproximadamente 13,5 ovos entre os genótipos.

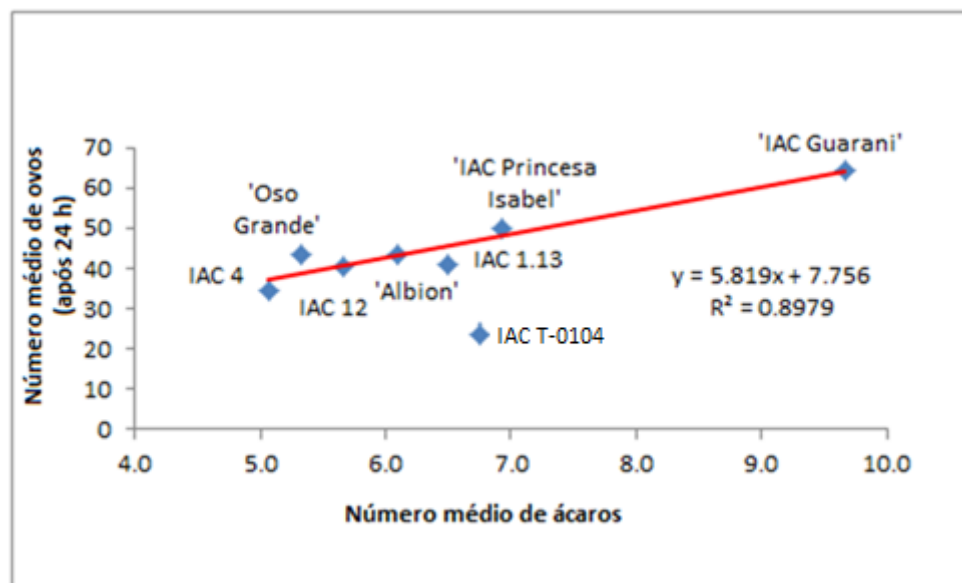


Figura 4. Correlação entre o número médio de ovos de *Tetranychus urticae* contados após 24 h e número médio de ácaros (6, 12 e 24 horas) em teste de livre escolha em oito genótipos de morangueiro.

2.3.4. Densidade de tricomas

Foi observada grande variação no número médio de tricomas entre os oito genótipos (Tabela 7). Em um extremo, IAC 1.13 diferiu de outros genótipos por ter a maior densidade de tricomas totais, enquanto que o grupo composto por IAC T-0104, IAC 12, 'Albion' e 'Oso Grande' tiveram as menores densidades. Considerando os tipos de tricomas separadamente, IAC 1.13 também tinha densidade mais elevada de tricomas glandulares e não glandulares do que os outros de genótipos.

Tabela 7. Número de tricoma glandular, não glandular e total /16mm² de área (média ± EP) em oito genótipos de morangueiro.

Genótipo	Tricoma		
	Glandular	Não glandular	Total
IAC 1.13	38,1 ± 2,81 a	79,9 ± 7,12 a	118,0 ± 8,66 a
'IAC Princesa Isabel'	24,4 ± 2,34 bc	65 ± 2,27 ab	89,4 ± 2,87 b
'IAC Guarani'	28,4 ± 1,73 ab	58,2 ± 2,54 bc	86,6 ± 1,61 b
IAC 4	21,6 ± 3,07 bcd	52,1 ± 4,51 bcd	73,7 ± 6,33 bc
IAC T-0104	17 ± 2,41 cd	44,2 ± 2,41 cd	61,2 ± 1,97 cd
IAC 12	11,1 ± 1,36 d	43,1 ± 2,07 cd	54,2 ± 3,25 cd
'Albion'	10,6 ± 0,87 d	39,8 ± 1,77 cd	50,4 ± 2,21 cd
'Oso Grande'	10,5 ± 1,29 d	35,3 ± 2,49 d	45,8 ± 3,60 d

Em cada coluna, as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Observou-se correlação significativa e positiva entre o número de tricomas glandulares e não glandulares sobre os diferentes genótipos ($p = 0,0001$; $R^2 = 0,9191$). Assim, as relações entre tricomas e outros fatores foram sempre feitas tendo em conta o número total de tricomas. Correlações significativas e negativas foram encontradas entre densidade de tricomas de diferentes genótipos e: a) a fecundidade (estudo tabela de vida; $p = 0,0020$; $R^2 = 0,817$); b) a longevidade (estudo de tabela de vida; $p = 0,0032$; $R^2 = 0,7881$) (Figura 5). Não foram encontradas correlações significativas entre a densidade de tricomas dos diferentes genótipos e: a) número de ovos postos no período de 24 h (preferência hospedeira em teste de livre escolha; $p = 0,5061$; $R^2 = 0,076$); b) taxa de oviposição por fêmea no período de 24 h (preferência hospedeira em teste de livre escolha; $p = 0,5648$; $R^2 = 0,058$); c) taxa diária de oviposição por fêmea (estudo de tabela de vida; $p = 0,0517$; $R^2 = 0,494$) e d) número de ácaros por folíolo dentro de 24 h (preferência hospedeira em teste de livre escolha; $p = 0,3209$; $R^2 = 0,163$).

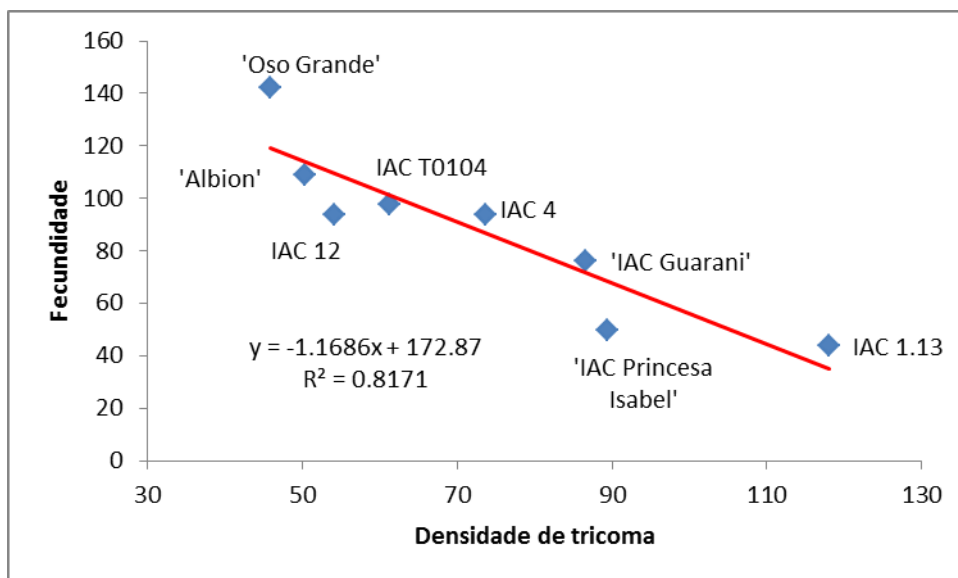


Figura 5. Correlação entre a densidade de tricomas e fecundidade de *Tetranychus urticae* em oito genótipos de morangueiro.

2.4. Discussão

Dos três genótipos menos danificados, o que mais se destacou foi 'IAC Princesa Isabel', uma cultivar antiga (Antunes e Peres 2013), já não mais utilizada pelos produtores. Os outros dois genótipos (IAC 12 e IAC T-0104), assim como os genótipos com níveis intermediários (IAC 4 e IAC 1.13), mostraram neste estudo considerável potencial para o

desenvolvimento de futuras cultivares resistentes a *T. urticae*. Os resultados sugerem que os menores níveis de injúrias causadas pelo ácaro àqueles genótipos possam ser devido à sua capacidade mais baixa de reprodução sobre estes, como determinado na estimativa do número de ácaros nas plântulas, da fecundidade no estudo da tabela de vida (neste último teste, IAC 4 e IAC 12 não estiveram entre os genótipos com menores níveis de reprodução do ácaro) e no teste de preferência (especialmente IAC T-0104). Além disso, 'IAC Princesa Isabel' parece ser menos danificada por cada ácaro que outros genótipos, como evidenciado pelo segundo maior distanciamento entre o nível de injúria observada para este genótipo e o valor esperado, tendo em conta a linha de tendência relacionando a densidade de ácaros e as injúrias.

Foram observadas algumas diferenças entre a oviposição média diária determinada para os diferentes genótipos na tabela de vida e nos estudos de preferência hospedeira. Estas diferenças podem ser atribuídas ao fato de que no primeiro estudo, os ácaros foram criados individualmente em cada genótipo, ao passo que no segundo eles foram criados em grupo em folhas de feijão e só os adultos foram colocados, também em grupos, nos diferentes genótipos.

Os menores valores de taxa intrínseca de crescimento (r_m) em 'IAC Princesa Isabel' e IAC 1.13 foram relacionados com o menor tempo de desenvolvimento imaturo e baixa fecundidade sobre estes do que em outros genótipos. Ao mesmo tempo, 'IAC Princesa Isabel' e IAC 1.13 apresentaram as maiores densidades de ambos os tricomas glandulares e não glandulares, e esta característica também poderia ter sido importante para determinar os valores de r_m baixos. As correlações não significativas entre as densidades de tricomas e número de ácaros por folíolos e número de ovos postos no período de 24 h (no teste de preferência hospedeira), bem como entre as densidades de tricomas e taxa de oviposição diária (no estudo tabela de vida), sugerem que tricomas não têm efeito significativo sobre o ácaro em relação a esses parâmetros. No entanto, esses resultados parecem contrastar com a correlação negativa observada entre densidade de tricomas e fecundidade, determinado no estudo tabela de vida. Este contraste pode ser explicado pela maior longevidade de ácaros em folíolos com densidades mais baixas de tricomas, apresentadas neste estudo.

Resultados contraditórios têm sido mostrados na literatura sobre a função de tricomas na resistência de plantas ao ácaro-rajado (Steinite e Ievinsh 2003). Efeito negativo de tricomas glandulares e não glandulares (tectores) na oviposição e sobrevivência do ácaro-rajado em folhas de morango foi relatado por Luczynski et al. (1990). No entanto, em uma extensa avaliação de campo de 29 genótipos de morango, Kishaba et al. (1972) observaram maior suscetibilidade ao ácaro-rajado pelos genótipos com pubescência densa. Cerca de 30 anos

mais tarde, Steinite e Ievinsh (2003) concluíram que a suscetibilidade de cultivares de morangueiro não estava relacionada com a densidade de tricomas totais, mas sim para a densidade de tricomas glandulares. Ao relacionar densidade de tricomas com o comportamento do ácaro-rajado, Torre Figueiredo et al. (2013) mostraram que, em variedades de morango com maiores densidades de tricomas glandulares, o caminhar do ácaro foi inferior, sugerindo que este tipo de avaliação pode permitir a determinação de cultivares resistentes. Apesar de trabalhar com diferente planta hospedeira (tomate), Maluf et al. (2007) também concluíram que genótipos com maiores densidades de tricomas glandulares tiveram maior resistência ao ácaro, sugerido por uma avaliação da distância percorrida pelo ácaro na superfície da folha do tomate.

Tricomas glandulares podem produzir compostos com propriedades tóxicas ou antidigestivas a estágios imaturos de herbívoros (Roda e Baldwin, 2003), e isso poderia explicar a maior taxa de mortalidade de imaturos do ácaro-rajado em 'IAC Princesa Isabel' neste estudo (25% não atingirem a idade adulta). Ao mesmo tempo, esta cultivar apresentou o menor nível de injúria, bem como densidades muito baixas de ácaros no estudo de injúrias às plantas, concordando com o resultado obtido por Lourenção et al. (2000).

Observamos que o número médio de ácaros/ cm² no experimento de injúrias às plantas ultrapassou o nível de controle do ácaro-rajado em morangueiro (7-10 ácaros/ folíolo, Bernardi et al. 2015) para as cultivares 'Albion', 'IAC Guarani' e 'Oso Grande', levando a concluirmos também a elevada suscetibilidade desses genótipos a praga.

Entre os genótipos mais danificados, 'Albion' e 'Oso Grande' estão entre as cultivares atualmente mais amplamente plantadas no sudeste do Brasil, enquanto 'IAC Guarani' já não é cultivada (Antunes e Reisser Jr. 2007; Antunes e Peres 2013). Os altos níveis de injúrias sobre estas cultivares estão relacionados com o alto *rm* em comparação com outros genótipos, que por sua vez parece estar relacionado com o menor período de desenvolvimento imaturo e as baixas densidades de tricomas glandulares e não glandulares (densidades intermediárias em 'IAC Guarani') em comparação com outros genótipos. Além disso, 'IAC Guarani' parece ser mais intensamente danificado por cada ácaro do que os outros genótipos, como refletido pela maior diferença entre o nível de injúria observada e esperada, de acordo com a linha de tendência relativa às injúrias e à densidade do ácaro.

Neste estudo, as plantas foram infestadas e mantidas em casa-de-vegetação, onde o movimento do ar era baixo (certamente inferior a 24 km / h, considerada uma velocidade adequada para dispersão de ácaros, de acordo com Boykin e Campbell, 1984), não dando aos ácaros a oportunidade de dispersão a partir do genótipo menos adequado e nenhuma

alternativa a não ser ficar nas plantas que foram inoculados. Assim, em condições de campo, possivelmente a injúria poderia ser menor sobre os genótipos menos adequados se as plantas fossem mantidas em campos abertos.

Considerando os resultados de todos os experimentos, pode-se concluir que 'IAC Princesa Isabel', IAC T-0104 e IAC 12 são resistentes ao ácaro, enquanto IAC 4 e IAC 1.13 são moderadamente resistentes. Com base nos dados biológicos do ácaro-rajado sobre 'IAC Princesa Isabel' (Tabelas 3, 4 e 5), esta cultivar deve ser considerada como portadora de antibiose, um tipo de resistência caracterizada pelo efeito negativo da planta em parâmetros, tais como o desenvolvimento, sobrevivência e reprodução do organismo prejudicial. A Figura 4 pode sugerir que IAC T-0104 seja portadora de antixenose, ou seja, uma resistência que ocorre quando a planta não é preferida (ou é menos utilizada) pelo fitófago para a alimentação e oviposição. Pelo presente estudo confirmou-se a suscetibilidade de 'IAC Guarani' ao ácaro-rajado, como observado anteriormente por Lourenção et al. (2000). Esta cultivar, juntamente com 'Oso Grande' e 'Albion', também foram classificadas por serem suscetíveis ao ácaro. Além disso, 'IAC Princesa Isabel', bem como os genótipos desenvolvidos pelo IAC foram promissores para utilização em programas de melhoramento para resistência ao ácaro-rajado, reduzindo os custos de produção de morango e o uso de acaricidas para o controle dessa principal praga.

Referências

- Afifi AM, EL-Laithy AYM, Shehata SA, EL-Saiedy MA (2010) Resistance of strawberry plants against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). In: Sabelis, M.V., Bruin, J. Trends in Acarology. Proceedings of the 12th International Congress, Amsterdam (The Netherlands, pp 505-507
- Antunes LEC, Peres NA (2013) Strawberry production in Brazil and South America. Int J Fruit Sci 13 (1-2) 156-161
- Antunes LEC, Reisser Júnior C (2007) Fragole, i produttori brasiliani mirano all'esportazione in Europa. Frutticoltura 69 (5) 60-65
- Appezato-da-Glória B, Miranda-Stalder, SHG (1991) Anatomia foliar e do pedúnculo floral de plantas de morangueiro (*Fragaria x ananassa*) 'Sequóia' tratadas com fitorreguladores. Anais ESALQ, Piracicaba-SP, 48:127-154

- Attia S, Grissa KL, Lognay G, Bitume E, Hance T, Mailleux AC (2013) A review of the major biological approaches to control the worldwide pest *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with special reference to natural pesticides. *J Pest Sci* 86 (3) 361-386
- Boykin LS, Campbell WV (1984) Wind Dispersal of the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) in North Carolina peanut fields. *Environ Entomol* 1: 221-227
- Bustos A, Cantor F, Cure JR, Rodríguez D 2009 Padronização da criação de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*): idade da planta e tempo de colheita. *Neotropical entomology*, 38(5) 653-659
- Cavalcanti SCH, Niculau ES, Blank AF, Câmara CAG, Araújo IN, Alves PB (2010) Composition and acaricidal activity of *Lippia sidoides* essential oil against two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). *Bioresour Technol* 101:829-832
- Chi H (1988) Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Environ Entomol* 17:26-34
- Chi H (2008) TWOSEX-MSCHART. A computer program for age stage, two-sex life table analysis. [http:// 140.120.197.173/Ecology/](http://140.120.197.173/Ecology/)
- Chi H, Liu H (1985) Two new methods for the study of insect population ecology. *Bull Inst Zool Acad Sin* 24:225-240
- Días JPT, Fiho JD, Carmo EL, Somoês JC, Pádua JC (2012) Population fluctuation of spider mite *Tetranychus urticae* in different production systems of strawberry. *Acta Horti* 926:625–630
- El-Shafei GMA, Gotoh T (2010) Performance of eighteen tetranychid mite species (Acari: Tetranychidae) on borage and strawberry. *Appl Entomol Zool* 45:579–585
- Fachinello JC, Pasa MS, Schmitz JD, Betemps DL (2011) Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. *Rev Bras Fruticultura* 33:109-120
- Fraulo AB, Mcsorley R, Liburd OE (2008) Effect of the biological control agent *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) on arthropod community structure in North Florida strawberry fields. *Fla Entomol* 91:436–445
- Giménez Ferrer RM, Scheerens JC, ERB WA (1993) In vitro screening of 76 strawberry cultivars for twospotted spider mite resistance. *HortScience* 28:841–844
- González-Domínguez SG, Santillán-Galicia MT, González-Hernández V, Espinosa JS, González-Hernández H (2015) Variability in damage caused by the mite *Tetranychus urticae* (Trombidiformes: Tetranychidae) Koch on three varieties of strawberry. *J Economic Entomol* tov084:1-10

- Gugole Ottaviano MF, Sánchez NE, Roggiero MF, Greco NM (2013) Performance of *Tetranychus urticae* and *Neoseiulus californicus* on strawberry cultivars and assessment of the effect of glandular trichomes. *Arthropod Plant Interact* 7:547–554
- Handley R, Ekbom B, Agren J (2005) Variation in trichome density and resistance against a specialist insect herbivore in natural populations of *Arabidopsis thaliana*. *Ecol Entomol* 30: 284–292
- Kazak C, Kibritçi C (2008) Population parameters of *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval (Prostigmata: Tetranychidae) on eight strawberry cultivars. *Turk J Agric For* 32:19–27
- Khan SM (2011) Varietal performance and chemical control used as tactics against sucking insect pest of cotton. *Sarhad J Agric* 27:255–261.
- Kishaba AN, Voth V, Howland AF, Bringhurst RS, Toba HH (1972) Twospotted spider mite resistance in California strawberries. *J Econ Entomol* 65: 117–119
- Klingen I, Westrum K (2007) The effect of pesticides used in strawberries on the phytophagous mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and its fungal natural enemy *Neozygites floridana* (Zygomycetes: Entomophthorales). *Biol Control* 43: 222–230
- Labanowska BH (2007) Susceptibility of strawberry cultivars to the two-spotted spider (*Tetranychus urticae* Koch). *J Fruit Ornament Plant Res* 15:133–146
- León LL, Guzmán ODLA, García BJA, Chávez MCG, Penã CJJ (2014) Consideraciones para mejorar la competitividad de la región “El Bajío” en la producción nacional de fresa. *Rev Mex Cienc Agric* 5: 673–686
- Lourenção AL, Moraes GJ, Passos FA, Ambrosano GMB, Lásaro E, Silva VF (2000) Resistência de morangueiros a *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *An Soc Entomol Bras* 29(2):339–346
- Luczynski A, Isman MB, Raworth DA, Chan CK (1990) Chemical and morphological factors of resistance against the twospotted spider mite in beach strawberry. *J Econ Entomol* 83:564–569
- Maluf WR, Inoue IF, Ferreira RPD, Gomes LAA, Castro EM de, Cardoso MG (2007) Higher glandular trichome density in tomato leaflets and repellence to spider mites. *Pesq agropec bras* 42(9):1227-1235
- Mazid M, Khan TA, Mohammad F (2011) Role of secondary metabolites in defense mechanisms of plants. *Biol Med* 3:232–249
- MCMurtry JA, Croft BA (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annu Rev Entomol* 42(1):291-321

- MCMurtry JA, Moraes GJD, Sourassou NF (2013) Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Syst Appl Acarol* 18(4):297-320
- Monteiro LB, Kuhn TMA, Mogor AF, Silva EDB (2014) Biology of the two-spotted spider mite on strawberry plants. *Neotrop Entomol* 43(2):183–188
- Moraes GJ, Flechtman CHW (2008) Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Editora Holos, Ribeirão Preto, pp 308
- Norris DM, Kogan M (1980) Biochemical and morphological bases of resistance. In: Maxwell FG, Jennings PR (eds.) *Breeding plants resistant to insects*, John Wiley and Sons, New York, pp 23-61
- Oku K, Yano S, Takafuji A (2006) Host plant acceptance by the phytophagous mite *Tetranychus kanzawai* Kishida is affected by the availability of a refuge on the leaf surface. *Ecol Res* 21:446–452
- Oliveira H, Janssen A, Pallini A, Venzon M, Fadini M, Duarte V (2007) A phytoseiid predator from the tropics as potential biological control agent for the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Biol Control* 42(2):105-109
- Park YL, Lee JH (2005) Impact of twospotted spider mites (Acari: Tetranychidae) on growth and productivity of glasshouse cucumbers. *J Econ Entomol* 98: 457–463
- Petrova V, Cudare Z, Steinite I, Laugale V (2000) Preliminary studies on resistance of some strawberry cultivars to spider mite *Tetranychus urticae*. *IOBC WPRS Bull* 23:119–122
- R Development Core Team (2013) R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <http://www.Rproject.org/>
- Rezaie M, Saboori A, Baniamerie V, Allahyari H (2013) Susceptibility of *Tetranychus uticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on seven strawberry cultivars. *Int Res J Appl Basic Sci* 4:2455-2463
- Roda A, Baldwin IT (2003) Molecular technology reveals how the induced direct defenses of plants work. *Basic Appl Ecol* 4:15–26
- Sabelis MW (1985) Reproductive strategies. In: Helle W, Sabelis MW (eds) *Spider mites. Their biology, natural enemies and control*, vol 1A. Elsevier, Amsterdam, pp 265–278
- Shanks CH, Chandler CK, Show ED, Moore PP (1995) *Fragaria* resistance to spider mites at three locations in the United States. *HortScience* 30(5):1068-1069
- Steinite I, Ievinsh G (2002) Wound-induced responses in leaves of strawberry cultivars differing in susceptibility to spider mite. *J Plant Physiol* 159:491–497

- Steinite I, Ievinsh G (2003) Possible role of trichomes in resistance of strawberry cultivars against spider mite. *Acta Univ Latviensis Ser Biol* 662:59–65
- Torre Figueiredo AS, Vilela Resende JT, Ferreira Morales RG, Santos Gonçalves AP, Da Silva PR (2013) The role of glandular and non-glandular trichomes in the negative interactions between strawberry cultivars and spider mite. *Arthropod-Plant Interact* 7:53–58
- Van Leeuwen T, Vontas J, Tsagkarakou A, Dermauw W, Tirry L (2010) Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. *Insect Biochem Mol Biol* 40:563–572
- Wold SJ, Hutchison WD (2003) Varietal resistance to *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in Minnesota strawberries and control with bifenthrin. *J Entomol Sci* 38:692–695

3. EFEITO DA COBERTURA MORTA NOS PREDADORES, PRAGAS E PATÓGENOS DA CULTURA DO MORANGUEIRO NO SUL DE MINAS GERAIS

Resumo

A maioria dos produtores de morango do sul de Minas Gerais utiliza o filme de polietileno para a cobertura do solo dos canteiros, porém, esse material é caro e seu uso gera resíduos altamente estáveis, que poluem o ambiente. Objetivou-se com este trabalho determinar o efeito da cobertura morta (polpa desidratada do fruto de café, também conhecida como palha de café) nos ácaros predadores e pragas / patógenos na cultura do morangueiro. Para isso, aplicaram-se em vasos (laboratório) e em canteiros (campo) de morangueiro três tipos de cobertura: palha seca, palha da mata (deixada um mês em um fragmento florestal) e filme de polietileno preto. Os seguintes parâmetros foram observados: quantidade e diversidade de ácaros Gamasina edáficos; subida desses nas plantas no período noturno; o número de ácaros rajados (*Tetranychus urticae* Koch) sadios e infectados por *Neozygites floridana* (Weiser e Muma); a severidade de micosferela e dendrofoma e produção de frutos. A palha da mata proporcionou maior diversidade de ácaros predadores, embora a abundância destes tenha sido maior em palha seca. O uso da palha de café aumentou o número de Gamasina edáficos, tanto nos morangueiros quanto no solo dos vasos e dos canteiros. O Gamasina *Proctolaelaps pygmaeus* (Müller) (Melicharidae) foi visto sobre morangueiros, principalmente no período noturno. Maior número de ácaro-rajado e maior severidade de doenças foram observadas sob cobertura de polietileno, mostrando que a palha de café reduz o número pragas e patógenos. Em canteiros com palha, observou-se maior infecção do ácaro-rajado por *N. floridana*. A produtividade de frutos foi semelhante em canteiros cobertos por palha seca ou polietileno. Considerando-se todos os resultados, o uso de palha pode contribuir para redução dos custos de produção de morango, já que reduz o uso de acaricidas, para o controle de ácaro-rajado, e de fungicidas, para micosferela e dendrofoma. Pode também reduzir a poluição ambiental nas áreas de produção de morango, ao substituir o filme de polietileno.

Palavras-chave: Palha de café; Ácaro-rajado; Predadores edáficos; *Neozygites floridana*

Abstract

The most of the strawberry producers in the southern of Minas Gerais use polyethylene film to cover the soil beds, however this material is expensive and its uses generates highly stable residues that pollute the environment. The objective of this work was to determine the effect of mulching (dehydrated coffee fruit pulp,

also known as coffee straw) on predatory and pest mites / pathogens in strawberry crop. For this, three types of cover were applied in pots (laboratory) and in strawberry bed (field): dry straw, forest straw (left one month in a forest fragment) and black polyethylene film. The following parameters were observed: quantity and diversity of Gamasina edaphic mites; the climb of these mites in the plants in the nocturnal period; the number of the two-spotted spider mites (*Tetranychus urticae* Koch) healthy and infected by *Neozygites floridana* (Weiser and Muma); the severity of mycosphaerella and dendrophoma and fruit production. The forest straw provided higher diversity of predatory mites, although the abundance of these was higher in dry straw. The use of coffee straw increased the number of Gamasina edaphic, both in strawberries, and in the soil of pots and beds. The Gamasina *Proctolaelaps pygmaeus* (Müller) (Melicharidae) was seen on strawberry leaflets, mainly in the nocturnal period. The highest number of two-spotted spider mites and disease severity were observed on polyethylene cover, showing that coffee straw reduced the number of pests and pathogens. In beds with straw, it was observed a higher infection of two-spotted spider mite by *N. floridana*. The fruit production was similar in beds covered with dry straw or polyethylene. Considering all the results, the use of straw can contribute to reduce strawberry production costs, since it reduces the use of acaricides, for the control of two-spotted spider mite, and fungicide, for mycosphaerella and dendrophoma. It can also reduce environmental pollution in strawberry production areas, by replacing polyethylene film.

Keywords: Coffee straw; Two-spotted spider mite; Edaphic predators; *Neozygites floridana*

3.1. Introdução

O estado de Minas Gerais é o principal produtor de morango do Brasil, com aproximadamente 60% da produção nacional (ANTUNES et al., 2015). Nesta cultura, uma das práticas culturais que mais influem na produtividade e qualidade dos frutos é a cobertura do solo (*mulching*) (CASTRO et al., 2003; GARBEVA; VAN VEEN; VAN ELSAS, 2004). Essa prática reduz a infestação de plantas espontâneas e a evaporação de água do solo, além de evitar o contato direto do fruto com o solo (FORTES; OSÓRIO, 2003; FREITAS et al., 2004; COOK; VALDES; LEE, 2006).

A cobertura mais utilizada pelos produtores no Brasil e em outros países é o filme de polietileno (APE, 2013; AMI, 2014; COSTA et al., 2014; GUERRINI, 2015; MORRA et al., 2016), que apresenta durabilidade relativamente alta, custo relativamente baixo e praticidade de uso. No entanto, o uso deste filme trás consigo diversos inconvenientes, tais como: processos de instalação e retirada bastante complicados, assim como longa permanência no

campo após o uso (não biodegradável). Além disso, por diminuir a umidade relativa no interior dos túneis (HANKS; BOWERS; BARK, 1961; FORGE et al., 2003) favorece o desenvolvimento de ácaro-rajado, prejudica vários organismos benéficos, como ácaros predadores e o fungo entomopatogênico *Neozygites floridana* (Weiser & Muma) Remaudière & Keller, importantes na regulação natural de *Tetranychus urticae* Koch, uma das principais pragas desta cultura (CROFT et al., 1993; KLINGEN; WÆRSTED; WESTRUM, 2008; ROGGIA et al., 2009); uma vez que a maioria dos fungos e ácaros predadores tem maior desempenho sob alta umidade relativa (STENSETH, 1979; CHANDLER et al., 2000; GHAZY et al., 2012).

Para alterar esse cenário, uma alternativa seria o uso de mulching com cobertura orgânica, tais como folhas, serragem, palha (de aveia, trigo, arroz, café), bagaço de cana-de-açúcar, casca de arroz e acícula de pinus. Esses materiais são usados em outros países como, Noruega (CASTILHO et al., 2015) e China (WANG; SUN, 1986; LI, 2000). O *mulching* orgânico pode trazer reconhecidos benefícios, como melhoria das condições do solo e fornecimento de nutrientes às plantas (TREZZI; VIDAL, 2004; RESENDE et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2008), melhoria da retenção da umidade no interior dos túneis e no solo (ERENSTEIN, 2003; RESENDE et al., 2005), redução das variações das condições térmicas (KĘSIK; MASKALANIEC, 2005) e conservação da microbiota do solo (aumentando organismos edáficos benéficos como fungos, ácaros predadores, colêmbolos e outros artrópodes) (MORRIS, 1922; PIMENTEL; WARNEKE, 1989; MATHEWS; BOTTRELL; BROWN, 2002; BRUST, 1994). Por aumentar a umidade relativa favorece os inimigos naturais, porém pode beneficiar o desenvolvimento das principais doenças foliares que acomete essa cultura [mancha de micosferela (*Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lindau e mancha de dendrofoma (*Dendrophoma obscurans* (Ell & Ev.) Anderson)] (UENO et al., 2014).

Alguns autores já relataram que a utilização de mulching orgânico pode aumentar a abundância e a diversidade de ácaros predadores Gamasina e/ ou promover a diminuição da população de pragas em distintos cultivos. Gamasina é uma cohorte da ordem Mesostigmata, que engloba a maioria dos ácaros predadores. Estes se alimentam de pequenos artrópodes, incluindo ácaros. Por esta razão, os membros desse grupo têm sido estudados como predadores de pragas edáficas (INSERRA; DAVIS, 1983; KOEHLER, 1999; FREIRE; MORAES, 2007).

Jamieson e Stevens (2006) utilizaram mulching orgânico (casca lenhosa) em citros, relatando um aumento da comunidade de ácaros predadores Gamasina e uma paralela

diminuição da abundância de tripes. No cultivo de abacate e cebola, o uso de cobertura orgânica reduziu em 50% a quantidade de pupas de tripes (HODDLE et al., 2002; JENSEN et al., 2002). Sánchez-Moreno e Ferris (2007) demonstraram que houve aumento da população de ácaros predadores associados a nematoide em plantio de tomate e milho com cobertura orgânica. Embora nestes trabalhos os autores não tenham estudado o potencial de predação dessa gama de predadores, o aumento de inimigos naturais pode estar relacionado à diminuição das pragas.

Além dessa relação, alguns autores mencionaram que os ácaros predadores podem subir principalmente no período noturno à parte aérea das plantas para se alimentarem, principalmente de pragas edáficas, diferentemente de ácaros fitófagos que não alteram seu comportamento em função do período do dia (ONZO et al., 2003; PARECIS-SILVA; NUVOLONI; FERES, 2016) .

Alguns estudos têm sido conduzidos para avaliar a importância da vegetação nativa como reservatório de inimigos naturais (GONDIM JR.; MORAES, 2001; ZACARIAS; MORAES, 2001). No sul de Minas Gerais, Reis; Chiavegato e Sousa (2000) verificaram a abundância de ácaros Phytoseiidae, Stigmaeidae e Bdellidae em áreas de mata nativa; Silva (2007) destacou o grande número de ácaros Ascidae, Cunaxidae e Phytoseiidae nos sistemas naturais do sul de Minas Gerais.

Levando em consideração os benefícios citados anteriormente em relação ao uso de *mulching* orgânico e que o estado de Minas Gerais é um grande produtor de café (CEPEA, 2016), considera-se conveniente avaliar os efeitos da utilização de um subproduto (com a polpa de café desidratada, conhecida como palha de café) como *mulching* na cultura do morango no sul deste mesmo estado. Além disso, sabendo-se que a mata nativa é um reservatório de inimigos naturais, a colocação dessa palha em um fragmento florestal também pode beneficiar a cultura do morango.

A primeira hipótese deste trabalho foi que a palha de café (deixada um mês em uma mata ou apenas a palha seca) propicia maiores níveis de ocorrência de predadores e do fungo *N. floridana*, melhorando o controle de ácaro-rajado e conseqüentemente aumento da produtividade, ainda que essa palha possa propiciar maior ocorrência de fitopatógenos. A segunda hipótese é que os predadores edáficos sobem às plantas no período noturno, podendo atuar como agentes de controle biológico de pragas em morangueiro. Objetivou-se com este trabalho foi determinar o efeito da cobertura do solo com palha de café nos ácaros predadores Gamasina, ácaros rajados e patógenos, assim como na incidência de fitopatógenos e na produtividade da cultura.

3.2. Material e métodos

Trinta e seis sacos (sacos perfurados que permitiam a entrada de água e ácaros) de palha de café foram adquiridos em Ouro Fino, Minas Gerais. Para se comprovar a primeira hipótese, metade dos sacos foi mantida empilhada, cobertos por uma lona plástica para evitar que fossem molhados pela chuva, em uma região alta e seca nas proximidades de um plantio de morangueiro no Bairro dos Bentos, Bom Repouso, Minas Gerais. Este material foi utilizado para o “tratamento 1”. O restante dos sacos foi colocado lado a lado sobre o solo da região mais baixa (e úmida) de um fragmento florestal natural do mesmo local. Estes foram utilizados para o “tratamento 2”. Durante o mês subsequente, a precipitação local foi de aproximadamente 60 mm. Ao final deste período, um saco de cada tratamento foi transportado ao Laboratório de Acarologia do Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP.

Oito amostras foram então tomadas de cada saco (tratamentos 1 e 2) assim como de um substrato comercial para crescimento de plantas (Basaplant®: mistura de casca de pinus, turfa, carvão e vermiculita), para a determinação dos ácaros presentes. Cada amostra foi constituída por um volume de aproximadamente 393 cm³ (cilindro de 5 cm de altura e 10 cm de diâmetro).

Os ácaros foram extraídos de cada amostra em funis de Berlese modificados (OLIVEIRA et al., 2001) durante um período de sete dias. Foram coletados em uma solução de álcool 70%, triados sob estereomicroscópio e montados em meio de Hoyer, de acordo com a metodologia descrita por Moraes e Flechtmann (2008). Após a montagem, as lâminas foram deixadas a secar em uma estufa a 45–50 °C por uma semana. A identificação dos ácaros foi feita utilizando as chaves de Moraes e Flechtmann (2008), Krantz e Walter (2009) e chaves não publicadas utilizadas no “Ohio Summer Program, Agricultural Acarology”, Columbus, Ohio, USA.

Após o término do experimento em laboratório, uma amostra foi tomada da camada superficial de cada um de oito vasos de cada tratamento, para a coleta e identificação dos ácaros, como descrito anteriormente.

3.2.1. Experimento em telado

Para avaliar a segunda hipótese da subida dos Gamasina do substrato para as plantas de morango, 45 vasos de 2,0 litros de volume foram preenchidos a cerca de 80% de sua

capacidade com o substrato Basaplant®. Para cada vaso foi transplantada uma muda de morangueiro da variedade 'Albion'. Cinquenta dias depois, quando as plantas estavam com aproximadamente 10 cm de altura, 20 adultos do ácaro-rajado foram inoculados no folíolo mediano de cada planta de morango. Adicionou-se em seguida uma camada de cerca de 4 cm de altura da palha do tratamento 1 sobre um terço dos vasos, uma camada semelhante da palha do tratamento 2 sobre outro terço dos vasos, e uma cobertura de polietileno sobre o restante dos vasos, constituindo estes últimos vasos o tratamento 3.

Os ácaros presentes nas folhas das plantas foram avaliados às 19, 23, 3 e 7 h, tendo se passado 1, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias desde a aplicação da palha. As avaliações foram feitas em um folíolo de cada vaso com a ajuda de lupa de bolso e os ácaros encontrados foram coletados com pincel de cerdas finas e colocados em frascos contendo álcool 70%, sendo posteriormente montados como descrito anteriormente.

3.2.2. Experimento em campo

Este experimento foi conduzido em um cultivo de morangueiro nas proximidades do local em que os sacos de palha de café foram armazenados antes do início do experimento de laboratório. Cada canteiro tinha cerca de 40 m de comprimento, com 3 linhas de morango, espaçadas 35 cm entre linhas e 35 cm entre plantas dentro de cada linha. Todos os canteiros do plantio foram cobertos com polietileno, exceto a área experimental, que ocupou dois canteiros aproximadamente na região central do plantio.

O experimento foi iniciado em 10 de julho de 2015, três meses após o transplante. Os tratamentos foram os mesmos descritos para o experimento de laboratório, utilizando o delineamento experimental casualizados em blocos, com oito repetições, como mostrado na Figura 6. Cada parcela experimental correspondeu a uma seção de canteiro de 3,0 m de comprimento (aproximadamente 24 plantas), mantendo-se a distância de 1 m entre parcelas, sendo esta região coberta por polietileno. A camada de mulching correspondeu a cerca de 5 cm de espessura, determinada de acordo com o que tem sido utilizado por outros autores (FILGUEIRA, 2000). Dados de temperatura, umidade e precipitação foram obtidos da estação meteorológica mais próxima de Bom Repouso, MG (Monte Verde, MG) (INMET, 2016).

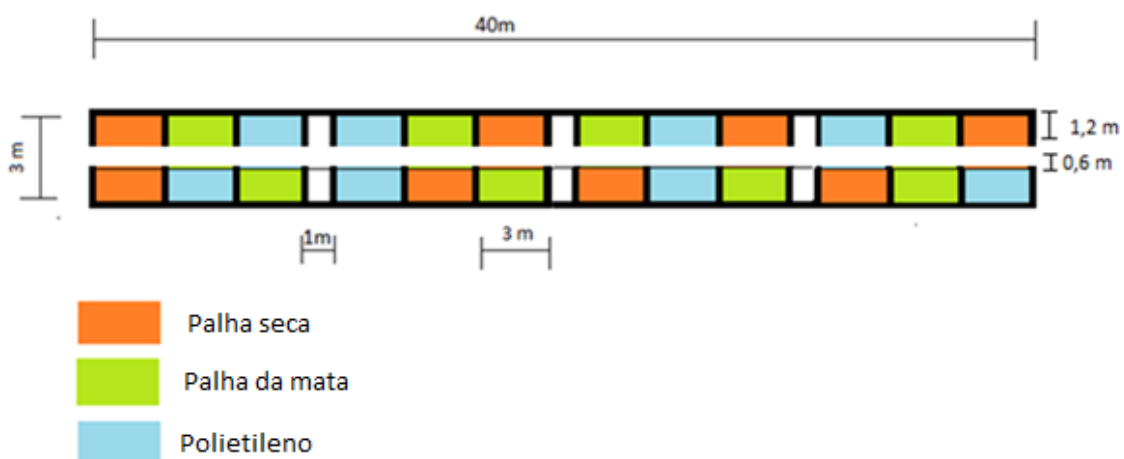


Figura 6. Distribuição dos tratamentos em campo, Bom Repouso, Minas Gerais.

Durante os três primeiros meses após o transplântio, para o controle de micoserela e dendrofoma foram aplicados de forma alternada e a cada 15 dias os fungicidas fluazinam (Frowncide® 500 SC) e azoxystrobin (Amistar®). Após os três primeiros meses, fez-se apenas a retirada de folhas doentes das plantas durante as avaliações. Para o controle de ácaro-rajado nada foi aplicado, já que a população não chegou ao nível de controle (7 a 10 ácaros/folíolo, BERNARDI et al., 2015). A retirada manual das plantas espontâneas que cresciam nas parcelas dos tratamentos 1 e 2 foi feita mensalmente. A adubação foi feita com esterco Visa Fértil® 14-5-8 (plantio, 50 kg/10 mil plantas) e Adubos Real® 12-6-12 (granulado) (cobertura, 50 kg/10 mil plantas). As plantas foram irrigadas por aspersão até 15 dias depois do transplântio, passando a ser por gotejamento a partir de então, à vazão de 2 litros/h.

As seguintes avaliações foram conduzidas:

3.2.2.1. Ácaros nos canteiros nos diferentes tratamentos

Três avaliações foram conduzidas: imediatamente antes, dois e seis meses após o início do experimento. Em cada avaliação, coletou-se uma amostra de cada parcela experimental, cada uma com um volume de aproximadamente 393 cm³ coletados com o auxílio de um cilindro metálico (5 cm de altura e 10 cm de diâmetro) pressionado sobre a superfície de cada canteiro, nas proximidades de sua região central. Cada amostra foi colocada em um saco polietileno, por sua vez colocado no interior de uma caixa térmica para

transporte do material ao laboratório. A extração dos ácaros foi feita como anteriormente descrito.

3.2.2.2. Monitoramento dos ácaros nas plantas ao longo do experimento (coletas diurnas)

Seis avaliações mensais foram realizadas, iniciando-se 10 dias após o início do experimento, para o monitoramento de pragas/ predadores presentes em plantas de cada tratamento. Cada amostra consistiu de cinco folíolos totalmente desenvolvidos tomados ao acaso da linha central de cada parcela, sendo a coleta realizada entre 10 e 12 horas.

3.2.2.3. Comparação da fauna de ácaros sobre as plantas nos períodos diurno e noturno

Uma única avaliação foi realizada dois meses do início do experimento. Para tanto, foram retiradas duas plantas inteiras (aproximadamente 10 folíolos cada) da linha central de cada parcela no período matutino (por volta das 10 h) e duas no período noturno (por volta das 20 h). Cada planta foi colocada em um recipiente plástico (7 cm de altura e 10 cm de diâmetro) contendo álcool 70% mantidas até a avaliação, que se deu em um período de no máximo 20 dias. Os folíolos foram triados sob estereoscópio e os ácaros encontrados foram coletados com ajuda de um pincel com cerdas finas, sendo depois montados em meio de Hoyer para posterior identificação.

3.2.2.4. Monitoramento da incidência das principais doenças

Três avaliações foram realizadas, uma a cada mês, iniciando-se dois meses após a administração de cada tratamento. As seguintes doenças foram consideradas: micosferela (*Mycosphaerella fragariae*) e dendrofoma (*Dendrophoma obscurans*). As avaliações consistiram da determinação dos níveis de incidência destas, com base nas escalas de notas de Mazaro et al. (2006a, b), como se observa nas Figuras 7 e 8. Em cada avaliação, foram consideradas quatro plantas de cada parcela.

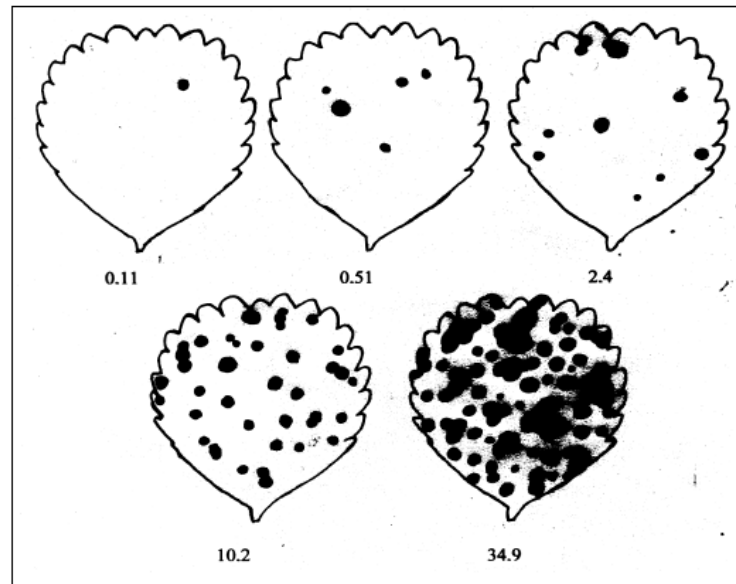


Figura 7. Escala diagramática para avaliação da severidade de micosferela em morangueiro. Valores em porcentagem da área foliar com sintomas, de acordo com Mazaro et al. (2006a).



Figura 8. Escala diagramática para avaliação da severidade de dendrofoma em morangueiro. Valores em porcentagem da área foliar com sintomas, de acordo com Mazaro et al. (2006b).

3.2.2.5. Produção de frutos

A produção de frutos começou a ser avaliada dois meses após o início do experimento e foi concluída três meses mais tarde. Os frutos de cada parcela foram juntados em sacos plásticos, sendo posteriormente pesados em balança comercial.

3.2.2.6. Análises

Devido ao fato dos Gamasina (cohorte da ordem Mesostigmata) terem sido os mais encontrados nas amostras de substrato, as análises estatísticas e faunísticas foram baseadas nesse grupo.

Em cada coleta, foi realizada a análise faunística pelo Software ANAFAU (MORAES et al., 2003). A diversidade dos ácaros edáficos do campo foi medida utilizando o índice de Shannon (H'); a riqueza de espécies foi analisada pelo índice de Margalef (DM_g); a equitabilidade, pelo índice de Pielou (J') e a dominância pelo índice de Simpson (D). Essas medidas foram analisadas pelo software PAST 1.73 (Paleontological Statistics) (HAMMER; HARPER; RIAN, 2007).

Os dados relativos a números de ácaros foram comparados pelo teste de Tukey (dados paramétricos) ou Kruskal-Wallis (dados não paramétricos). Os dados sobre severidade de doenças foram comparados pelo teste de Friedman, no programa estatístico R Development Core Team (2013). Os dados sobre produção de frutos foram comparados pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

3.3. Resultados

3.3.1. Experimento em telado

3.3.1.1. Ácaros encontrados nos sacos de palha e substrato (antes) e em vasos (depois)

Considerando todas as amostragens, totais de 1.467, 1.263 e 189 ácaros foram coletados em *mulching* de palha seca, palha da mata e polietileno, respectivamente (Tabela 8). Destes, os Gamasina corresponderam a 1.072, 804 e 123, respectivamente. Considerando as duas coletas conjuntamente, os ácaros deste grupo predominantes em palha seca foram:

Blattisocius dentriticus (Berlese), *Macrocheles* sp., *Proctolaelaps pygmaeus* (Müller) e *Parasitus* sp., enquanto que em palha da mata foram: *Macrocheles* sp. e *P. pygmaeus*; já, em polietileno foram *Digamasellus* sp. e *Gaeolaelaps* sp.

Tabela 8. Totais de ácaros em vasos com palha seca, palha da mata e sob polietileno; 10 de julho (antes do início do experimento) e 10 de agosto (um mês depois) de 2015, (n=8 cilindros de 393 cm³/ coleta), em telado (20–34 °C, 55–75% UR e aproximadamente 13 h de foto período diário).

(continua)

Espécie	Palha Seca		Palha da Mata		Polietileno	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Sarcoptiformes, Astigmatina						
Acaridae						
<i>Tyrophagus</i> sp.	82	75	135	33	0	0
Sarcoptiformes, Oribatida						
Galumnidae						
-	3	10	10	48	24	6
Suctobelbidae						
-	0	0	0	16	7	9
Parasitiformes, Mesostigmata, Gamasina						
Ascidae						
<i>Cheiroseius ornatos</i>	0	3	0	6	7	4
<i>Protogamasellus</i> sp.	3	1	39	0	0	0
Machos	0	0	0	1	0	0
Blattisociidae						
<i>Blattisocius dentriticus</i>	44*	36*	8	24	0	0
<i>Blattisocius everti</i>	52	8	0	10	0	0
<i>Lasioseius</i> sp. 1 (setas curtas)	14	1	12	0	0	0
<i>Lasioseius</i> sp. 2 (setas grandes)	3	7	4	0	0	0
Imaturos	23	0	3	0	0	0
Machos	9	0	0	0	0	0
Digamasellidae						
<i>Dendrolaelaps</i> sp.	0	0	0	8	9	2
<i>Digamasellus</i> sp.	0	32	0	29	17*	21*
<i>Multidendrolaelaps</i> sp.	0	0	0	11	9	2
Laelapidae						
<i>Gaeolaelaps</i> sp.	0	17	0	0	21*	8*
Macrochelidae						
<i>Glyphtholaspis</i> sp.	1	4	6	12	0	0
<i>Holostaspella</i> sp.	2	2	5	3	0	0
<i>Macrocheles</i> sp.	31*	58*	138*	41*	0	0
Melicharidae						
<i>Proctolaelaps pygmaeus</i>	325*	91*	59*	67*	0	0

Tabela 8. Totais de ácaros em vasos com palha seca, palha da mata e sob polietileno; 10 de julho (antes do início do experimento) e 10 de agosto (um mês depois) de 2015, (n=8 cilindros de 393 cm³/coleta), em telado (20–34 °C, 55–75% UR e aproximadamente 13 h de foto período diário).

(conclusão)

Espécie	Palha Seca		Palha da Mata		Polietileno	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
<i>Tropicoseius</i> sp.	3	0	0	0	2	0
Imaturos	25	48	31	51	0	0
Machos	23	16	0	14	0	0
Ologamasidae						
<i>Athiasella</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Gamasitus</i> sp.	2	0	1	0	1	0
<i>Neogamasellekans</i> sp.	1	0	2	0	0	0
Imaturos	1	0	0	0	0	0
Machos	1	0	4	0	0	0
Pachylaelapidae						
<i>Zygozeius</i> sp.	16	0	9	9	7	4
Machos	0	0	3	0	0	0
Parasitidae						
<i>Parasitus</i> sp. (deutoninfa)	53*	51*	15	34	2	7
<i>Pergamasus</i> sp. (deutoninfa)	5	29	2	26	0	0
Imaturos (larva/protoninfa)	22	9	88	28	0	0
Parasitiformes, Mesostigmata						
Uropodidae						
-	5	11	3	15	5	2
Trombidiformes, Prostigmata						
Cheyletidae						
-	59	89	4	128	0	0
Cunaxidae						
-	2	27	17	35	2	7
Tydeidae						
-	10	22	7	8	3	1
Total	820	647	606	657	116	73

(-) Não identificado em nível de gênero/espécie.

(*) Espécies predominantes pela análise faunística (ANAFU, MORAES et al., 2003).

Não foi observada diferença a entre os números de Gamasina coletados no início e um mês depois ($p > 0,001$) (Tabela 9). Reunindo-se os dados de ambas as coletas dentro de cada tratamento, o número de Gamasina coletados em palha seca foi maior do que em palha da mata, enquanto o número de Gamasina no substrato de plantio (sob polietileno) foi menor que em ambos os tratamentos com palha (teste de Kruskal-Wallis, $p < 0,001$; $n = 16$ amostras por tratamento).

Tabela 9. Número médio (\pm EP) de Gamasina em vasos com palha seca, palha da mata e substrato de plantio (sob polietileno); 10 de julho (antes do início do experimento) e 10 de agosto (um mês depois) de 2015, em telado (20–34 °C, 55–75% UR e aproximadamente 13 h de foto período diário; n= 8 cilindros de 393 cm³/ coleta).

Período amostral	Tratamento		
	Palha seca ^b	Palha da mata ^b	Substrato de plantio ^a
Antes	82,3 \pm 5,5 a	53,7 \pm 3,7 a	9,4 \pm 1,7 a
Depois	51,6 \pm 7,7 a	46,1 \pm 4,8 a	6,0 \pm 1,4 a
Média total	67,0 \pm 3,7 a	50,2 \pm 3,0 b	7,7 \pm 1,1 c

Para cada tratamento, não foram observadas diferenças estatísticas entre as épocas de amostragem, pelo teste de Kruskal-Wallis (a) ou pelo teste de Tukey (b), ambos para $p < 0,05$.

3.3.1.2. Monitoramento dos ácaros nas plantas ao longo do experimento

Um total de 311 ácaros edáficos foram encontrados em folíolos de morangueiro de vasos com palha seca; em folíolos de morangueiro de vasos com palha da mata, apenas 12 predadores foram encontrados, enquanto em folíolos de vasos com polietileno nenhum ácaro foi coletado. Considerando as seis avaliações realizadas, as famílias de ácaros edáficos presentes em folíolos de plantas de vasos com palha seca foram: Melicharidae (288 *P. pygmaeus*), Macrochelidae (1 *Macrocheles* sp.), Ologamasidae (1 *Gamasiphis* sp.), Parasitidae (12 *Parasitus* sp.) e Blattisociidae (9 *B. dentriticus*). Em folíolos de vasos com palha da mata encontraram-se Melicharidae (8 *P. pygmaeus*), Parasitidae (3 *Parasitus* sp.) e Blattisociidae (1 *B. dentriticus*). Nos folíolos de vasos com palha seca observou-se que os predadores edáficos da família Melicharidae (*P. pygmaeus*) foram coletados em maior quantidade na observação feita às 23 h (Figura 9).

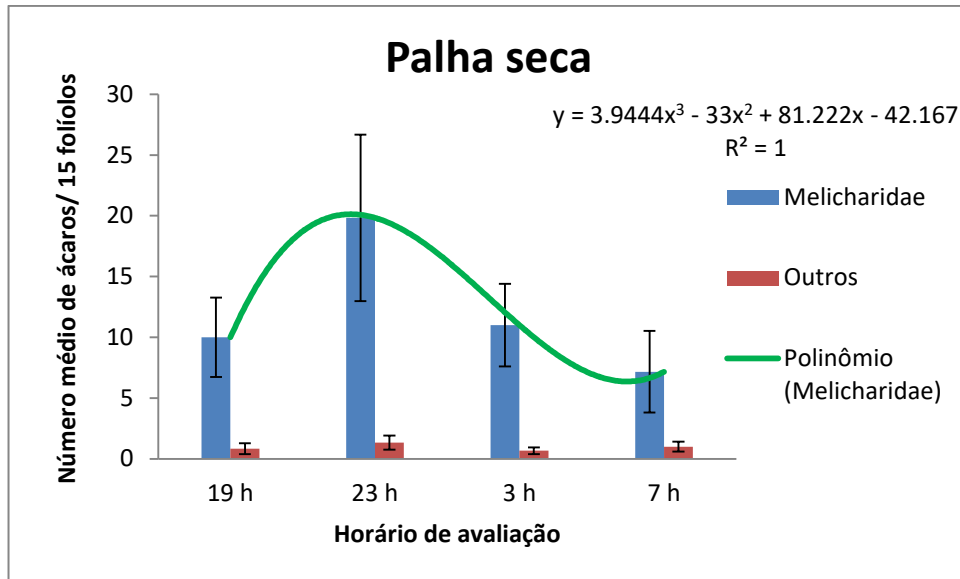


Figura 9. Número médio de ácaros Melicharidae e outros (Blattisociidae, Macrochelidae, Ologamasidae e Parasitidae) em 15 folíolos de morangueiro de vasos com palha seca (n= 15 repetições), em diferentes horários, de 10 de julho a 10 de agosto de 2015, em telado (20–34 °C, 55–75% UR e aproximadamente 13 h de foto período diário).

3.3.2. Resultados de campo

3.3.2.1. Ácaros encontrados nos canteiros

Totais de 4.579, 2.290 e 653 ácaros foram coletados nos canteiros com palha seca, palha da mata e polietileno, respectivamente (Tabela 10). Destes, os Gamasina corresponderam a 2.298, 1.244 e 332 ácaros, respectivamente. Considerando as três coletas, os Gamasina predominantes foram: *B. dentriticus*, *Lasioseius* sp. 2, *Macrocheles* sp., *P. pygmaeus* e *Parasitus* sp., nos canteiros com palha seca; *Lasioseius* sp., *Macrocheles* sp. e *P. pygmaeus*, nos canteiros com palha da mata e *B. dentriticus*, *P. pygmaeus*, *Parasitus* sp. e *Pergamasus* sp., nos canteiros sob polietileno.

Tabela 10. Totais de ácaros em canteiros de morangueiro com palha seca, palha da mata e polietileno (n= 8 cilindros de 393 cm³ por tratamento e por época de amostragem), em 10 de julho (antes), 08 de setembro (2 meses após o início) e 16 de dezembro de 2015 (6 meses após o início), Bom Repouso, Minas Gerais (17–18 °C, 76–94% UR e aproximadamente 12 h de foto período diário).

(continua)

Espécies	Palha Seca			Palha da Mata			Polietileno		
	10/jul	08/set	16/dez	10/jul	08/set	16/dez	10/jul	08/set	16/dez
Sarcoptiformes, Astigmatina									
Acaridae									
<i>Tyrophagus</i> sp.	82	1416	605	135	540	211	0	252	5
Sarcoptiformes, Oribatida									
Galumnidae									
-	3	0	23	10	32	24	0	2	8
Parasitiformes, Mesostigmata, Gamasina									
Ameroseiidae									
<i>Ameroseius</i> sp.	0	8	4	0	1	0	0	0	0
Ascidae									
<i>Asca</i> sp.	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Cheiroseius</i> sp.	0	0	1	0	0	4	0	0	0
<i>Protogamasellus</i> sp.	3	0	0	39	1	3	0	2	0
Imaturos	0	0	0	0	0	16	0	0	0
Blattisociidae									
<i>Blattisocius dentriticus</i>	44*	191*	32*	8	33	0	0	22*	0
<i>Blattisocius everti</i>	52	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lasioseius</i> sp. 1 (setas curtas)	14	12	10	12	21	9	0	13	0
<i>Lasioseius</i> sp. 2 (setas longas)	3	37*	19*	4	66*	5*	0	9	0
Imaturos	23	0	1	3	1	1	0	2	0
Machos	9	0	1	0	0	2	0	14	0
Laelapidae									
<i>Gaeolaelaps</i> sp.	0	5	14	0	7	9	0	4	12
Imaturos	0	9	0	0	0	8	0	0	5
Machos	0	2	0	0	1	1	0	2	7
Macrochelidae									
<i>Glyptholaspis</i> sp.	1	2	5	6	0	1	0	2	0
<i>Holostaspella</i> sp.	2	0	4	5	0	3	0	0	0
<i>Macrocheles</i> sp.	31*	11*	18*	138*	8*	9*	3	1	0
Imaturos	0	0	2	0	0	4	0	0	0
Melicharidae									
<i>Proctolaelaps pygmaeus</i>	325*	727*	294*	59*	335*	132*	0	101*	13*
<i>Tropicoseius</i> sp.	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Imaturos	25	33	0	31	5	11	0	33	0
Machos	23	40	0	0	0	5	0	2	0

Tabela 10. Totais de ácaros em canteiros de morangueiro com palha seca, palha da mata e polietileno (n= 8 cilindros de 393 cm³ por tratamento e por época de amostragem), em 10 de julho (antes), 08 de setembro (2 meses após o início) e 16 de dezembro de 2015 (6 meses após o início), Bom Repouso, Minas Gerais (17–18 °C, 76– 94% UR e aproximadamente 12 h de foto período diário).

(conclusão)

Espécies	Palha Seca			Palha da Mata			Polietileno		
	10/jul	08/set	16/dez	10/jul	08/set	16/dez	10/jul	08/set	16/dez
Ologamasidae									
<i>Athiasella</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Gamasitus</i> sp.	2	0	0	1	0	0	2	0	0
<i>Neogamasellevans</i> sp.	1	0	2	2	0	0	0	0	0
Novo gênero	0	5	0	0	1	2	0	1	2
Imaturos	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Machos	1	5	1	4	0	0	0	1	0
Pachylaelapidae									
<i>Zygozeius</i> sp.	16	0	0	9	0	0	0	0	0
Machos	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Parasitidae									
<i>Parasitus</i> sp. (deutoninfa)	53*	41*	3*	15	20	7	22*	13*	8*
<i>Pergamasus</i> sp. (deutoninfa)	5	36	7	2	31	8	5*	5*	8*
Imaturos (larva, protoninfa)	22	39	12	88	28	6	3	9	1
Machos	0	2	2	0	0	9	0	4	0
Podocinidae									
<i>Podocinum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Parasitiformes, Mesostigmata									
Uropodidae									
-	5	0	0	3	0	0	0	0	0
Trombidiformes, Prostigmata									
Cheyletidae									
-	59	51	0	4	25	12	7	43	0
Cunaxidae									
-	2	4	21	17	0	3	0	0	0
Tydeidae									
-	10	0	0	7	23	0	4	0	0
Total	820	2.676	1.083	606	1.179	505	46	538	69

(-) Não identificado em nível de gênero/espécie.

(*) Espécies predominantes pela análise faunística (ANAFU, MORAES et al. 2003).

Dentro de cada tratamento, o número de Gamasina foi maior na segunda avaliação (2 meses após a aplicação), sendo, porém, este número estatisticamente o mesmo que o da primeira avaliação no caso dos canteiros com palha da mata (Tabela 11). Reunindo os dados das três avaliações, o número de Gamasina coletados nos canteiros com palha seca foi

significativamente maior que nos canteiros com palha da mata e polietileno (teste de Kruskal-Wallis, $p < 0,05$, $n = 24$ amostras por tratamento).

Tabela 11. Número médio ($\pm EP$) de Gamasina em canteiros com palha seca, palha da mata e polietileno, em 10 de julho (antes), 08 de setembro (2 meses após o início) e 16 de dezembro de 2015 (6 meses após início), (por cilindro de 393 cm³ e por época de amostragem), Bom Repouso, Minas Gerais (17–18 °C, 76– 94% UR e aproximadamente 12 h de foto período diário).

Período amostral	Tratamento		
	Palha seca ^a	Palha da mata ^b	Polietileno ^b
10/jul	82,6 \pm 3,0 b	53,7 \pm 3,7 a	4,4 \pm 0,7 b
08/set	150,6 \pm 8,0 a	69,9 \pm 6,9 a	30,1 \pm 3,7 a
16/dez	54,2 \pm 6,8 b	31,8 \pm 2,0 b	7,0 \pm 1,2 b
Média total	95,8 \pm 7,7 a	51,8 \pm 3,5 b	13,8 \pm 2,2 c

Para cada tratamento, letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre as épocas de amostragem, pelo teste de Kruskal-Wallis (a) ou pelo teste de Tukey (b), ambos para $p < 0,05$.

Os índices de Shannon, Margalef e Simpson foram maiores nos canteiros com palha da mata, indicando que neste tratamento houve maior diversidade, riqueza e dominância de Gamasina. Entretanto, a distribuição das espécies foi mais uniforme em canteiros cobertos com polietileno (Tabela 12).

Tabela 12. Índices de diversidade de Gamasina em canteiros de morangueiro com *mulching* de palha seca, palha da mata e polietileno, em 10 de julho, 08 de setembro e 16 de dezembro de 2015 ($n = 24$ cilindros de 393 cm³/ tratamento), Bom Repouso, Minas Gerais (17–18 °C, 76– 94% UR e aproximadamente 12 h de foto período diário).

	Diversidade (Shannon H')	Uniformidade (Pielou J')	Riqueza (Margalef DMg)	Dominância (Simpson D)
Palha Seca	1,02	0,36	2,12	0,44
Palha da Mata	1,34	0,48	2,22	0,58
Polietileno	1,30	0,56	1,73	0,56

3.3.2.2. Monitoramento dos ácaros nas plantas ao longo do experimento (coletas diurnas)

Totais de 239, 244 e 461 ácaros foram coletados nos folíolos de morangueiro com palha seca, palha da mata e polietileno, respectivamente (Tabela 13). Destes, respectivamente 43, 31 e 53 eram Phytoseiidae, dos quais os predominantes (embora em baixos números) foram *Neoseiulus californicus* (McGregor) em plantas de canteiros com palha seca e com palha da mata, e *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor) em plantas de canteiros

polietileno. Pouquíssimos Gamasina de outras famílias foram encontrados. Os ácaros rajados não infectados foram respectivamente 14, 115 e 341 espécimes, enquanto os infectados por *N. floridana* foram 98, 70 e 43, respectivamente.

Tabela 13. Totais de ácaros coletados no período de seis meses (10 de julho a 16 de dezembro de 2015; coletas diurnas) em folíolos de morangueiro de canteiros com palha seca, palha da mata e polietileno (n= 200 folíolos), Bom Repouso, Minas Gerais (17–18 °C, 76– 94% UR e aproximadamente 12 h de fotoperíodo diário).

(continua)

Espécies	Palha seca	Palha da mata	Polietileno
Sarcoptiformes, Astigmatina			
Acaridae			
<i>Tyrophagus</i> sp.	30	5	8
Sarcoptiformes, Oribatida			
Oribatida			
-	14	9	4
Parasitiformes, Mesostigmata, Gamasina			
Blattisociidae			
<i>Blattisocius dentriticus</i>	1	1	0
Macrochelidae			
<i>Macrocheles</i> sp.	1	0	0
Melicharidae			
<i>Proctolaelaps pygmaeus</i>	1	1	0
Parasitidae			
<i>Parasitus</i> sp.	1	0	0
Phytoseiidae			
<i>Amblydromalus limonicus</i>	0	1	7*
<i>Amblyseius chiapensis</i>	0	0	3
<i>Arrenoseius urquharti</i>	5	1	1
<i>Galendromus anectuns</i>	0	2	0
<i>Neoseiulus anonymus</i>	1	0	2
<i>Neoseiulus californicus</i>	13*	6*	4
<i>Phytoseiulus macropilis</i>	0	1	3
<i>Proprioiseiopsis cannaensis</i>	0	1	2
<i>Thyphodromips mangleae</i>	4	1	0
<i>Thyphodromus (Anthoseius) transvaalensis</i>	9*	0	0
Imaturos	9	13	20
Machos	2	5	11
Trombidiformes, Prostigmata			
Cheyletidae			
-	4	0	0
Cunaxidae			
-	1	1	0
Tetranychidae			
<i>Tetranychus urticae</i>	14	115	341
<i>Tetranychus urticae</i> com <i>Neozygites floridana</i>	98	70	43

Tabela 13. Totais de ácaros coletados no período de seis meses (10 de julho a 16 de dezembro de 2015; coletas diurnas) em folíolos de morangueiro de canteiros com palha seca, palha da mata e polietileno (n= 200 folíolos), Bom Repouso, Minas Gerais (17–18 °C, 76– 94% UR e aproximadamente 12 h de fotoperíodo diário).

(conclusão)

Espécies	Palha seca	Palha da mata	Polietileno
Tydeidae			
-	31	11	12
Total	239	244	461

(-) Não identificado em nível de gênero/espécie.

(*) Espécies predominantes pela análise faunística (ANAFU, MORAES et al. 2003).

Reunindo os dados das cinco avaliações, não se observaram diferenças estatísticas entre os tratamentos, no que se refere aos números de: a) Phytoseiidae; b) outros Gamasina; e c) ácaros rajados infectados por *N. floridana* (Tabela 14). No entanto, o número de ácaros rajados não infectados em folíolos de canteiros cobertos com polietileno foi significativamente maior que nos folíolos de canteiros com palha da mata, que por sua vez foi maior que nos folíolos de canteiros com palha seca.

Tabela 14. Número médio (\pm EP) de ácaros por folíolo de morangueiros (n= 200 folíolos) de canteiros cobertos com palha seca, palha da mata e polietileno no período de 10 de julho a 16 de dezembro de 2015, Bom Repouso, Minas Gerais (17–18 °C, 76– 94% UR e aproximadamente 12 h de foto período diário).

Tratamento	Phytoseiidae	Outros Gamasina	<i>T. urticae</i>	<i>T.urticae</i> infectado
Palha seca	0,21 \pm 0,20 a	002 \pm 0,01 a	0,07 \pm 0,11 c	0,49 \pm 0,41 a
Palha da mata	0,15 \pm 0,11 a	0,01 \pm 0,02 a	0,57 \pm 0,34 b	0,35 \pm 0,31 a
Polietileno	0,26 \pm 0,21 a	0,00 a	1,70 \pm 0,71 a	0,21 \pm 0,11 a

Numa mesma coluna, tratamentos seguidos das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis.

Os fitoseídeos foram encontrados ao longo de todo o período experimental, mas em níveis um pouco mais elevados em dezembro (Figura 10). Outros Gamasina foram encontrados apenas em palha seca e da mata, sempre em baixíssimos níveis. O ácaro-rajado não infectado foi encontrado ao longo de todo o período experimental, sendo os níveis menos elevados encontrados na primeira (julho) e na última (dezembro) avaliação. Espécimes de ácaro-rajado infectados por *N. floridana* também foram encontrados ao longo de todo o experimento, mas em níveis mais elevados nas duas últimas avaliações (novembro e dezembro). De maneira geral, este ácaro ocorreu em maiores níveis em planta de canteiros cobertos com polietileno.

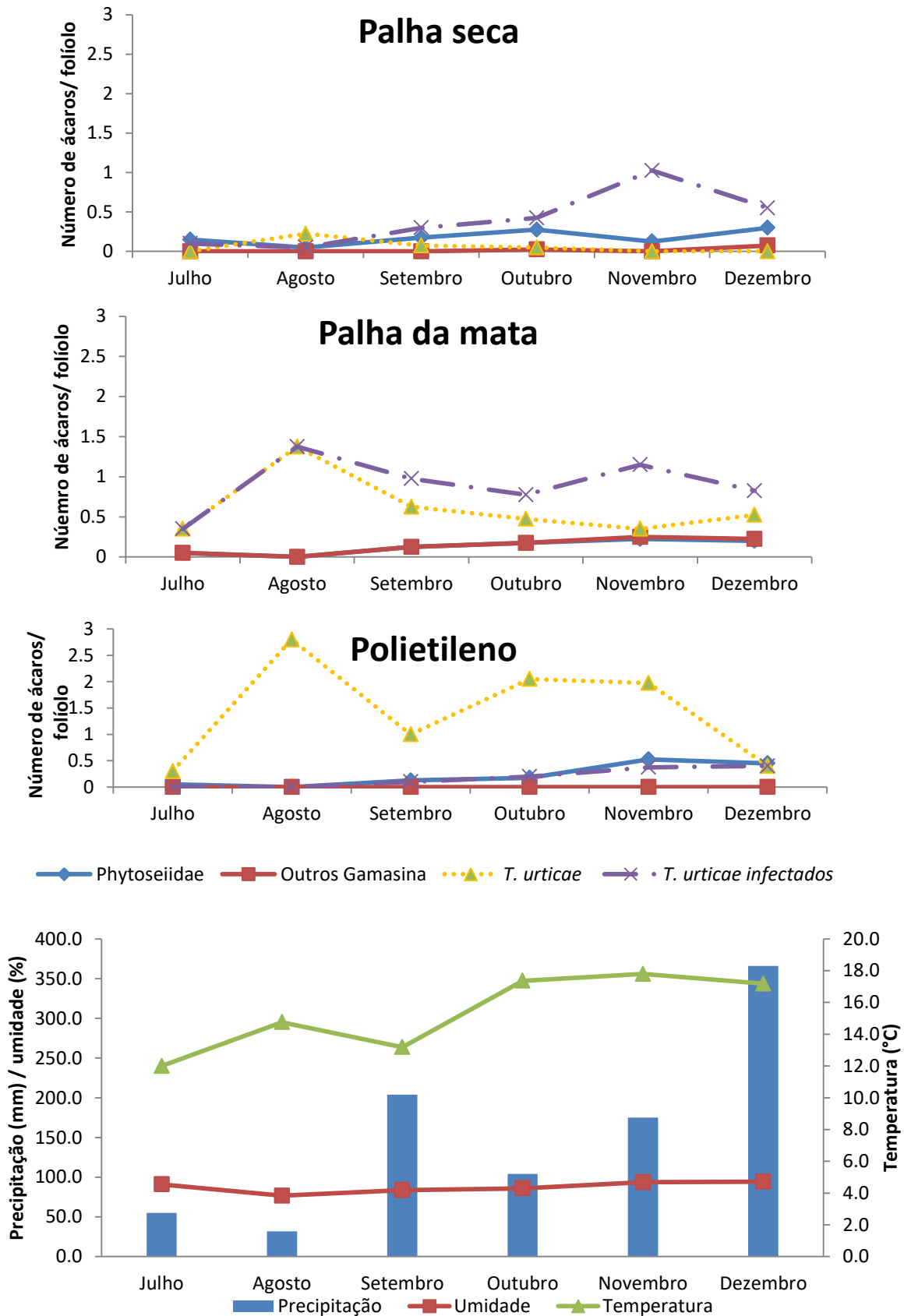


Figura 10. Número de ácaros Phytoseiidae, outros Gamasina, *T. urticae* sadios e *T. urticae* infectados por *N. floridana* / folíolos de morangueiro, assim como precipitação, umidade e temperatura (INMET, 2016) entre 10 de julho e 16 de dezembro de 2015, Bom Repouso, Minas Gerais.

3.3.2.3. Fauna de ácaros em morangueiros nos períodos diurno e noturno

Totais de 1.907, 1.136 e 2.400 ácaros foram coletados de folíolos de morangueiro de canteiros com palha seca, palha da mata e polietileno, respectivamente (Tabela 15).

Nos folíolos de canteiros cobertos com palha seca, os Gamasina predominantes foram *B. dentriticus*, *P. pygmaeus*, *Neoseiulus* sp. e *Phytoseiulus macropilis* (Banks), em ambas as coletas; nos folíolos de palha da mata, os predominantes foram *B. dentriticus* (à noite), *P. pygmaeus* (à noite) e *Phytoseiulus macropilis* (em ambas as coletas); já, nos folíolos de polietileno, os predominantes foram *B. dentriticus* e *P. macropilis*, em ambas as coletas e *Neoseiulus* sp. (dia).

Tabela 15. Totais de ácaros em folíolos de morangueiro de canteiros cobertos com palha seca, palha da mata e polietileno, em coleta diurna (10 h) e noturna (20 h), em 15 de outubro de 2015, Bom Repouso, Minas Gerais (n=160 folíolos/ período) (16–17 °C, 82–85% UR e aproximadamente 12 h de foto período).

(continua)

Espécies	Palha Seca		Palha da Mata		Polietileno	
	Diurna	Noturna	Diurna	Noturna	Diurna	Noturna
Sarcoptiformes, Astigmatina						
Acaridae						
<i>Tyrophagus neiswanderi</i>	40	306	14	24	33	67
Sarcoptiformes, Oribatida						
Suctobeldidae						
-	2	2	4	0	0	3
Parasitiformes, Mesostigmata, Gamasina						
Ameroseiidae						
<i>Ameroseius</i> sp.	0	1	0	0	0	0
Ascidae						
<i>Gamasellodes</i> sp.	0	2	0	1	0	0
Blattisociidae						
<i>Blattisocius dentriticus</i>	235*	333*	5	55*	23*	36*
<i>Blattisocius everti</i>	1	2	0	1	4	2
<i>Lasioseius</i> sp. 1 (setas curtas)	8	3	0	1	0	0
<i>Lasioseius</i> sp. 2 (setas longas)	0	3	0	0	0	2
Machos	3	2	0	0	0	5
Laelapidae						
<i>Pseudoparasitus</i> sp.	1	0	0	0	0	0
Macrochelidae						
<i>Glyphtholaspis</i> sp.	0	1	0	0	0	0
<i>Holostaspella</i> sp.	0	0	0	0	0	1

Tabela 15. Totais de ácaros em folíolos de morangueiro de canteiros cobertos com palha seca, palha da mata e polietileno, em coleta diurna (10 h) e noturna (20 h), em 15 de outubro de 2015, Bom Repouso, Minas Gerais (n=160 folíolos/ período) (16–17 °C, 82–85% UR e aproximadamente 12 h de foto período).

(conclusão)

Espécies	Palha Seca		Palha da Mata		Polietileno	
	Diurna	Noturna	Diurna	Noturna	Diurna	Noturna
Melicharidae						
<i>Proctolaelaps pygmaeus</i>	12*	48*	8	25*	21	44
Imaturos	3	9	2	2	3	5
Machos	0	3	0	3	3	3
Ologamasidae						
<i>Gamasiphis</i> sp.	1	1	0	0	0	0
Parasitidae						
<i>Parasitus</i> sp. (deutoninfa)	7	2	0	1	1	0
Phytoseiidae						
<i>Amblyseius</i> sp.	5	3	1	0	1	3
<i>Arrenoseius</i> sp.	2	3	2	0	3	6
<i>Euseius</i> sp.	0	0	4	0	4	0
<i>Iphiseioides</i> sp.	0	1	0	0	0	0
<i>Neoseiulus</i> sp.	15*	7*	5	10	32*	5*
<i>Phytoseiulus macropilis</i>	37*	31*	27*	24*	101*	88*
<i>Typhlodromalus marmoratus</i>	3	0	0	0	0	0
<i>Typhlodromus (Anthoseius) ornatus</i>	0	1	0	0	0	0
Imaturos	9	5	6	24	47	22
Machos	7	6	1	0	37	20
Trombidiformes, Prostigmata						
Cheyletidae						
-	2	2	1	0	0	0
Tetranychidae						
<i>Tetranychus urticae</i>	239	233	302	418	801	859
<i>Tetranychus urticae</i> com <i>Neozygites floridana</i>	73	45	84	64	45	39
Tydeidae						
-	40	107	11	6	5	26
Total	745	1.162	522	614	1.164	1236

(-) Não identificado em nível de gênero/espécie.

(*) Espécies predominantes pela análise faunística (ANAFU, MORAES et al. 2003).

Comparando-se conjuntamente os Phytoseiidae dentro de cada tratamento, a única diferença significativa verificada foi nos canteiros com polietileno, em que o número encontrado durante o dia foi maior que durante a noite. Em relação aos outros Gamasina, foi verificada diferença significativa nos canteiros com palha seca, da mata e polietileno, em que o número encontrado à noite foi significativamente maior que o número encontrado durante o

dia (Tabela 16). Em relação ao número de ácaros rajados sadios e infectados, não foi verificada diferença estatística entre as coletas diurna e noturna.

Reunindo os dados das duas avaliações, o número de fitoseídeos foi maior em polietileno, não sendo significativa a diferença entre palha seca e palha da mata. Os demais Gamasina foram significativamente maior em folíolos de morangueiro de canteiros com palha seca que em canteiros cobertos com polietileno, que por sua vez foi maior que em canteiros em palha da mata (Tabela 16).

Maior número de ácaros rajados foi encontrado em folíolos de canteiros cobertos com polietileno, seguido pelo número em folíolos de canteiros com palha da mata e depois por folíolos de canteiros com palha seca. Já em relação aos ácaros rajados infectados, os números foram muito próximos, sendo este apenas significativamente maior em folíolos de canteiros com palha da mata que em canteiros cobertos com polietileno.

Tabela 16. Número médio (\pm EP) de ácaros por folíolo de morangueiro de canteiros cobertos com palha seca, palha da mata e polietileno, em duas contagens (uma diurna, 10h e outra noturna, 20 h) (n=160 folíolos/ período de coleta), 15 de outubro de 2015, Bom Repouso, Minas Gerais, (16–17 °C, 82–85% UR e aproximadamente 12 h de foto período).

Tratamentos	Palha seca			Palha da mata			Polietileno		
	Diurna	Noturna	Total	Diurna	Noturna	Total	Diurna	Noturna	Total
Phytoseiidae	0.5 \pm 0.0 a	0.4 \pm 0.0 a	0.4 \pm 0.0 B	0.3 \pm 0.0 a	0.4 \pm 0.0 a	0.3 \pm 0.0 B	1.4 \pm 0.0 a	0.9 \pm 0.0 b	1.2 \pm 0.1 A
Outros Gamasina	1.7 \pm 0.3 b	2.7 \pm 0.3 a	2.1 \pm 0.2 A	0.1 \pm 0.0 b	0.6 \pm 0.1 a	0.3 \pm 0.2 C	0.3 \pm 0.1 b	0.6 \pm 0.1 a	0.5 \pm 0.1 B
<i>T. urticae</i>	1.5 \pm 0.2 a	1.5 \pm 0.3 a	1.5 \pm 0.2 B	1.9 \pm 0.2 a	2.6 \pm 1.4 a	2.3 \pm 0.2 AB	5.0 \pm 0.9 a	5.4 \pm 0.8 a	5.2 \pm 0.6 A
<i>T.urticae</i> infectado	0.4 \pm 0.0 a	0.3 \pm 0.0 a	0.3 \pm 0.0 AB	0.5 \pm 0.0 a	0.4 \pm 0.0 a	0.5 \pm 0.0 A	0.3 \pm 0.0 a	0.2 \pm 0.0 a	0.3 \pm 0.0 B

Numa mesma linha, para cada tratamento, mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis. Em relação à coluna do total, letras maiúsculas iguais não diferem entre os tratamentos pelo teste de Kruskal-Wallis.

3.3.2.4. Severidade das principais doenças

Em relação à incidência de micosferela, os níveis de incidência nos diferentes tratamentos foram muito próximos, apesar de ser o nível em canteiros de polietileno significativamente maior que nos outros tratamentos, que não diferiram entre si (Tabela 17).

Já em relação à dendrofoma, a incidência foi significativamente menor nos canteiros com palha seca que nos outros tratamentos que não diferiram entre si.

Tabela 17. Severidade de micoserela e dendrofoma (\pm EP), de acordo com escalas de notas de Mazaro et al. (2006 a, b) em morangueiros de canteiros cobertos com palha seca, palha da mata e polietileno, de 10 de setembro a 16 de dezembro de 2015, Bom Repouso, Minas Gerais.

Enfermidades	Palha seca	Palha da mata	Polietileno
Micosferela	4.5 \pm 3.5 b	5.2 \pm 4.3 b	5.6 \pm 4.2 a
Dendrofoma	4.6 \pm 1.3 b	10.5 \pm 3.4 a	16.8 \pm 9.3 a

Para cada enfermidade, tratamentos cujas médias são seguidas das mesmas letras na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Friedman ($p < 0,05$).

3.3.2.5. Produção de frutos

A produção de frutos foi maior em canteiros cobertos com polietileno que em canteiros com palha da mata, não havendo diferença significativa entre a produção destes tratamentos e a produção em canteiros cobertos com palha seca (Figura 11).

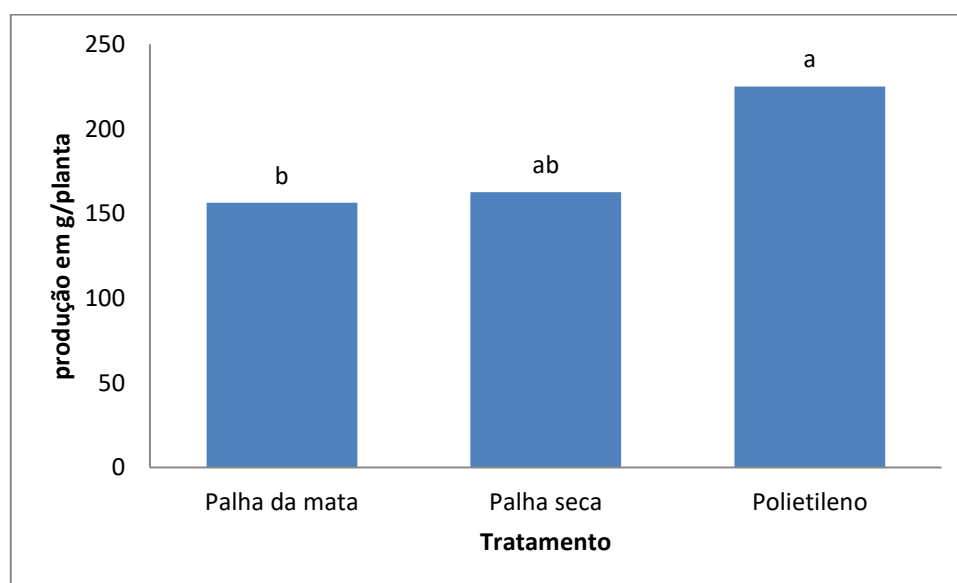


Figura 11. Produção em g/planta de morangueiro de canteiros cobertos com palha seca, palha da mata e polietileno, de 10 de setembro a 16 de dezembro de 2015, Bom Repouso, Minas Gerais.

^aBarras acompanhadas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

3.4. Discussão

3.4.1. Avaliações em telado

Não foi observada grande diferença na composição das espécies de ácaros encontrados na palha seca e na palha da mata. No entanto, dentre os Gamasina, uma das espécies predominantes na palha seca (*Blattisocius dentriticus*) não foi predominante na palha da mata. Por outro lado, foi bastante grande a diferença em relação ao tratamento correspondente à cobertura com polietileno, em que o número de espécies foi muito menor. Isto sugere que a colocação da palha na mata não resultou em enriquecimento do substrato em relação à abundância e diversidade de ácaros. Isso pode ter ocorrido devido à reduzida dimensão do fragmento de mata, tornando os sacos com substrato excessivamente expostos. Talvez se o fragmento fosse maior, também maior seria a abundância e a diversidade, de vez que em ambientes naturais a abundância e a biodiversidade são usualmente muito maiores que em agroecossistemas (ALTIERI; NICHOLLS, 2004). Por outro lado, o maior número de Gamasina nos vasos com palha (seca ou da mata) era obviamente já esperado.

A constatação de abundâncias semelhantes de Gamasina nas amostras de palha/substrato de plantio no início e no final do experimento sugere a estabilidade da unidade experimental. Dentre os Gamasina predominantes, estavam as espécies cujos hábitos alimentares são principalmente fungívoras ou predadoras (AZEVEDO et al., 2015; CASTILHO, VENANCIO; NARITA, 2015). Vale destacar que os ácaros encontrados em vaso (ou seja, coletados no final do experimento realizado em telado), nos três tratamentos, podem ter sido influenciados pelo substrato comercial, pois como foi observado principalmente *Digamasellus* sp. não havia sido encontrado inicialmente em palha seca e da mata, porém na última coleta esse predador edáfico foi encontrado em todos os vasos.

O número muito maior de Gamasina edáficos em folíolos de vasos com a palha seca do que em folíolos de outros vasos está relacionada ao alto número de *P. pygmaeus* na palha seca, tanto no início como no final do experimento, tendo este sido quase que exclusivamente o Gamasina não fitoseídeo encontrado em folíolos neste experimento. A pergunta relevante a este estágio refere-se à razão pela qual este ácaro subiu as plantas. No transcorrer deste trabalho, era intensa a movimentação de Gamasina na superfície dos vasos no período noturno. Os resultados sugerem que a subida às plantas somente ocorra durante a noite, o que era esperado, tendo em vista que em estes regularmente não têm sido constatados sobre plantas de morango no sul de Minas Gerais (FREITAS, 2014) ou nesta ou outras plantas de

outras regiões do globo (PETROVA; ČUDARE; ŠTEINĪTE, 2000; MESSELINK; HOLSTEIN-SAJ; 2006; CASTILHO et al., 2015). Isto seguramente está ligado ao fato de que em trabalhos faunísticos em agroecossistemas, as amostragens são usualmente feitas no período diurno. Resta saber qual o possível papel destes ácaros como agentes de controle de outros organismos em morango (ou outros cultivos), durante este período.

3.4.2. Avaliações de campo

Como foram as mesmas as coberturas de palha avaliadas no laboratório e no campo, também foram os mesmos os ácaros encontrados nesta no início do trabalho de campo. Assim, como esperado, os Gamasina predominantes em cada cobertura de palha foram neste estudo os mesmos que aqueles determinados no estudo de laboratório, exceto que neste caso *Lasioseius* sp. 2 foi uma espécie predominante em canteiros com palha seca ou palha da mata, o que não se observou em laboratório. Obviamente, as espécies predominantes com a cobertura do solo com polietileno foram diferentes da que predominou no laboratório, por serem os substratos totalmente diferentes (substrato comercial de plantio no laboratório e solo no campo).

As variações da abundância de Gamasina nos canteiros a partir da colocação das coberturas no campo sugerem que inicialmente as condições ambientais foram muito favoráveis aos ácaros, tornando-se em seguida menos favoráveis, o que se refletiu no aumento da abundância no início do trabalho, seguido da diminuição no final. As alterações nas condições ambientais parecem ter ocorrido independentemente da presença da palha, como sugerido pela semelhança do padrão de variação das populações nos tratamentos com palha e com cobertura de polietileno ao longo do experimento. O aumento inicial poderia ser função de melhores condições climáticas (mês de setembro houve aumento da precipitação) ou aumento da disponibilidade de alimento, dado que no processo de instalação da cultura, o solo é submetido a atividades perturbatórias intensas, podendo ter passado a condições mais favoráveis na fase inicial do experimento. A diminuição posterior das populações poderia ser explicada pelas razões inversas ou então pela elevada precipitação do mês de dezembro, o que também prejudica os predadores edáficos, devido ao encharcamento do solo.

O número muito maior de Gamasina nos canteiros com palha confirma a hipótese de que esta contribuiria para o aumento da disponibilidade de ácaros predadores no campo. Outra hipótese que se confirma é que a colocação da palha por um mês em uma mata proporcionaria

maior diversidade e riqueza de ácaros predadores, embora a quantidade não tenha sido mais elevada do que em palha seca. Era de se esperar que a colocação por um mês da palha em uma mata iria aumentar a diversidade e riqueza de predadores, já que vegetação nativa atua como reservatório de inimigos naturais (GONDIM JR.; MORAES, 2001; ZACARIAS; MORAES, 2001). Outro fator que pode explicar a menor quantidade de ácaros em solo coberto com polietileno é que é sabido que os ácaros edáficos são mais encontrados em matéria orgânica (FLECHTMANN, 1975; KRANTZ, 1978; PASCHOAL; MONTEIRO; FERRAZ, 1996); sendo assim, em cobertura com polietileno essa camada é inexistente e também aumenta em até 7°C a temperatura do solo (COSTA, 2012), comparando com cobertura orgânica, o que torna o microclima prejudicial aos ácaros de solo (BUTCHER; SNIDER; SNIDER, 1971; BADEJO, 1990).

No entanto, será que em campo os Gamasina edáficos também são encontrados sobre plantas como no laboratório? Com os dados deste estudo, pudemos concluir que a maioria dos ácaros encontrados sobre as plantas ao longo do experimento era o ácaro-rajado. O número muito maior deste ácaro em folíolos de canteiros cobertos com polietileno sugere que o microambiente seja mais favorável a seu desenvolvimento, ou que os predadores aí sejam menos eficientes.

Dentre os Gamasina, a maioria dos ácaros encontrados era plantícola (Phytoseiidae), sendo pouquíssimos Gamasina edáficos encontrados sobre as plantas. Isto, no entanto, poderia ser devido ao fato de que as coletas de folíolos para análise dos ácaros foram realizadas durante o dia. Como não houve diferença estatística entre as densidades de Gamasina sobre as plantas dos distintos tratamentos, supõe-se que o tipo e cobertura não tenha influenciado este fator. Em outras palavras, a presença da palha não favoreceu a população de fitoseídeos. Os números de Gamasina não Phytoseiidae observados nas contagens noturnas foram significativamente maiores do que no período diurno, nos três tipos de coberturas de solo, sendo este resultado compatível com o que se observou no experimento de laboratório.

As populações de ácaro-rajado sempre foram maiores em folíolos de canteiros com polietileno. Isso pode ser explicado pelo aumento da umidade que a palha orgânica proporciona (CADAVID et al., 1998; COSTA; MELO; FERREIRA, 2007), dado que os tetraniquídeos se desenvolvem melhor em ambientes secos (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Além disso, a palha aumentou a infecção dos ácaros rajados por *N. floridana* (no experimento do dia 15 de outubro). Essa infecção pode ter sido também devido à maior umidade que a palha de café proporcionou, quando comparada com polietileno, porém, o efeito desse patógeno pode ter sido diluído ao longo do experimento, já que não houve

diferença estatística do número de rajados infectados nos três tipos de coberturas de solo durante todo o monitoramento dos ácaros nos folíolos. A infecção natural de ácaro-rajado por *N. floridana* já havia sido relatada no sul de Minas Gerais (CASTILHO et al., 2015) e sudeste do Brasil (SOSA-GÓMEZ, 1996; ROGGIA et al., 2009). Espécies de *Neozygites* são consideradas por muitos autores como fator importante de mortalidade do ácaro-rajado quando as condições microclimáticas são apropriadas, chegando a níveis de infecções próximos de 100% (SMITLEY; KENNEDY; BROOKS, 1986; KLUBERTANZ; PEDIGO; CARLSON, 1991; DICK; BUSCHMAN, 1995). Kivijärvi; Parikka; Tuovinen (2002) também relataram a ocorrência de maiores níveis do ácaro-rajado em canteiros cobertos com polietileno do que em coberturas orgânicas (capim seco, palha de cevada, casca de trigo e casca de pinus).

Dentre os três tratamentos, a palhada seca foi a que proporcionou maior quantidade de predadores edáficos, principalmente no período da noite (*B. dentriticus* e *P. pygmaeus*) em folíolos de morangueiro. Os ácaros do gênero *Blattisocius* são amplamente estudados como sendo predadores de outros ácaros e pequenos artrópodes, como coleópteros, ovos de lepidópteros, larvas de moscas em frutas (THOMAS; ZALOM; NICOLA, 2011; ESTECA et al., 2014). A elevada quantidade de *B. dentriticus* pode ser explicada pelo fato de nessas palhadas ter grande quantidade de Acaridae, pois esses predadores também são conhecidos por consumir astigmatinas (FENILLI; FLECHTMANN, 1990; ESTECA et al., 2014; SILVA et al., 2016). O outro predador encontrado em grande quantidade foi *P. pygmaeus*, em que já foram relatados em colônias de insetos em laboratório, raízes de plantas, material vegetal em decomposição, sendo predadores de pequenos artrópodes e fungívoros (AFIFI; HASSAN; EL-BILSHLAWY, 1984; BREGETOVA, 1977; LAWSON-BALAGBO et al., 2007). *P. pygmaeus* já foi relatado consumindo ovos de *Drosophila* (CANTELO; BOSWELL, 1973; ASHBURNER, 1989) e um estudo antigo relatou esse predador consumindo *T. urticae* (MATHYS; TENCALLA, 1959). Embora não avaliamos o consumo desses predadores em pragas do morangueiro, o potencial de consumo de pragas é importante ser estudada, haja vista a gama de hábitos alimentares destes.

Estudos de ecologia de comunidades durante o dia e noite foram realizados em alguns grupos de artrópodes, mostrando diferenças na estrutura da comunidade entre os dois períodos (HASSAN; RASHID, 1997; BASSET et al., 2003). A fauna determinada em diferentes horários tem levado à constatação de composição similar de espécies, podendo, no entanto o forrageamento ser mais pronunciado em um dos períodos (NOVOTNY et al., 1999; SAIGUSA et al., 2000). Onzo et al. (2003) estudaram a relação entre ácaros fitófagos e

predadores em plantas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), notando que, durante o dia, o fitoseídeo *Typhlodromalus aripo* De Leon mantinha-se abrigado entre os folíolos em formação no ápice de plantas, movendo-se à noite as folhas jovens, onde encontrava o tetraniquídeo *Mononychellus tanajoa* (Bondar), do qual se alimentava. Parecis-Silva et al. (2016) coletaram mensalmente folhas de jenipapeiro (*Genipa americana* L., Rubiaceae) durante o dia e à noite durante um ano, concluindo que os fitoseídeos *Euseius citrifolius* Denmark & Muma e *Euseius concordis* (Chant) se encontram na superfície das folhas em busca de presa durante o dia, diferentemente de *Agistemus floridanus* Gonzalez, da família Stigmaeidae, que forrageia especialmente durante a noite.

A presença da palha, especialmente da palha seca, teve pouco efeito na ocorrência de micosferela, mas o efeito em dendrofoma foi considerável. As menores variações de temperatura do solo e maior disponibilidade de nutrientes que a palha orgânica proporciona (ERENSTEIN, 2003; KĘSIK; MASKALANIEC, 2005) pode ter contribuído para redução de doenças, já que uma planta sob menos estresse e nutricionalmente balanceada está menos suscetível ao ataque de patógenos. Laugale; Morocko e Bite (2002) observaram que o uso de cascalho e serragem reduziram a incidência de doenças como *Botrytis* sp. e murcha de *Verticillium* sp. em cultivos de morangueiro. Apesar de alguns trabalhos citarem que ocorre maior quantidade de doenças foliares em morangueiros com *mulching* orgânico (SHARMA; SHARMA, 2003, 2004; SINCH; SHARMA; GOYAL, 2007), nossos resultados foram diferentes, pois houve maior ocorrência de micosferela em polietileno do que em palha de café seca e em palha da mata.

Embora a severidade de micosferela em polietileno tenha sido maior do que palha seca e da mata, a produção não diferiu em canteiros com polietileno e palha seca. Alguns autores já mostraram que o uso de cobertura orgânica aumentou a produção e qualidade dos frutos por alterações, relacionando isso à diminuição da variação da temperatura e ao aumento da umidade do solo (TESSARIOLI NETO, 1993; CORTEZ et al., 1997). Investigando duas cultivares de alface, Regina e Elisa, Andrade Júnior et al. (2005) constataram que, comparada com o uso do polietileno, a cobertura orgânica proporcionou aumento na massa média das plantas. Na cultura da cenoura, a utilização de cobertura morta propiciou maior produtividade de raízes em relação ao tratamento sem cobertura (RESENDE et al., 2005). Semelhantemente ao que se observou no presente estudo em relação à cobertura com palha seca, Vailati e Moraes (2010) concluíram que a produção de morangueiro não diferiu em polietileno e acícula de pinus.

Conclui-se que o uso de palha de café aumentou o número de Gamasina edáficos em vasos (em laboratório), no solo dos canteiros (em campo) e em folíolos de morangueiro, em relação ao que se observou sob cobertura de polietileno. Isto pode ser relevante, dado que muitos ácaros deste grupo são predadores de outros artrópodes. Notou-se também que o Gamasina *P. pygmaeus* (Melicharidae) sobe às plantas principalmente no período noturno, sugerindo assim que apesar de ser esta espécie basicamente edáfica, teria a chance de predação pragas de parte aérea. Este ácaro tem sido relatado como predador de certas espécies de ácaros, insetos e nematoide, podendo também se alimentar de fungos (MORAES et al., 2015). A maior ocorrência do ácaro-rajado e a maior severidade de doenças em canteiros cobertos com polietileno sugere que a cobertura orgânica pode reduzir a ocorrência de pragas e patógenos. Devido a maior umidade que a palha proporciona, houve maior infecção de ácaro-rajado por *Neozygites floridana*, importante fungo patogênico ao ácaro-rajado.

Apesar dos resultados acima citados, a produtividade semelhante dos morangueiros em canteiros cobertos com polietileno e com palha seca leva à conclusão de que outros fatores interferiram na produção de frutos. Estes fatores, não foram determinados no presente estudo. No entanto, observações de ordem qualitativa nos levam a acreditar que um destes fatores tenha sido a competição dos morangueiros com plantas de ocorrência espontânea, certamente muito maior nos canteiros com palha. A mitigação deste fator merece estudos complementares futuros. A decisão pelo uso do polietileno ou da cobertura com palha de café tem que levar em conta também outros fatores relevantes, como os ganhos ambientais com o uso da palha. Por exemplo, em termos de ganho pode ser citado a eliminação da necessidade de descarte do polietileno e a possível redução da necessidade de uso de agrotóxicos para o controle de certas pragas e doenças.

Referências

- AFIFI, A.M.; HASSAN, M.F.; EL-BILSHLAWY, S.O. *Proctolaelaps striatus*, a new species from Egypt, with notes on its biology (Acari: Gamasida: Ascidae). **Bulletin of Faculty of Agriculture**, University of Cairo, v. 35, p. 1215–1226, 1984.
- ALTIERI, M.; NICHOLLS, C. **Biodiversity and pest management in agroecosystems**. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group, 2004. p. 252.
- AMI. **International Industry Conference on silage, mulch, greenhouse and tunnel films used in agriculture**, Sep 29-Oct 1, 2014, Barcelona, Spain. Disponível em: <<http://www.amiplastics.com>>. Acesso em: 01 Out. 2016.
- ANDRADE JÚNIOR, V.C.D.; YURI, J.E.; NUNES, U.R.; PIMENTA, F.L.; MATOS, C.S.M.; FLORIO, F.C.D.A.; MADEIRA, D.M. Emprego de tipos de cobertura de canteiro no cultivo da alface. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 23, n. 4, p. 899-903, 2005.
- ANTUNES, L.E.C.; REISSER JUNIOR, C.; VIGNOLO, G. K.; GONÇALVES, M. A. Morangos do jeito que o consumidor gosta. **Campo & Lavoura**, Anuário HF 2015 , n. 1, p.64-72, 2015.
- APE, Europe. **European non packaging agriplastics market survey**, 2013. Disponível em: <<http://www.apeeurope.eu/statistiques.php>>. Acesso em: 23 Out. 2016.
- ASHBURNER, M. **Drosophila: A Laboratory Handbook**. Cold Spring Harbor Laboratory. Englewood Cliffs, 1989.
- AZEVEDO, L.H.; EMBERSON, R.M., ESTECA, F.C.N.; MORAES, G.J. Macrochelid mites (Mesostigmata: Macrochelidae) as biological control agents. In: CARILLO, D., MORAES, G.J., PEÑA, J.E. (Ed.). **Prospects for Biological Control of Plant Feeding Mites and other Harmful Organisms**. Cham: Springer International Publishing, 2015. chap. 3, p. 103–132.
- BADEJO, M. Seasonal Abundance of Soil Mites (Acarina) in Two Contrasting Environments. **Biotropica**, Hoboken, v. 22, n. 4, p. 382-390, 1990.
- BASSET, Y.; ABERLENC, H.P.; BARRIOS, H.; CURLETTI, G. Arthropod diel activity and stratification. In: BASSET, Y.; NOVOTNY, V.; MILLER, S.E.; KITCHING, R.L. (Ed.). **Arthropods of tropical forest: spatio- temporal dynamics and resource use in the canopy**. Press Cambridge (UK): Cambridge University; 2003, p. 304–314.

- BERNARDI, D.; BOTTON, M.; NAVA, D. E.; ZAWADNEAK, M. A. C. **Guia para a identificação e monitoramento de pragas e seus inimigos naturais em morangueiro**. Brasília, DF: Embrapa; 2015, p. 46.
- BREGETOVA, N.G. **Identification key for soil inhabiting mites. Mesostigmata**. Nauka: Publisher. p. 717, 1977.
- BRUST, G.E. Natural enemies in strawmulch reduce Colorado potato beetle populations and damage in potato. **Biological Control**, Amsterdam v.4, p. 163–69, 1994.
- BUTCHER, J.W.; SNIDER, R.; SNIDER, J.R. Bioecology of edaphic Collembola and Acarina. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 16, p. 249-288, 1971.
- CANTELO, W.W.; BOSWELL, A.L. Mite control with chemicals: a *Drosophila* culture. **Drosophila Information Service**, v.50, p.163, 1973.
- CADAVID, L. F.; EL-SHARKAWY, M. A.; ACOSTA, A.; SÁNCHEZ, T. Long-term effects of mulch, fertilization and tillage on cassava grown in sandy soils in northern Colombia. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 57, n. 1, p. 45-56, 1998.
- CASTILHO, R. C.; DUARTE, V. S.; DE MORAES, G. J.; WESTRUM, K.; TRANDEM, N.; ROCHA, L. C. D.; DELALIBERA, Jr., I.; KLINGEN, I. (). Two-spotted spider mite and its natural enemies on strawberry grown as protected and unprotected crops in Norway and Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 66, n. 4, p. 509-528, 2015.
- CASTILHO, R.C.; VENANCIO, R.; NARITA, J.P.Z. Mesostigmata as biological control agents, with Emphasis on Rhodacaroidea and Parasitoidsea. In: CARRILLO, D.; MORAES, G.J.; PEÑA, J.E. (Ed.). **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Cham: Springer International Publishing, 2015. chap. 1, p. 1–32.
- CASTRO, R.L.; CASALI, V.W.D.; BARRELLA, T.P.; SANTOS, R.H.S.; CRUZ, C.D. Comportamento de dez cultivares de morangueiro em cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.21, n.2, p.227-230, 2003.
- CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. PIB Agro. CEPEA-USP/CNA, set/out. 2016. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/cafe/>> Acesso em: 15 out. 2016.
- CHANDLER, D.; DAVIDSON, G.; PELL, J.K.; BALL, B.V.; SHAW, K.; SUNDERLAND, K.D. Fungal biocontrol of Acari. **Biocontrol Science and Technology**, London, v. 10, p. 357-384, 2000.

- COOK, H.F.; VALDES, G.S.B.; LEE, H.C. Mulch effects on rainfall interception, soil physical characteristics and temperature under *Zea mays* L. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 91, p. 227, 2006.
- CORTEZ, G.E.P.; CASTELLANE, P.D.; CAMPOS DE ARAUJO, J.A.; ARIIVALDO BANZATTO, D. Influence of mulching on strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) culture. **Científica: Revista de Ciências Agrárias**, Jaboticabal, v. 23, p. 383-393, 1997.
- COSTA, A. C. L. **Influência de dois tipos de cobertura do solo na produtividade e na fitossanidade do morangueiro**. 2012. 92 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrônômica), Instituto Superior de Agronomia/ Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2012.
- COSTA, D.M.A.; MELO, H.N.D.S.; FERREIRA, S.R. Eficiência da cobertura morta na retenção de umidade no solo. **Holos**, Rio Grande do Norte, v. 1, p. 59-69, 2007.
- COSTA, R.; SARAIVA, A.; CARVALHO, L.; DUARTE, L. The use of biodegradable mulch films on strawberry crop in Portugal. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 173, p. 65-70, 2014.
- CROFT, B.A.; STRONG, W.B.; MESSING, R.H.; DUNLEY, J.E. Effects of humidity on eggs and immature of *Neoseiulus fallacis*, *Amblyseius andersoni*, *Metaseiulus occidentalis* and *Typhlodromus pyri*: implications for biological control on apple, caneberry, strawberry and hop. **Experimental Applied Acarology**, Amsterdam, v. 17, p. 451-459, 1993.
- DICK, G.L.; BUSCHMAN, L.L. Seasonal occurrence of a fungal pathogen, *Neozygites adjarica* (Entomophthorales: Neozygitaceae), infecting banks grass mites, *Oligonychus pratensis* and two spotted spider mites, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), in field corn. **Journal of the Kansas Entomological Society**, Lawrence, v. 64, p. 425-436, 1995.
- ERENSTEIN, O. Smallholder conservation farming in the tropics and sub-tropics: a guide to the development and dissemination of mulching with crop residues and cover crops. **Agriculture Ecosystem and Environment**, Amsterdam, v. 100, p. 17-37, 2003.
- ESTECA, F.C.N.; PEREZ-MADRUGA, Y.; BRITTO, E.P.J.; MORAES, G.J. Does the ability of *Blattisocius* species to prey on mites and insects vary according to the relative length of the cheliceral digits? **Acarologia (La Varenne-sur-Seine)**, v. 54, p.359-365, 2014.
- FAO. **FAOSTAT**. 2016. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/home/E>. Acesso em: 15 out. 2016.

- FENILLI, R.; FLECHTMANN, C.H.W. Ácaros do pinheiro-do-Paraná em Lages, Santa Catarina. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 47, n.1, p. 243-25, 1990.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. p. 402.
- FORGE, T.A.; HOGUE, E.; NEILSEN, G.; NEILSEN, D. Effects of organic mulches on soil microfauna in the root zone of apple: implications for nutrient fluxes and functional diversity of the soil food web. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.22, n. 1, p. 39-54, 2003.
- FORTES, J.F.; OSÓRIO, V.A. (Ed.) **Morango: fitossanidade**. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, 2003. p. 36.
- FREIRE, R.A.P.; MORAES, G.J. Mass production of the predatory mite *Stratiolaelaps scimitus* (Womersley) (Acari: Laelapidae). **Systematic & Applied Acarology**, London, v. 12, p. 117-119, 2007.
- FREITAS, J.A. **Controle biológico de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) em morangueiro no sul de Minas Gerais**. 2014. 64 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.
- FREITAS, P.S.L.; MANTOVANI, E.C.; SEDIYAMA, G.C.; COSTA, L.C. Efeito da cobertura de resíduo da cultura do milho na evaporação da água do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n. 1, p. 85-91, 2004.
- GARBEVA, P.; VAN VEEN, J.A.; VAN ELSAS, J.D. Microbial diversity in soil: selection of the microbial populations by plant and soil type and implementations for disease suppressiveness. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.42, p. 243-270, 2004.
- GHAZY, N.A.; SUZUKI, T.; AMANO, H.; OHYAMA, K. Effects of air temperature and water vapor pressure deficit on storage of the predatory mite *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental Applied Acarology**, Amsterdam, v. 58, p. 111–120, 2012.
- GONDIM JR., M.G.C.; MORAES, G.J. Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) associated with palm trees (Arecaceae) in Brazil. **Systematic and Applied Acarology**, London, v. 6, p. 65-94, 2001.
- GUERRINI, S. Plastiche biodegradabili: alleati per agricoltura e ambiente. In: MORRA, L.; CERRATO, D.; COZZOLINO, E. (Ed.). Risultati del progetto di sostituzione delle

- pacciamature in polietilene con quelle biodegradabili in Mater-Bi® per colture orticole e frutticole sotto serra: valutazioni agronomiche ed economiche. Italy: ADV SINOPIA scarl Caserta, 2015. p. 5-11.
- HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RIAN, P.D. **PAST**: Palaeontological statistics, versão 1.73. 2007. Disponível em: <<http://folk.uio.no/ohammer/past>>. Acesso em: 16 junho 2016.
- HANKS, R.J.; BOWERS, S.A.; BARK, L.D. Influence of soil surface conditions on net radiation, soil temperature, and evaporation. **Soil Science**, Philadelphia, v. 91 n. 4, p. 233-238, 1961.
- HASSAN, S.T.S.; RASHID, M.M. Differential diurnal population density ratios of wet rice arthropods in Malaysia. **Pertanika Journal of Tropical Science**, Malaysia, v.20, p. 43–49, 1997.
- HODDLE, M.S.; MORSE, J.G.; PHILLIPS, P.A.; FABER, B.A.; JETTER, K.M. Avocado thrips: a new challenge for growers. **California Agriculture**, Richmond, v. 56, p. 103-107, 2002.
- INMET, **Instituto Nacional de Meteorologia. Estações Automáticas - Gráficos**. Disponível em:
http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf
 Acesso em 20 out. 2016.
- INSERRA, R.N.; DAVIS, D.W. *Hypoaspis* nr. *aculeifer*: a mite predacious on root-knot and cyst nematodes. **Journal of Nematology**, Loudonville, v. 15, p. 324–325, 1983.
- JAMIESON, L.E.; STEVENS, P.S. The effect of mulching on adult emergence of Kelly's citrus thrips (*Pezothrips kellyanus*). **New Zealand Plant Protection**, Auckland, v. 59, p. 42-46, 2006.
- JENSEN, L.; SIMKO, B.; SHOCK, C.; SAUNDERS, L. Alternative methods for controlling onion thrips (*Thrips tabaci*) in Spanish onions. **Oregon State University Agricultural Experiment Station Special Report**, Ontario, v. 1038, p. 104-111, 2002.
- KĘSIK, T.; MASKALANIEC, T. Effect of soil mulching on air and soil temperature in strawberry field. **Acta Agrophysica**, Lublin, v. 6, n. 1, p.117-124, 2005.
- KIVIJÄRVI, P.; PARIKKA, P.; TUOVINEN, T. **The effect of different mulches on yield, fruit quality and strawberry mite in organically grown strawberry**. Organic production of fruit and berries. The Danish Institute of Agricultural Sciences, Department of Horticulture, Årslev, Denmark, 2002.

- KLINGEN, I.; WÆRSTED, G.; WESTRUM, K. Overwintering and prevalence of *Neozygites floridana* (Zygomycetes: Entomophthorales) in hibernating females of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) under cold climatic conditions in strawberries. **Experimental Applied Acarology**, Amsterdam, v.46 p. 231–245, 2008.
- KLUBERTANZ, T.H.; PEDIGO, L.P.; CARLSON, R.E. Impact of fungal epizootics on the biology and management of the two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) in soybean. **Environmental Entomology**, Oxford, v. 20, p. 731–735, 1991.
- KOEHLER, H.H. Predatory mites (Gamasina: Mesostigmata). **Agriculture Ecosystem and Environment**, Amsterdam, v. 74, p. 395–410, 1999.
- KRANTZ, G.W. A Manual of Acarology. 2 ed. Corvallis: Oregon State University Book Stores, 1978. p. 509.
- KRANTZ, G.W.; WALTER, D.E. (Ed.) **A manual of acarology**. 3rd ed. Lubbock: Texas Tech University Press, 2009. p. 807.
- LAUGALE, V.; MOROCKO, I.; BITE, A. Influence of mulching with sawdust and shavings on performance of strawberry cultivar 'zefyr'. **Acta Horticulture**, Leuven, V. 567, p. 487-489, 2002.
- LAWSON-BALAGBO, L. M.; GONDIM J.R., M. G. C.; DE MORAES, G. J.; HANNA, R.; SCHAUSBERGER, P. Life history of the predatory mites *Neoseiulus paspalivorus* and *Proctolaelaps bickleyi*, candidates for biological control of *Aceria guerreronis*. **Experimental and Applied Acarology**, v. 43, n. 1, p. 49-61, 2007.
- LI, X.Y. Soil and water conservation in arid and semiarid areas: the Chinese experience. **Annals of Arid Zone**, Ghaziabad, v. 39, n. 4, p. 377 – 393, 2000.
- MATHEWS, C.R; BOTTRELL, D.G; BROWN, M.W. A comparison of conventional and alternative understory management practices for apple production: multi-trophic effects. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 21, p. 221–231, 2002.
- MATHYS, G.; TENCALLA, Y. Note préliminaire sur la biologie et la valeur prédatrice de *Proctolaelaps hypudaei* Oudms (Acarien: Mesostigmata: Aceosejidae). **Stations Fédérales D'Essais Agricoles**, Lausanne, v. 600, p. 645–654, 1959.
- MAZARO, S.M.; GOUVEA, A.; DE MIO, L.L.; DESCHAMPS, C.; BIASI, L.A.; CITADIN, I. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha-de-micosferela em morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 648-652, 2006a.
- MAZARO, S.M.; GOUVEA, A.; DE MIO, L.L.M.; DESCHAMPS, C.; BIASI, L.A.; CITADIN, I. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha-de-

- dendrophoma em morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1630-1633, 2006b.
- MESSELINK, G.J.; VAN HOLSTEIN-SAJ, R. Potential for biological control of the bulb scale mite (Acari: Tarsonemidae) by predatory mites in amaryllis. In: Proceedings of the section **Experimental and Applied Entomology**, Amsterdam, v. 17, p. 113, 2006.
- MORAES, G.J. DE; VENANCIO, R.; SANTOS, V.L.V. DOS; PASCHOAL, A.D. Potential of Ascidae, Blattisociidae and Melicharidae (Acari: Mesostigmata) as biological control agents of pest organisms. In: CARRILLO, D., MORAES, G.J.; DE PEÑA, J.E. (Ed.). **Prospects for Biological Control of Plant Feeding Mites and Other Harmful Organisms**. Cham: Springer International Publishing, 2015. chap. 2, p. 33–75.
- MORAES, G.J.; FLECHTMANN, C.H.W. **Manual de acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, Editora, 2008. p. 308.
- MORAES, R.C.B.; HADDAD, M.L.; SILVEIRA NETO, S.; REYES, A.E.L. Software para análise faunística – ANAFAU. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 8., 2003, São Pedro. **Resumos...** Piracicaba: ESALQ, 2003. Resumo, 195.
- MORRA, L.; BILOTTO, M.; CERRATO, D.; COPPOLA, R.; LEONE, V.; MIGNOLI, E. PASQUARIELLO, M.S.; PETRICCIONE, M.; COZZOLINO, E. The Mater-Bi® biodegradable film for strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) mulching: effects on fruit yield and quality. **Italian Journal of Agronomy**, Pavia, v. 11, p.731, 2016.
- MORRIS, H. M. The insect and other invertebrate fauna of arable land at Rothamsted. **Annals of Applied Biology**, Colorado, v. 9, p. 282–305, 1922.
- NOVOTNY, V; BASSET, Y.; AUGA, J.; BOEN, W.; DAL, C.; DROZD, P.; KASBAL, M.; ISUA, B.; KUTIL, R.; MANUMBOR, M. Predation risk for herbivorous insects on tropical vegetation: a search for enemy-free space and time. **Australian Journal of Ecology**, Hoboken, v. 24, p. 477–483, 1999.
- OLIVEIRA, A.R.; MORAES, G.J.; DEMÉTRIO, C.G.E.; NARDO, E.A.E. Efeito do vírus de poliedrose nuclear de *Anticarsia gemmatilis* sobre Oribatida edáficos (Arachnida: Acari) em um campo de soja. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. v.13, p. 32.
- OLIVEIRA, F.F.; GUERRA, J.G.M.; DE ALMEIDA, D.L.; LD RIBEIRO, R.; ESPINDOLA, J. A.A.; RICCI, M.; CEDDIA, M.B. Avaliação de coberturas mortas em cultura de alface sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 26, n. 2, 2008.
- ONZO, A.; HANNA, R.; ZANNOU, I.; SABELIS, M.W.; YANINEK, J.S. Dynamics of refuge use: diurnal, vertical migration by predatory and herbivorous mites within cassava plants. **Oikos Journal**, Hoboken, v. 101, p. 59–69, 2003.

- PARECIS-SILVA, P.V.; NUVOLONI, F.M.; FERES, R.J. Day vs. night: the importance of the circadian cycle over metacommunities and predator–prey densities. **International Journal of Acarology**, London, v. 42, n. 3, p. 141-148, 2016.
- PASCHOAL, A.D.; MONTEIRO, A.R.; FERRAZ, L.C.C.B. Fundamentos de zoologia agrícola e parasitologia: animais do meio rural e sua importância. Piracicaba: DECALQ, 1996. p. 98.
- PETROVA, V.; ČUDARE, Z.; ŠTEINĪTE, I. Seasonal dynamics of predatory mites (Acari: Phytoseiidae) on strawberries in Latvia. **Ekológia Journal (Bratislava)**, Warsaw, v. 19, p. 207–210, 2000.
- PIMENTEL, D.; WARNEKE, A. Ecological effects of manure, sewage sludge and other organic wastes on arthropod populations. In: Russell, G.E. (Ed.). **Biology and Population Dynamics of Invertebrate Crop Pests**. Intercept, Andover, p. 275–304, 1989.
- R CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing; versão 3.0.1. Vienna: R foundation for Statistical Computing, 2013. Disponível em: <<http://www.Rproject.org/>>. Acesso em: 21 jun. 2015.
- REIS, P. R.; CHIAVEGATO, E. B.; SOUSA, E. O. Ácaros da família Phytoseiidae associados aos citros no Município de Lavras, Sul de Minas Gerais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 95-104, 2000.
- RESENDE, F. V.; SOUZA, L. S. D.; OLIVEIRA, P. S. R. D.; GUALBERTO, R. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 100-105, 2005.
- ROGGIA, S.; GUEDES, J.V.C.; KUSS-ROGGIA, R.C.R.; VASCONCELOS, G.J.N.; NAVIA, D.; DELALIBERA, I. JR. Ácaros predadores e o fungos *Neozygites floridana* associados a tetraniquídeos em soja no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, p. 107–110, 2009.
- SAIGUSA, M.; OISHI, K.; IKUMOTO, A.; IWASAKI, H.; TERAJIMA, M. Emergence patterns of small subtidal arthropods in relation to day/night, tidal, and surface/bottom factors: investigations in the Boreal Sea, Japan (Akkeshi, Hokkaido). **Journal of Oceanography**, Dordrecht, v. 56, p. 295–310, 2000.
- SÁNCHEZ-MORENO, S.; FERRIS, H. Suppressive service of the soil food web: effects of environmental management. **Agriculture Ecosystem and Environment**, Amsterdam, v. 119, p. 75–87, 2007.

- SILVA, E. A. **Diversidade de ácaros predadores (Phytoseiidae) em fragmentos florestais e cafezais adjacentes**. 2007. 101 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- SILVA, G. L.; RADAELLI, T. F. D. S.; ESSWEIN, I. Z.; FERLA, N. J.; DA SILVA, O. S. Comparison of biological development of *Blattisocius dentriticus* (Blattisocidae) fed on *Tyrophagus putrescentiae* (Acaridae) and *Megninia ginglymura* (Analgidae). **International Journal of Acarology**, v. 42, n. 8, p. 405-411, 2016.
- SMITLEY, D.R.; KENNEDY, G.G.; BROOKS, W.M. Role of the entomogenous fungus, *Neozygites floridana*, in population declines of two spotted spider mite *Tetranychus urticae*, on field corn. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Hoboken, v. 41, p. 255–264, 1986.
- SOSA-GÓMEZ, D.R. Ocorrência do fungo *Neozygites* spp. em populações do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, na cultura da soja. In: EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa da Soja. Resultados de pesquisa de soja - 1990/91**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1996. v. 2, p. 478–479.
- STENSETH, C. Effect of temperature and humidity on the development of *Phytoseiulus persimilis* and its ability to regulate populations of *Tetranychus urticae* [Acarina, Phytoseiidae, Tetranychidae]. **Entomophaga**, Paris, v. 24, p. 311–317, 1979.
- TESSARIOLI NETO, J. **Influência de cobertura permeável e impermeável sobre o solo e planta na produção do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. 1993. 112 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.
- THOMAS, H.Q.; ZALOM, F.G.; NICOLA, N.L. Laboratory studies of *Blattisocius keegani* (Fox) (Acari: Ascidae) reared on eggs of navel orangeworm: potential for biological control. **Bulletin of Entomological Research**, 101, 2011, p. 499-504.
- TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: II – efeitos da cobertura morta. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 1-10, 2004.
- UENO, B.; COSTA, H.; DIAS, M.S.C.; JESUS, A.M. Manejo integrado das principais doenças do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.35, n.279, p. 82-91, 2014.
- VAILATI, T.; MORAES SALLES, R. F. Rendimento e qualidade de frutos de morangueiro sob diferentes coberturas de solo. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, São José dos Pinhais, v. 8, n. 1, p. 29-37, 2010.

WANG, M.; SUN, Y.W. Fruit trees and vegetables for arid and semi-arid areas in north-west China. **Journal of Arid Environments**, Amsterdam, v. 11, p. 3-16, 1986.

ZACARIAS, M. S.; MORAES, G. J. de. Phytoseiidae mites (Acari) associated with rubber trees and other Euphorbiaceous plants in southeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 570-586, 2001.

4. ARTRÓPODES E PATÓGENOS EM CULTIVO DE MORANGUEIRO ORGÂNICO E CONVENCIONAL NO SUL DE MINAS GERAIS

Resumo

O cultivo de morangueiro orgânico tem recebido maior atenção dada a crescente exigência dos consumidores e os problemas gerados com uso indiscriminado de agroquímicos. Objetivou-se com este trabalho comparar a ocorrência de pragas, fitopatógenos e inimigos naturais entre um cultivo de morangueiro orgânico e outro convencional, em Bom Repouso, Minas Gerais, para demonstrar ao agricultor que é possível obter um controle eficiente de organismos indesejáveis utilizando produtos biológicos e legais. A presença de ácaros edáficos foi avaliada, tomando-se amostras de solo de cada cultivo. Para o monitoramento da ocorrência de artrópodes e fitopatógenos nos morangueiros, folíolos e frutos de 22 pontos amostrais de cada campo foram avaliados a cada 20 dias aproximadamente. A abundância, diversidade, riqueza e dominância de ácaros Gamasina foram maiores no solo do cultivo orgânico. Maior abundância de insetos pragas e benéficos, assim como maior abundância de ácaros rajados (*Tetranychus urticae* Koch) sadios e de ácaros predadores da família Phytoseiidae foram observados no cultivo orgânico. Mesmo com uso de agroquímicos, ocorreram insetos pragas (tripés e mosca-branca) no cultivo convencional. Em relação aos patógenos, não foram observadas diferenças estatísticas entre os níveis de incidência de dendrofoma ou mancha de pestalotia entre os cultivos. Micosferela ocorreu apenas no cultivo orgânico, enquanto mofo cinzento ocorreu apenas no convencional. Com os dados parciais de produtividade, estima-se que esta será um pouco mais elevada no sistema convencional, o que poderá ser compensado pelo maior valor de comercialização do produto orgânico. Além do mais, a produção orgânica poderá reduzir drasticamente a poluição ambiental, com a redução do uso de agrotóxicos pelos produtores. Conclui-se que o controle de pragas e patógenos apenas com o uso de produtos biológicos e manejo integrado da cultura é tecnicamente viável no sul de Minas Gerais, apesar do nível de alguns destes organismos poder ser maior em certas ocasiões.

Palavras-chave: Ácaro-rajado; Predadores; Patógenos; Produtos biológicos; Manejo integrado

Abstract

The organic strawberry cultivation has received increased attention by the growing consumer demand, and the problems caused by the indiscriminate use of agrochemicals. The objective of this study was to compare the occurrence of pests, pathogens and natural enemies between an organic strawberry cultivation and other conventional in Bom Repouso, Minas Gerais, to demonstrate to farmers, that it is possible to obtain an effective control of unwanted organisms using

biological and legal products. The presence of edaphic mites was evaluated, taking soil samples from each cultivation. To monitoring the occurrence of arthropods and plant pathogens on strawberries, leaflets and fruits of 22 sampling points from each field were evaluated in every 20 days approximately. The abundance, diversity, richness and dominance of Gamasina were higher in organic soil crop. Higher abundance of pest and beneficial insects, as well as healthy two-spotted spider mites (*Tetranychus urticae* Koch) and predatory mites of the family Phytoseiidae was observed in the organic crop. Even with the use of agrochemicals, insect pests (thrips and whitefly) occurred in conventional crop. In relation to the pathogens, no statistical differences were observed between the levels of incidence of dendrophoma or leaf spots caused by pestalotia between the cultivations. *Mycosphaerella* occurred only in the organic cultivation, while gray mold occurred only in the conventional. With the partial productivity data, we can estimate that this will be slightly higher in the conventional system in comparison to the organic crop, which may be offset by higher commercial value of the organic products. Moreover, the organic production could drastically reduce environmental pollution, by reducing the use of pesticides by farmers. We concluded that the control of pests and pathogens only with the use of biological products and the integrated crop management is technically possible in the southern of Minas Gerais, although the level of some of these organisms may be higher occasionally.

Keywords: Two-spotted spider mite; Predators; Pathogens; Biological products; Integrated management

4.1. Introdução

A produção mundial de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch) em 2013 foi de aproximadamente 7,8 milhões de toneladas, com a China destacando-se como o maior produtor (2,9 milhões de toneladas). O Brasil produziu mais de três mil toneladas, correspondendo a uma produtividade de 8.500 kg/ ha em 2013 (Fao 2016). O estado de Minas Gerais destaca-se como o maior produtor do Brasil, sendo responsável por cerca de 60% da produção nacional.

No sul de Minas Gerais, estima-se que apenas 1% dos produtores adote o sistema de cultivo orgânico (Freitas 2014). Nesse sistema não é permitido o uso de agroquímicos de origem sintética. Outra pequena parcela de produtores utiliza o sistema integrado de produção, PIMo, em que a premissa básica é a utilização de métodos ecologicamente seguros, minimizando os efeitos colaterais indesejáveis do uso de agrotóxicos (Antunes 2007). A grande maioria dos produtores adota o sistema convencional de produção, em que o não há

restrição à aplicação de produtos químicos, sendo o uso destes baseado em grande parte em calendários pré-estabelecidos de aplicações.

Comparando-se os três tipos de produção citados anteriormente, Madail et al. (2007) concluíram que os custos de produção dos três sistemas são diferentes. O sistema integrado alcançou o maior custo de produção, tendo na diversificação e quantidade de insumos utilizados o diferencial de acréscimo em relação aos demais sistemas. Já o custo do sistema orgânico foi o de menor valor em função do reduzido número de operações realizadas do plantio à colheita.

Alguns estudos têm mostrado que o sistema de cultivo adotado influencia na produtividade final de frutos (Castro et al. 2003; Resende et al. 2010). Comparando os três tipos de cultivos, Simões et al. (2009) concluíram que no sul de Minas Gerais, o sistema orgânico foi o que apresentou menor produção, em função do alto índice de ocorrência de pragas. Este, porém, é o que tem a maior aceitação pelo consumidor, alcançando até o dobro no preço de venda, quando comparado com o morango produzido pelo sistema convencional. Este último apresentou produtividade mais baixa quando comparada com a produção integrada. Na Califórnia, Gliessman et al. (1996) também concluíram que a produtividade no sistema orgânico é mais baixa, porém, o alto preço do fruto no mercado compensa essa diferença.

A alta carga de agrotóxicos utilizados no sistema de produção convencional é preocupante, especialmente em relação aos impactos negativos ao ambiente e aos inimigos naturais das pragas agrícolas (Sato et al. 2007). O uso indiscriminado desses produtos está reduzindo a eficácia destes produtos, provavelmente em função da seleção de populações de pragas e patógenos resistentes à aplicação (Sato et al. 2005). Além disso, a utilização de pesticidas aumenta o risco de resíduos nos frutos, podendo causar problemas de saúde aos trabalhadores e consumidores, assim como contaminação do meio ambiente.

O ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch, é considerado a principal praga da cultura no Brasil e em vários outros países (Moraes e Flechtmann 2008). Freitas et al. (2011) relataram que este ácaro é o fundamental problema no morango no sul de Minas Gerais. Altas populações deste ácaro podem levar a grandes perdas econômicas. Perda na produção de fruto de até 80% foi atribuída a esta praga (Chiavegato e Mischán 1981; Flechtmann 1985). Além do ácaro, as doenças também comprometem a produção do morangueiro. As principais doenças fúngicas em todas as regiões produtoras são: mancha de micoserela (*Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lindau), mancha de dendrofoma (*Dendrophoma obscurans* (Ell & Ev.)

H.W.Anderson), mancha de pestalotia (*Pestalotia longisetula* Guba) e mofo cinzento (*Botrytis cinerea* Pers: Fr) (Ueno 2014).

No cultivo orgânico de morangueiro a principal estratégia para controlar pragas e patógenos é controle biológico. No Brasil, os ácaros predadores são os agentes mais utilizados para o controle do ácaro-rajado. As principais espécies de ácaros predadores desta praga no Brasil são *Phytoseiulus macropilis* (Banks) e *Neoseiulus californicus* (McGregor), ambos Phytoseiidae (Helle e Sabelis 1985; McMurtry e Croft 1997; Easterbrook et al. 2001; Moraes 2002). Estes são produzidos e comercializados pela empresa PROMIP Manejo Integrado de Pragas, para o controle do ácaro-rajado. Recentemente a empresa Koppert Biological Systems também passou a comercializar *N. californicus* para o controle desta praga (Koppert 2016). Freitas (2014), concluiu que o uso dos ácaros predadores *Neoseiulus anonymus* (Chant & Baker), *N. californicus* e *P. macropilis* são altamente promissores para o controle do ácaro-rajado no sul de Minas Gerais. Castilho et al. (2015a) também concluíram que *N. anonymus* e *P. macropilis* foram os ácaros predadores mais numerosos e de ocorrência natural no sul de Minas Gerais, que controlam eficientemente a população de ácaros rajados.

Além dos ácaros predadores, resultados promissores foram obtidos em avaliações dos fungos *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill e *Metarhizium anisopliae* (Metsch) no controle do ácaro-rajado (Tamai et al. 2002). Estes são produzidos comercialmente no Brasil pela Koppert Biological System (Koppert 2016). Os patógenos empregados para controlar biologicamente podridões radiculares são *Trichoderma harzianum* Rifai (Trichodremil®) e *Clonostachys rosea* (Sch) (Kamoi®), enquanto que para o controle de mofo cinzento e oídio os produtos mais usados são *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) (Serenade®) e *Bacillus pumilus* Meyer & Gottheil (Sonata®) (Bettiol et al. 2012).

No sistema convencional, os principais produtos usados para o controle de artrópodes e microrganismos indesejáveis são: Ortus® 50 SC (fenpiroximato), Karate Zeon® 50 SC (lambda-cialotrina) e Actara® 10 GR (tiametoxam) (inseticidas e acaricidas); Frowncide® 500 SC (fluazinam), Folicur® 200 EC (tebuconazol), Amistar Top® (azoxistrobina), Collis ® SC (boscalida e cresoxim-metílico), Rovral® SC (iprodiona) (fungicidas) (Agrofit 2016). Casos de resistência de pragas têm sido observados no Brasil para diversos destes produtos (Sato et al. 2009; Nicastro et al. 2010; Nicastro et al. 2013; Nicastro 2014).

Os aspectos citados nos parágrafos anteriores e os trabalhos recentes conduzidos na região sul de Minas Gerais (Castilho et al. 2015a; Freitas 2014) levaram à proposição da seguinte hipótese: é possível reduzir o uso de agrotóxicos na produção de morangos no sul de

Minas Gerais. O objetivo deste trabalho foi comparar a ocorrência de pragas, patógenos e inimigos naturais entre um cultivo de morangueiro orgânico e um cultivo convencional, para demonstrar ao agricultor que é possível obter um controle eficiente de organismos indesejáveis utilizando produtos biológicos e legais.

4.2. Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado com plantas da cultivar ‘San Andreas’.

4.2.1. Características de cada campo

Este experimento foi conduzido em dois plantios de morangueiro, um cultivado no sistema orgânico (altitude: 1373 m) e o outro no sistema convencional (altitude: 1378 m), distantes cerca de 1,6 km entre si, no município de Bom Repouso, Minas Gerais. O entorno do cultivo orgânico era constituído de uma área sem cobertura vegetal, enquanto o cultivo convencional era constituído de mata nativa (Figura 12).



Figura 12. Cultivos orgânico (esquerda) e convencional (direita) em que se conduziu o presente trabalho, em Bom Repouso, Minas Gerais.

De 16 de fevereiro a 03 de março de 2016, realizou-se a preparação do solo (aração, gradagem e encanteiramento) em ambos os campos de cultivo.

Em 17 e 29 de março de 2016, o transplântio das mudas de morango foi feito respectivamente nos cultivos orgânico e convencional, num total de 10 mil mudas de

morangueiro em cada campo. No cultivo orgânico, cada canteiro tinha duas linhas de morangueiros, sendo as plantas espaçadas de 27 cm entre linhas e dentro de cada linha. Já no cultivo convencional, cada canteiro tinha três linhas de morangueiro, sendo as plantas espaçadas de 35 cm entre linhas e dentro de cada linha. No cultivo orgânico, logo após o transplante fez-se a aplicação de enraizante e fertilizante Amino Agross® (100 mL / 100 L água). Todos os canteiros foram cobertos com polietileno preto no cultivo orgânico e branco no cultivo convencional.

4.2.2. Tratos culturais

4.2.2.1. Forma de limpeza e manejo dos túneis

A limpeza das plantas do cultivo orgânico e convencional era feito quinzenalmente e mensalmente, respectivamente. Esta atividade consistia na retirada de folhas ou frutos com sintomas de ataque de pragas/ patógenos ou folhas velhas. No orgânico, as folhas danificadas ou com presença de pragas eram descartadas nas entrelinhas dos canteiros e os frutos eram enterrados, já no convencional as folhas e frutos danificados eram descartados nas entrelinhas dos canteiros. Não era feita a retirada de plantas espontâneas nas entrelinhas do morangueiro orgânico, enquanto no convencional uma única aplicação do herbicida Gramoxone® (paraquate) 200 foi feita, em 8 de março de 2016. No sistema orgânico, os túneis eram abertos a cada três dias por volta de 8 h e fechados por volta das 10 h. No convencional, não era regular esse procedimento.

4.2.2.2. Adubação

No cultivo orgânico, realizou-se a aplicação de 1,0 t de esterco de galinha, 300 kg de torta de mamona, 300 kg de termofosfato e 300 kg de calcário dolomítico por ha na segunda quinzena de fevereiro de 2016. A partir da segunda quinzena de abril foi feita a cada 15 dias uma aplicação de um biofertilizante (à base esterco bovino, melão e leite). Para auxiliar o monitoramento da nutrição do morangueiro, a cada 40 dias foram feitas análises químicas foliares, diagnosticando assim deficiências e/ou excessos de macro e micronutrientes. No total foram feitas cinco análises químicas foliares. Para isso, coletavam-se 30 folíolos medianos totalmente desenvolvidos em 30 diferentes pontos do campo, embalados em sacos de papel e enviados ao laboratório credenciado (Pirasolo). As faixas de teores adequados de macro e

micronutrientes eram baseadas na recomendação de Raij et al. (1997). Essas informações eram passadas ao agricultor e então, caso houvesse algum nutriente fora dos teores adequados, realizava-se a devida adubação. No cultivo de morangueiro convencional, apenas uma análise química foliar foi feita.

No cultivo convencional, na segunda quinzena de fevereiro de 2016 aplicou-se no sulco de plantio o adubo 4-14-8 Heringer® (granulado) (50 kg/ 10 mil plantas) e do composto orgânico Visafértil Orgânico® (50 kg/10 mil plantas). A partir da segunda quinzena de abril a cada trinta dias aplicou-se o adubo 12-6-12 Heringer® (granulado) (50 kg/ 10 mil plantas) e a cada 60 dias foram aplicados 200 L da diluição 100 mL do fertilizante foliar mineral misto Seacrop®/ 100 litros.

4.2.2.3. Irrigação

No cultivo orgânico e convencional, sete dias antes do transplântio (14 de março e 21 de março de 2016, respectivamente) foi instalado o sistema de irrigação por aspersão. No primeiro mês após o transplântio, as plantas eram irrigadas por aspersão a cada dois dias; a partir desta data, a irrigação por aspersão passou a ser feita a cada quatro dias. Em ambos os cultivos, as plantas passaram a ser irrigadas por gotejamento a partir da segunda quinzena de abril, quando os canteiros foram cobertos com a lâmina de polietileno.

4.2.2.4. Controle dos organismos indesejáveis

Os produtos/ organismos utilizados para o controle de patógenos e pragas, suas respectivas dosagens e datas de aplicação no cultivo orgânico estão listados na Tabela 18. Além destes produtos, o agricultor fez uso da irrigação por aspersão para reduzir a população de ácaro-rajado nos meses de julho e agosto.

Tabela 18. Produtos, dosagens e datas de aplicações para o controle patógenos e pragas no cultivo orgânico.

Produtos	Fungicida	Acaricida	Inseticida	Data de aplicação
Boveril® WP (200 g/100 L de água)		X	X	Início 14-abril-2016, seguindo frequências de aplicação a cada 15 dias
Cal virgem (10%)	X			Início 29-março-2016, seguindo frequências de aplicação a cada 30 dias
Metarril® WP (150 g/100 L de água)			X	Início 14-abril-2016, seguindo frequências de aplicação a cada 15 dias
<i>Neoseiulus californicus</i> (McGregor)		X		12 e 17-maio-2016 (2 potes com 5 mil ácaros), 26-junho-2016 (2 potes com 5 mil ácaros)
<i>Phytoseiulus macropilis</i> (Banks)		X		09-julho-2016 (3 potes com 5 mil ácaros)
Torta de neem (1kg/100 L de água)		X		Início 29-março-2016, seguindo frequências de aplicação a cada 30 dias
Trichodermil® SC (50g/100 L de água)	X			Início 24-março-2016, seguindo frequências de aplicação a cada 30 dias
Serenade® (8 mL/ L de água)	X			Início 21-abril-2016, seguindo frequências de aplicação a cada 15 dias

Os produtos utilizados para o controle de patógenos e pragas, suas respectivas dosagens e datas de aplicação no cultivo convencional estão listados na Tabela 19.

Tabela 19. Produtos, dosagens e datas de aplicações para o controle patógenos e pragas no cultivo convencional.

Produtos	Fungicida	Inseticida ou Acaricida	Herbicida	Data de aplicação
Frowncide® 500 SC (100 mL/100 L água)	X			08-abr; 02-mai; 17-ago
Ortus® 50 SC (100 mL/ 100 L água)		X		15-abr; 06-jul; 10-ago
Amistar Top® (45 mL/100 L água)	X			14-abr; 31-mai
Karate Zeon® 50 SC (80 mL/100 L água)		X		29-abr; 10 jun; 22-mai
Folicur® 200 EC (75 mL/100 L água)	X			29-jun; 02-set; 28-out
Actara® 10 GR (10g /100 L água)		X		24-ago; 23-set; 04-out
Collis ® SC (100 mL/100 L água)	X			01-jul; 06-out
Rovral® SC (150 mL/ 100 L água)	X			19-jul; 04-ago; 21-set; 19-out
2 produtos não identificados		X		05-mai; 20-jul; 23-ago; 08-set; 20-out;
Gramoxone® (paraquate) 200 (1L/ha)			X	08-mar

4.2.3. Procedimento experimental em campo

4.2.3.1. Análise dos ácaros do solo

Em 25 de fevereiro de 2016, 22 (uma amostra/ canteiro) amostras de solo foram tomadas ao acaso de cada campo para a determinação dos ácaros edáficos presentes. Cada amostra foi constituída por um volume de aproximadamente 393 cm³ (cilindro de 5 cm de altura e 10 cm de diâmetro). Os cilindros contendo o solo foram colocados dentro de sacos plásticos e levados ao laboratório, para extração dos ácaros presentes.

4.2.3.2. Análise de morangueiros

As avaliações ocorreram nas seguintes datas: 11 de abril, 2 de maio, 30 de maio, 24 de junho, 12 de julho, 1 de agosto, 23 de agosto, 13 de setembro e 11 de outubro de 2016. Cada campo foi dividido em 22 pontos amostrais (seis plantas de morangueiro/ ponto amostral), distribuídos espacialmente em ziguezague (Figura 13). Em cada avaliação foram considerados 15 folíolos tomados ao acaso de cada ponto amostral (todas as seis plantas), examinados no campo com ajuda de lupa de bolso. Folíolos contendo ácaros predadores eram coletados em etanol 70% e transportados ao Laboratório de Acarologia (ESALQ/USP) para avaliação. Além dos folíolos, nestas mesmas plantas, avaliaram-se as flores para detecção de possíveis pragas.

As severidades de micosferela e de dendrofoma foram avaliadas respectivamente pelas escalas de notas propostas por Mazaro et al. (2006a e 2006b). Os níveis de incidência de mancha de pestalotia e de mofo cinzento foram avaliados pela contagem do número de folíolos e de frutos afetados, respectivamente, nas seis plantas de cada ponto amostral .

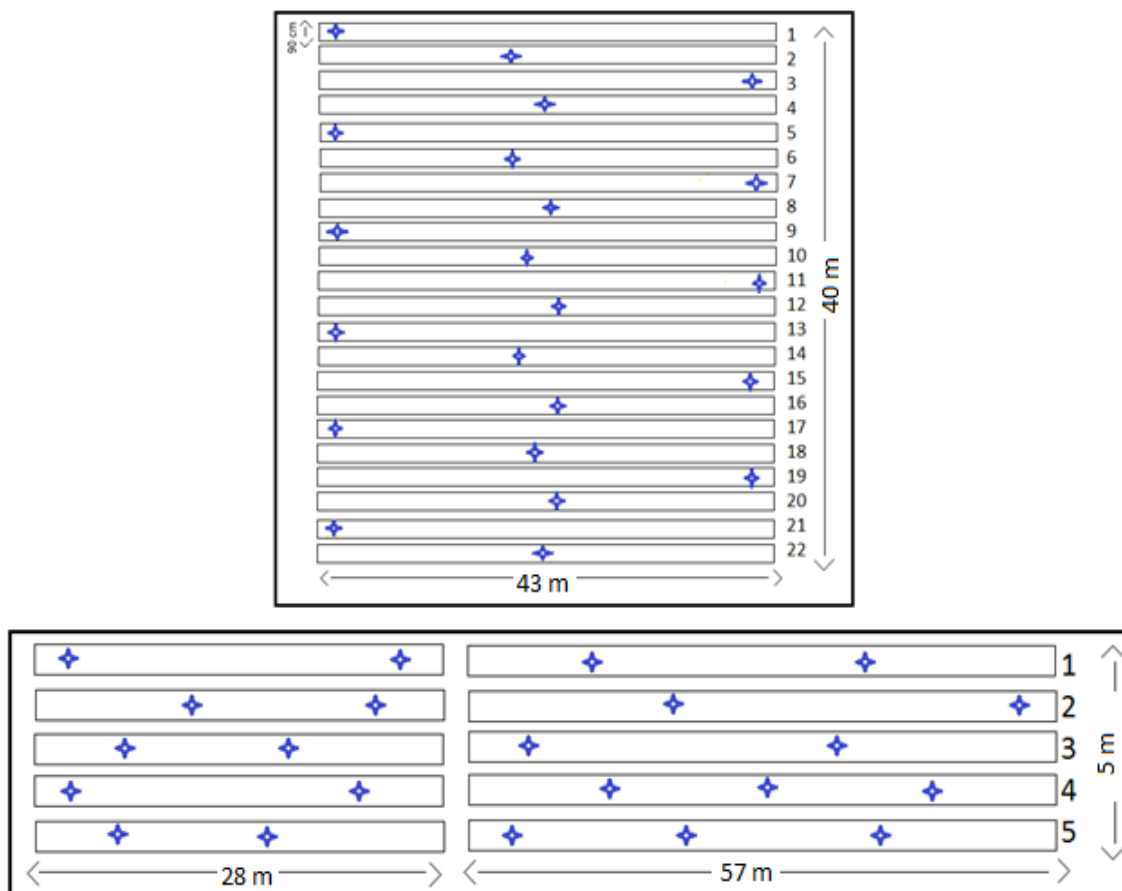


Figura 13. Pontos amostrais de onde eram avaliados os morangueiros do cultivo orgânico (acima) e convencional (abaixo).

4.2.4. Procedimento experimental no laboratório

4.2.4.1. Solo

Os ácaros foram extraídos de cada amostra em funis de Berlese modificados (Oliveira et al. 2001) durante um período de sete dias. Estes foram coletados em etanol 70%, triados sob estereomicroscópio e montados em meio de Hoyer, de acordo com a metodologia descrita por Moraes e Flechtmann (2008). Após a montagem, as lâminas foram deixadas a secar em uma estufa a 45–50 °C por uma semana. A identificação dos ácaros foi feita utilizando as chaves de Moraes e Flechtmann (2008) e Krantz e Walter (2009) e chaves não publicadas utilizadas no “Ohio Summer Program, Agricultural Acarology”, Columbus, Ohio, Estados Unidos da América do Norte.

4.2.4.2. Plantas de morangueiro

Os folíolos trazidos de Bom Repouso e que estavam armazenados em álcool 70% foram triados sob estereomicroscópio e os ácaros encontrados foram contados e coletados com ajuda de um pincel com cerdas finas, sendo depois montados em meio de Hoyer, para posterior identificação.

4.2.5. Análises

O número médio de ácaros coletados no solo dos dois cultivos foi analisado pelo teste t-Student, usando Microsoft Excel 2010. Além disso, foi realizada a análise faunística pelo Software ANAFU (Moraes et al. 2003). A diversidade foi medida utilizando o índice de Shannon (H'); a riqueza de espécies foi analisada pelo índice de Margalef (DMg); a equitabilidade, pelo índice de Pielou (J') e a dominância pelo índice de Simpson (D). Essas medidas foram analisadas pelo software PAST 1.73 (Paleontological Statistics) (Hammer et al. 2007).

Diferenças entre os sistemas de cultivo no que se refere ao número de ácaros rajados ou ácaros predadores por folíolo, assim como a severidade de dendrofoma e o número de frutos com mofo cinzento por ponto amostral entre ambos os cultivos foram comparados pelo teste t-Student, usando Microsoft Excel 2010. Como micosferela ocorreu apenas no cultivo orgânico e mancha de pestalotia apenas no cultivo convencional foi calculado o número

médio da severidade da primeira doença e o número médio de folíolos com sintomas da segunda doença.

4.3. Resultados

4.3.1. Determinação dos ácaros edáficos

Um total de 243 e 97 ácaros foram coletados no solo dos canteiros do cultivo orgânico e convencional, respectivamente (Tabela 20). Destes, os números de Gamasina foram 164 e 80, respectivamente. Os Gamasina determinados como predominantes foram *Holostaspella* sp., *Parasitus* sp. e *Pergamasus* sp. no cultivo orgânico, e *Parasitus* sp. no cultivo convencional.

Tabela 20. Totais de ácaros coletados no solo dos canteiros do cultivo orgânico e convencional em 25 de fevereiro de 2016 (n= 22 cilindros de 393 cm³), em Bom Repouso, Minas Gerais.

(continuação)

Gênero	Cultivo	
	Orgânico	Convencional
Sarcoptiformes, Astigmatina		
Acaridae		
<i>Tyrophagus</i> sp.	20	0
Sarcoptiformes, Oribatida		
Oribatida		
-	26	6
Parasitiformes, Mesostigmata, Gamasina		
Ascidae		
<i>Cheiroseius</i> sp.	10	0
<i>Gamasellodes</i> sp.	2	0
Digamasellidae		
<i>Dendrolaelaps</i> sp.	2	0
Imaturos	1	0
Machos	1	0
Laelapidae		
<i>Gaeolaelaps</i> sp.	0	3
Imaturo	0	3
Macrochelidae		
<i>Glyptholaspis</i> sp.	6	0
<i>Holostaspella</i> sp.	34*	3
<i>Macrocheles</i> sp.	5	11

Tabela 20. Totais de ácaros coletados no solo dos canteiros do cultivo orgânico e convencional em 25 de fevereiro de 2016 (n= 22 cilindros de 393 cm³), em Bom Repouso, Minas Gerais.
(conclusão)

Gênero	Cultivo	
	Orgânico	Convencional
Imaturos	12	3
Machos	2	2
Ologamasidae		
<i>Gamasitus</i> sp.	0	2
<i>Neogamasellevans</i> sp.	0	5
Novo Gênero	2	3
Macho	0	2
Parasitidae		
<i>Parasitus</i> sp. (deutoninfa)	46*	27*
<i>Pergamasus</i> sp. (deutoninfa)	15*	5
<i>Eugamasus</i> sp.	3	0
Imaturos (larva, protoninfa)	17	7
Machos	5	2
Rhodacaridae		
Machos	1	1
Imaturos	0	1
	Parasitiformes, Mesostigmata	
Uropodidae		
-	2	1
	Trombidiformes, Prostigmata	
Cunaxidae		
-	3	0
Microdispidae		
-	9	0
Scutacaridae		
-	5	3
Tydeidae		
-	14	0
Total	243	97

(*) Gênero predominante pela análise faunística (ANAFU, Moraes et al., 2003);

(-) Gênero não determinado.

Foi observada diferença significativa entre os números de ácaros totais e de Gamasina coletados no cultivo orgânico e convencional (Tabela 21).

Tabela 21. Número médio (\pm EP) dos ácaros em geral e de Gamasina por amostra de solo (cilindro de 393 cm³) dos cultivos orgânico e convencional em 25 de fevereiro de 2016 (n=22 amostras/cultivo), em Bom Repouso, Minas Gerais.

Cultivo	Total	Gamasina
Orgânico	11,0 \pm 3,0 a	7,5 \pm 2,5 a
Convencional	4,4 \pm 1,3 b	3,6 \pm 1,3 b

Numa mesma coluna, cultivos seguidos das mesmas letras não diferem entre si pelo teste t-Student.

Os índices de Shannon, Margalef e Simpson foram maiores no solo dos canteiros com cultivo orgânico, indicando que neste ambiente houve maior diversidade, riqueza e dominância de espécies (Tabela 22).

Tabela 22. Índices de diversidade de ácaros coletados no solo do cultivo orgânico e convencional em 25 de fevereiro de 2016 (n= 22 cilindros em cada cultivo), em Bom Repouso, Minas Gerais.

Cultivo	Diversidade (Shannon H')	Uniformidade (Pielou J')	Riqueza (Margalef D_{Mg})	Dominância (Simpson D)
Orgânico	2,18	0,79	2,91	0,85
Convencional	1,84	0,83	1,85	0,71

4.3.2. Monitoramento de insetos, ácaros e patógenos em morangueiros

4.3.2.1. Insetos

No cultivo orgânico, durante todo monitoramento (11 de abril a 11 de outubro), encontraram-se um total de 1.298 insetos pragas e 135 insetos benéficos (Tabela 23). Os afídeos ocorreram principalmente nos meses de abril e maio. Os crisomelídeos eram do gênero *Colaspis* sp. e os riparocromídeos eram todos *Neopamera bilobata* Say. Já no cultivo convencional encontraram-se 562 insetos pragas e nenhum inseto benéfico.

Tabela 23. Número total de insetos pragas e inimigos naturais coletados no cultivo de morangueiro orgânico e convencional, no período de 11 de abril a 11 de outubro de 2016, em Bom Repouso, Minas Gerais.

Família	Cultivo	
	Orgânico	Convencional
Pragas		
Aphidae	1196	0
Thripidae	19	522
Imaturos de Lepidoptera	33	0
Chrysomelidae	16	3
Rhyparochromidae	34	0
Aleyrodidae	0	37
Total	1.298	562
Inimigos naturais		
Aphidiidae	12	0
Chrysopidae	10	0
Coccinellidae	107	0
Staphylinidae	2	0
Syrphidae	4	0
Total	135	0

4.3.2.2. Ácaros

Considerando conjuntamente todas as avaliações realizadas, a densidade de ácaro-rajado e dos fitoseídeos foram maiores no cultivo orgânico que no convencional, mas em ambos os casos, os números foram muito baixos e não muito discrepantes (Tabela 24). Os fitoseídeos mais abundantes foram *N. californicus* e *P. macropilis*, ambos em maiores números no cultivo orgânico. Além destes, foram encontradas pequenas quantidades dos seguintes ácaros: a) cultivo orgânico: 12 *Neoseiulus anonymus* (Chant & Baker), 4 *Arrenoseius urquharti* (Yoshida-Shaul & Chant) e 3 *Typhlodromips mangleae* De Leon; b) cultivo convencional: 4 *N. anonymus*, 3 *Proprioseiopsis cannaensis* (Muma) e 1 *Amblyseius chiapensis* De Leon.

Tabela 24. Número médio (\pm EP) de ácaros por folíolo de morangueiro no cultivo orgânico e convencional no período de 11 de abril a 11 de outubro de 2016 (330 folíolos/avaliação), Bom Repouso, Minas Gerais.

Cultivo	<i>Tetranychus urticae</i>	Total Phytoseiidae	<i>Phytoseiulus macropilis</i>	<i>Neoseiulus californicus</i>
Orgânico	2.4 \pm 0.3 a	0.3 \pm 0.0 a	0.2 \pm 0.1 a	0.1 \pm 0.0 a
Convencional	1.6 \pm 0.1 b	0.1 \pm 0.0 b	0.0 \pm 0.0 b	0.0 \pm 0.0 b

Numa mesma coluna, números seguidos das mesmas letras não diferem entre si pelo teste t-Student.

4.3.2.3. Dinâmica populacional do ácaro-rajado e de ácaros predadores

Em ambos os cultivos, o ácaro-rajado ocorreu em maiores densidades no início de agosto, período em que a precipitação esteve mais baixa e em que a temperatura estava em ascensão (Figura 14).

No cultivo orgânico, *P. macropilis* ocorreu em maiores densidades nas avaliações de 12 de julho a 13 de setembro, coincidindo com a época de maior incidência do ácaro-rajado. No entanto, é possível que isto tenha ocorrido em função da liberação deste predador em 9 de julho. A população de *N. californicus* também foi maior neste período, estendendo-se até 11 de outubro, porém em uma densidade média muito menor que *N. californicus* neste período. No cultivo convencional, os predadores sempre estiveram em níveis muito baixos (Figura 14).

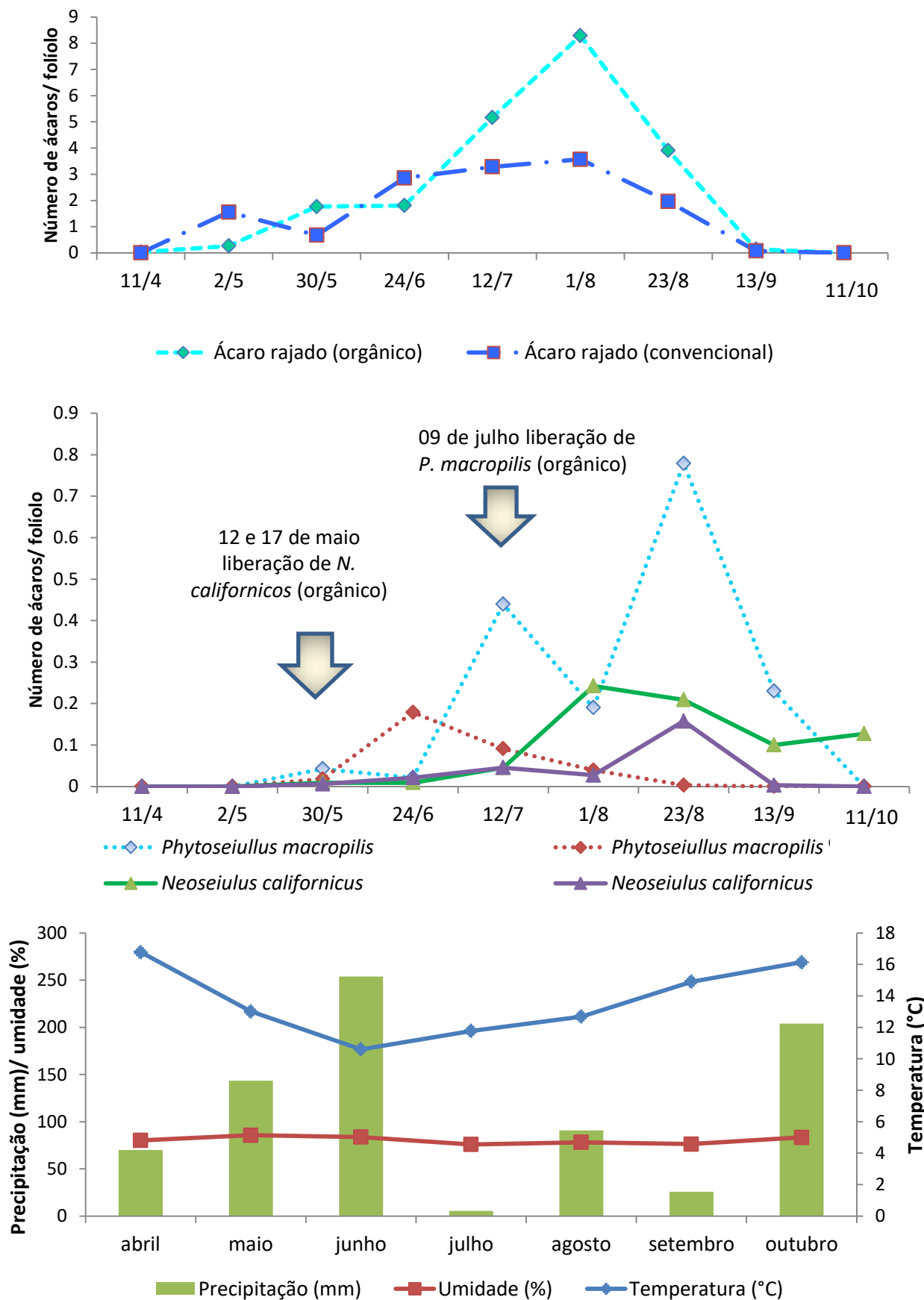


Figura 14. Números de *Tetranychus urticae*, *Phytoseiullus macropilis* e *Neoseiulus californicus* por folíolo nos cultivos orgânico e convencional, assim como a precipitação, umidade e temperatura, de abril a outubro de 2016 (INMET, 2016), em Bom Repouso, Minas Gerais.

4.3.2.4. Patógenos

Durante todo o monitoramento, a média da severidade de micosferela (baseada na escala de notas de Mazaro et al. 2006 a) em cada ponto amostral foi de $2,9 \pm 0,6$ no cultivo orgânico durante todo o experimento, enquanto que no cultivo convencional essa doença não ocorreu. Em ambos os cultivos, no mês de junho e julho ocorreu a incidência de dendrofoma. Comparando as médias das severidades (baseada na escala de notas de Mazaro et al., 2006 b) em cada ponto amostral, o teste t- Student não mostrou diferença estatística entre os sistemas de cultivo orgânico e convencional ($2,2 \pm 0,3$ e $3,9 \pm 0,6$, respectivamente; $gl= 59$; $p= 0,10$).

Além dessas doenças, foi constatada também a incidência da mancha de pestalotia (apenas no mês de agosto) em ambos os cultivos. Não foi observada diferença estatística entre os números de folíolos de cada ponto amostral com pestalotia no sistema orgânico e convencional ($4,1 \pm 0,5$ e $4,9 \pm 0,6$, respectivamente; $gl= 42$; $p= 0,31$). Apenas no cultivo convencional foram observados frutos com mofo cinzento, em junho e julho ($3,6 \pm 1,0$ frutos atacados por ponto amostral).

4.4. Discussão

Considerando os resultados obtidos sobre a ocorrência de pragas e patógenos dos dois sistemas de cultivo (orgânico e convencional), deduz-se que a hipótese inicial deste trabalho tenha sido comprovada, isto é, o uso de agrotóxicos na produção de morangos no sul de Minas Gerais pode ser reduzido. Apesar dos números mais elevados de afídeos e ácaros rajados no cultivo conduzido pelo sistema orgânico, aparentemente as plantas não mostraram sinais de injúrias mais pronunciadas. Infelizmente não foi possível avaliar a produtividade dos dois cultivos comparados, mas a ausência de diferenças nas características gerais das plantas permite supor que a produtividade, apesar de ser um pouco menor no cultivo orgânico, pode ser mais que compensada pelo preço significativamente maior que consegue na comercialização de produtos orgânicos.

A população de pragas e a ocorrência de patógenos no cultivo orgânico foram controladas apenas com produtos biológicos, conservando os inimigos naturais. Este panorama é bem diferente do que ocorreu no sistema convencional. A ocorrência de um número muito maior de insetos e ácaros benéficos no cultivo convencional pode estar relacionado à incidência muito menor de tripses no sistema orgânico.

A menor abundância e menores níveis de diversidade, riqueza e dominância de ácaros edáficos no solo dos canteiros do cultivo convencional eram esperados, possivelmente como consequência do efeito do uso dos agrotóxicos. Neste sistema, além da intensa pulverização para o controle de pragas e patógenos, também se aplicou herbicida para o controle das plantas espontâneas, o que pode ter afetado ainda mais a população de organismos edáficos. Muitos herbicidas são persistentes no ambiente e podem causar reduções populacionais da comunidade de ácaros edáficos, como foi observado por Moore et al. (1984).

Em ambos os cultivos, a maioria dos ácaros encontrados no solo era Gamasina, um grupo da ordem Mesostigmata, que engloba uma extensa gama de ácaros predadores. Estes se alimentam de pequenos artrópodes, nematoides etc, o que é de extrema importância, já que estes podem atuar como predadores de pragas edáficas (Inserra e Davis 1983; Koehler 1999; Freire e Moraes 2007), como tripes e moscas, comumente encontradas na cultura do morangueiro (Nondillo et al. 2009). Os Gamasina predominantes no sistema orgânico foram Macrochelidae e Parasitidae, sendo estes inimigos naturais amplamente estudados como agentes de controle biológico (Azevedo et al. 2015; Castilho et al. 2015b; Moraes et al. 2015). Os ácaros *Parasitus* sp. parecem ser mais resistentes à aplicação de produtos químicos, já que foram predominantes também no sistema convencional. No capítulo anterior, os ácaros predominantes em solos de canteiros com polietileno antes do início do experimento da aplicação da palhada também foram Parasitidae. Isso pode sugerir que essa família de ácaros seja mais tolerante a aplicação de produtos químicos, de vez que o campo do experimento anterior também era conduzido no sistema convencional. Os Parasitidae são Gamasina predominantes em regiões de clima ameno (Castilho et al. 2015a). A predominância destes ácaros no sul de Minas Gerais é compatível com este fato, tendo em vista a altitude relativamente elevada dos campos em que o presente trabalho foi conduzido.

Levando-se em consideração que, próximo à área do plantio de morangueiro convencional havia um grande fragmento florestal, era de se esperar que se não houvesse intensa aplicação de agroquímicos, o número de ácaros edáficos poderia ter superado ao do sistema orgânico, já que é sabido o importante papel da vegetação espontânea como reservatório de ácaros edáficos e plantícolas (Moraes et al. 1993; Duso et al. 2002; Kreiter et al. 2002; Mailloux et al. 2010).

O número maior de insetos benéficos no cultivo orgânico está relacionado a três fatores: o não uso de produtos químicos, o maior número de presas (especialmente pulgões) e

a presença de plantas espontâneas que o produtor mantinha nas entrelinhas dos canteiros de morangueiro.

No sistema orgânico, dentre os insetos benéficos, a ocorrência considerável de coccinelídeos predadores, pode ser explicada pela alta ocorrência de afídeos. Estas pragas estavam em altos níveis populacionais apenas nos meses de abril e maio, ocorrendo redução nos meses seguintes, provavelmente pelo efeito dos coccinelídeos. De acordo com Hodek (1973), os coccinelídeos apresentam grande atividade de busca, ocupando todos os ambientes de suas presas, sendo por isso eficientes agentes para o controle biológico de pragas, especialmente de pulgões, gerando reflexos importantes para a diminuição de seus níveis populacionais e dos danos ocasionados às culturas (Frazer e Gilbert 1976; Olkowski et al. 1990; Michaud 2000).

Até o momento, apesar da ocorrência do percevejo-do-fruto, *N. bilobata*, (espécie deformadora de fruto) e do besouro *Colaspis* sp. (consumidor de folhas), não se observou danos causados por tais pragas no morangueiro. Porém, a ocorrência destes insetos é preocupante em vista que no ano anterior o produtor orgânico relatou que nos meses de janeiro e fevereiro houve altos níveis populacionais destas pragas gerando grandes perdas de produção. Isto também foi observado por J. Freitas e G.J. de Moraes (não publicado) em outra propriedade de Bom Repouso. Alta incidência de percevejo-do-fruto em morangueiro foi relatada no estado do Rio Grande do Sul por Kuhn et al. (2014). O besouro *Colaspis* sp. pouco tem sido verificado com frequência em morangueiro no Sul de Minas Gerais, causando grande desfolha. No entanto, ainda não há na literatura sobre os danos reais que este pode causar. O que torna essa situação ainda mais preocupante, é que ainda não se tem nenhum produto biológico eficiente para o controle destas importantes pragas.

Na literatura, a única referência disponível sobre controle biológico através de inseto está relacionada à predação de *N. bilobata* por *Geocoris uliginosus* (Crocker e Whitcomb 1980). Embora o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* já tenha sido relatado parasitando *N. bilobata* (Wilson 1938), no cultivo anterior (2014-2015) o produtor relatou que mesmo com aplicação semanal desse fungo, não se conseguiu controle efetivo da referida praga.

No cultivo convencional nenhum inseto benéfico foi encontrado, muito provavelmente devido ao uso excessivo de inseticidas neonicotinoides e piretroides, tais como Karate Zeon®, Actara® (Botton et al. 2010) e de dois produtos não identificados. Estes produtos apresentam amplo espectro de ação, podendo ter extinguido os pulgões, lagartas, besouros, percevejo-do-fruto e também os artrópodes benéficos, como já relatados por outros

autores (Croft e Whalon 1982; Carvalho et al. 2003; Lima Júnior et al. 2010; Casida e Durkin 2013).

A ocorrência de mosca-branca e tripes mesmo com a aplicação de inseticidas pode ser explicada pelo desenvolvimento de resistência de tais pragas, o que já tem sido relatado na literatura (Wardlow et al. 1976; Wardlow 1985; Gorman et al. 2002). Em função do aparecimento desses insetos, o produtor convencional optou por aplicar dois produtos não identificados, o que resultou em uma grande redução na população de mosca-branca e tripes. Porém, o uso consecutivo desses produtos pode tornar essas pragas também resistentes, já que a resistência de mosca-branca a inseticidas sintéticos já foi comprovada para diversos grupos químicos, como os organofosforados (Omer et al. 1993; Ahmad et al. 2002), carbamatos (Omer et al. 1993), piretroides (Omer et al. 1993; Cahill et al. 1996; Ahmad et al. 2002), ciclodienos (Ahmad et al. 2002), reguladores de crescimento (Cahill et al. 1996; Dennehy e Williams 1997) e neocotinoides (Cahill et al. 1996; Elbert e Nauen 2000; Dennehy et al. 2005; Silva et al. 2009). De forma geral, a utilização intensiva de produtos químicos tem levado a sérios problemas de desenvolvimento de resistência de pragas a inseticidas de diferentes grupos químicos, em vários países (Immaraju et al. 1992; Herron e James 2005; Bielza et al. 2007).

Assim como mencionado para os insetos benéficos, o número maior de ácaros predadores no cultivo orgânico está relacionado ao não uso de produtos químicos, ao maior número de presas (neste caso, o ácaro-rajado) e a presença de plantas espontâneas que o produtor mantinha nas entrelinhas dos canteiros de morangueiro. A estes fatores, devem-se acrescentar também as liberações de predadores que foram realizadas pelo produtor.

De forma geral, no cultivo orgânico houve maior incidência de ácaro-rajado. Um dos fatores que podem ter contribuído para isso, refere-se ao fato de o produtor não ter destruído o que restou de seu cultivo anterior, bem ao lado do cultivo realizado neste ano, o que serviu como fonte de inóculo ao novo cultivo. Em alguns pontos de amostragem, a população de ácaro-rajado estava elevada no mês de maio (7 ácaros/ folíolo). Assim, recomendou-se ao produtor liberação de *N. californicus*, porém, a população destes não aumentou nem se manteve, talvez pelas condições climáticas desfavoráveis. Como a população de ácaro-rajado aumentou em julho, fez-se a liberação de *P. macropilis*. A população desse predador aumentou, atingindo o máximo na segunda quinzena de agosto, com a consequente queda da população de ácaro-rajado. A partir de setembro, a população da praga (e também do predador) manteve-se muito baixa. Este padrão era esperado, uma vez que esse predador é

especialista, consumindo apenas ácaros do gênero *Tetranychus* (McMurtry e Croft 1997; McMurtry et al. 2013).

A população de *N. californicus*, aumentou em agosto no cultivo orgânico, devido aos altos níveis de ocorrência de ácaro-rajado, que coincidiu com o aumento da temperatura, que favorecem a ocorrência destes inimigos naturais (Williams et al. 2004; Ghazy et al. 2012). Apesar da população de ácaro-rajado estar muito baixa em outubro, ainda havia uma quantidade considerável de *N. californicus*, isto porque estes predadores são generalistas, consumindo também outros alimentos além de ácaros tetraniquídeos (McMurtry e Croft 1997; McMurtry et al. 2013). A conservação da vegetação espontânea nas entrelinhas dos canteiros de morangueiro pode ter contribuído para a manutenção da população de *N. californicus*, ainda que a população do ácaro-rajado estivesse baixa, já que essas plantas produzem pólen, servindo como fonte de alimento aos predadores (Croft et al. 1998; Ogawa e Osakabe 2008; Nomikou et al. 2010).

No sistema convencional, a população de ácaro-rajado sempre esteve abaixo em relação a população do cultivo orgânico, exceto nos meses de maio e junho, o que fez com que a população de *P. macropilis* aumentasse. Em julho, como a população do ácaro-rajado estava aumentando, houve aplicação do acaricida Ortus® (fenpiroximato), o que fez reduzir a população tanto da praga como do predador *P. macropilis*. Estes predadores são muito sensíveis à aplicação de produtos químicos (Poletti et al. 2008), o que pode explicar a extinção deste predador do cultivo convencional a partir do final de agosto. A aplicação de piretroides também resulta em efeitos secundários indesejáveis sobre os ácaros fitoseídeos (Poletti et al. 2008). Nos meses seguintes, houve aumento da população de *N. californicus*, predadores reconhecidamente mais resistentes a estes produtos, devido às sucessivas aplicações de agrotóxicos nestes cultivos (Sato et al. 2002; Poletti et al. 2008; Meyer et al. 2009). Outro fator que pode ter contribuído para a ocorrência desse predador é aumento dos insetos pragas. Já foi constatado o consumo de tripes por ácaros desse gênero (De Vis et al. 2006; McMurtry et al. 2015). Além disso, a presença de um fragmento florestal bem próximo ao cultivo de morangueiro convencional pode ter contribuído para a ocorrência destes predadores, já que essa mata nativa próxima atua como um reservatório de inimigos naturais.

A ocorrência de micosferela apenas no cultivo orgânico pode ter sido devido ao uso de irrigação por aspersão para redução da densidade populacional do ácaro-rajado em julho e agosto. Costa et al. (2011) concluíram que irrigação por aspersão aumenta a incidência de micosferela, e que cultivares de dias neutros, como ‘San Andreas’, apresenta alta severidade dessa doença, principalmente em cultivos orgânicos. No cultivo convencional, essa doença

não ocorreu devido à aplicação dos fungicidas que atuaram preventivamente contra o patógeno.

Deve-se ressaltar também que ausência de diferença estatística entre os sistemas quanto à severidade de dendrofoma e o número médio de folíolos afetados por pestalotia apesar das aplicações de fungicidas no sistema convencional. A limpeza quinzenal e mensal dos canteiros, realizado no sistema de cultivo orgânico e convencional, respectivamente, tinha como finalidade a remoção das folhas velhas e/ ou com sintomas incidência de doenças e pragas. Esse manejo parece ter contribuído grandemente para o controle dessas doenças foliares, já que estas afetam principalmente as folhas velhas no final do ciclo, sendo favorecidas por alta umidade (Nita et al. 2003; Tanaka et al. 2005), o que de fato ocorreu em junho. No sistema orgânico, a abertura dos túneis na primeira hora da manhã para redução da umidade (Schwengber e Schiedeck 2008) e o uso de produtos biológicos adequados na prevenção das doenças parecem ter também contribuído para a baixa incidência de doenças.

A incidência do mofo cinzento apenas no sistema convencional parece estar relacionada ao descarte inadequado dos frutos afetados, que ao invés de serem retirados do campo de plantio, eram lançados nas entrelinhas dos canteiros, favorecendo a permanência e expansão da doença (Maas 1998; Tanaka et al. 2005). Outro fator que pode ter influenciado a incidência dessa doença foi a aplicação excessiva da adubação, que favorece a incidência da doença (Costa et al. 2003). Em somatório com os fatores anteriores, a precipitação e umidade no mês de junho coincidiu com a época de floração, o que também favoreceu o desenvolvimento dessa doença (Bulger et al. 1987; Dik e Wubben 2007).

A produtividade neste presente trabalho não foi apresentada pelo fato de ambos os campos ainda estarem produzindo ao término desta dissertação. No sistema orgânico, a colheita foi iniciada em maio e no convencional, em julho. Essa diferença pode ter ocorrido em função da diferença da cor do polietileno de cobertura entre os sistemas. A cor branca, no sistema convencional, poderia ter atrasado a frutificação, uma vez que essa reflete a luz solar, mantendo a temperatura do microambiente levemente inferior do que no caso do polietileno preto. Ronque (1998) concluiu que temperatura entre 18 e 24°C favorece a frutificação do morangueiro e que a coloração prata e preta da cobertura fazem com que a temperatura do solo se mantenha levemente, porém suficientemente mais alta para promover maior desenvolvimento dos frutos quando comparada à cobertura branca. Os dados parciais de colheita sugerem que mesmo com o atraso na frutificação, a produtividade será um pouco mais elevada no sistema convencional. Isso, no entanto não significa necessariamente que a produção pelo sistema convencional seja a mais adequada. Do ponto de vista do produtor, a

menor produtividade pode ser mais que compensada pelo preço significativamente maior que consegue na comercialização de produtos orgânicos. Além disso, há que se considerar também que o menor uso de produtos químicos sintéticos é altamente positiva para o ambiente como um todo. A análise econômica, as vantagens ambientais e sociais não foram planejadas para este trabalho, tendo em vista que para isso seria necessário um maior controle do pesquisador sobre o manejo das culturas, homogeneizando os fatores entre os distintos sistemas (por exemplo, uso de polietileno da mesma cor), para tornar mais confiável a comparação daqueles fatores. Estudos futuros poderão levar estes aspectos em consideração.

Conclui-se que o controle de pragas e patógenos apenas com o uso de produtos biológicos e manejo adequado da cultura seja tecnicamente viável no sul de Minas Gerais, apesar do nível de alguns destes organismos poder ser maior em certas ocasiões, tendo em vista que isso aparentemente não apresenta grandes reduções de produtividade, se o manejo do cultivo for adequado, principalmente pela retirada de folhas velhas e frutos com sintomas de ataque de pragas ou patógenos (reduzindo a fonte de infestação), adubação nitrogenada adequada, manejo da umidade pelo controle da abertura do túnel, manutenção de plantas espontâneas nas entrelinhas dos canteiros e liberações ocasionais de ácaros predadores. Todas essas premissas são diretrizes do MIP, que conduzem ao sucesso da cultura.

Referências

- Agrofit (2016) Sistema de Agrotóxico Fitossanitário Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 21 outubro 2016
- Ahmad M, Arif MI, Ahmad Z, Denholm I (2002) Cotton whitefly (*Bemisia tabaci*) resistance to organophosphate and pyrethroid insecticides in Pakistan. *Pest Manag Sci* 58(2):203-208
- Antunes LEC, Filho JD, Calegario FF, Costa H, Junior CR (2007) Produção integrada de morango (PIMo) no Brasil. *Inf Agro, Belo Horizonte* 28(236):34-39
- Azevedo LH, Emberson RM, Esteca FCN, Moraes GJ (2015) Macrochelid mites (Mesostigmata: Macrochelidae) as biological control agents. In: Carillo D, Moraes GJ, Peña JE (Ed.). *Prospects for Biological Control of Plant Feeding Mites and other Harmful Organisms*. Springer International Publishing, Cham, pp 103–132

- Bettiol W, Morandi MAB, Pinto ZV, Junior TJP, Corrêa EB, Moura AB, Lucon CMM, Costa JCB, Bezerra JL (2012) Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna pp 155
- Bielza P, Quinto V, Contreras J, Torne M, Martin A, Espinosa PJ (2007) Resistance to spinosad in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), in greenhouses of south-eastern Spain. *Pest Manag Sci*,63: 682-687
- Botton M, Bernardi D, Nava DE, Cunha US, Garcia MS (2010) Manejo de pragas na cultura do morangueiro. In: Encontro Sobre Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul, 4, Pelotas, pp 23-29
- Bulger, MA, Ellis MA, Madden LV (1987) Influence of temperature and wetness duration on infection of strawberry flowers by *Botrytis cinerea* and disease incidence on fruit originating from infected flowers. *Phytopathology* 77: 1225–1230
- Cahill M, Gorman K, Day S, Denholm I, Elbert A, Nauena R (1996) Baseline determination and detection of resistance to imidacloprid in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Bull Entomol Res* 86(4):343-349
- Carvalho GA, Bezerra D, Souza B, Carvalho CF (2003) Efeitos de inseticidas usados na cultura do algodoeiro sobre *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). *Neotrop Entomol* 32(4): 699-706
- Casida JE, Durkin KA (2013) Neuroactive insecticides: targets, selectivity, resistance, and secondary effects. *Annu Rev Entomol* 58: 99-117
- Castilho RC, Duarte VS, Moraes GJ, Westrum K, Trandem N, Rocha LCD, Delalibera JrI, Klingen I (2015a) Two-spotted spider mite and its natural enemies on strawberry grown as protected and unprotected crops in Norway and Brazil. *Exp Appl Acarol* 66(4):509-528
- Castilho RC, Venancio R, Narita JPZ (2015b) Mesostigmata as Biological Control Agents, with Emphasis on Rhodacaroidea and Parasitoidea. In: Carrillo D, Moraes GJ, De Peña JE (Ed.). *Prospects for Biological Control of Plant Feeding Mites and Other Harmful Organisms*. Springer International Publishing, Cham, pp 1-31
- Castro RL, Casali VWD, Barrella TP, Santos RHS, Cruz, CD (2003) Produtividade de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 21(2):227-230
- Chiavegato LG, Mischan MM (1981) Efeito do ácaro *Tetranychus (T.) urticae* (Koch, 1836), 1963 (Acari: Tetranychidae) na produção no morangueiro (*Fragaria* spp.) cv. 'Campinas'. *Científica, Garça*, 9(2): 257-266

- Costa H, Ventura JA, Lopes, UP (2011) Manejo integrado de doenças do morangueiro. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 51. Horticultura Brasileira, Viçosa, 29(2): S5856-5877
- Crocker RL, Whitcomb WH (1980) Feeding niches of the big-eyes bugs *Geocoris bullatus*, *G. punctipes*, and *G. uliginosus* (Hemiptera: Lygaeidae; Geocorinae). Environ Entomol 9(5):1980
- Croft BA, Monetti LN, Pratt PD (1998) Comparative life histories and predation types: are *Neoseiulus californicus* and *N. fallacis* (Acari: Phytoseiidae) similar type II selective predators of spider mites? Environ Entomol 27(3): 531-538
- Croft BA, Whalon ME (1982) Selective toxicity of pyrethroid insecticides to arthropod natural enemies and pests of agricultural crops. Entomophaga 27(1): 3-21
- De Vis RMJ, De Moraes GJ, Bellini MR (2006) Initial screening of little known predatory mites in Brazil as potential pest control agents. Exp Appl Acarol 39(2): 115-125
- Dennehy TJ, Degain BA, Harpold VS, Brown JK, Morin S, Fabrick JA (2005) New Challenges to Management of Whitefly Resistance to Insecticides in Arizona. The University of Arizona: Cooperative Extension, p 18
- Dennehy TJ, Williams L (1997) Management of resistance in *Bemisia* in Arizona cotton. J Pestic Sci 51(3):398-406
- Dik AJ, Wubben JP (2007) Epidemiology of *Botrytis cinerea* diseases in greenhouses. In: Elad Y, Williamson B, Tudzynski B, Delen N (Eds.) *Botrytis: Biology, Pathology and Control*. Kluwer academic publishers, Dordrecht, pp 319- 334
- Duso C, Malagnini V, Paganelli A, Aldegheri L, Bottini M (2002) Phytoseiid mites: pollen relationships: observations in a vineyard and the surrounding vegetation. In: Bernini F, Nannelli R, Nuzzacci G, de Lillo E (Ed). *Acarid phylogeny and evolution: adaptation in mites and ticks*. Kluwer Academic, Dordrecht, pp 373-387
- Easterbrook MA, Fitzgerald JD, Solomon MG (2001) Biological control of strawberry tarsonemid mite *Phytonemus pallidus* and twospotted spider mite *Tetranychus urticae* on strawberry in the UK using species of *Neoseiulus* (*Amblyseius*) (Acari: Phytoseiidae). Exp Appl Acarol 25:25-36
- Elbert A, Nauen R (2000) Resistance of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) to insecticides in southern Spain with special reference to neonicotinoids. Pest Manag Sci 56(1): 60-64
- Faostat (2016) Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/home/E>. Acesso em: 15 out. 2016

- Flechtmann CHW (1985) Ácaros de importância agrícola. São Paulo: Livraria Nobel
- Frazer BD, Gilbert N (1976) Coccinellids and aphids: a quantitative study of the impact of adult ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) preying on field populations of pea aphids (Homoptera: Aphididae). *J Entomol Soc B C* 73:33-56
- Freire RAP, Moraes GJ (2007) Mass production of the predatory mite *Stratiolaelaps scimitus* (Womersley) (Acari: Laelapidae). *Syst Appl Acarol* 12: 117-119
- Freitas JA (2014) Controle biológico de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) em morangueiro no sul de Minas Gerais. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-04122014-085941/fr.php>. Acesso 2015-09-01
- Freitas, JA; Rocha, LCD; Costa, R; Moraes, GJ (2011) Produtores de morango no município de Bom Repouso relatam *Tetranychus urticae* Koch como principal problema da cultura. Campinas. Resumos... São Paulo: In: III Simpósio Brasileiro de Acarologia em CD-ROM, p. 1.
- Ghazy NA, Suzuki T, Amano H, Ohyama K (2012) Effects of air temperature and water vapor pressure deficit on storage of the predatory mite *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Exp Appl Acarol* 58:111–120
- Gliessman SR, Werner MR, Allison J, Cochran J (1996) A comparison of strawberry plant development and yield under organic and conventional management on the central California coast. *Biol Agric Hortic* 12:327-338.
- Gorman K, Hewitt F, Devine G, Denholm I (2002) New developments in insecticide resistance in the glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) and the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in the UK. *Pest Manag Sci* 58: 123–130
- Hammer O, Harper DAT, Rian PD (2007) PAST: Palaeontological statistics, versão 1.73. Disponível em: <<http://folk.uio.no/ohammer/past>>. Acesso em: 16 junho 2016
- Helle W, Sabelis MW (1985) Spider mites: their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 1: pp 405
- Herron GA, James TM (2005) Monitoring insecticide resistance in Australian *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) detects fipronil and spinosad resistance. *Aust J Entomol* 44: 299-303
- Hodek I (1973) Biology of Coccinellidae. Prague: Academic of Sciences, pp 260

- Immaraju JA, Paine TD, Bethke JA, Robb KL, Newman JP (1992) Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) resistance to insecticides in coastal California greenhouses. *J Econ Entomol* 85:9-14
- Inserra RN, Davis DW (1983) *Hypoaspis* nr. *aculeifer*: a mite predacious on root-knot and cyst nematodes. *J Nematol* 15:324–325
- Koehler HH (1999) Predatory mites (Gamasina: Mesostigmata). *Agric Ecosyst Environ* 74:395–410
- Koppert Biological Systems (2016) Koppert Products. Disponível em: <http://www.koppert.com/products/products-pests-diseases/>. Acesso em: 16 fev. 2016.
- Kreiter S, Tixier MS, Croft BA, Auger P, Barret D (2002) Plants and leaf characteristics influencing the predaceous mite *Kampimodromus aberrans* (Acari: Phytoseiidae) in habitats surrounding vineyard. *Environ Entomol* 31(4): 648-660
- Kuhn TMA, Loeck AE, Zawadneak MAC, Garcia MS, Botton M (2014) Parâmetros biológicos e tabela de vida de fertilidade de *Neopamera bilobata* (Hemiptera: Rhyparochromidae) em morangueiro. *Pesqui Agropecu Bras* 49(6): 422-427
- Lima Júnior IDS, Nogueira RF, Bertonecello TF, De Melo EP, Suekane R, Degrande PE (2010) Seletividade de inseticidas sobre o complexo de predadores das pragas do algodoeiro. *Pesqui Agropecu Trop* 40(3):10-5216
- Madail JCM, Antunes LE, Belarmino LC, Silva B, Gardin JA (2007) Avaliação econômica dos sistemas de produção de morango: convencional, integrado e orgânico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, pp 4
- Mailloux J, Le Bellec F, Kreiter S, Tixier MS, Dubois P (2010) Influence of ground cover management on diversity and density of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) in Guadeloupean citrus orchards. *Exp Appl Acarol* 52(3):275-290
- Mass, JL (1988) Compendium of strawberry diseases (No. 634.75 C737). American Phytopathological Society, St. Paul, EUA
- Mazaro SM, Gouvea A, De Mio LL, Deschamps C, Biasi LA, Citadin I (2006a). Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha-de-micosferela em morangueiro. *Ciência Rural* 36(2):648-652
- Mazaro SM, Gouvea A, De Mio LLM, Deschamps C, Biasi LA, Citadin I (2006b). Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha-de-dendrophoma em morangueiro. *Ciência Rural* 36(5):1630-1633
- McMurtry JA, Croft BA (1997) Life-styles of Phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annu Rev Entomol* 42:291–321

- McMurtry JA, De Moraes GJ, Sourassou NF (2013) Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Syst Appl Acarol* 18(4): 297–320
- McMurtry JA, Sourassou NF, Demite PR (2015) The Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) as biological control agents. In: Carrillo D, Moraes GJ, De Peña JE (Ed.). *Prospects for Biological Control of Plant Feeding Mites and Other Harmful Organisms*. Springer International Publishing, Cham, Florida, pp 133-149
- Meyer GA, Kovaleski A, Valdebenito-Sanhueza RM (2009) Seletividade de agrotóxicos usados na cultura da macieira a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). *Rev Bras Frutic* 31(2): 381-387
- Michaud JP (2000) Development and reproduction of ladybeetles (Coleoptera: Coccinellidae) on the citrus aphids *Aphis spiraecola* Patch and *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Homoptera: Aphididae). *Biolog Control* 18(3):287-297
- Moore J, Snider RJ, Robertson LS (1984) Effects of different management practices on Collembola and Acarina in corn production systems: 1. The effects of no-tillage and Atrazine. *Pedobiologia* 26:143–152
- Moraes GJ (2002) Controle biológico de ácaros fitófagos com predadores. In: Parra JRP, Botelho PSM, Corrêa-Ferreira BS, Bento JMS (Ed.). *Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores*. Manole, São Paulo, pp 225-237
- Moraes GJ de, Venancio R, Santos VLV dos, Paschoal AD (2015) Potential of Ascidae, Blattisociidae and Melicharidae (Acari: Mesostigmata) as biological control agents of pest organisms. In: Carrillo D, Moraes GJ, De Peña JE (Ed.). *Prospects for Biological Control of Plant Feeding Mites and Other Harmful Organisms*. Springer International Publishing, Cham, pp 33-75
- Moraes GJ, Flechtmann CHW (2008) *Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil*. Holos, Editora, Ribeirão Preto, pp 308
- Moraes GJde; Alencar JA, Lima JLS, Yaninek JS (1993) Alternative plant habitats for common phytoseiid predators of the cassava green mite (Acari: Phytoseiidae. Tetranychidae) in northeast Brazil. *Exp Appl Acarol* 17:77–90
- Moraes RCB, Haddad ML, Silveira Neto S, Reyes AEL (2003) Software para análise faunística – ANAFAU. In: *Simpósio de Controle Biológico*, 8. São Pedro. Resumos... Piracicaba: ESALQ, Resumo, p 195
- Nicastro RL (2014) Resistência de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a acaricidas e uso de ácaros predadores (Phytoseiidae) para o manejo do ácaro praga em

diversas culturas. 84 p. Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba

Nicastro RL, Sato ME, Arthur V, Silva MZ (2013) Chlorfenapyr resistance in the spider mite *Tetranychus urticae*: stability, cross-resistance and monitoring of resistance. *Phytoparasitica* 41: 503-513

Nicastro RL, Sato ME, Silva MZ (2010) Milbemectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): selection, stability and cross-resistance to abamectin. *Exp Appl Acarol* 50: 231-241

Nita M, Ellis MA, Madden LV (2003) Effects of temperature, wetness duration, and leaflet age on infection of strawberry foliage by *Phomopsis obscurans*. *Plant Dis* 87(5): 579-584

Nomikou M, Sabelis MW, Janssen A (2010) Pollen subsidies promote whitefly control through the numerical response of predatory mites. *BioControl* 55(2): 253-260

Nondillo A, Redaelli LR, Pinent SMJ, Botton M (2009) Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae) em morangueiro. *Revista Brasileira de Entomologia* 53(4): 679-683

Ogawa Y, OSAKABE M (2008) Development, long-term survival, and the maintenance of fertility in *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) reared on an artificial diet. *Exp Appl Acarol* 45(3-4): 123-136

Oliveira AR, Moraes GJ, Demétrio CGE, Nardo EAE (2001) Efeito do vírus de poliedrose nuclear de *Anticarsia gemmatilis* sobre Oribatida edáficos (Arachnida: Acari) em um campo de soja. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, pp 32

Olkowski W, Shang A, Thiers P (1990) Improved biocontrol techniques with lady beetles. *IPM Practitioner* 12: 1-12

Omer AD, Johnson MW, Tabashnik BE, Costa HS, Ullman DE (1993) Sweetpotato whitefly resistance to insecticides in Hawaii: Intra-island variation is related to insecticide use. *Entomol Exp Appl* 67(2):173- 182

Poletti M, Collette LP, Omoto C (2008) Compatibilidade de agrotóxicos com os ácaros predadores *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). *BioAssay* 3(3):14

Raij B van, Cantarella H, Quaggio JA, Furlani AMC (1997) Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, pp 285 (Boletim técnico, 100)

- Resende JTV, Morales RGF, Faria MV, Rissini ALL, Camargo LKP, Camargo CK (2010) Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 28(2):185-189.
- Ronque ERV (1998) *Cultura do morangueiro: revisão e prática*. EMATER, Curitiba, pp 206
- Sato ME, Silva MD, Gonçalves LR, Souza Filho MF, Raga A (2002) Differential toxicity of pesticides to *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) and *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on strawberry. *Neotrop Entomol* 31(3): 449-456
- Sato ME, Silva MZ, Raga A, Souza Filho MF (2005) Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, cross-resistance and stability of resistance. *Neotrop Entomol* 34(6):1-8
- Sato ME, Silva MZ, Silva RB, Souza Filho MF, Raga A (2009) Monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a abamectina e fempiroximato em diversas culturas no estado de São Paulo. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, 76(2): 217-223
- Sato ME, Silva MZ, Souza Filho MF, Matioli AL, Raga A (2007) Management of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in strawberry fields with *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and acaricides. *Exp Appl Acarol* 42:107-120
- Schwengber JE, Schiedeck G (2008) Sistema orgânico de produção de morango da Embrapa Clima Temperado. *Estação Experimental Cascata*, 2 p
- Silva LD, Omoto C, Bleicher E, Dourado PM (2009) Monitoramento da suscetibilidade a inseticida em populações de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil. *Neotrop Entomol* 38(1): 116-125
- Simões JC, Dias JPT, De Pádua JG (2009) Produtividade do Morangueiro em Sistema de Produção Integrado, Orgânico e Convencional no Sul e Centro-Oeste de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 4(2):235-239
- Tamai MA, Alves SB, Neves PJ (2002) Patogenicidade de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. ao ácaro *Tetranychus urticae* Koch. *Scientia Agricola*, 56:255-258
- Tanaka MAS, Betti JA, Kimati H (2005) Doenças do morangueiro. In: Kimati H, Amorim L, Rezende JAM, Bergamin Filho A, Camargo LEA (Eds.), *Manual de Fitopatologia*, São Paulo: Agronômica Ceres p.489-499
- Ueno B; Costa, H; Dias, MSC; Jesus, AM (2014) Manejo integrado das principais doenças do morangueiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 35(279): 82-91

- Wardlow LR (1985) Pyrethroid resistance in glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*, Westwood). Med Fact Landbouw 50: 164–165
- Wardlow LR, Ludlam AB, Bradley LF (1976) Pesticide resistance in the glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)). Pestic Sci 7: 320–324
- Williams MEDC, Kravar-Garde L, Fenlon JS, Sunderland KD (2004) Phytoseiid mites in protected crops: the effect of humidity and food availability on egg hatch and adult life span of *Iphiseius degenerans*, *Neoseiulus cucumeris*, *N. californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). Exp Appl Acarol 32(1-2): 1-13
- Wilson JW (1938) Notes on *Pamera* populations on various types of plant communities in the vicinity of Plant City. Fla Entomol 21(2):28-30

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os aspectos principais deste trabalho se referem aos crescentes problemas que a cultura do morangueiro vem enfrentando, tanto devido ao uso excessivo de agrotóxicos quanto devido à geração de resíduos de degradação muito lenta (filme de polietileno na cobertura de canteiros). Considerando o Manejo Integrado de Pragas, este trabalho visou a abranger alguns de seus pilares, tais como: resistência de genótipos ao organismo considerado por muitos como a principal praga da cultura, *Tetranychus urticae* Koch; manejo cultural adequado, com a utilização de uma cobertura orgânica (polpa desidratada de café, usualmente conhecida como palha de café); e utilização do controle biológico, comparando a ocorrência de pragas, fitopatógenos e artrópodes benéficos em plantios de morango cultivados pelos sistemas orgânico e convencional, assim como alguns de seus alicerces, tais como taxonomia e monitoramento.

Os resultados deste estudo sugerem que o uso dos novos genótipos estudados foram promissores para utilização em programas de melhoramento para resistência ao ácaro-rajado, reduzindo os custos de produção de morango e o uso de acaricidas para o controle dessa praga. Sugerem ainda que o uso de palha de café como cobertura de solo pode contribuir para a redução significativa da poluição ambiental, ao substituir o uso do filme de polietileno. Além disso, prevê-se também a possível redução de custos de produção, já que reduz o uso de acaricidas, para o controle de ácaro-rajado, e fungicida, para o controle de micoserela e dendrofoma. Os resultados sugerem ainda que a produção orgânica poderá diminuir drasticamente a poluição ambiental, reduzindo o uso de agrotóxicos pelos produtores. Conclui-se que o controle de pragas e patógenos apenas com o uso de produtos biológicos e manejo integrado da cultura seja tecnicamente viável no sul de Minas Gerais, apesar do nível de alguns destes organismos poder ser maior em certas ocasiões.

Em conclusão, os resultados sugeriram a conveniência de se continuar o processo de desenvolvimento dos genótipos que se mostraram menos afetados pelo ácaro-rajado, que estes possam no futuro ser utilizados pelos produtores. Conclui-se também a conveniência de se conduzir estudos complementares, que avaliem o desempenho de cultivos conduzidos no sistema orgânico que incorporem o uso da palha de café para a cobertura dos solos, e que realizem uma análise econômica comparativa entre este sistema, assim modificado, e o sistema convencional, levando também os custos indiretos (poluição ambiental relacionada ao uso de agrotóxicos e do filme de polietileno).