

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

**Efeito do controle microbiano em insetos sugadores em três
sistemas de manejo de pragas de citros**

Juan Humberto Guarín Molina

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências.
Área de concentração: Entomologia

**Piracicaba
2007**

Juan Humberto Guarín Molina
Engenheiro Agrônomo

**Efeito do controle microbiano em insetos sugadores em três sistemas de
manejo de pragas de citros**

Orientador:
Prof. Dr. **SÉRGIO BATISTA ALVES**

**Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Entomologia**

**Piracicaba
2007**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Guarín Molina, Juan Humberto

Efeito do controle microbiano em insetos sugadores em três sistemas de manejo de pragas de citros / Juan Humberto Guarín Molina. - - Piracicaba, 2007.
106 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.
Bibliografia.

1. Citricultura 2. Cochonilhas 3. Controle biológico (fitossanidade) 4.
Fungos entomopatogênicos 5. Impactos ambientais 6. Insetos sugadores 7.
Pragas de plantas I. Título

CDD 632.7

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

*Não pode ser deslocada uma folha sem o universo se
estremecer*

Ditado chinês

*À minha família Sara e Daniel,
eles que garantem minha vigência,
que me permitindo voar, fazem que fique com os pés no chão.*

DEDICO

Agradeço

*À Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
(CORPOICA), por ter-me liberado para a realização do curso
de Doutorado*

Ao Professor Doutor

Sérgio Batista Alves

pela orientação, apoio, empolgação , exemplo de vida e dedicação

Agradeço especialmente

Ao Professor Doutor

Sinval Silveira Neto

Pelo seu olhar crítico, juvenil e construtivo, pela sua generosidade e desejo de colaboração em meu trabalho e desde o início seu desejo de compartilhar espaços e momentos agradáveis durante nossa estadia no Brasil

Agradeço especialmente

Ao Doutor

Aristóbulo Lopez-Avila

pelas suas orientações científicas, sua amizade e solidariedade nas diferentes etapas deste trabalho.

Agradeço especialmente

AGRADECIMENTOS

À Corporación Colombiana de Investigación Agropecuária, CORPOICA, por ter-me liberado e dado a oportunidade de realização do curso de doutorado.

A Fernando Eduardo Amado Tersi, Paulo Sperandio e funcionários da Cambuhy Agrícola, pelas facilidades fornecidas na realização desta pesquisa

Ao Professor Dr. Eliot W. Kitajima do Núcleo de Apoio à Pesquisa (ESALQ-USP) pela colaboração na realização deste trabalho.

A todos os professores do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, ESALQ – USP, pelos ensinamentos transmitidos que muito colaboraram para minha formação profissional.

À Professora Dra. Marineia Haddad, Departamento de Entomologia da ESALQ-USP.

Ao Professor Dr. Carlos Tadeu Dias, Departamento de Ciências Exatas da ESALQ-USP.

Ao Professor Dr. Wesley A. C. Godoy, Universidade Estadual Paulista. Campus Botucatu

A todos os colegas do Laboratório de Patologia e Controle Microbiano de Insetos da (ESALQ) Gabriel Moura Mascarim, Daniela Macedo, Solange Aparecida Barros Vieira, Luciana Savoy Rossi-Zalaf, Guiliano Pauli., e a Rogério Biaggioni Lopes.

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	12
RESUMEN	13
LISTA DE FIGURAS	14
LISTA DE TABELAS	15
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 Sistemas de manejo de pragas	18
2.2 Insetos sugadores em citros	19
2.2.1 Principais grupos de insetos sugadores em citros	19
2.2.2 Danos causados por insetos sugadores em citros	22
2.3 Organismos benéficos	23
2.3.1 Parasitos e predadores	23
2.3.2 Entomopatógenos	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 Sistemas de manejo de citros	28
3.2 Análise faunística nos diferentes sistemas de manejo	31
3.3 Desenvolvimento de <i>Lecanicillium longisporum</i> EM <i>Orthezia praelonga</i>	33
3.4 Prevalência de fungos entomopatogênicos no solo	34
3.5 Produção de inóculo por fungos entomopatogênicos em campo	35
3.6 Resíduos de agrotóxicos em frutas oriundas de três sistemas	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1 Levantamento da entomofauna	39
4.1.1 Análise Faunística	43
4.1.2 Impacto ambiental dos sistemas de manejo de pragas	46
4.1.3 Resíduos de agrotóxicos em frutas oriundas de três sistemas de manejo de citros	57
4.1.4 Associação de <i>O. praelonga</i> e <i>Lecanicillium</i> isolado no médio Dodine	59
4.2 Fases de desenvolvimento de <i>Lecanicillium longisporum</i> em <i>Orthezia praelonga</i>	62
4.3 Influência dos fatores abióticos e tipo de manejo sobre insetos sugadores	71
4.3.1 Fatores que afetam a mortalidade de <i>Orthezia praelonga</i>	71
4.3.2 Fatores que afetam a mortalidade de insetos sugadores em citros	83
4.4 Produção de inóculo por fungos entomopatogênicos em campo	87
4.5 Variação populacional de insetos sugadores e inimigos naturais	92
5 CONCLUSÕES	98
REFERÊNCIAS	99

RESUMO

Efeito do controle microbiano em insetos sugadores em três sistemas de manejo de pragas de citros

O presente estudo foi desenvolvido com 22 espécies de insetos sugadores e seus controladores em citros, na fazenda Cambuhy, município de Matão, estado de São Paulo, Brasil, durante o período novembro de 2004 a abril de 2006. Inicialmente foram determinados os indicadores ecológicos desse agroecossistema e feita a avaliação da diversidade de espécies nos três sistemas de controle sendo, controle microbiano de pragas (CMP) com uso de fungos entomopatogênicos, manejo ecológico de pragas (MEP) com uso de agrotóxicos seletivos a fungos entomopatogênicos, e manejo integrado de pragas (MIP) com uso padrão de pesticidas. Determinou-se que a diversidade foi maior no CMP e que os sistemas MEP e MIP foram semelhantes (80%) e não ocorreu impacto ambiental nos três sistemas, em função dos períodos de observação. *Orthezia praelonga*, no período total de seis estações, foi controlada nos tratamentos CMP e MEP, pelos fungos *Syngliocladium* sp. e *Lecanicillium longisporum*, com maior prevalência do primeiro e comportamento distinto dos dois entomopatógenos nas diferentes estações. *Dialeurodes citri* foi o principal hospedeiro de *Aschersonia aleyrodinis* com mais de 80% de incidência do patógeno. No sistema MEP determinou-se associação inversa entre população de *O. praelonga* e o número de unidades formadoras de colônia (UFC) do fungo *Lecanicillium* obtendo-se, para a maior população da praga, menor número de colônias no solo. No CMP obteve-se associação direta, sendo que para a maior mortalidade da praga observou-se maior UFC de *Lecanicillium*, indicando o potencial do solo como reservatório de inóculo para a formação de focos primários da doença, não sendo influenciado pelos agrotóxicos aplicados no sistema. No sistema MIP, a mortalidade da praga causada por *Syngliocladium* teve associação inversa ao potencial de produção de UFC de *Lecanicillium*, sendo que as condições de manejo das pragas foram favoráveis à ação desse fungo. O ciclo biológico completo de *L. longisporum* (isolado ESALQ-1300) em *O. praelonga*, determinado em microscopia eletrônica de varredura foi de 96 a 144 horas, causando morte a partir das 24 horas após a inoculação. Estudou-se também a influência dos fatores abióticos sobre a população e mortalidade dos insetos sugadores em função dos tratamentos culturais e a produção de inóculo pelos fungos entomopatogênicos prevalentes.

Palavras-chave: Impacto ambiental; Sistemas de manejo de pragas de citros; *Orthezia praelonga*; *Lecanicillium longisporum*; *Syngliocladium* sp

ABSTRACT

Microbiological control effects on sucking insects in three citrus management pest systems

This present work was developed with 22 sucking insect species and their controllers in citrus orchard, at Cambuhy Farm, Matão County, São Paulo State, Brazil., during the period of November 2004 – April 2006. At first, the ecological indexes were determined for that agroecosystem and the evaluation of species diversity in three control systems was performed: microbiological pest management (MPM) only with the entomopathogenic fungus use, ecological pest management (EPM) with selective pesticides use, and integrated pest management (IPM) with pesticides standard use. The higher diversity was found in MPM; EPM and IPM were similar (80%), and there were no environmental impact in all three systems, as a function of the periods of observation. *Orthezia praelonga*, in six season periods, was kept under control in MPM and EPM by *Syngliocladium* sp. and *Lecanicillium longisporum* fungi, with higher prevalence of both entomopathogens at different seasons. *Dialeurodes citri* was the mean host of *Aschersonia aleyrodis* with more than 80% incidence of the pathogen. In EPM system, it was observed the reverse association between *O. praelonga* population and the number of colony formation units (CFU) of *Lecanicillium*, when to a bigger pest population a lower colony number in soil was observed. For the MPM treatment a direct association was determined, being the biggest pest mortality correlated to the biggest CFU of *Lecanicillium*, indicating soil potential as inoculum reservoir to primary disease focus formation, not being influenced by pesticides application in the system. In IPM system, pest mortality caused by *Syngliocladium* had a inverse association with the potential CFU production of *Lecanicillium*, being pest management conditions favorable to the action of this fungus. Complete biological cycle of *L. longisporum* (ESALQ isolate-1300) in *O. praelonga* was 96-144 hours, as determined by electronic microscopy, causing death after 24 hours inoculation. Also, it was studied the influence of abiotic factors on the population and sucking insects mortalities, as a function of cultural practices and inoculum's production by prevalent entomopathogenic fungi.

Keywords: Environmental impact; Citrus pest management; *Lecanicillium longisporum*; *Syngliocladium* sp.; *Orthezia praelonga*

RESUMEN

Efecto del control microbiano en insectos chupadores en tres sistemas de manejo de plagas de cítricos

El presente trabajo fue desarrollado con 22 especies de insectos chupadores y sus reguladores en el cultivo de naranja, en la Hacienda Cambuhy, localizada en el municipio de Matão, estado de São Paulo, república de Brasil, durante el período comprendido entre noviembre de 2004 y abril de 2006. Con datos resultantes de muestreo mensual, fueron determinadas las especies de insectos indicadoras ecológicas del agroecosistema y evaluada la diversidad de especies en los tres sistemas de control de plagas, control microbiano de plagas (CMP) con uso de hongos entomopatógenicos, manejo ecológico de plagas (MEP) con uso de agrotóxicos selectivos a la acción de los hongos entomopatógenicos, y manejo integrado de plagas (MIP) con el uso regular de agrotóxicos. Se determinó que la diversidad fue mayor en el tratamiento CMP y que en el MEP y MIP fueron semejantes (80%) sin ocurrir impacto ambiental en los tres sistemas, en relación con los periodos de observación. *Orthezia praelonga*, durante el período total de seis estaciones, fue controlada en los tratamientos CMP e MEP, por *Syngliocladium* sp. y *Lecanicillium longisporum*, con mayor prevalencia del primero y comportamiento distinto de los dos entomopatógenos en las diferentes estaciones. *Dialeurodes citri* fue el principal hospedero de *Aschersonia aleyrodis* con mas de 80% de incidencia del patógeno. En el sistema MEP fue determinada asociación inversa entre la población de *O. praelonga* y el número de unidades formadoras de colonia (UFC) del hongo *Lecanicillium* obteniéndose, para la mayor población de la plaga, menor número de colonias en el suelo. En el sistema CMP se determinó asociación directa, a mayor mortalidad de la plaga se observó mayor UFC de *Lecanicillium*, indicando el potencial del suelo como reservorio de inóculo para la formación de focos primarios de la enfermedad, sin tener influencia de los agrotóxicos aplicados en el sistema. En el tratamiento MIP, la mortalidad de la plaga producida por *Syngliocladium* se presentó con asociación inversa al potencial de producción de UFC de *Lecanicillium*, evidenciando que las condiciones de manejo de las plagas son adecuadas a la acción del hongo. El ciclo biológico completo de *L. longisporum* (aislado ESALQ-1300) en *O. praelonga*, determinado en microscopia electrónica de barrido, fue de 96 a 144 horas, provocando la muerte a partir de 24 horas después de la inoculación. También fue estudiada la influencia de los factores abióticos en la fluctuación poblacional y la mortalidad de *O. praelonga* como de los demás insectos chupadores en función de las practicas culturales y la producción de inóculo por los hongos entomopatógenicos prevalecientes.

Palabras clave: Impacto ambiental; Sistemas de manejo de plagas de cítricos; *Orthezia praelonga*; *Lecanicillium longisporum*; *Syngliocladium* sp

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Distâncias euclidianas (%) para Índices de Diversidade de Margalef (α) dos sistemas de manejo de pragas sugadoras em citros das estações verão de 2005, outono de 2005 e inverno de 2005. Software Statistic 7.1.....	54
Figura 2 -	Distancias euclidianas (%) para Índices de Diversidade de Margalef (α) dos sistemas de manejo de pragas sugadoras em citros das estações primavera de 2005, verão de 2006 e outono de 2006. Software Statistic 7.1.....	55
Figura 3 -	- Distâncias euclidianas (%) para Índices de Diversidade de Margalef (α) dos sistemas de manejo de pragas sugadoras em citros do período compreendido entre verão de 2005 - outono de 2006. Software Statistic 7.1.....	56
Figura 4 -	Fases do ciclo de <i>Lecanicillium longisporum</i> sobre <i>Orthezia praelonga</i> observadas em microscopia eletrônica de varredura (MEV).....	63
Figura 5 -	Ciclo das relações de <i>Lecanicillium longisporum</i> em <i>Orthezia praelonga</i> . A. Adesão, B. Germinação unipolar, C. Massa de conídios em conidióforo.....	69
Figura 6 -	Ciclo das relações de <i>Lecanicillium longisporum</i> em <i>Orthezia praelonga</i> . A. Micélio passando de exúvia à ninfa, B. Micélio passando de folha a inseto, C. Inseto colonizado e de cor esverdeada.....	70
Figura 7 -	Flutuação mensal de <i>Orthezia praelonga</i> nos três sistemas de manejo. A. Infestação; B. Indivíduos Mortos; C. Mortos por <i>Lecanicillium longisporum</i> ; D. Mortos por <i>Syngliocladium</i> sp.; E. Mortos por outras causas; F. Fatores meteorológicos. Fazenda Cambuhy, Matão-SP.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Nomes comerciais, ingrediente ativo e organismo-alvo por data de aplicação de defensivos nos três sistemas de manejo na Fazenda Cambuhy, Matão-SP. Novembro de 2004 - Maio de 2007.....	29
Tabela 2 -	Número de artrópodes coletados no sistema CMP. Dados originais agrupados por estação. Fazenda Cambuhy, Matão SP.- Novembro 2004 - Abril 2006.....	40
Tabela 3 -	Número de artrópodes coletados no sistema MEP. Dados originais agrupados por estação - Fazenda Cambuhy, Matão SP - Novembro 2004 - Abril 2006.....	41
Tabela 4 -	Número de artrópodes coletados no sistema MIP. Dados originais agrupados por estação - Fazenda Cambuhy, Matão SP - Novembro 2004 - Abril 2006.....	42
Tabela 5 -	Parâmetros faunísticos para artrópodes associados às folhas de citros, variedade <i>Pêra</i> , sistema CMP - Fazenda Cambuhy, Matão-SP. Novembro 2004-Abril 2006.....	43
Tabela 6 -	Parâmetros faunísticos para artrópodes associados às folhas de citros, variedade <i>Pêra</i> , sistema MEP - Fazenda Cambuhy, Matão-SP. Novembro 2004-Abril 2006.....	44
Tabela 7 -	Parâmetros faunísticos para artrópodes associados às folhas de citros, variedade <i>Pêra</i> , sistema MIP - Fazenda Cambuhy, Matão-SP. Novembro 2004-Abril 2006.....	46
Tabela 8 -	Espécies indicadoras e guilda trófica, analisadas por estações do ano para o sistema CMP - Matão SP. Novembro 2004 - Abril 2006..	47
Tabela 9 -	Espécies indicadoras e guilda trófica, analisadas por estações do ano para o sistema MEP - Matão-SP. Novembro 2004 - Abril 2006..	48
Tabela 10 -	Espécies indicadoras e guilda trófica, analisadas por estações do ano para o sistema MIP - Matão SP. Novembro 2004 - Abril 2006...	49
Tabela 11 -	Índices de diversidade e intervalo de confiança (Shannon-Weaner (H) e Margalef (α)), e índice de uniformidade para estações em três sistemas de manejo de pragas. Matão SP 2006.....	53
Tabela 12 -	Matriz de média de médias do índice de diversidade de Margalef (α) das variáveis sistemas de manejo de pragas em citros, CMP, MEP e MIP das estações verão de 2005, outono de 2005 e inverno de 2005. Software Statistic 7.1.....	54

Tabela 13 -	Matriz de média de médias do índice de diversidade de Margalef (α) das variáveis CMP, MEP e MIP das estações primavera de 2005, verão de 2006 e outono de 2006. Software Statistic 7.1.....	55
Tabela 14 -	Matriz de média de médias do índice de diversidade de Margalef (α) das variáveis sistemas de manejo de pragas em citros, CMP, MEP e MIP do período compreendido entre verão de 2005 - outono de 2006. Software Statistic 7.1.....	56
Tabela 15 -	Índice de Impacto Ambiental dos sistemas de manejo de pragas CMP, MEP e MIP em citros. Matão SP.....	57
Tabela 16 -	Coefficiente de correlação residual e probabilidade de Spearman (r ; p) da variação populacional de <i>O. praelonga</i> , seus fatores de mortalidade, e presença de <i>Lecanicillium</i> isolado do solo, no médio seletivo Dodine, nos três sistemas de citros. Fevereiro de 2005 - abril de 2006. Fazenda Cambuhy, Matão-SP.....	60
Tabela 17 -	Coefficiente de correlação residual de Spearman e probabilidade (r , p) das variáveis associadas à infestação, sobrevivência, mortalidade, fatores de mortalidade mensais de <i>O. praelonga</i> e fatores meteorológicos nos três sistemas. Fazenda Cambuhy (Matão-SP.).....	75
Tabela 18 -	Coefficiente de correlação residual de Spearman e probabilidade (r , p) das variáveis associadas à infestação e mortalidade dos insetos sugadores sob ação de agentes de regulação nos três sistemas. Fazenda Cambuhy (Matão-SP).	84
Tabela 19 -	Inóculo produzido por fungos entomopatogênicos em insetos sugadores no agroecossistema citros.....	88
Tabela 20 -	Coefficiente de correlação residual e probabilidade de Spearman (r ; p) da variação populacional de insetos sugadores, parasitos e predadores nos três sistemas em citros. Fazenda Cambuhy, Matão-SP.....	93

1 INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa primeiro lugar como produtor mundial de suco de laranja, sendo que em 2007 a área plantada chegou a 576.000 hectares, conferindo a esta cultura grande importância econômica para o país. Em 2004 no estado de São Paulo os custos com agrotóxicos utilizados no controle de pragas de citros representaram 32,5% do valor gasto por hectare para a sua produção (MARZABAL; RODRIGUES; GUT, 2004).

Dentre as pragas de citros que causam grandes prejuízos e aumento nos custos desta cultura destacam-se os insetos sugadores. Dentre estes, *Orthezia praelonga* Douglas é importante devido aos danos diretos e *Diaphorina citri* (Kuwayana) pela transmissão da doença *Greening*, além de cigarrinhas, pulgões e cochonilhas. Estas pragas têm sido os responsáveis pelo aumento da aplicação de agrotóxicos com diminuição na qualidade do suco, aumento da quantidade de resíduos, redução da biodiversidade e da rentabilidade, contribuindo para insustentabilidade deste agroecossistema.

Por se tratar de uma planta perene, o citros apresenta entomofauna diversificada composta por insetos fitófagos e seus respectivos agentes de controle. Esses inimigos naturais, bem protegidos, constituem toda a base biológica para o sucesso do manejo integrado de pragas, com destaque especial para diversos fungos entomopatogênicos os quais podem ser aplicados em grandes áreas, como vem sendo feito com *Lecanicillium* que tem sido usado no Brasil em diversos pomares de citros e em casa-de-vegetação para produção de mudas (ALVES, 2004).

Assim, o citros reúne condições ecológicas adequadas para que os diferentes agentes biológicos regulem as populações de pragas, mantendo essas populações abaixo do nível de dano econômico. As práticas de condução da cultura, incluindo o uso de agrotóxicos seletivos e de entomopatógenos, são importantes para resgatar e estabelecer a sustentabilidade deste agroecossistema.

A realização de estudos que considerem a flutuação populacional dos insetos sugadores, dos seus reguladores e a epizootiologia dos agentes entomopatogênicos, sob diversas condições de manejo, é necessária para fornecer subsídios à sustentabilidade dessa cultura. Desta forma, o principal objetivo desta pesquisa foi avaliar o impacto do controle microbiano na flutuação das populações de pragas de hábito sugador e de seus inimigos naturais sob três sistemas de manejo de pragas em citros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sistemas de manejo de pragas

É crescente a preocupação atual pela ocorrência de mudanças climáticas globais e pela parcela de responsabilidade que cada prática industrial ou agrícola possa ter no agravamento do problema. A fitossanidade é um dos alicerces para a produtividade e competitividade. Assim, o manejo de pragas está condicionado aos interesses econômicos e seu desenvolvimento e aplicação permitem aproveitar, ou não, a diversidade biológica inerente às culturas perenes.

Nas práticas agrícolas, tradicionais e modernas, são vários os processos que podem afetar ou estimular a sustentabilidade da produção. O manejo da cultura de citros tem inúmeras ferramentas para atingir esse objetivo.

O conceito de Manejo Integrado de Pragas (MIP) foi proposto por entomologistas no início da década de 60 em reação ao agravamento de vários problemas, como a evolução da resistência a agrotóxicos em pragas-chave, a toxicidade para humanos e animais, além da contaminação de alimentos e do meio ambiente. No conceito MIP, pragas são todos os organismos dentro do ambiente da cultura que causam estresse e são capazes de reduzir a quantidade e a qualidade do produto na colheita (NORRIS et al., 2003). O termo MIP é muito amplo, no entanto, no Brasil e principalmente em citros, esse conceito está restrito ao uso de agrotóxicos baseado no nível de dano econômico das pragas.

O Manejo Ecológico de Pragas (MEP) consiste no ajuste do conceito de MIP, dando ênfase à redução da poluição do ambiente pela racionalização da aplicação de agrotóxicos. Nesse sistema, a aplicação dos agrotóxicos deve ser seletiva e não deve afetar os organismos não alvos, em função da sua seletividade e do poder residual. Nesse sistema, há necessidade de um enfoque holístico da cultura, onde o agroecossistema é a unidade central, considerando que o desenvolvimento da fertilidade do solo e a diversidade ambiental são componentes essenciais, além de valorizar as técnicas biológicas e químicas de forma harmônica com proteção ambiental, retorno econômico e balanço social (IOBC, 2005; KENDER, 2002). No MEP se dá maior ênfase na aplicação de processos biológicos de controle de pragas do que a técnicas químicas (GRAVENA, 2005).

O Controle Microbiano de Pragas (CMP) como a principal meta da patologia de insetos, representa um ramo do controle biológico de insetos. O CMP trata da utilização racional dos

patógenos visando à manutenção da população das pragas a níveis não econômicos (ALVES, 1986a, 1998). Assim, o controle microbiano preconiza a utilização de microrganismos entomopatogênicos considerando a sua densidade, distribuição espacial e temporal, além da sua especificidade sobre os insetos-alvo (ALVES, 1998). Esse processo apresenta grande sustentabilidade econômica e se caracteriza pelo enfoque integrador do manejo da cultura e das pragas como mais um componente. Nos tempos recentes, a existência de ferramentas que podem se utilizadas na agricultura de precisão é um fato de interesse e aplicável ao manejo de insetos na cultura cítrica.

A procura da sustentabilidade deve ser acompanhada pela aplicação de técnicas adequadas de manejo visando tornar os processos agrícolas mais eficientes, precisos e flexíveis, suportado no uso oportuno da vasta informação técnica disponibilizada. No agroecossistema citros, é possível ser produtivo, competitivo e aproveitar a diversidade (IOBC, 2005), com a certeza da autorregulação como princípio da natureza.

2.2 Insetos sugadores em citros

Os insetos sugadores estão presentes em diferentes sistemas de manejo da cultura cítrica, conforme a sua distribuição geográfica. Sua distribuição espacial e temporal depende de fatores bióticos e abióticos associados à cultura.

2.2.1 Principais grupos de insetos sugadores em citros

Na ordem Hemiptera a superfamília Coccoidea é numerosa e congrega importantes grupos de insetos. São relativamente fáceis de reconhecer, uma vez que as fêmeas produzem ovissacos moles, brancos, alongados e com cantos retos. A maior parte das espécies conhecidas é neo-tropical e se encontra amplamente distribuída em outras regiões biogeográficas (SERMEÑO; NAVARRO, 2000).

Orthezia é representante da família Ortheziidae. Nessa família, o córion dos ovos é muito delgado e estes são depositados em uma camada de cera de diferentes tipos que os protege da desidratação e de outras adversidades ambientais (VOGELGESANG; SZKLARZEWICZ, 2001). Gullan e Kosztar (1997) discutiram as possíveis funções da cera e como esta pode proteger o

inseto da desidratação sob condições de baixa umidade relativa, assim como do ataque de inimigos naturais, incluindo patógenos e contaminação em seu próprio *honeydew*.

O. praelonga é um artrópode proveniente da América Tropical, onde é referido como infestante de plantas cultivadas, ornamentais e silvestres. A primeira ocorrência de ortézia como praga de citros no Brasil foi registrada no estado do Rio de Janeiro por Robbs em 1947 e, desde então, vem contribuindo com o declínio da citricultura. Em 1973, Robbs (1973) também verificou a presença da praga no estado de Sergipe.

No estado de São Paulo, a presença de *O. praelonga* foi verificada desde 1978 (PRATES; PINTO, 1986) no município de Severina, região produtora de Barretos. Atualmente, encontra-se na maioria dos municípios produtores de citros desse estado. Além de citros, também pode se hospedar em outras culturas de importância econômica e em ornamentais, como *Coleus*, *Acalypha*, *Bougainviella* e *Croton* (CRUZ; MARQUES; NASCIMENTO, 1999; CHUNG, 2001). Costa et al., (2006) determinaram que, sob as condições do estado de São Paulo, a praga apresenta distribuição agregada, informação importante no processo de amostragem e de estabelecimento de planos de manejo.

Na família Pseudococcidae, a cochonilha *Planococcus citri* é a mais freqüente nos pomares de São Paulo (GALLO et al., 2002) por razões de manejo inadequado. Mesmo sendo praga secundária, em ocasiões assume o *status* de praga primária (ALVES et al., 2007). O hospedeiro, o nível de fertilização nitrogenada, assim como a temperatura tem efeito no sucesso reprodutivo da praga, sendo que a maior temperatura apresenta menor número de ovos (HOGENDORP; CLOYD; SWIADER, 2006).

D. citri é originária da Ásia Oriental e, nas últimas décadas, tem sido considerada vetor de transmissão do *Greening*, doença de distribuição mundial. Essa doença é de origem bacteriana restrita ao xilema das plantas de citros e tem sido constatada pelo FUNDECITRUS (Fundo de Defesa da Citricultura) em diversos pomares brasileiros, com incidência mais freqüente nas áreas produtoras do estado de São Paulo (FUNDECITRUS, 2004). O inseto tem reprodução sexuada e o *honeydew* que produz é característico, de aspecto ceroso. O dano de alimentação pelos psilídeos nos galhos provoca alongamento, ao contrário do pulgão verde dos citros, que reduz o comprimento dos mesmos (FUTCH et al., 2002). Existem relatos da presença da praga nos pomares do Brasil desde 1942 (MEAD, 2006), no estado de São Paulo.

Nas condições dos pomares de citros no Brasil, são relatadas seis espécies de moscas-brancas: *Paraleyrodes bondari*, *P. crateraformans*, *Aleurothrixus floccosus*, *A. porteri*, *Aleurotrachelus cruzi* e *Dialeurodes citrifolii*. *A. floccosus* foi considerada a única espécie de mosca-branca de importância econômica. Os danos causados pelas moscas-brancas são considerados de grande importância em épocas com altas infestações da praga, que coincide com épocas secas (GALLO et al., 2002).

As cigarrinhas são insetos sugadores da ordem Hemiptera (Subordem Auchenorrhyncha) que se alimentam, principalmente, do sistema vascular. As espécies de cigarrinhas da família Cicadellidae são de ocorrência ocasional, sendo pouco abundantes nas plantas cítricas. Sua importância na cultura está no fato de algumas espécies da subfamília Cicadellinae serem vetoras da bactéria *Xylella fastidiosa*, agente causal da Clorose Variegada dos Citros (CVC), transmitida por onze espécies (FUNDECITRUS, 2004). Embora sejam onze as espécies de cigarrinhas vetoras da CVC, apenas quatro delas, *Acrogonia citrina*, *Bucephalogonia xanthophis*, *Dilobopterus costalimai* e *Oncometopia facialis*, oferecem o maior risco de disseminação da doença, por serem predominantes em árvores cítricas; as demais preferem outros hospedeiros ou se apresentam em baixas populações (LOPES; YAMAMOTO, 2004).

O grupo das cochonilhas com carapaça (Hemiptera: Diaspididae) tem sido considerado um dos mais importantes na agricultura, com muitas espécies destrutivas de árvores frutíferas e de ornamentais, sendo que o controle químico é, com frequência, apontado como difícil de aplicar, além de problemático pelo desarranjo causado pela eliminação dos seus controladores biológicos (WOLFF et al., 2004). Os danos causados pelas cochonilhas com carapaça estão relacionados com a sucção de seiva. A injeção da saliva digestiva induz a aparição de mácula amarelada na superfície atingida, a qual afeta a taxa fotossintética.

Em citros, as espécies de cochonilhas com carapaça são diversas e sua flutuação populacional é dependente de fatores climáticos. Assim, *Selenaspidius articulatus* ocorre nos meses mais quentes e úmidos do ano; *Parlatoria ziziphi* durante o ano todo e mais intensamente no verão; *Pinnaaspis aspidistrae* ocorre nos meses mais quentes; *Chrysomphalus aonidum* causa infestações que iniciam no fim do inverno, com períodos secos e excesso de poeira (CORREIA, 1996, TAVARES, 1997; PARRA; NEGRI; PINTO, 2003).

Em estudos de campo na Califórnia, que confirmaram estudos laboratoriais, empregando árvores de laranja da variedade *Hamlin*, tem-se encontrado que com a aplicação de Carbaryl

houve acréscimo da população da cochonilha *Chrysomphalus aonidum*, concomitante com a diminuição da população de adultos de *Aphytis holoxanthus*. Além disso, determinaram que Dicofol foi mais seletivo ao parasitóide do que o Carbaryl (REHMAN et al., 2000). Essa informação confirma a importância do uso de inseticidas químicos seletivos no manejo das cochonilhas dos citros.

2.2.2 Danos causados por insetos sugadores em citros

O. praelonga é mais freqüente nos galhos das árvores, concentrando-se na base dos galhos e outros lugares protegidos, formando assim colônias numerosas; algumas espécies de *Orthezia* habitam o solo, localizando-se no colo ou raízes das plantas de diversas espécies hospedeiras (SERMEÑO; NAVARRO, 2000).

No gênero *Orthezia*, observam-se também ninfas recém eclodidas formando colônias e alimentando-se ao redor das fêmeas que as originaram. Dependendo da latitude, espécies como *O. insignis* têm machos com diferentes comportamentos. Na Jamaica, o vôo dos machos acontece no período matutino (CHUNG, 2001). Quando a planta se encontra severamente infestada, os insetos são encontrados em todas as partes, principalmente no tronco, onde se alojam os machos em aglomerados.

A cochonilha ortézia prejudica a planta de forma direta, quando o inseto suga a seiva e introduz toxinas provocando a desfolha, enfraquecimento da árvore e queda dos frutos (mais de 50%). Os que sobram ficam sem sabor, com baixo teor de açúcar e ácido e, em casos mais graves, os frutos ficam muito pequenos e imprestáveis para o comércio (FUNDECITRUS, 2004). O dano indireto é causado pela fumagina, uma camada de fungo escuro *Capnodium* sp. que encobre as partes verdes da planta, prejudicando a fotossíntese e enfraquecendo a árvore. Esse fungo se desenvolve no líquido açucarado excretado pela cochonilha. Em caso de deficiência no controle, a ação conjunta da ortézia e da fumagina pode provocar a morte da planta. Na avaliação do efeito da infestação por *O. praelonga* em laranja Lima, com base em parâmetros fisiológicos, foi determinada a diminuição de 7 a 13% do potencial fotossintético em função da presença de 40 a 70 cochonilhas por folha. Dessa forma, os autores concluíram essa infestação do inseto como sendo o nível de controle (NEVES; OLIVEIRA; PARRA, 2006).

Planococcus citri, como as demais cochonilhas, tem importância também por sugar seiva no floema e produzir *honeydew*, associado à fumagina na folhagem e nos frutos. As suas populações são importantes pela magnitude de seu dano, na deterioração da qualidade da fruta para consumo *in natura* e pelo depauperamento na qualidade do suco.

Na Ásia Oriental, *D. citri* é o mais eficiente vetor para a transmissão do *Greening* ou *Huanglungbing* (causado por *Liberobacter asiaticum*). A presença simultânea do psílideo e o agente do *Greening* têm sido a causa limitante para a produção do citros em diversas áreas do mundo (TSAI; WANG; LIU, 2002).

As moscas-brancas, *Dialeurodes citri*, *D. citrifolii*, *Parabemisia myricae*, *Aleurothrixus floccosus*, *Aleurocanthus woglumi*, concentram-se nas folhas sugando seiva e removendo o conteúdo celular, além de produzir abundante *honeydew* sobre o qual se desenvolve a fumagina, que afeta o processo fotossintético.

Dentre os pulgões, *Toxoptera citricida* e *Aphis spiraecola* têm importância pela transmissão do Vírus da Tristeza dos Citros e estão em associação com outros insetos sugadores de seiva, os quais podem ficar em colônias comuns. O dano pelos pulgões é também direto e a presença da praga na cultura é em reboleiras (MICHAUD et al., 2002).

2.3 Organismos benéficos

2.3.1 Parasitos e predadores

O. praelonga, assim como outras espécies de cochonilhas, tem uma característica que dificulta tanto o controle químico quanto o biológico. Ela possui o ovissaco, câmara cerosa onde os ovos são depositados, conferindo aos mesmos proteção contra os inseticidas e seus inimigos naturais. Há registros de que *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinelidae) preda tanto *O. praelonga* como *Pl. citri*, além de que com *Hyperaspis panterina* (Coleoptera: Coccinelidae), ambos são eficientes na regulação de *O. insignis* em *Commidendrum robustum* (Asteraceae) na Ilha St. Helena no Pacífico Sul (FOWLER, 2004). Cruz, Marques e Nascimento, (1999) verificaram a predação de *O. praelonga* pelo gastrópode *Oxystyla pulchella* sob condições laboratoriais e de campo. Sob condições de campo, *Gitona brasiliensis* (Diptera: Drosophilidae) parasita *O. praelonga*, sendo mais um fator de regulação (PRATES; PINTO, 1986).

D. citri está associada com parasitóides, como *Tamarixia radiata* (*Tetrastichus radiatus*) (GRAÇA, 1991) e *Diaphorencyrtus oligarhensis* (HOY; NGUYEN, 2001). Os resultados no uso do parasitóide *T. radiata* para o controle das populações de *D. citri* são muito variáveis, com sucesso total na Ilha Reunion e baixa eficiência na Ilha Guadalupe, por enquanto sua presença foi solitária ou acompanhada dos hiperparasitóides, respectivamente (ÉTIENNE et al., 2001). *T. radiata* tem sido identificada em pomares no estado de São Paulo e pelo qual deve-se usar práticas culturais que permitam a ocorrência desse parasitóide sobre estádios ninfaís do psilídeo (GÓMEZ et al., 2005).

Na Califórnia, aplica-se o controle biológico clássico do pulgão *T. citricida* pela liberação de *Lipolexis scutellaris*, que na Ásia também ataca outros pulgões (HOY; NGUYEN, 2000). Os parasitóides dos pulgões são variados, causando a mumificação. Os predadores gerais de pulgões incluem joaninhas, sirfídeos e crisopídeos, além de microhimenópteros parasitóides como *Aphelinus gossypii* e *Lysiphlebus testaceipes*.

As espécies de joaninhas são de grande valor como agentes de controle biológico de pragas na cultura de citros. São conhecidos vários coccinelídeos como predadores de largo espectro, atingindo presas como pulgões (*Harmonia axyridis*, *Cycloneda sanguinea*, *Olla v-nigrum*, *Curinus coeruleus*, *Exochomus childreni*, *Hippodamia convergens*), psilídeos (*H. axyridis*, *C. sanguinea*, *O. v-nigrum*, *E. childreni*, *H. convergens*, *C. coeruleus*), ácaros e cochonilhas (*O. v-nigrum*, *H. axyridis*, *C. sanguinea*, *C. montrouzieri*, *Azia orbiger*, *Chilocorus stigma*, *C. coeruleus*, *E. childreni*) (FUTCH et al., 2002, MICHAUD, 2001).

As joaninhas têm sido registradas também como importantes agentes na regulação de diaspidídeos em *C. sinensis* em duas localidades do Rio Grande do Sul. *A. luteipes*, *Chryptognatha signata*, *Coccidophyllus citricola*, *Exochomus jourdani*, *Hyperaspis festiva*, *H. notata* e *Pentilia egea* foram consideradas predadoras especializadas em diaspidídeos num levantamento dos inimigos naturais associados às cochonilhas-com-escudo (WOLFF et al., 2004).

Nas cochonilhas farinosas, sob condições de campo, é freqüente encontrar elevado nível de parasitismo causado por microhimenópteros como *Encarsia*, que alcança um patamar superior a 50%, e predação por coccinelídeos como *Sthetorus* sp. os quais também contribuem na regulação da praga.

2.3.2 Entomopatógenos

Na procura de métodos alternativos para solucionar problemas ocasionados pelo uso não criterioso de agrotóxicos no manejo das pragas dos citros, tem-se avaliado os fungos entomopatogênicos como *Beauveria bassiana*, *Colletotrichum gloeosporioides* e *Metarhizium anisopliae* sobre *O. praelonga*, sendo as ninfas de segundo e terceiro ínstares as mais susceptíveis aos dois primeiros patógenos. Nos pomares de São Paulo, com pouco uso de inseticidas, é comum a ocorrência de *Lecanicillium* sp. e *Syngliocladium* sp., o agente causal da *doença-salmão*, com incidência variável para cada mês (ALVES et al., 2004). Em avaliações feitas por Garcia (2004), determinou-se que os isolados ESALQ-1300, oriundo de *O. praelonga*, e ESALQ-972, de *Coccus viridis* produziram mais de 40% de mortalidade em *O. praelonga*.

Um produto biológico formulado com o fungo *Beauveria bassiana* (Boveril, PM), vem sendo usado na proporção de 2 kg/2000 litros de água, com óleo vegetal a 0,5% ou óleo mineral a 1,0 %, para o controle microbiano de *O. praelonga* (FUNDECITRUS, 2004). Há também registro para a comercialização do fungo *L. longisporum*, na formulação de Vertirril® (AGROFIT, 2007).

O gênero *Syngliocladium* tem sido relatado como sendo patógeno de grilos e de gafanhotos no leste da África (EVANS; SHAH, 2002). Em citros, esse fungo tem sido responsável por epizootias alternadas com *Lecanicillium*, afetando *O. praelonga* (ALVES et al., 2004). Varias espécies de *Syngliocladium* têm sido relatadas causando doenças em insetos, sendo entomopatógenos, *S. tetanopsis* referida em *Tetanops myopaeformis* (Diptera: Otitidae) como anamorfo de *Cordyceps* (HODGE; HUMBER; WOZNIAC, 1998) e duas variedades de *S. acridiorum* (*Sorospora*) patógenos de locustídeos (PENDLAND; BOUCIAS, 1987, EVANS; SHAH, 2002).

Em outras cochonilhas, como *P. ziziphi* e *P. cinerea*, na região citrícola paulista, foram identificadas as espécies *Fusarium cocophilum*, *Nectria flammea*, *Tetracrium coccicolum*, *Podonectria coccicola*, *Myriangium duriaei*, *Myophagus icrainicus*, *Septobasidium* sp., *L. lecanii* e *Aschersonia* sp., sendo os dois primeiros os que apresentaram distribuição geográfica mais ampla e as duas últimas de distribuição considerada rara (CORREIA, 1996; TAVARES, 1997, PRADE et al., 2005). Embora alguns autores discutam a condição entomopatogênica de fungos como *Cladosporium*, *Fusarium* e *Septobasidium*, associados com cochonilhas, outros consideram esses fungos como sendo necrótrofos ou saprófitos (EVANS; HYWEL-JONES, 1997). *L. lecanii* parece ser o fungo de referência bastante antiga sendo registrado como entomopatógeno de

Coccus viridis em cafeeiro na região paulista (VIÉGAS, 1939). *C. viridis* e demais cochonilhas são consideradas pragas na cultura de citros nessa região.

Lecanicillium é um dos gêneros anamorfos de *Cordyceps* (SAMSON; EVANS; LATGÈ, 1988). Os conídios apresentam-se em massas globosas sobre as fiálides de disposição verticilada, condição que levou à separação do original *Verticillium*, gênero que incluía fito e entomopatógenos. As estruturas do isolado ESALQ-1300 apresentam características do gênero com micélio primário septado e uninucleado, formação de ramos laterais angulados e fiálides de 0,5 µm de diâmetro. O núcleo se divide e passa ao conídio primário, que após sucessivas divisões forma a massa de conídios.

A existência de uma substância mucilaginosa envolvendo os conídios facilita a adesão do patógeno à superfície do hospedeiro, seja na cutícula ou nas placas de cera, garantindo também as condições de proteção contra a dessecação. Assim, o patógeno e o hospedeiro têm mecanismos distintos para evitar a desidratação: a cera promove a proteção do hospedeiro, enquanto que a cobertura mucilaginosa protege o patógeno. Esses mecanismos são importantes no desenvolvimento das relações patógeno-hospedeiro. Na adesão, a cobertura mucilaginosa é solúvel em água (SAMSON; EVANS; LATGÈ, 1988) e permite explorar, no microclima da superfície do hospedeiro, as condições de umidade relativa adequadas ao desenvolvimento do fungo e a solubilização das massas de conídios disponibilizando o inóculo.

Nos agentes de controle biológico de *D. citri*, têm-se relatos da ocorrência de *Cladosporium* sp. e *Capnodium citri* (HALBERT; MANJUNATH, 2004); além disso, há informações da ocorrência de *Hirsutella citriformis* em lugares sem aplicação de fungos entomopatogênicos e com umidade relativa superior a 80%, como foi notado na Guadalupe (ÉTIENNE et al., 2001) e, recentemente (2005 a 2006), confirmado como agente causal da morte de adultos de *D. citri* (MEYER; HOY; BOUCIAS, 2007), retirados de quatro pomares de citros. Na Flórida, onde as condições de umidade são altas, os insetos parasitados pelos fungos não têm sido reportados (HALBERT; MANJUNATH, 2004). Isolados de *Beauveria bassiana* têm sido relatados como patogênicos para o inseto e, possivelmente, sua esporulação tem sido inibida pela ação das bactérias simbióticas associadas ao hospedeiro (PADULLA et al., 2007).

No Brasil, em anos chuvosos, os altos níveis populacionais de moscas-brancas podem ser mantidos em equilíbrio pelos fungos entomopatogênicos, como *Aschersonia aleyrodis* que causa

epizootias, em todas as regiões onde se cultivam citros (ALVES, 1986b), bem como nos pomares da Califórnia (FUTCH et al., 2002).

Sob condições laboratoriais, tem-se avaliado o efeito de fungos entomopatogênicos sobre *Pl. citri*, determinando-se que só isolados do fungo *M. anisopliae* têm demonstrado efeito sobre fêmeas grávidas da praga (ALVES et al., 2007).

O estudo dos fatores que afetam a ocorrência de doenças causadas por entomopatógenos, em populações de insetos, é definido pela epizootiologia. Como resultado da conjunção dos fatores bióticos e abióticos, sobre a população de um inseto, na relação patógeno hospedeiro, tem-se a expressão epizoótica de uma doença. Podem ser várias as formas de manipulação do ambiente para se conseguir a ocorrência epizoótica de uma doença. Isso pode ser obtido garantindo a preservação do inóculo, incrementando o existente, ou realizando tratamentos culturais que não sejam agressivos aos entomopatógenos de interesse (ALVES, 1998, MEYER; HOY; BOUCIAS, 2007). O solo é importante na manutenção dessa fonte de inóculo e seu manejo é determinante para futuros surtos epizoóticos em pragas de interesse econômico.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Sistemas de manejo de citros

Na Fazenda Cambuhy, Matão (SP), mesalmente desde novembro de 2004 a abril de 2006, foi feito o levantamento de insetos sugadores em três talhões de laranja variedade *Pêra*, com sete a nove anos de idade. Num delineamento inteiramente ao acaso, na parte central, foram definidas 10 parcelas, representadas por nove árvores, uma árvore central e mais oito na periferia como bordadura; as árvores apresentaram níveis semelhantes de infestação por *Orthezia praelonga*. Em cada talhão foram coletadas dez amostras, cada uma de quatro galhos individualizados. O material foi transportado em sacos plásticos em caixas de isopor. Os organismos coletados foram agrupados por guilda e identificados, no mínimo, ao nível de gênero.

As práticas de adubação do solo e foliar, podas de formação e de produção e manejo de plantas daninhas, as quais foram empregadas, igualmente, para os três sistemas. As diferenças gerais entre os sistemas de manejo de pragas foram as seguintes:

A. Manejo Integrado de Pragas (MIP)

- Controle de plantas daninhas: químico (glifosato);
- Controle de pragas: agrotóxicos seletivos para fungos e aplicação de fumigação-fog;
- Localização: quadra 59, talhão 65, 21°38.193'S/48°29.726'W;
- Número de plantas: 1.000.

B. Manejo Ecológico de Pragas (MEP)

- Controle de plantas daninhas: mecânico (com roçadeira);
- Controle de pragas: agrotóxicos seletivos para fungos entomopatogênicos e aplicação de produtos microbianos (*Lecanicillium longisporum* e *Syngliocladium* sp.);
- Localização: quadra 44, talhão 111, 21°39.178' S/48°32.626'W;
- Número de plantas: 1.000.

C. Controle Microbiano de Pragas (CMP)

- Controle de plantas daninhas: mecânico (com roçadeira);

- Controle de pragas: produtos microbianos comerciais e aplicação de fungos entomopatogênicos de insetos oriundos da área experimental (*L. longisporum* e *Syngliocladium* sp.);
- Localização: quadra 44, talhão 115, 21°39.134'S/48°32.634'W;
- Número de plantas: 842.

Os produtos comerciais, ingrediente ativo, praga-alvo e data de aplicação, dos inseticidas empregados no manejo de pragas nos três sistemas comparados, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Nomes comerciais, ingrediente ativo e organismo-alvo por data de aplicação de defensivos nos três sistemas de manejo na Fazenda Cambuhy, Matão-SP. Novembro de 2004 - Maio de 2007 (continua)

Sistema /produto	Ingrediente ativo e praga-alvo para cada produto	Pulverização Data
CMP		
Vertirril®	<i>Lecanicillium longisporum</i> vs. <i>Orthezia praelonga</i> .	10/01/2005
Vertirril®	Espirodiclofeno vs. <i>Brevipalpus phoenicis</i> , <i>Phyllocoptruta</i> , <i>Panonychus</i> .	06/05/2005
Vertirril®	<i>L. longisporum</i> vs. <i>O. praelonga</i> .	14/07/2005
Vertirril®	<i>L. longisporum</i> vs. <i>O. praelonga</i> .	19/07/2005
Vertirril®	<i>L. longisporum</i> vs. <i>O. praelonga</i> .	29/08/2005
Sipcatin®	Cihexatin vs. <i>B. phoenicis</i> , <i>Phyllocoptruta</i> .	25/01/2006
Vertirril®; Salmão	<i>L. longisporum</i> ; <i>Syngliocladium</i> sp. vs. <i>O. praelonga</i> .	04/04/2006
Sipcatin®	Cihexatina vs. <i>B. phoenicis</i> , <i>Phyllocoptruta</i> .	02/05/2006
Vertirril®	<i>L. longisporum</i> vs. <i>O. praelonga</i> .	12/05/2006
Vertirril®	<i>L. longisporum</i> vs. <i>O. praelonga</i> .	29/05/2006
Actara®	Thiamethoxan vs. <i>O. praelonga</i> , <i>Diaphorina citri</i> e cochonilhas.	01/07/2006
Cascade®; Karathane®	Flufenoxuron vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> , <i>Polyphagotarsonemus latus</i> ; Dinocape vs. <i>B. phoenicis</i> .	18/07/2006
Enxofre; Trebon®	S vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> , <i>P. latus</i> ; Etofenprox vs. cigarrinhas da CVC.	21/07/2006
Enxofre; Derosal®	S vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> , <i>P. latus</i> ; Carbendazim vs. antracnose.	13/11/2006
Actara®; Vertirril®	Thiamethoxan vs. <i>O. praelonga</i> , <i>D. citri</i> e cochonilhas; <i>L. longisporum</i> vs. <i>O. praelonga</i> .	13/12/2006
Vertimec®	Abamectina vs. <i>Phyllocnistis citrella</i> , <i>Phyllocoptruta</i> , <i>P. latus</i>	15/12/2006
Vertimec®	Abamectina vs. <i>P. citrella</i> , <i>Phyllocoptruta</i> , <i>P. latus</i>	19/12/2006
Omite®; Cascade®; Enxofre.	Propargite vs. <i>B. phoenicis</i> , <i>Phyllocoptruta</i> , <i>Panonychus</i> ; Flufenoxuron vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> , <i>P. latus</i> ; S vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> , <i>P. latus</i> .	12/01/2007
Comet®	Piraclostrobina vs. <i>Phyllosticta citricarpa</i> (pinta preta)	20/01/2007
Vertimec®; Comet®; Enxofre.	Abamectina vs. <i>P. citrella</i> , <i>Phyllocoptruta</i> , <i>P. latus</i> ; Piraclostrobina vs. <i>P. citricarpa</i> (pinta preta); S vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> , <i>P. latus</i> .	06/03/2007
Enxofre	S vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> , <i>P. latus</i>	04/04/2007
Sipcatin®; Enxofre	Cihexatina vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> ; S vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> , <i>P. latus</i> .	04/05/2007

Tabela 1 - Nomes comerciais, ingrediente ativo e organismo-alvo por data de aplicação de defensivos nos três sistemas de manejo na Fazenda Cambuhy, Matão-SP. Novembro de 2004 - Maio de 2007 (continua)

Sistema /produto	Ingrediente ativo e praga-alvo para cada produto	Pulverização Data
MEP		
Vertirril®	<i>L. longisporum</i> vs. <i>O. praelonga</i> .	10/01/2005
Envidor®	Espirodiclofeno vs. <i>B. phoenicis</i> , <i>Phyllocoptruta</i> , <i>Panonychus</i> .	16/06/2005
Vertirril®	<i>L. longisporum</i> vs. <i>O. praelonga</i> .	14/07/2005
Vertirril®	<i>L. longisporum</i> vs. <i>O. praelonga</i> .	19/07/2005
Vertirril®	<i>L. longisporum</i> vs. <i>O. praelonga</i> .	03/08/2005
Vertirril®	<i>L. longisporum</i> vs. <i>O. praelonga</i> .	29/08/2005
Vertimec®; Match®	Abamectina vs. <i>Phyllocnistis</i> , <i>Phyllocoptruta</i> , <i>P. latus</i> ; Lufenuron vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>Phyllocnistis</i> , <i>Ecdytolopha aurantiana</i> (<i>G. aurantianum</i>).	03/02/2006
Dimetoato®	Dimetoato vs. Mosca-branca, Cochonilhas, Tripes, <i>Panonychus</i> , <i>Phyllocoptruta</i> .	17/03/2006
Vertirril®; salmão	<i>L. longisporum</i> vs. <i>O. praelonga</i> ; <i>Syngliocladium</i> sp. vs. <i>O. praelonga</i> .	04/04/2006
Vertirril®	<i>L. longisporum</i> vs. <i>O. praelonga</i> .	10/05/2006
Vertirril®	<i>L. longisporum</i> vs. <i>O. praelonga</i> .	28/05/2006
Cascade®; Karathane®	Flufenoxuron vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> , <i>P. latus</i> ;	30/05/2006
Enxofre	Dinocape vs. <i>B. phoenicis</i>	21/07/2006
Derosal®; Enxofre	S vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> , <i>P. latus</i>	
	Carbendazim vs. antracnose; S vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> , <i>P. latus</i>	13/11/2006
Actara®; Vertirril®	Thiamethoxan vs. <i>O. praelonga</i> , <i>D. citri</i> e cochonilhas; <i>L. longisporum</i> vs. <i>O. praelonga</i> .	13/12/2006
Vertimec®	Abamectina vs. <i>Phyllocnistis</i> , <i>Phyllocoptruta</i> , <i>P. latus</i> .	15/12/2006
Vertimec®	Abamectina vs. <i>Phyllocnistis</i> , <i>Phyllocoptruta</i> , <i>P. latus</i> .	19/12/2006
Comet®	Piraclostrobina vs. <i>P. citricarpa</i> (pinta preta)	20/01/2007
	Propargite vs. <i>B. phoenicis</i> , <i>Phyllocoptruta</i> , <i>Panonychus</i> ;	
Omite®; Cascade®; Enxofre.	Flufenoxuron vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> , <i>P. latus</i> ; S vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> , <i>P. latus</i> .	12/01/2007
Comet®	Piraclostrobina vs. <i>P. citricarpa</i> (pinta preta)	20/01/2007
Vertimec®; Comet®	Abamectina vs. <i>Phyllocnistis</i> , <i>Phyllocoptruta</i> , <i>P. latus</i> ;	
	Piraclostrobina vs. <i>P. citricarpa</i> (pinta preta)	03/03/2007
	Cihexatina vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> ; S vs.	
Sipcatin®; Enxofre	<i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> , <i>P. latus</i> .	23/03/2007
Enxofre	S vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> , <i>P. latus</i>	04/04/2007
MIP		
Malathion®	Malation vs. Tripes, <i>E. aurantiana</i> (<i>G. aurantianum</i>), Cigarrinhas, <i>Ceratitis</i> .	18/01/2005
Malathion®; Talstar®	Malation vs. Tripes, <i>E. aurantiana</i> (<i>G. aurantianum</i>), Cigarrinhas, <i>Ceratitis</i> ; Bifentrina vs. <i>B. phoenicis</i> , <i>O. praelonga</i> , <i>Panonychus</i> , <i>E. aurantiana</i> (<i>G. aurantianum</i>)..	20/01/2005
Dimetoato®	Dimetoato vs. Mosca-branca, Cochonilhas, Tripes, <i>Panonychus</i> , <i>Phyllocoptruta</i> .	21/02/2005

Tabela 1 - Nomes comerciais, ingrediente ativo e organismo-alvo por data de aplicação de defensivos nos três sistemas de manejo na Fazenda Cambuhy, Matão-SP. Novembro de 2004 - Maio de 2007 (conclusão)

Sistema /produto	Ingrediente ativo e praga-alvo para cada produto	Pulverização Data
MIP		
Karate®	Lamda-cialotrina vs. coleópteros, lepidópteros.	07/04/2005
	Cihexatina vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> ; Malation vs. Tripes, <i>E. aurantiana</i> (<i>G. aurantianum</i>), Cigarrinhas, <i>Ceratitis</i> ; Deltametrina vs. Cigarrinhas, Pulgões, moscas das frutas.	22/04/2005
Sipcatin®; Malathion®; Decis®	Hexitiazoxi vs. <i>B. phoenicis</i> ; Dicofol vs. <i>B. phoenicis</i> , <i>Eriophyes</i> , <i>Panonychus</i> , <i>Phyllocoptruta</i> , <i>P. latus</i> .	31/05/2005
Savey®; Dicofol®	Acefato vs. <i>O. praelonga</i> <i>E. aurantiana</i> (<i>G. aurantianum</i>); Malation vs. tripes, <i>E. aurantiana</i> (<i>G. aurantianum</i>), cigarrinhas, <i>Ceratitis</i> .	20/09/2005
Cefanol®; Malathion®	Óxido de fenbutatina vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>Panonychus</i> , <i>P. latus</i> , <i>Eutetranychus banksi</i> .	18/11/2005
Torque®	Espirodiclofeno vs. <i>B. phoenicis</i> , <i>Phyllocoptruta</i> , <i>Panonychus</i> ; Deltamentrina vs. cigarrinhas, pulgões, moscas-das-frutas.	26/01/2006
Envidor®; Decis®	Tiacloprid vs. cigarrinhas, <i>Phyllocnistis</i> .	22/02/2006
Calypso®	Lambda-cialotrina vs. lepidópteros e coleópteros.	13/04/2006
Karate®	<i>S</i> vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> , <i>P. latus</i> ; Metidation vs. <i>O. praelonga</i> , cochonilhas, pulgões.	30/08/2006
Enxofre; Supracid®	<i>S</i> vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> , <i>P. latus</i> ; Metidation vs. <i>O. praelonga</i> , cochonilhas, pulgões.	14/07/2006
Enxofre; Supracid®	Piropoxifen vs. <i>O. praelonga</i> , cochonilhas; Bifentrina vs. <i>O. praelonga</i> .	28/08/2006
Tiger®; Talstar®	Carbendazim vs. antracnose; <i>S</i> vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> , <i>P. latus</i>	06/11/2006
Derosal®; Enxofre	Imidacloprid vs. <i>D. citri</i> , <i>P. citri</i> , <i>O. praelonga</i> ; Abamectina vs. <i>Phyllocnistis</i> , <i>Phyllocoptruta</i> , <i>P. latus</i> .	14/11/2006
Provado®; Vertimec®		
Vertimec®	Abamectina vs. <i>Phyllocnistis</i> , <i>Phyllocoptruta</i> , <i>P. latus</i> .	07/12/2006
Vertimec®	Abamectina vs. <i>Phyllocnistis</i> , <i>Phyllocoptruta</i> , <i>P. latus</i> .	19/12/2006
Comet®	Piraclostrobina vs. <i>P. citricarpa</i> (pinta preta)	15/01/2007
	Propargite vs. <i>B. phoenicis</i> , <i>Phyllocoptruta</i> , <i>Panonychus</i> ; Flufenoxuron vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> , <i>P. latus</i> ; <i>S</i> vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> , <i>P. latus</i> .	06/02/2007
Omite®; Cascade®; Enxofre.	Piraclostrobina vs. <i>P. citricarpa</i> (pinta preta); Lufenuron vs. <i>E. aurantiana</i> (<i>G. aurantianum</i>).	24/02/2007
Comet®; Match®	Piraclostrobina vs. <i>P. citricarpa</i> (pinta preta); Lufenuron vs. <i>E. aurantiana</i> (<i>G. aurantianum</i>).	29/03/2007
Comet®; Match®	Cihexatina vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> ; <i>S</i> vs. <i>Phyllocoptruta</i> , <i>B. phoenicis</i> , <i>P. latus</i> .	08/05/2007
Sipcatin®; Enxofre		

Fonte AGROFIT, agosto 16 de 2007.

3.2 Análise faunística nos diferentes sistemas de manejo

Através da análise faunística elaborada com o programa ANAFU (MORAES et al., 2003), aplicado aos levantamentos nos três sistemas de manejo das pragas sugadoras em citros,

Controle Microbiano de Pragas (CMP), Manejo Ecológico de Pragas (MEP) e Manejo Integrado de Pragas (MIP), foi avaliado o impacto desses três sistemas de manejo sobre a flutuação da população dos insetos sugadores e seus agentes de controle. Para essa análise faunística, foram medidos os parâmetros de Abundância, Dominância, Freqüência e Constância, segundo Silveira Neto et al., (1976).

A Freqüência (F) é determinada como a participação porcentual do número de indivíduos de cada espécie em relação ao número total coletado, com classes de freqüência para cada espécie determinadas por meio do Intervalo de Confiança (IC_{5%}) da média, com as categorias Pouco Freqüente (PF), Freqüente (F) ou Muito Freqüente (MF).

A Constância (C) é definida como a porcentagem de espécies presentes no levantamento através da formula $C = (P / N) \times 100$, onde P=número de coletas da espécie estudada e N=número total de coletas, sendo definidas a categoria das espécies como Constantes (W), Acessórias (Y) e Acidentais (Z), segundo seja o valor de C definido pelo intervalo de confiança (IC_{5%}) da média.

A Dominância (D) é determinada como sendo a capacidade ou não da espécie se modificar em benefício próprio conforme o impacto recebido do ambiente, podendo então causar o aparecimento ou desaparecimento de outros organismos. Seu cálculo foi feito pelo método de Kato et al., (1952), sendo as espécies classificadas em categoria dominante (D) e não dominante (ND) de acordo com o limite inferior comparando com o limite superior para $k=0$, calculado pelo método descrito.

A abundancia refere-se ao número de indivíduos coletados em relação ao total nos tratamentos. As espécies são distribuídas em classes de abundância, segundo o intervalo de confiança da média do número de indivíduos (n) ao nível de 5 e 1% de significância, sendo os limites de classes considerados: raro (r), disperso (d), comum (c), abundante (a) e muito abundante (ma).

Para todos os parâmetros faunísticos, quando a espécie foi considerada discrepante discriminada através da análise de resíduos, esta recebeu a denominação super (S) e seu valor não entra no cálculo das demais categorias, mas a espécie já é automaticamente incluída no grupo das indicadoras ecológicas. Então as espécies que apresentaram os maiores valores nas classes de Freqüência, Constância, Abundância, Dominância e também as “Super” foram consideradas como predominantes (indicadoras ecológicas) nos sistemas de manejo de pragas avaliados, e

agrupados por guildas tróficas em pragas (fitófagos), inimigos naturais (parasitóides/predadores), e fungívoros (decompositores).

Ainda pelo programa ANAFAU, outros índices foram calculados:

Diversidade de Shannon-Weaver, $H' = (\sum R_i \cdot \ln R_i)$,

Riqueza de Margalef, $\alpha = (S-1/\ln S)$,

Uniformidade ($H'/H_{\text{máximo}}$), considerado como homogêneo quando todas as populações têm a mesma densidade relativa (POOLE, 1974).

Similaridade, através do quociente de similaridade (QS) de Mountford, onde $QS = (\sum j / (2ab - (a+b)j) \times 100)$, segundo Southwood (1991), sendo j = número de espécies em ambos os habitats; a = número de espécies em A ou número de levantamentos com espécies A, b = número de espécies em B ou número de levantamentos com espécies B.

Com esses índices foram comparados os diferentes sistemas de manejo através da sobreposição dos intervalos de confiança dos índices de diversidade e riqueza e atribuídos valores (vetores) 1, 2 e 3, considerando de menos a mais diversificado, para ser aplicada à análise de cluster no software Statistica 7.1.

A análise geral de impacto foi feita através do índice de Impacto Ambiental (I_{IA}) (HADDAD; SILVEIRA NETO; MORAES, 2006), que é uma matriz de distâncias euclidianas obtida pela técnica de exploração multivariada (cluster analysis) com subsídio do software Statistica 7.1. O índice de impacto ambiental foi definido como média das médias das distâncias euclidianas médias, que ocupam espaço multidimensional (SOKAL; SNEATH, 1980), sendo um ponto médio equidistante dos demais pontos componentes da matriz original.

Tratando-se de média das médias, determina-se o intervalo de confiança ($P=0,05$), possibilitando a comparação dos Índices de Impacto Ambiental (I_{IA}) pela sobreposição dos intervalos de confiança.

3.3 Desenvolvimento de *Lecanicillium longisporum* em *Orthezia praelonga*

Para determinar o modo de ação do fungo entomopatogênico e a relação fungo-hospedeiro, foram feitas as observações ao Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) marca ZEISS®, modelo LEO 435 VP®. Foi avaliado o processo de infecção pelo isolado ESALQ-1300 do fungo entomopatogênico *Lecanicillium longisporum* sobre *Orthezia praelonga*. Foram observadas as alterações na sintomatologia, assim como as relações fungo-ortézia. Após

inoculados os espécimes de diferentes fases de *O. praelonga* em folhas de citros, foram tratados com 10^8 conídios/mL. Foram usadas placas de Petri de vidro de 15 cm de diâmetro contendo folhas de citros hidratadas e espécimes de *O. praelonga*. Os insetos tratados foram mantidos sob condições de B.O.D. a $27\pm0,5^\circ\text{C}$, fotofase de 12 horas e UR de $70\pm10\%$.

Para as observações em microscópio eletrônico de varredura (MEV), cada grupo de três placas foi retirado da câmara climatizada após 0, 6, 12, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas após a inoculação e transferido, após o tempo de incubação, para freezer (-40°C) para provocar a morte do inseto, a paralisação do desenvolvimento do entomopatógeno e preservação do material. Em seguida, com auxílio de um vazador metálico de 5 mm de diâmetro, foram cortados pedaços das folhas de citros contendo espécimes de *O. praelonga* e colocados sobre fita de carbono de dupla face em um *stub* (dispositivo para observação de espécimes em MEV).

Esse material contendo espécimes de *O. praelonga* foi fixado em vapor de tetróxido de ósmio (OsO_4) por 48 horas e deixado por 72 horas em desumidificador com sílica-gel para manutenção da umidade relativa próxima a 0%. As amostras contidas nos *stubs* foram metalizadas com banho de ouro em Evaporador Balzers[®], modelo MED 010, por 240 segundos e observado em microscópio eletrônico de varredura no NAP/MEPA (Microscopia Eletrônica Aplicada à Pesquisa Agropecuária) da ESALQ/USP.

3.4 Prevalência de fungos entomopatogênicos no solo

Num delineamento inteiramente casualizado, considerando como tratamento o sistema de manejo das pragas sugadoras na cultura de citros, Manejo integrado de Pragas (MIP), Manejo Ecológico de Pragas (MEP) e Controle Microbiano de Pragas (CMP), mensalmente, desde fevereiro de 2005 até abril de 2006, foram obtidas amostras de solo. Cada mês foi eleita uma árvore localizada no tratamento e, sob o dossel, coletaram-se cinco amostras de solo, cada uma com 300 gramas, em pontos delimitados por um marco de madeira de $0,1\text{ m}^2$ a uma profundidade de até 5 cm. As amostras de solo foram conservadas em sacos plásticos, hermeticamente fechados e rotulados para o transporte ao laboratório.

Durante o período de amostragem em cada mês, das cinco amostras de solo por tratamento, foi obtida uma sub-amostra de 1,0 g e diluída em 9,0 mL de água destilada estéril mais espalhante adesivo (Tween[®] 80). Essa suspensão foi diluída até se obter 10^{-2} mL para plaquear 0,1 mL da mesma em placa de Petri contendo meio Dodine, seletivo para *Beauveria* e

composto de 20 g de aveia, 20 g de ágar, 1,1 g de Dodine (Venturol) e 200mg de tetraciclina misturados em um litro de água destilada.

As placas inoculadas foram incubadas em câmara tipo B.O.D. ($25\pm 1^{\circ}\text{C}$, 12 horas de fotofase e 60% de UR) durante 10 dias. Em seguida, avaliaram-se as unidades formadoras de colônias (UFC), distinguindo bactérias leitosas (leveduras), bactérias de aparência avermelhada e os fungos, discriminados em *Penicillium*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Rhizopus*, *Mucor* e os entomopatogênicos propriamente ditos, *Lecanicillium*, *Beauveria*, *Paecilomyces* e *Metarhizium*. Cada tratamento (CMP, MEP e MIP) teve 10 repetições, sendo semeadas 30 placas por mês e avaliadas no máximo até o décimo dia. A análise estatística foi concentrada em *Lecanicillium*, *Beauveria* e *Paecilomyces*.

3.5 Produção de inóculo por fungos entomopatogênicos em campo

Mensalmente, do material coletado em campo, para todos os sistemas de manejo, pelo período de 18 meses consecutivos, compreendendo seis estações, foram separados os insetos sugadores *O. praelonga*, *Parlatoria* e pulgões. Sob condições de laboratório, para cada espécie de inseto infectada, foi calculado o número de propágulos de cada entomopatógeno por indivíduo e por folha, depois de identificados e determinada a sua natureza entomopatogênica.

Para determinar o inóculo (ALVES; LECUONA, 1998) presente por folha, os insetos da mesma espécie e colonizados pelo entomopatógeno determinado foram retirados e colocados em frasco de vidro e a superfície da folha lavada até completar 10 mL com água destilada estéril mais espalhante. O resultante foi levado à agitação por 60 segundos. Em seguida, para desprender os propágulos, o frasco foi submetido a ultra-som durante 2 minutos, para depois, em câmara de Neubauer, serem avaliados o inóculo por folha.

Calculada a quantidade de inóculo para cada espécie de inseto suscetível, foi estimada a quantidade de propágulos por hectare. Para cada espécie de inseto, foi determinado o número de indivíduos por folha, assim como a porcentagem deles colonizados pelo fungo responsável pela epizootia. Para *O. praelonga*, determinou-se a produção de conídios sobre a folha colonizada pelo inseto doente.

Para determinação do inóculo por hectare, foi considerada a área foliar de uma cultura de sete a nove anos de idade, sendo 93.000 folhas e correspondendo a 146 m^2 (MEDINA et al.,

2005). Considerou-se a longevidade da folha de um ano, ou seja, 10.333 a 13.285 folhas ativas no momento da amostragem, equivalendo 16 a 21 m² de área foliar, aproximadamente 16 cm² por folha. Para cada mês e cada folha padrão, foi determinada a infestação pela praga e a porcentagem de insetos colonizados pelo fungo. Foi considerada uma densidade de plantio de 1.000 árvores/hectare.

Para determinação do inóculo, os insetos foram colocados em frascos de vidro com 10 mL de água destilada estéril mais espalhante adesivo Tween[®] (0,1%), agitados por 60 segundos e submetidos ao ultra-som durante 2 minutos. Os propágulos da suspensão foram contados em câmara de Neubauer. Para determinar o inóculo por folha, os insetos foram retirados e colocados em frasco de vidro, lavando-se a superfície da folha até completar 10 mL. Determinou-se o número de propágulos por indivíduo, folha e hectare. Considerou-se a área foliar de árvores de sete anos de idade e 1000 árvores/hectare, tendo cada folha um ano de duração. Estimou-se a infestação para *O. praelonga* em 20% das árvores e 30% das folhas. Para *P. ziziphi*, consideraram-se 10% das árvores e 5% das folhas e para pulgões, 10% das árvores e 10% dos brotos. Assim, determinou-se a quantidade de inóculo presente de cada entomopatógeno (média ± EPM).

O cálculo do inóculo produzido pelo entomopatógeno é dependente do fator de infecção causado pelo fungo em epizootia, assim como da composição etária da população da praga suscetível. Para *O. praelonga*, foi determinada a seguinte composição etária: ninfas de primeiro ínstar 40%, ninfas de segundo ínstar 30%, ninfas de terceiro ínstar 20% e fêmeas adultas 10% (Eq. 2). Não foi considerado o número de machos, pois não foram determinados como suscetíveis aos fungos entomopatogênicos. Para os demais insetos avaliados, como substrato para produção de inóculo pelo fungo foi assumido 100% como sendo da mesma idade e mesma produção.

Assim, para *O. praelonga*, o cálculo do inóculo por hectare (Io) (Equação 1) foi:

$$\text{Eq. 1. } I_o = 0,2A \times 0,3F \times i_o \times I_p; \text{ onde,} \quad (1)$$

A= adensamento da cultura, 1000 árvores/ha, 20% infestados; F = número de folhas/árvore de sete a nove anos de idade, 13200 folhas, 30% infestadas; i_o = média do número de conídios por indivíduo de *O. praelonga*, do mesmo ínstar; I_p = total de indivíduos de *O. praelonga* colonizados pelo fungo por folha;

Para o cálculo do inóculo por indivíduo de *O. praelonga* (i_o), foi definida uma ponderação por composição etária. Assim, para ninfa de primeiro instar 0,4, de segundo 0,3, de terceiro 0,2 e 0,1 para adultos; então o inóculo médio produzido pelo fungo em *O. praelonga* (Equação 2) foi;

$$\text{Eq. 2 } i_o = \Sigma (in_1 + in_2 + in_3 + i_{ad}); \text{ onde,} \quad (2)$$

in_1 , in_2 , in_3 são, respectivamente, o inóculo médio produzido pelo fungo em ninfas de primeiro, segundo e terceiro instares, e i_{ad} é o inóculo médio produzido pelo fungo em adultos de *O. praelonga*.

Para pulgões, o cálculo do inóculo por hectare (I_p) Equação 3, foi:

$$\text{Eq. 3 } I_p = 0,1A \times 0,1F \times ip \times I_p; \text{ onde,} \quad (3)$$

A = adensamento da cultura, 1000 árvores/ha, 10% infestadas; F = número de folhas/árvore de sete a nove anos de idade, 13.200, 10% infestadas por pulgões; ip = média do número de conídios por pulgão; I_p = total pulgões colonizados por *L. muscarium* por folha;

Para *Parlatoria ziziphi*, o cálculo do inóculo por hectare (I_z) Equação 4, foi:

$$\text{Eq. 4 } I_z = 0,1A \times 0,05 F \times iz \times I_z; \text{ onde,} \quad (4)$$

A = adensamento da cultura, 1000 árvores/ha, 10% infestadas; F = número de folhas/árvore de sete a nove anos de idade, 13200, 5% infestadas por *P. ziziphi*; iz = média do número de conídios do fungo avaliado em *P. ziziphi*; I_z = total de indivíduos de *Parlatoria* colonizados por fungo por folha.

3.6 Resíduos de agrotóxicos em frutas oriundas de três sistemas

De cada talhão, caracterizado pelo sistema de manejo, foram obtidas amostras com condições de comercialização de fruta e submetidas, no Laboratório de Resíduos de Pesticidas e Análises Cromatográficas (LARP-USP), à análise de resíduos segundo a resolução 216, que estabelece os seguintes procedimentos: obtenção de 15 frutos de laranja, da variedade Pêra para cada mostra e cada área tratada. As unidades foram obtidas para conformar uma amostra

composta das partes superior, mediana e inferior da árvore. O material da amostragem foi identificado assim: tratamento CMP (OS 352A/07 - 03) oriundo da quadra 44 talhão 115, tratamento MEP (OS 352A/07 - 01) oriundo da quadra 44 do talhão 111 e tratamento MIP (OS 352A/07 - 02) oriundo da quadra 59 talhão 65.

No LARP-USP, as amostras foram inicialmente fatiadas e, a seguir, trituradas/homogeneizadas com gelo seco em moinho elétrico Sire Cutter; do material resultante foram tomadas sub-amostras, com cerca de 200 g cada uma, que foram acondicionadas em frascos plásticos devidamente lacrados e identificados. As embalagens foram mantidas em câmara fria a - 20° C. até o momento da análise. Após serem tomadas alíquotas para a realização dessa, o restante foi novamente retornado à câmara fria para então ser mantido até o momento autorizado para o descarte (contra-prova).

Foram feitos os procedimentos laboratoriais para determinação de resíduos de acefato, bifentrina, carbendazim, cihexatina, deltametrina, dicofol, etofenprox, flufenoxuron, hexatiazox, imidacloprid, lamda-cialotrina, lufenurom, malation, metidation, piraclostrobina, piriproxifen, propargite, spiroadiclofen, thiamethoxan e tiacloprid, inseticidas, acaricidas e fungicidas, segundo relação da Tabela 1.

Os resíduos foram extraídos das amostras com acetato de etila; os extratos foram concentrados por evaporação; após ressuspensão em mistura de ciclohexano + acetato de etila (1 + 1), procedeu-se a limpeza dos extratos por cromatografia de permeação em gel, sendo a eluição procedida com a mesma mistura de ciclohexano + acetato de etila. A determinação quantitativa de todos os agrotóxicos foi feita pela técnica de cromatografia em fase gasosa, usando-se cromatógrafo equipado com detector seletivo de massas (Cromatógrafo ThermoFinnigan, modelo Trace GC, detector PolarisQ íon trap), com exceção de carbendazim, cuja determinação final foi realizada por técnica de cromatografia líquida, usando-se cromatógrafo HPLC, acoplado a um detector seletivo de massas (LC/MS/MS).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Levantamento da entomofauna

Os dados originais correspondentes às coletas mensais estão apresentados como a contagem dos indivíduos em cada sistema de manejo de pragas: sistema CMP (Tabela 2); sistema MEP (Tabela 3) e sistema MIP (Tabela 4). Estes resultados estão agrupados mês a mês e por trimestre, correspondendo às estações climáticas. Nas tabelas os dados foram agrupados para cada espécie de artrópode, assim: Ácaro Predador *-senso lato-* (sl) (AP), Ácaro Fitófago *-(sl)-* (AF), Cecidomyiidae *-(sl)-* (CE), *Chrysomphalus* sp. (CY), Cigarrinha *-(sl)-* (CI), *Coccus viridis* (CV), *Cornuaspis* sp. *-(sl)-* (CO), *Dialeurodes citri* -ovos- (DI), *Diaphorina citri* (DA), Díptero -agrupamento de Dolichopodidae, Syrphidae e Tachinidae - (DP), Joaninha (JO), *Lepidosaphes* spp.*-(sl)-* (LE), Bicho-lixo - Neuróptera *-(sl)-* (LI), Mosca-Branca -agrupamento de *Aleurotrachelus* sp., *Aleurothrixus* sp., *Paraleyrodes* sp. e Moscas-Brancas *-(sl)-* (MB), *Orthezia praelonga* -fêmeas- (OT), *Parlatoria* sp. (PL), Percevejos - predadores (sl). Anthocoridae e Miridae- (PE), *Pinnaspis* sp., desconsiderando cochonilhas farinosas dos galhos (PI), *Planococcus citri* (PC), Psocoptera (PSO), Pulgão *-(sl)-* (PG), Tripes -Thysanoptera *-sl-* (TE).

Totalizando, nas seis estações em que foram agrupados os dados, foram coletados 207.586 espécimes, sendo 74.549 no sistema CMP, 65.748 no MEP e 67.289 no MIP, (Tabelas 2, 3 e 4 respectivamente).

Tabela 2 - Número de artrópodes coletados no sistema CMP. Dados originais agrupados por estação. Fazenda Cambuhy, Matão SP. - Novembro 2004 - Abril 2006

Artrópode	Verão 2005	Outono 2005	Inverno 2005	Primavera 2005	Verão 2006	Outono 2006	Total
Ácaro Fitófago	420	425	430	64	333	2212	3884
Ácaro Predador	106	481	260	101	80	169	1197
Cecidomídeos	0	0	0	3	2	1	6
<i>Chrysomphalus</i> sp.	25	35	64	45	50	309	528
Cigarrinha	2	22	10	0	6	6	46
<i>Coccus viridis</i>	52	5	0	2	4	13	76
<i>Cornuaspis</i> sp.	9	9	10	26	0	14	68
<i>Dialeurodes citri</i>	11707	3868	90	2351	10489	2084	30589
<i>Diaphorina citri</i>	29	30	7	0	5	0	71
Díptero	0	6	2	0	1	1	10
Joaninha	33	40	32	45	12	74	236
<i>Lepidosaphes</i> sp.	20	9	43	15	15	70	172
Lixeiro	86	102	280	232	51	44	795
Mosca-Branca	245	2382	2284	856	299	419	6485
<i>Orthezia praelonga</i>	4427	3206	2818	3629	4501	3252	21833
<i>Parlatoria ziziphi</i>	915	729	359	354	210	885	3452
Percevejo	9	49	153	29	172	69	481
<i>Pinnaspis</i> sp.	64	33	290	50	78	268	783
<i>Planococcus citri</i>	4	139	203	24	123	690	1183
Psocoptera	0	0	0	254	279	14	547
Pulgão	440	1304	57	82	25	88	1996
Trips	7	26	26	5	44	3	111
Total	18600	12900	7418	8167	16779	10685	74549

Tabela 3 - Número de artrópodes coletados no sistema MEP. Dados originais agrupados por estação - Fazenda Cambuhy, Matão SP - Novembro 2004 - Abril 2006

Artrópode	Verão 2005	Outono 2005	Inverno 2005	Primavera 2005	Verão 2006	Outono 2006	Total
Ácaro Fitófago	340	1074	768	33	149	582	2946
Ácaro Predador	176	130	40	174	149	638	1307
Cecidomídeos	0	0	0	0	2	21	23
<i>Chrysomphalus</i> sp.	25	72	97	53	22	24	293
Cigarrinha	3	25	2	4	2	2	38
<i>Coccus viridis</i>	52	0	0	0	2	7	61
<i>Cornuaspis</i> sp.	9	53	11	41	10	17	141
<i>Dialeurodes citri</i>	7585	1863	120	1430	5011	2604	18613
<i>Diaphorina citri</i>	61	8	6	0	0	1	76
Díptero	3	14	2	1	5	2	27
Joaninha	8	25	16	13	38	38	138
<i>Lepidosaphes</i> sp.	7	120	205	233	111	546	1222
Lixeiro	78	57	291	122	51	55	654
Mosca-Branca	195	1193	1152	360	324	209	3433
<i>Orthezia praelonga</i>	4085	2303	1538	1730	4133	3494	17283
<i>Parlatoria ziziphi</i>	1112	954	1020	637	458	573	4754
Percevejo	8	23	0	17	35	0	83
<i>Pinnaspis</i> sp.	270	1011	1508	1155	508	3533	7985
<i>Planococcus citri</i>	4	561	676	15	21	924	2201
Psocoptera	0	0	0	316	267	31	614
Pulgão	810	2120	159	388	239	107	3823
Trips	5	2	0	5	20	1	33
Total	14836	11608	7611	6727	11557	13409	65748

Tabela 4 - Número de artrópodes coletados no sistema MIP. Dados originais agrupados por estação - Fazenda Cambuhy, Matão SP - Novembro 2004 - Abril 2006

Artrópode	Verão 2005	Outono 2005	Inverno 2005	Primavera 2005	Verão 2006	Outono 2006	Total
Ácaro Fitófago	525	1556	626	15	222	3399	6343
Ácaro Predador	94	186	0	109	86	309	784
Cecidomídeos	0	0	0	0	11	7	18
<i>Chrysomphalus</i> sp.	47	170	329	305	587	1432	2870
Cigarrinha	16	153	24	3	5	14	215
<i>Coccus viridis</i>	23	106	0	3	3	20	155
<i>Cornuaspis</i> sp.	7	33	8	81	6	78	213
<i>Dialeurodes citri</i>	7214	196	3	40	2527	6200	16180
<i>Diaphorina citri</i>	47	0	2	0	51	19	119
Díptero	2	3	5	0	4	2	16
Joaninha	13	10	5	8	38	55	129
<i>Lepidosaphes</i> sp.	18	137	149	261	49	323	937
Lixeiro	80	70	103	108	44	52	457
Mosca-Branca	271	604	1475	304	501	425	3580
<i>Orthezia praelonga</i>	3131	3050	1152	1394	3176	2463	14366
<i>Parlatoria ziziphi</i>	1209	1999	509	557	109	271	4654
Percevejo	21	85	39	1	69	86	301
<i>Pinnaspis</i> sp.	467	1340	873	584	390	2066	5720
<i>Planococcus citri</i>	7	6	8	0	47	713	781
Psocoptera	0	0	0	47	47	54	148
Pulgão	3170	3077	1951	248	514	290	9250
Trips	9	0	1	5	30	8	53
Total	16371	12781	7262	4073	8516	18286	67289

Pode-se observar que *Dialeurodes citri* foi a espécie mais numerosa com 30.589 indivíduos no CMP, 18.613 no MEP e 16.180 no MIP, sendo esses valores de coleta diferentes em todas as estações do ano.

O. praelonga esteve presente 21.833 vezes no CMP, 17.283 no MEP e 14.366 no MIP. Esses números incluem insetos vivos e colonizados pelos fungos entomopatogênicos.

Simultaneamente, nos três sistemas foram coletados inimigos naturais representados por ácaros predadores, joaninhas, lixeiros, percevejos predadores, dípteros parasitóides e predadores que podem ser correlacionados com seus respectivos hospedeiros.

Outro aspecto geral que merece destaque refere-se às coletas de indivíduos nas estações outono de 2005 e 2006 e verão 2005 e 2006 em relação à primavera e inverno, além de um aumento populacional de *Chrysomphalus* sp. nas cinco últimas estações, em especial no outono de 2006, e de ácaros fitófagos no sistema MIP em relação aos outros sistemas.

4.1.1 Análise Faunística

Os indicadores ecológicos, que permitem caracterizar as espécies coletadas nos três sistemas, estão apresentados nas tabelas 5 (CMP), 6 (MEP) e 7 (MIP). Nas tabelas apresentam-se em negrito as espécies determinadas como indicadoras ecológicas.

Tabela 5 - Parâmetros faunísticos para artrópodes associados às folhas de citros, variedade *Pêra*, sistema CMP - Fazenda Cambuhy, Matão-SP. Novembro 2004-Abril 2006

Artrópode	Indivíduos No.	Coletas No.	Dominância ¹	Abundância ²	Frequência ³	Constância ⁴
Ácaro Fitófago	3884	14	D	ma	MF	W
Ácaro Predador	1197	16	D	c	F	W
Cecidomídeos	6	3	D	r	PF	Z
<i>Chrysomphalus</i> sp.	528	16	D	c	F	W
Cigarrinha	46	13	D	r	PF	W
<i>Coccus viridis</i>	76	8	D	r	PF	Y
<i>Cornuaspis</i> sp.	68	9	D	r	PF	W
<i>Dialeurodes citri</i>	30589	17	SD	sa	SF	W
<i>Diaphorina citri</i>	71	6	D	r	PF	Y
Díptero	10	5	D	r	PF	Y
Joaninha	236	17	D	d	PF	W
<i>Lepidosaphes</i> sp.	172	12	D	d	PF	W
Lixeiro	795	18	D	c	F	W
Mosca-Branca	6485	18	D	ma	MF	W
<i>Orthezia praelonga</i>	21833	18	SD	sa	SF	W
<i>Parlatoria ziziphi</i>	3452	18	D	ma	MF	W
Percevejo	481	16	D	c	F	W
<i>Pinnaaspis</i> sp.	783	13	D	c	F	W
<i>Planococcus citri</i>	1183	15	D	c	F	W
Psocoptera	547	7	D	c	F	Y
Pulgão	1996	17	D	a	MF	W
Tripes	111	15	D	r	PF	W

¹ D = Dominante, SD=Super dominante

² a = abundante, ma = muito abundante, sa =super abundante, d = disperso, c = comum, r = raro.

³ MF = Muito Frequente, PF = Pouco Frequente, F= Frequente.

⁴ W = Espécies constantes, Z = Espécies Acidentais, Y = Espécies Acessórias.

Total coletado 74.549 indivíduos de 22 espécies em 18 amostragens e agrupados em seis estações

Tabela 6 - Parâmetros faunísticos para artrópodes associados às folhas de citros, variedade *Pêra*, sistema MEP - Fazenda Cambuhy, Matão-SP. Novembro 2004-Abril 2006

Artrópode	Indivíduos No.	Coletas No.	Dominância 1	Abundância 2	Frequência 3	Constância 4
Ácaro Fitófago	2946	17	D	c	F	W
Ácaro Predador	1307	13	D	c	F	W
Cecidomídeos	23	3	D	r	PF	Z
<i>Chrysomphalus</i> sp.	293	17	D	d	PF	W
Cigarrinha	38	12	D	r	PF	W
<i>Coccus viridis</i>	61	3	D	r	PF	Z
<i>Cornuaspis</i> sp.	141	12	D	d	PF	W
<i>Dialeurodes citri</i>	18613	14	D	ma	MF	W
<i>Diaphorina citri</i>	76	6	D	r	PF	Y
Díptero	27	8	D	r	PF	Y
Joaninha	138	17	D	d	PF	W
<i>Lepidosaphes</i> sp.	1222	15	D	c	F	W
Lixeiro	654	18	D	d	PF	W
Mosca-Branca	3433	18	D	c	F	W
<i>Orthezia praelonga</i>	17283	18	D	ma	MF	W
<i>Parlatoria ziziphi</i>	4754	18	D	c	F	W
Percevejo	83	9	D	r	PF	W
<i>Pinnaspis</i> sp.	7985	17	D	ma	MF	W
<i>Planococcus citri</i>	2201	13	D	c	F	W
Psocoptera	614	7	D	d	PF	Y
Pulgão	3823	18	D	c	F	W
Trips	33	8	D	r	PF	Y

¹ D = Dominante, SD=Super dominante

² a = abundante, ma = muito abundante, sa =super abundante, d = disperso, c = comum, r = raro.

³ MF = Muito Frequente, PF = Pouco Frequente, F= Frequente.

⁴ W = Espécies constantes, Z = Espécies Acidentais, Y = Espécies Acessórias.

Total coletado 65.683 indivíduos de 22 espécies em 18 amostragens e agrupados em seis estações

Tabela 7 - Parâmetros faunísticos para artrópodes associados às folhas de citros, variedade *Pêra*, sistema MIP - Fazenda Cambuhy, Matão-SP. Novembro 2004-Abril 2006

Artrópode	Indivíduos No.	Coletas No.	Dominância 1	Abundância 2	Frequência 3	Constância 4
Ácaro Fitófago	6343	15	D	ma	MF	W
Ácaro Predador	784	13	D	d	PF	W
Cecidomídeos	18	4	D	r	PF	Z
<i>Chrysomphalus</i> sp.	2870	18	D	c	F	W
Cigarrinha	215	16	D	r	PF	W
<i>Coccus viridis</i>	155	8	D	r	PF	Y
<i>Cornuaspis</i> sp.	213	13	D	r	PF	W
<i>Dialeurodes citri</i>	16180	14	D	ma	MF	W
<i>Diaphorina citri</i>	119	6	D	r	PF	Y
Díptero	16	9	D	r	PF	W
Joaninha	129	14	D	r	PF	W
<i>Lepidosaphes</i> sp.	937	16	D	d	PF	W
Lixeiro	457	18	D	r	PF	W
Mosca-Branca	3580	18	D	c	F	W
<i>Orthezia praelonga</i>	14366	18	D	ma	MF	W
<i>Parlatoria ziziphi</i>	4654	18	D	c	F	W
Percevejo	301	12	D	r	PF	W
<i>Pinnaspis</i> sp.	5720	18	D	ma	MF	W
<i>Planococcus citri</i>	781	13	D	d	PF	W
Psocoptera	148	7	D	r	PF	Y
Pulgão	9250	18	D	ma	MF	W
Tripes	53	10	D	r	PF	W

¹ D = Dominante, SD=Super dominante

² ma = muito abundante, sa =super abundante, d = disperso, c = comum, r = raro.

³ MF = Muito Frequente, PF = Pouco Frequente, F= Frequente.

⁴ W = Espécies constantes, Z = Espécies Acidentais, Y = Espécies Acessórias.

Total coletado 67.289 indivíduos de 22 espécies em 18 amostragens e agrupados em seis estações

Para o CMP, constatou-se que 91% das espécies são dominantes e 9% super dominantes; para abundância, 14% são muito abundantes, 5% são abundantes, 9% super abundantes; no entanto, 32% são comuns e raras, respectivamente, e as restantes, dispersas. Já em relação à frequência, observaram-se 9% como super frequentes, 18% muito frequentes, 32% frequentes e 41% pouco frequentes. Quanto à constância, 77% foram constantes, 5% acidentais e 18% acessórias.

Nos parâmetros faunísticos para o MEP, 100 % das espécies foram dominantes, 14% muito abundantes, 32% comuns, 32% raras e 22%, dispersas; 32% foram freqüentes, 14% muito freqüentes e 54%, pouco freqüentes. Além disso, 73% foram constantes, 9% acidentais e 18% acessórias.

Para o MIP, foi possível determinar que 100% das espécies são dominantes, 23% são muito abundantes, 14% são comuns, 50% raras, 13% dispersas, 23% foram muito freqüentes, 14% freqüentes e 63% pouco freqüentes; no parâmetro constância, 81% foram constantes, 5% acidentais e 14% acessórias.

4.1.2 Impacto ambiental dos sistemas de manejo de pragas

Com as diferentes espécies coletadas, integrantes de diferentes guildas tróficas, foram selecionadas as espécies indicadoras ecológicas nas diferentes estações do ano, nos diferentes tratamentos (sistemas), as quais estão relacionadas nas Tabelas 8 (CMP) 9 (MEP) e 10 (MIP).

Tabela 8 - Espécies indicadoras e guilda trófica, analisadas por estações do ano para o sistema CMP - Matão SP.
 Novembro 2004 - Abril 2006

Estação	Artrópode	spp. No.	Ordem/Família	Guilda trófica	Indivíduos No.	Cole- tas/ Estação No.	Domí- nân-cia	Abun- dân-cia	Fre- quên- cia	Cons- tân-cia
Verão 05	Ácaro fitófago	19	Acarina	Fitófago	420	3	D	ma	MF	W
	<i>Dialeurodes citri</i>		Aleyrodidae	Fitófago	11707	3	SD	sa	SF	W
	Mosca-Branca		Aleyrodidae	Fitófago	245	3	D	ma	MF	W
	<i>Orthezia praelonga</i>		Ortheziidae	Fitófago	4427	3	SD	sa	SF	W
	<i>Parlatoria ziziphi</i>		Diaspididae	Fitófago	915	3	SD	sa	SF	W
	Pulgão		Aphidae	Fitófago	440	3	D	ma	MF	W
Outono 05	Ácaro fitófago	20	Acarina	Fitófago	425	2	SD	sa	SF	W
	Ácaro predador		Acarina	Predador	481	3	SD	sa	SF	W
	<i>Dialeurodes citri</i>		Aleyrodidae	Fitófago	3868	3	SD	sa	SF	W
	Lixeiro		Neuroptera	Predador	102	3	D	ma	MF	W
	Mosca-Branca		Aleyrodidae	Fitófago	2382	3	SD	sa	SF	W
	<i>Orthezia praelonga</i>		Ortheziidae	Fitófago	3206	3	SD	sa	SF	W
	<i>Parlatoria ziziphi</i>		Diaspididae	Fitófago	729	3	SD	sa	SF	W
	<i>Planococcus citri</i>		Diaspididae	Fitófago	139	3	D	ma	MF	W
	Pulgão		Aphidae	Fitófago	1304	3	SD	sa	SF	W
Inverno 05	Ácaro fitófago	19	Acarina	Fitófago	430	2	D	ma	MF	W
	Ácaro predador		Acarina	Predador	260	3	D	ma	MF	W
	Lixeiro		Neuroptera	Predador	280	3	D	ma	MF	W
	Mosca-Branca		Aleyrodidae	Fitófago	2284	3	SD	sa	SF	W
	<i>Orthezia praelonga</i>		Ortheziidae	Fitófago	2818	3	SD	sa	SF	W
	<i>Parlatoria ziziphi</i>		Diaspididae	Fitófago	359	3	D	ma	MF	W
	<i>Pinnaspis</i> sp.		Diaspididae	Fitófago	290	2	D	ma	MF	W
Primavera 05	<i>Dialeurodes citri</i>	19	Aleyrodidae	Fitófago	2351	3	SD	sa	SF	W
	Lixeiro		Neuroptera	Predador	232	3	D	ma	MF	W
	Mosca-Branca		Aleyrodidae	Fitófago	856	3	SD	sa	SF	W
	<i>Orthezia praelonga</i>		Ortheziidae	Fitófago	3629	3	SD	sa	SF	W
	<i>Parlatoria ziziphi</i>		Diaspididae	Fitófago	354	3	D	ma	MF	W
	Psocoptera		Psocoptera	Fungívoro	254	2	D	ma	MF	W
Verão 06	Ácaro fitófago	21	Acarina	Fitófago	333	2	D	ma	MF	W
	<i>Dialeurodes citri</i>		Aleyrodidae	Fitófago	10489	3	SD	sa	SF	W
	Mosca-Branca		Aleyrodidae	Fitófago	299	3	D	ma	MF	W
	<i>Orthezia praelonga</i>		Ortheziidae	Fitófago	4501	3	SD	sa	SF	W
	<i>Parlatoria ziziphi</i>		Diaspididae	Fitófago	210	3	D	ma	MF	W
	Percevejo		Hemiptera	Predador	172	3	D	ma	MF	W
	Psocoptera		Psocoptera	Fungívoro	279	2	D	ma	MF	W
Outono 06	Ácaro fitófago	21	Acarina	Fitófago	2212	2	D	ma	MF	W

<i>Dialeurodes citri</i>	Aleyrodidae	Fitófago	2084	3	D	ma	MF	W
<i>Orthezia praelonga</i>	Ortheziidae	Fitófago	3252	3	D	ma	MF	W

Tabela 9 - Espécies indicadoras e guilda trófica, analisadas por estações do ano para o sistema MEP - Matão-SP.
Novembro 2004 - Abril 2006

Estação	Artrópode	spp. No.	Ordem/Família	Guilda trófica	Indivíduos No.	Cole-tas/ esta-ção No.	Domí- nân-cia	Abun- dân-cia	Fre- quên- cia	Cons- tân-cia
Verão 05	Ácaro fitófago		Acarina	Fitófago	340	3	D	ma	MF	W
	Ácaro predador		Acarina	Predador	176	2	D	ma	MF	W
	<i>Dialeurodes citri</i>		Aleyrodidae	Fitófago	7585	3	SD	sa	SF	W
	Mosca-Branca		Aleyrodidae	Fitófago	195	3	D	ma	MF	W
	<i>Orthezia praelonga</i>	20	Ortheziidae	Fitófago	4085	3	SD	sa	SF	W
	<i>Parlatoria ziziphi</i>		Diaspididae	Fitófago	1112	3	SD	sa	SF	W
	<i>Pinnaspis</i> sp.		Diaspididae	Fitófago	270	2	D	ma	MF	W
	Pulgão		Aphidae	Fitófago	810	3	SD	sa	SF	W
Outono 05	<i>Dialeurodes citri</i>		Aleyrodidae	Fitófago	1863	3	D	ma	MF	W
	Mosca-Branca		Aleyrodidae	Fitófago	1193	3	D	ma	MF	W
	<i>Orthezia praelonga</i>	19	Ortheziidae	Fitófago	2303	3	D	ma	MF	W
	Pulgão		Aphidae	Fitófago	2120	3	D	ma	MF	W
Inverno 05	Mosca-Branca		Aleyrodidae	Fitófago	1152	3	D	ma	MF	W
	<i>Orthezia praelonga</i>		Ortheziidae	Fitófago	1538	3	D	ma	MF	W
	<i>Parlatoria ziziphi</i>	17	Diaspididae	Fitófago	1020	3	D	ma	MF	W
	<i>Pinnaspis</i> sp.		Diaspididae	Fitófago	1508	3	D	ma	MF	W
Primavera 05	<i>Dialeurodes citri</i>		Aleyrodidae	Fitófago	1430	1	D	ma	MF	Y
	<i>Orthezia praelonga</i>	19	Ortheziidae	Fitófago	1730	3	D	ma	MF	W
	<i>Pinnaspis</i> sp.		Diaspididae	Fitófago	1155	3	D	ma	MF	W
Verão 06	<i>Dialeurodes citri</i>		Aleyrodidae	Fitófago	5011	3	SD	sa	SF	W
	Mosca-Branca		Aleyrodidae	Fitófago	324	3	D	ma	MF	W
	<i>Orthezia praelonga</i>		Ortheziidae	Fitófago	4133	3	SD	sa	SF	W
	<i>Parlatoria ziziphi</i>	21	Diaspididae	Fitófago	458	3	D	ma	MF	W
	<i>Pinnaspis</i> sp.		Diaspididae	Fitófago	508	3	D	ma	MF	W
	Psocoptera		Psocoptera	Fungívoro	267	2	D	ma	MF	W
	Pulgão		Aphidae	Fitófago	239	3	D	ma	MF	W
Outono 06	<i>Dialeurodes citri</i>	21	Aleyrodidae	Fitófago	2604	3	D	ma	MF	W

<i>Orthezia praelonga</i>	Ortheziidae	Fitófago	3494	3	D	ma	MF	W
<i>Pinnaspis</i> sp.	Diaspididae	Fitófago	3533	3	D	ma	MF	W

Tabela 10 - Espécies indicadoras e guilda trófica, analisadas por estações do ano para o sistema MIP - Matão SP.
Novembro 2004 - Abril 2006

Estação	Artrópode	spp. No.	Ordem/Família	Guilda trófica	Indivíduos No.	Cole-tas/estação No.	Dominância	Abundância	Frequência	Consistência
Verão 05	Ácaro Fitófago	20	Acarina	Fitófago	525	3	SD	sa	SF	W
	Ácaro predador		Acarina	Predador	94	1	D	ma	MF	Y
	<i>Dialeurodes citri</i>		Aleyrodidae	Fitófago	7214	3	SD	sa	SF	W
	Lixeiro		Neuroptera	Fitófago	80	3	D	ma	MF	W
	Mosca-Branca		Aleyrodidae	Fitófago	271	3	SD	sa	SF	W
	<i>Orthezia praelonga</i>		Ortheziidae	Fitófago	3131	3	SD	sa	SF	W
	<i>Parlatoria ziziphi</i>		Diaspididae	Fitófago	1209	3	SD	sa	SF	W
	<i>Pinnaspis</i> sp.		Diaspididae	Fitófago	467	3	SD	sa	SF	W
	Pulgão		Aphidae	Fitófago	3170	3	SD	sa	SF	W
Outono 05	Ácaro Fitófago	20	Acarina	Fitófago	1556	3	D	ma	MF	W
	<i>Orthezia praelonga</i>		Ortheziidae	Fitófago	3050	3	D	ma	MF	W
	<i>Parlatoria ziziphi</i>		Diaspididae	Fitófago	1999	3	D	ma	MF	W
	Pulgão		Aphidae	Fitófago	3077	3	D	ma	MF	W
Inverno 05	Mosca-Branca	18	Aleyrodidae	Fitófago	1475	3	D	ma	MF	W
	<i>Orthezia praelonga</i>		Ortheziidae	Fitófago	1152	3	D	ma	MF	W
	<i>Pinnaspis</i> sp.		Diaspididae	Fitófago	873	3	D	ma	MF	W
	Pulgão		Aphidae	Fitófago	1951	3	D	ma	MF	W
Primavera 05	<i>Orthezia praelonga</i>	18	Ortheziidae	Fitófago	1394	3	D	ma	MF	W
	<i>Parlatoria ziziphi</i>		Diaspididae	Fitófago	557	3	D	ma	MF	W
			Diaspididae		584	3	D	ma	MF	W
	<i>Pinnaspis</i> sp.			Fitófago						
Verão 06	<i>Chrysomphalus</i> sp.	22	Diaspididae	Fitófago	587	3	D	ma	MF	W
	<i>Dialeurodes citri</i>		Aleyrodidae	Fitófago	2527	3	SD	sa	SF	W
	Mosca-Branca		Aleyrodidae	Fitófago	501	3	D	ma	MF	W
	<i>Orthezia praelonga</i>		Ortheziidae	Fitófago	3176	3	SD	sa	SF	W
	<i>Pinnaspis</i> sp.		Diaspididae	Fitófago	390	3	D	ma	MF	W
	Pulgão		Aphidae	Fitófago	514	3	D	ma	MF	W
Outono 06	Ácaro Fitófago	22	Acarina	Fitófago	3399	3	D	ma	MF	W
	<i>Chrysomphalus</i> sp.		Diaspididae	Fitófago	1432	3	D	ma	MF	W
	<i>Dialeurodes citri</i>		Aleyrodidae	Fitófago	6200	3	SD	sa	SF	W
	<i>Orthezia praelonga</i>		Ortheziidae	Fitófago	2463	3	D	ma	MF	W
	<i>Pinnaspis</i> sp.		Diaspididae	Fitófago	2066	3	D	ma	MF	W

Para o CMP, como nos demais tratamentos (MEP e MIP), observou-se que dos 22 grupos selecionados, 15 são constituídos por pragas dos citros, um grupo é fungívoro e o restante é constituído por inimigos naturais com distribuições variáveis durante as estações do ano.

Pode-se observar que os ácaros predadores estão relacionados com a ocorrência dos ácaros fitófagos. Os lixeiros ocorrem como inimigos naturais de insetos de corpo mole, como por exemplo, pulgões, *Dialeurodes* e moscas-brancas, *Planococcus citri*, e também como consumidores de ovos dos ovissacos de *O. praelonga*.

Os percevejos destacam-se como predadores de tripes, cochonilhas com carapaça como *P. ziziphi*, assim como de ovos e adultos de moscas-brancas. As diferentes cochonilhas aparecem como presas e hospedeiros de diversos insetos, destacando-se as joaninhas, diversos microhimenópteros e alguns fungos entomopatogênicos.

Os psocópteros compartilham nicho com diferentes insetos do agroecossistema citros, destacando-se *O. praelonga*, da qual aproveitam o *honeydew* como recurso alimentar. Esses indivíduos disseminam o inóculo dos fungos entomopatogênicos, mas não são suscetíveis à doença por eles causada. Isso foi verificado, sob condições de laboratório, ao colocar, por três horas, indivíduos de psocoptera sadios, provenientes de folhas com *O. praelonga* infectados por fungos entomopatogênicos, em placas de Petri contendo BDA e determinar o crescimento de *Syngliocladium* sp. e de *Lecanicillium longisporum*. Assim, nos três sistemas, os psocópteros transportam os fungos entomopatogênicos, mas não são suscetíveis a eles, como ocorre com os seus hospedeiros específicos. Nenhum fungo entomopatogênico para insetos sugadores do agroecossistema citros foi isolado de psocópteros vivos ou mortos. Já Viègas (1939) tinha confirmado o papel do formicídeo *Camponotus* na disseminação da doença do *halo-branco* causada por *L. lecanii* em *Coccus viridis* em cafeeiro.

No CMP, a presença de artrópodes fitófagos foi acompanhada da presença de no mínimo um predador, com exceção do verão de 2005 e do outono de 2006.

Em relação aos insetos predadores, apresentaram-se duas espécies em estações seguidas e com maior número de espécies fitófagas no outono e inverno de 2005 (sete e cinco, respectivamente).

Nos três sistemas considerados e em todas as estações, *O. praelonga* foi qualificada como indicadora ecológica e foram encontrados insetos infectados e mortos pelos fungos entomopatogênicos *L. longisporum* e *Syngliocladium* sp..

No período total de seis estações, no CMP, o fungo *Syngliocladium* sp. teve maior prevalência que *L. longisporum*. No entanto, comparando-se a prevalência dos dois fungos nas estações, esta foi maior para *L. longisporum* no verão, outono e inverno de 2005. Já o fungo *Syngliocladium* sp. foi prevalente nas duas seguintes estações (primavera de 2005 e verão de 2006). No outono de 2006, o fungo *L. longisporum* atingiu o 55% dos indivíduos coletados de ortêzia.

No período total de seis estações, o fungo *Fusarium* sp. agiu como importante regulador da população de *Parlatoria* sp., com 54% de prevalência no verão de 2006, e acima de 29% no outono de 2005 e de 2006. O fungo *L. longisporum*, ocorreu sobre pulgões com maior prevalência no outono de 2006, com 23% de parasitismo, sendo que a associação de microhimenópteros-fungo entomopatogênico atingiu 89%. No inverno de 2005 o parasitismo geral de pulgões foi de 39%, sendo que *L. longisporum* foi responsável por 18% e a especificidade do entomopatógeno foi demonstrada ao não causar limitação no parasitismo causado por microhimenópteros (MAGALHÃES; MONNERAT; ALVES, 1998).

Mesmo no tratamento CMP *Pinnaspis* sp. apresentou parasitismo por microhimenópteros com maior incidência no outono de 2006, atingindo mais de 75% dos indivíduos coletados; não foi observado parasitismo de *Pinnaspis* sp., no verão de 2005, sendo que nas demais estações este superou o índice de 20%.

As moscas-brancas apresentaram parasitismo pelo fungo *Aschersonia aleyrodis*, principalmente no outono de 2006 com 90% dos insetos colonizados. No verão de 2005 este índice foi de 34%, sendo que nas demais estações esteve acima de 50%. *Ch. citri* apresentou parasitismo combinado de *Fusarium* sp. e dos microhimenópteros, principalmente no outono de 2006 (58%).

No MEP, observou-se que os ácaros predadores estão relacionados com a ocorrência dos ácaros fitófagos apenas no verão de 2005 (Tabela 9).

Nas seis estações do período total de avaliação, no MEP, *Syngliocladium* sp. foi mais prevalente que o fungo *L. longisporum*. No entanto, comparando-se a prevalência dos dois fungos em cada estação, esta foi maior para *L. longisporum* no verão de 2005, outono de 2005, inverno de 2005 e outono de 2006, sendo que *Syngliocladium* sp. prevaleceu na primavera de 2005 e verão de 2006.

Mesmo no MEP, no período total de seis estações, o fungo *Fusarium* sp. atuou como regulador de *Parlatoria* sp., com maior prevalência no outono de 2005, ocorrendo sobre aproximadamente em 70% dos insetos. O fungo *Lecanicillium* sp., ocorreu sobre pulgões com prevalência de 100% no inverno de 2005, e de 82% no outono de 2006.

Pinnaspis sp. apresentou parasitismo por microhimenópteros com incidência de 71% no outono de 2006, sendo que em todas as estações foi próximo a 70% e a mínima de 50% no outono de 2005, não ocorrendo parasitismo no verão de 2005.

Cerca de 80 % das moscas-brancas foram colonizadas por *A. aleyrodis* na primavera de 2005, sendo próximo ao de outono de 2006 que foi 74%; *Ch. citri* apresentou 47% de parasitismo associado de *Fusarium* sp. e microhimenópteros no outono de 2005.

No MIP, observou-se que os ácaros predadores estão correlacionados com a ocorrência dos ácaros fitófagos principalmente no verão de 2005 (Tabela 10). Nessa estação, o grupo dos ácaros predadores, juntamente com o lixeiro, foram os únicos classificados como indicadores ecológicos. Assim, como nos outros sistemas, em MIP os lixeiros atuaram como inimigos naturais de pulgões, moscas-brancas em geral, assim como de *Pl. citri* e de *O. praelonga*.

Assim como nos outros sistemas, também no MIP, *O. praelonga* destacou-se como uma das indicadoras ecológicas em todas as estações, alternando sua condição de super abundante nos verões de 2005 e 2006 com a categoria muito abundante no restante das estações avaliadas.

No período total das seis estações, no sistema MIP, *Fusarium* sp. apresentou-se como importante inimigo natural de *Parlatoria* sp. com 70% de prevalência no verão de 2006, sendo esse valor muito próximo ao da primavera de 2005 que foi de 65%. O parasitismo pelo fungo foi sempre maior que 40% nas demais estações.

O parasitismo geral de pulgões, incluindo microhimenópteros e fungos, atingiu 87% na primavera de 2005 com 87% e 69% no outono de 2006, sendo que, deste último, o fungo *Lecanicillium* sp. foi responsável por 34%.

O parasitismo de *P. citri* por microhimenópteros foi superior a 74% no outono de 2006. Durante todas as estações o parasitismo foi acima de 21% atingindo o máximo de 53% na primavera de 2005. As moscas-brancas foram colonizadas pelo fungo *A. aleyrodis*, atingindo, no outono de 2006 o índice de 63%. A cochonilha *Ch. citri* apresentou, no outono de 2006, 41% de parasitismo por *Fusarium* sp., associado à presença de microhimenópteros, sendo que em todas as demais estações este esteve entre 9 e 14%. Neste sistema, a aplicação de agrotóxicos teve

efeito no aumento populacional da praga, embora apresente níveis de regulação por microhimenópteros, como discutido por Rehman et al, 2000.

A comparação dos três sistemas de manejo pelos índices de diversidade e uniformidade de espécies calculadas por estações do ano encontra-se na tabela 11.

Tabela 11 - Índices de diversidade e intervalo de confiança (Shannon-Weaner (H) e Margalef (α)), e índice de uniformidade para estações em três sistemas de manejo de pragas. Matão SP 2006

Sistema	Estação	No. total de indivíduos	No. de espécies	Índice de Diversidade (Shannon-Weaner) H	Intervalo de Confiança (P=0,005) H	Índice de Diversidade (Margalef) α	Intervalo de Confiança (P=0,005) α	Índice de Uniformidade ou Equitabilidade E
CMP	Verão 05	18600	19	1,1534	1,153256 ; 1,153518	1,831	1,831202272;1,830797728	0,3917
CMP	Outono 05	12900	20	1,8599	1,859767 ; 1,860067	2,0074	2,0771931;2,00708069	0,6209
CMP	Inverno 05	7418	19	1,8201	1,819821 ; 1,820470	2,0198	2,020359497;2,019240503	0,6182
CMP	Primavera 05	8167	19	1,604	1,603700 ; 1,604283	1,9983	1,998802758;1,997797242	0,5448
CMP	Verão 06	16779	21	1,1332	1,133051 ; 1,133353	2,0559	2,056151114;2,055648886	0,3722
CMP	Outono 06	10685	21	1,9735	1,973338 ; 1,973714	2,156	2,156413515;2,155586485	0,6482
MEP	Verão 05	14836	20	1,426	1,425794 ; 1,426110	1,9791	1,97937493;1,97882507	0,476
MEP	Outono 05	11608	19	2,1767	2,176553 ; 2,176819	1,9232	1,923540436;1,922859564	0,7393
MEP	Inverno 05	7611	17	2,1294	2,129243 ; 2,129644	1,7902	1,790714328;1,789685672	0,7516
MEP	Primavera 05	6727	19	2,1000	2,099709 ; 2,100256	2,0422	2,042823813;2,041576187	0,7132
MEP	Verão 06	11557	21	1,5283	1,528043 ; 1,528473	2,1379	2,138279109;2,137520891	0,502
MEP	Outono 06	3409	21	1,9451	1,944945 ; 1,945229	2,1044	2,104737336;2,104062664	0,6389
MIP	Verão 05	16371	20	1,6063	1,606154 ; 1,606412	1,9581	1,958345431;1,957854569	0,5362
MIP	Outono 05	12781	18	2,0248	2,024664 ; 2,024951	1,7979	1,798189489;1,797610511	0,7005
MIP	Inverno 05	7262	18	1,9802	1,979941 ; 1,980380	1,9122	1,912741892;1,911658108	0,6851
MIP	Primavera 05	4073	18	2,0735	2,073045 ; 2,073992	2,0452	2,046233389;2,044166611	0,7174
MIP	Verão 06	8516	22	1,8398	1,839501 ; 1,840068	2,3205	2,321057803;2,319942197	0,5952
MIP	Outono 06	18286	22	2,005	2,004856 ; 2,005084	2,1398	2,140039547;2,139560453	0,6486

Destes resultados optou-se pelo índice de Margalef (α) para o estudo de impacto ambiental, por ser mais indicado para comparação de comunidades que sofrem influência “antrópica” como os agroecossistemas e, portanto, com ocorrência de pragas, o que desestabiliza o número de indivíduos da comunidade; enquanto que o índice de Shannon-Weaner (H) é indicado para sistemas naturais sem essas disparidades no número de indivíduos.

Aplicando-se o índice de impacto ambiental (I_{IA}) para as estações dos anos 2005 (verão, outono e inverno), 2006 (primavera, verão e outono) e do período total de avaliação (verão de 2005 - outono de 2006), chegou-se aos resultados das tabelas 12, 13 e 14 que indicam as matrizes médias dos índices de diversidade para os períodos 2005, 2006 e total, com os respectivos fenogramas das figuras 1, 2 e 3 e os dados do impacto ambiental na tabela 15.

Tabela 12 - Matriz de média de médias do índice de diversidade de Margalef (α) das variáveis sistemas de manejo de pragas em citros, CMP, MEP e MIP das estações verão de 2005, outono de 2005 e inverno de 2005. Software Statistic 7.1

Variável	Distâncias euclidianas do índice de diversidade de Margalef (α)		
	MIP	MEP	CMP
MIP	0,00	0,18	0,27
MEP	0,18	0,00	0,29
CMP	0,27	0,29	0,00

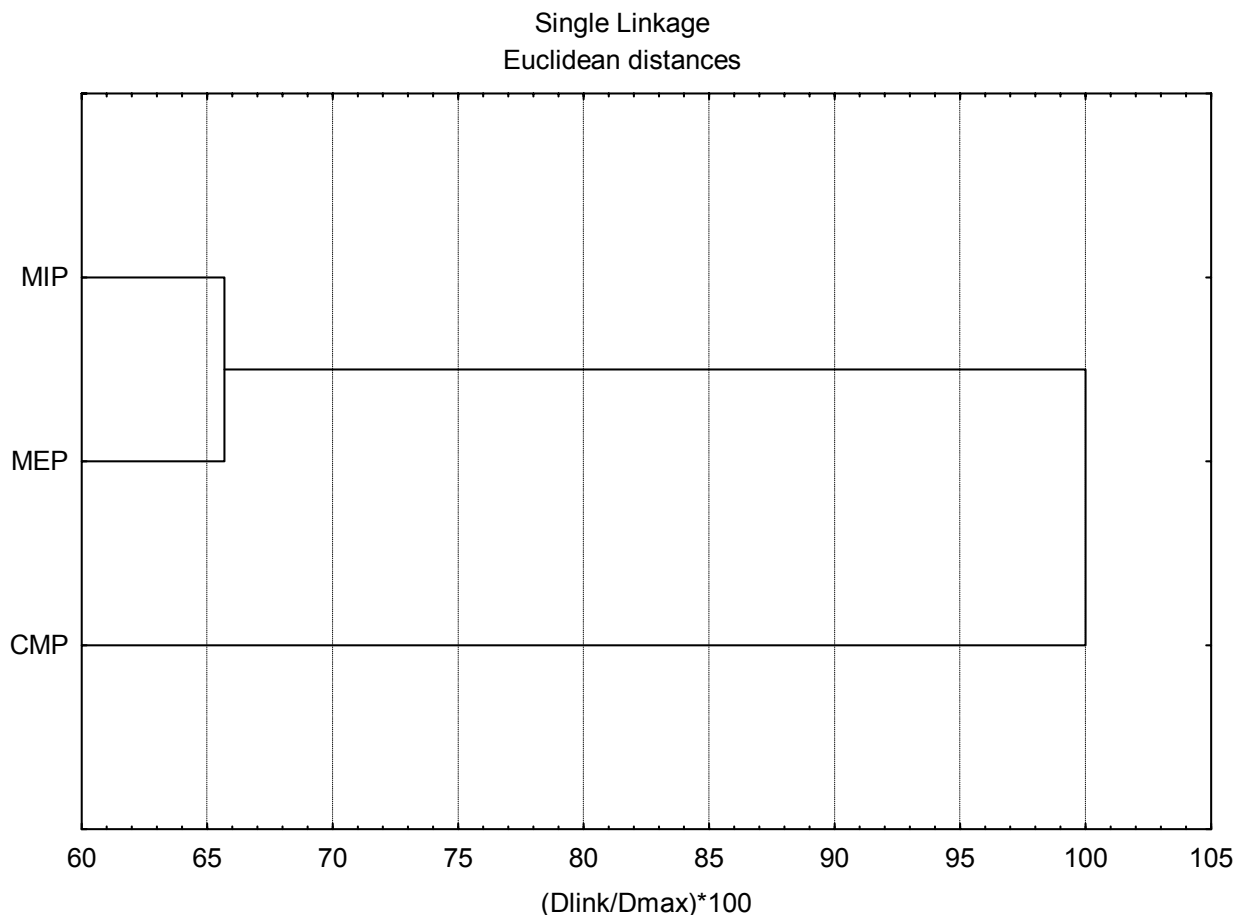


Figura 1 - Distâncias euclidianas (%) para Índices de Diversidade de Margalef (α) dos sistemas de manejo de pragas sugadoras em citros das estações verão de 2005, outono de 2005 e inverno de 2005. Software Statistic 7.1

Tabela 13 - Matriz de média de médias do índice de diversidade de Margalef (α) das variáveis CMP, MEP e MIP das estações primavera de 2005, verão de 2006 e outono de 2006. Software Statistic 7.1

Variável	Distâncias euclidianas do índice de diversidade de Margalef (α)		
	MIP	MEP	CMP
MIP	0,00	0,19	0,27
MEP	0,19	0,00	0,11
CMP	0,27	0,11	0,00

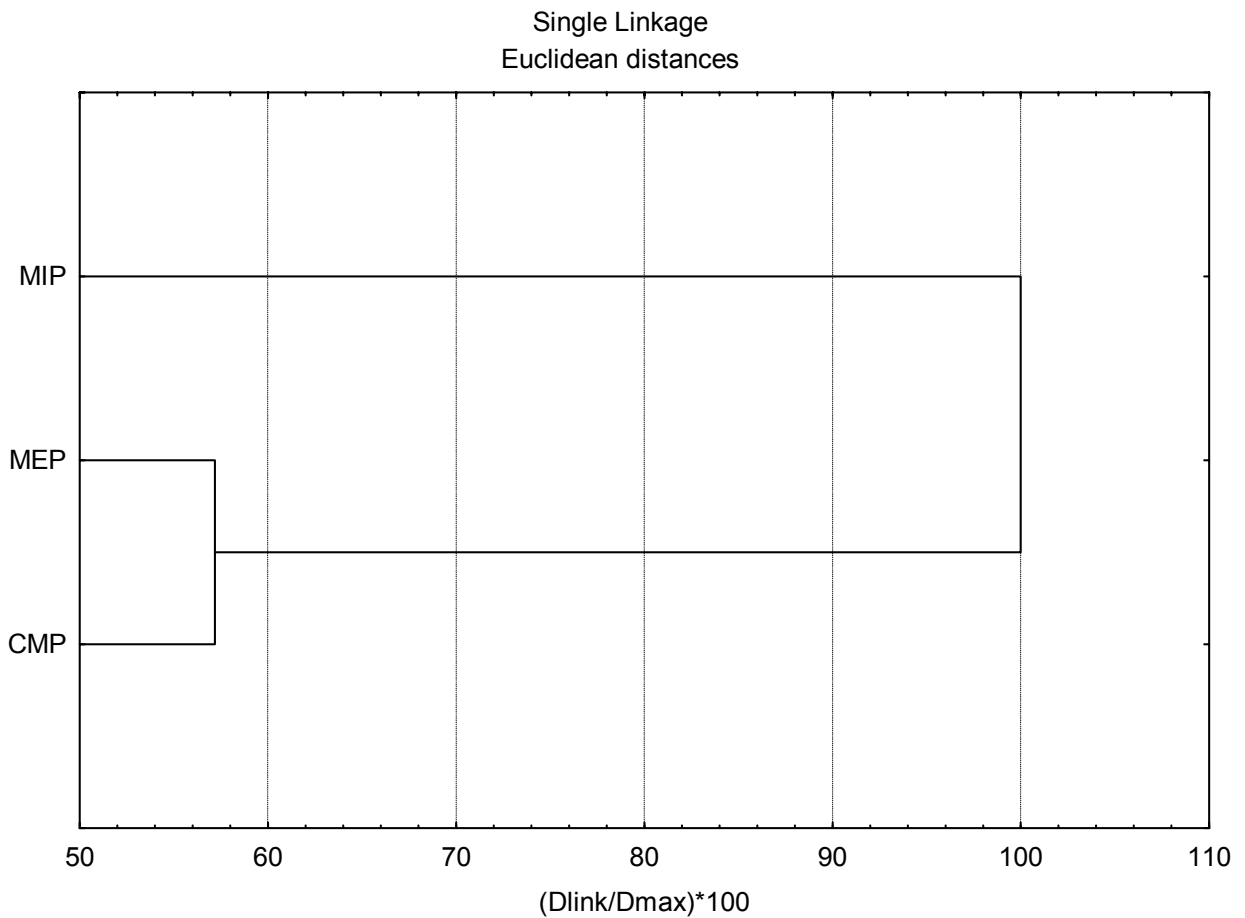


Figura 2 - Distancias euclidianas (%) para Índices de Diversidade de Margalef (α) dos sistemas de manejo de pragas sugadoras em citros das estações primavera de 2005, verão de 2006 e outono de 2006. Software Statistic 7.1

Tabela 14 - Matriz de média de médias do índice de diversidade de Margalef (α) das variáveis sistemas de manejo de pragas em citros, CMP, MEP e MIP do período compreendido entre verão de 2005 - outono de 2006. Software Statistic 7.1

Variável	Distâncias euclidianas do índice de diversidade de Margalef (α)		
	MIP	MEP	CMP
MIP	0,00	0,26	0,38
MEP	0,26	0,00	0,30
CMP	0,38	0,30	0,00

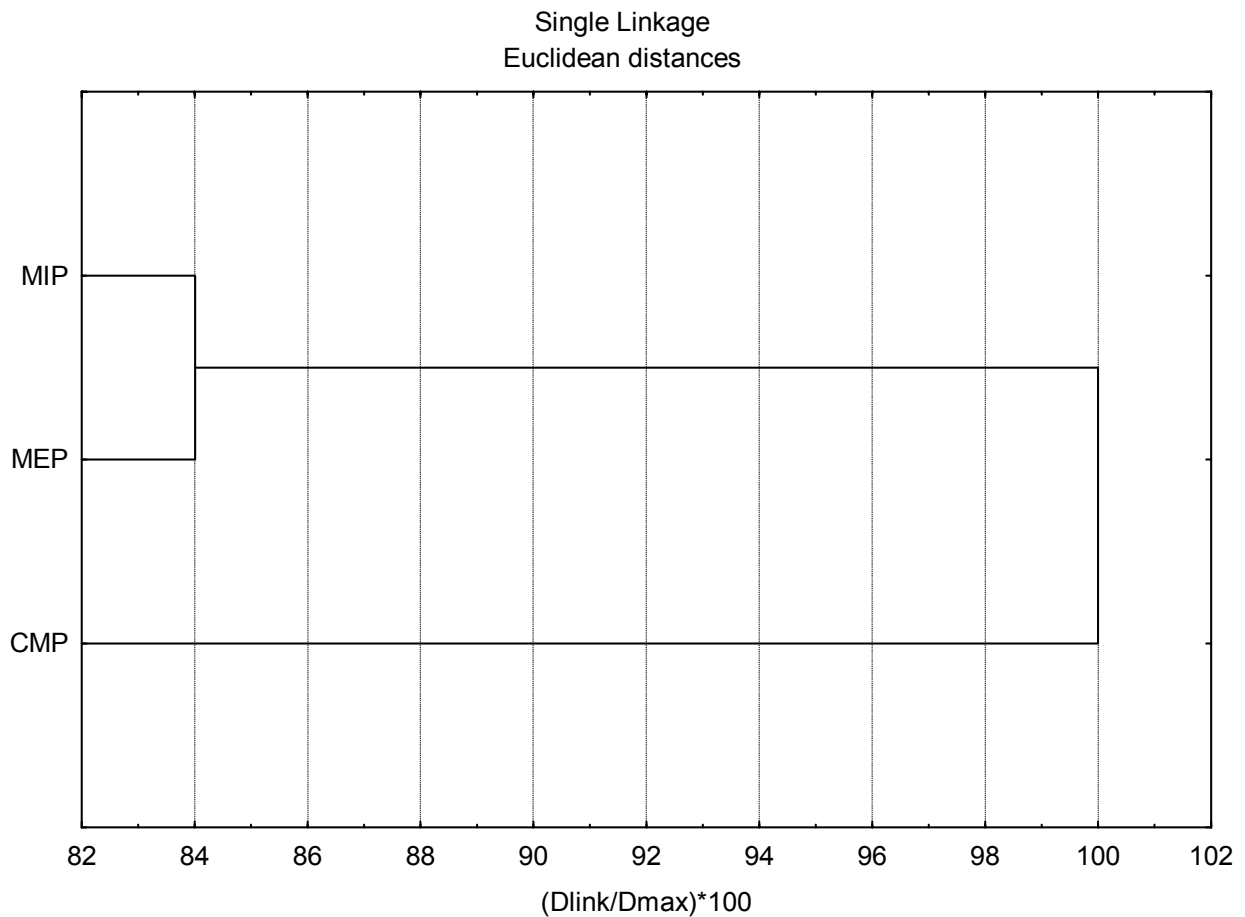


Figura 3 - Distâncias euclidianas (%) para Índices de Diversidade de Margalef (α) dos sistemas de manejo de pragas sugadoras em citros do período compreendido entre verão de 2005 - outono de 2006. Software Statistic 7.1

Tabela 15 - Índice de Impacto Ambiental dos sistemas de manejo de pragas CMP, MEP e MIP em citros. Matão SP

Período	Índice de Impacto Ambiental (I _{IA})	Intervalo de confiança (IC) p= 0,05
Verão-Inverno de 2005	0,25 a	1,18 - 0,31
Primavera-Outono de 2006	1,19 a	0,10 - 0,28
Verão de 2005-Outono de 2006	0,31 a	0,24 - 0,38

Observação: os valores seguidos da mesma letra não diferem entre si ao nível de p=0,05

Assim, para esses resultados, nota-se que não houve diferença estatística significativa no impacto ambiental nos três sistemas durante os períodos de observação, mas houve pelos fenogramas uma aproximação em torno de 80% entre os sistemas de manejo MEP e MIP, sendo menor com relação ao CMP cuja diversidade foi maior.

4.1.3 Resíduos de agrotóxicos em frutas oriundas de três sistemas de manejo de citros

Os resultados das análises de resíduos indicaram que dos 20 ingredientes ativos pesquisados nas três amostras, o acaricida propargite foi encontrado em duas delas em níveis superiores ao limite de detecção do método (LD=0,01 mg/Kg, ppm) em valores de 0,07 mg/Kg no tratamento MEP, e de 0,04 mg/Kg na amostra correspondente ao tratamento MIP; na outra amostra (CMP) não foram detectados resíduos do acaricida (<0,01 mg/Kg). Vale aludir ao fato de que o acaricida foi por ultimo aplicado nos tratamentos MEP e CMP, na mesma data, 12/01/07, 137 dias antes da amostragem, no entanto, no MIP, foi aplicado em 24/02/07, ou seja, 95 dias antes da coleta das amostras e que as amostras analisadas foram constituídas de fruta toda (casca, polpa e bagaço).

Sabe-se de experiências anteriores, que os resíduos em frutas cítricas derivadas da aplicação em pulverização concentram-se na casca, não havendo penetração na polpa. A presença de resíduos na casca é importante para a possível contaminação de rações animais, uma vez que ela é matéria prima para fabricação desse importante insumo da produção animal, o que pode, teoricamente ser, a principio, transportado para alimentação humana. Considerando-se os parâmetros toxicológicos do acaricida propargite para frutas cítricas aprovado pela ANVISA (Agencia Nacional de Vigilância Sanitária), observa-se que o limite máximo de resíduo (LMR) permitido é de 5 mg/Kg e que o período de carência é de 7 dias. O limite de resíduos de propargite, recomendado pela FAO é de 3 mg/Kg (FAO, 2002).

Baseados nos dados de Análise de Resíduos, segundo os métodos Laboratoriais para Análise de Resíduos de Pesticidas e análise Cromatográficas (LARP-USP), o consumo das frutas é seguro. Entretanto, considerando ser o propargite um acaricida de uso muito antigo na citricultura e seu uso ainda hoje bastante significativo na cultura da laranja, seria recomendável que as autoridades governamentais passem a rever, como já tem sido feito, também aqueles indicadores tecnológicos associados para adequá-los às circunstâncias de metodologias e equipamentos modernos, de modo que sejam estabelecidos novos parâmetros que busquem garantir um uso mais seguro e adequado deste e de outros agrotóxicos.

Como já foi referido nos tratamentos MEP e CMP, o propargite foi aplicado na mesma data, 12/01/07, no entanto, no MIP em 24/02/07. O nível de resíduos do ingrediente ativo foi maior no MEP (0,07 ppm), comparado com o MIP (0,04 ppm). Esse resultado pode estar refletindo na qualidade da aplicação, mostrando uma distribuição irregular do produto ou mesmo a ação de fatores abióticos incontroláveis como temperatura, umidade, luz, precipitação etc, que têm sua ação variável em função da posição dos frutos na planta, concorrendo para a concentração do acaricida em algumas amostras.

Teoricamente, no MEP dever-se-ia apresentar menor quantidade de resíduos, pela capacidade do sistema de se auto-regular, comparado com as praticas mais radicais de manejo de pragas no MIP.

A diferença no tempo de aplicação do propargite nos tratamentos MEP e CMP, comparado com o MIP, foi de 43 dias. Deveria se esperar que, no mínimo, os dois primeiros tratamentos apresentassem iguais índices no nível de resíduo do acaricida. Comparado com o MEP, o sistema CMP (<0,01 ppm) demonstrou ter maior capacidade para degradar as moléculas e de reciclar ou inativar o ingrediente ativo do acaricida, situação que pode ter sido favorecida pelo fato de sua menor exposição a defensivos. No sistema CMP, foi observada a maior dinâmica de organismos entomopatogênicos, sendo que acompanhou mais frequentemente a presença das pragas.

Os custos dos procedimentos laboratoriais para determinação de resíduos, pela quantidade de moléculas a rastrear, fazem com que não sejam funcionais como prática. As probabilidades de obtenção de resíduos de agrotóxicos em laranja *in natura* ou em sucos de laranja oriundos de pomares com manejo não criterioso de defensivos, fazem parte dos riscos a que é submetido o consumidor, durante o processo de magnificação de resíduos na cadeia alimentícia, no topo dela o homem.

A falta de repetições na amostragem para coleta de fruta a ser usada como matriz, no teste de análise de resíduos, faz com que os resultados obtidos não sejam conclusivos e, simplesmente, servem como mais um critério orientador sobre o efeito dos defensivos na composição da população de pragas e seus reguladores e como critério para medir a qualidade da fruta. A quantidade de resíduos obtidos em laranja foi muito inferior aos níveis obtidos em maçã e folhas de chá em estudos para determinar a vida média do propargite (KUMAR et al., 2005). A quantidade máxima permissível de propargite em polpa de laranja é 3 ppm, além disso, a informação da vida média do produto está em concordância com a fornecida pelo painel da Organização mundial da saúde (FAO, 2002). Para nosso caso, o máximo valor de resíduo apresentou-se em laranja do tratamento MEP, 0,07 ppm seguido pelo MIP 0,04 ppm, valores muito inferiores aos permitidos pela FAO.

4.1.4 Associação de *O. praelonga* e *Lecanicillium* isolado no médio Dodine

A produção de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) por fungos entomopatogênicos, como uma forma de avaliar o efeito do controle microbiano nos sistemas de manejo de pragas, foi avaliada a ocorrência de correlações para determinar alguma dependência entre o crescimento de *Beauveria*, *Paecilomyces*, *Lecanicillium* e tratar de determinar a sua existência entre e nos três sistemas de manejo de pragas. Não foi determinada significância na correlação entre os microrganismos entomopatogênicos e os sistemas avaliados.

No médio Dodine observou-se o crescimento de colônias de *Beauveria*, *Paecilomyces*, *Lecanicillium*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Aspergillus*, mais, os testes estatísticos e as correlações foram concentrados nos três primeiros. O *Syngliocladium*, fungo entomopatogênico específico a *O. praelonga*, não foi isolado nesse médio seletivo.

Então, foi avaliada a relação da variação populacional de *O. praelonga* e seus fatores de mortalidade nos três sistemas de manejo em citros para o período compreendido entre fevereiro de 2005 e abril de 2006. Para efetuar a comparação, foram obtidos os coeficientes de correlação de Spearman, mediante a análise de resíduos dos dados, de forma a eliminar interações entre os fatores e tratamentos, para garantir a avaliação das relações dentre cada sistema com as variáveis consideradas (Tabela 16).

Tabela 16- Coeficiente de correlação residual e probabilidade de Spearman (r; p) da variação populacional de *O. praelonga*, seus fatores de mortalidade, e presença de *Lecanicillium* isolado do solo, no médio seletivo Dodine, nos três sistemas de citros. Fevereiro de 2005 - abril de 2006. Fazenda Cambuhy, Matão-SP

Correlação	Sistema ¹		
	CMP	MEP	MIP
	(r; p)	(r; p)	(r; p)
População de <i>O. praelonga</i> vs. <i>Lecanicillium</i> do solo	ns ²	-0,60892; 0,0160	ns
Mortalidade de <i>O. praelonga</i> vs. <i>Lecanicillium</i> do solo	0,57652; 0,0245	ns	ns
Mortalidade de <i>O. praelonga</i> por <i>Syngliocladium</i> vs. <i>Lecanicillium</i> do solo	ns	ns	-0,53010; 0,0421
<i>Lecanicillium</i> do solo vs. precipitação	ns	ns	-0,616; 0,0144
População de <i>O. praelonga</i> vs. mortalidade <i>O. praelonga</i>	ns	0,51445; 0,0495	ns
População de <i>O. praelonga</i> vs. mortalidade de <i>O. praelonga</i> por <i>Syngliocladium</i>	ns	ns	0,56244; 0,0291
População de <i>O. praelonga</i> vs. Temperatura.	0,50628; 0,0541	ns	ns
Mortalidade de <i>O. praelonga</i> vs. mortalidade de <i>O. praelonga</i> por <i>Syngliocladium</i>	ns	ns	0,65281; 0,0083
Mortalidade de <i>O. praelonga</i> vs precipitação	ns	ns	0,5801; 0,0234
Mortalidade de <i>O. praelonga</i> por <i>Lecanicillium</i> vs. temperatura	ns	ns	-0,69592; 0,0040
Mortalidade de <i>O. praelonga</i> por <i>Syngliocladium</i> vs. precipitação	ns	ns	0,53645; 0,0392
Temperatura vs. precipitação	0,7696; 0,0080	ns	ns

¹Os coeficientes apresentados são significativos a 6 % de probabilidade (Spearman) SAS 9.1. ²ns= não significativo SAS 9.1.

Foi determinada a relação inversa (-0,60892; 0,0160), no sistema MEP, entre o nível da população de *O. praelonga* e o número de colônias de *Lecanicillium* produzidas no médio Dodine. À maior população da praga apresentou-se o menor número de UFC do fungo. Possivelmente, a quantidade de conídios viáveis do fungo entomopatogênico, no solo, esteve comprometida com a formação de inóculo na população aérea da praga, capaz de regular a sua população. É provável que o conjunto das condições ambientais não permitisse causar epizootia na praga e, por isso, a população da praga atingiu os surtos, no entanto que o fungo no solo não estava presente, ou as condições na interfase solo-conídio, não fora adequada à preservação de inóculo da forma assexuada do fungo.

No sistema CMP, foi determinada a associação direta (0,57652; 0,0245), entre a mortalidade total de *O. praelonga* e o número de UFC produzidas no médio Dodine. Para este sistema, sem aplicação de inseticidas, com maior mortalidade da praga, causada pelos fungos entomopatogênicos *Lecanicillium* e *Syngliocladium*, provavelmente, apresentaram-se as condições para produzir a maior quantidade de inóculo do primeiro, capaz de regular a praga e se manifestar no médio seletivo Dodine. Nos outros sistemas de manejo de pragas, a associação não

foi significativa para as mesmas variáveis comparadas. Apresentou-se, no CMP, associação direta, embora fraca, da mortalidade total da praga, causada por diferentes organismos reguladores e a produção de UFC no médio seletivo. À maior mortalidade da praga maior número de UFC de *Lecanicillium* no médio de cultivo, indicando que os tratos culturais, como aplicação de cobre, não têm afetado o entomopatógeno armazenado no solo, como determinado por (ROPEK; PARA, 20002).

No tratamento MIP, determinou-se associação inversa (-0,53010; 0,0421), entre a mortalidade da praga causada pelo fungo *Syngliocladium* e o número de colônias de *Lecanicillium* obtidas do solo. A maior mortalidade da praga, causada pelo fungo *Syngliocladium*, aparentemente, tem comportamento inverso à condição de viabilidade do inóculo preservado no solo, guardando uma relação inversa, sendo que as condições favoráveis à epizootia causada pelo *Syngliocladium* na praga localizada na parte aérea, são contrárias a obtenção de inóculo no solo determinado pela formação de UFC do médio Dodine.

Também, associação inversa foi determinada para a relação UFC de *Lecanicillium*, no médio Dodine vs. precipitação (-0,616; 0,0144), no tratamento MIP. Para os outros sistemas, não foi determinada associação significativa. A maior precipitação parece afetar o número de colônias do fungo entomopatogênico no sistema MIP; provavelmente com as condições adequadas, os conídios germinam e iniciam o processo de disseminação do microrganismo causando epizootias na praga, *O. praelonga*.

No sistema MIP, determinou-se a maior quantidade de associações, diretas ou indiretas, envolvendo *Lecanicillium* do solo, a presença da praga *O. praelonga*, e os fatores de mortalidade da praga, além dos fatores abióticos. As associações indiretas da mortalidade da praga causada *Syngliocladium* e a presença de *Lecanicillium* (-0,53010; 0,0421) e precipitação contra produção de UFC do *Lecanicillium* em médio Dodine, indicam o efeito que os tratos culturais fornecem no manejo do solo e no potencial de armazenamento de propágulos do microrganismo, para o estabelecimento de futuros focos primários da doença na praga. Possivelmente a aplicação de maior quantidade de agrotóxicos, acompanhado dos tratos culturais com aplicação de metais pesados como o cobre, possam conjuntamente apresentar efeito fungistático sobre o entomopatógeno, diferente do determinado por Ropek e Para (2002).

4.2 Fases de desenvolvimento de *Lecanicillium longisporum* em *Orthezia praelonga*

A compreensão da relação fungo-hospedeiro é importante para elaboração de estratégias que permitam o uso de fungos entomopatogênicos como parte do manejo sustentável de pragas. O fungo *Lecanicillium longisporum* é patogênico para *O. praelonga* e ocorre sobre as diferentes fases de desenvolvimento do inseto, exceto de ovo, podendo-se aderir ao tegumento do hospedeiro, que possui grande quantidade de cera. No momento da inoculação do fungo sobre o inseto, inicia-se uma série de processos que levam à colonização deste hospedeiro.

Em diferentes circunstâncias, a cera pode facilitar a adesão do inseto ao substrato (GULLAN; KOSZTABAR, 1997). De acordo com observações nesta pesquisa, o fungo *Lecanicillium* apresenta diferentes estratégias de colonização de substratos e, quando cresce na superfície da folha, entra em contato com o inseto pelo micélio, que fica preso pelas pernas e unhas. Nesse momento pode-se iniciar o segundo ciclo de infecção sobre a população do hospedeiro.

Com frequência, em condições de campo, o padrão de crescimento da população de *O. praelonga* é super estimado. Assim, durante o período de avaliações, observou-se a presença de exúvias, ninfas e adultos da praga colonizados pelo fungo, resultante de epizootia, em uma estreita relação patógeno-hospedeiro. Normalmente, o pragueiro ou o citricultor assumem esse aspecto como de elevada infestação da praga. A consequência disso é a utilização de mais agrotóxicos, que, não sendo compatíveis, eliminam o inóculo formado nessas epizootias.

Quanto às características morfométricas (média \pm EPM), os conídios do isolado ESALQ-1300 apresentaram $4,4 \pm 0,2 \mu\text{m}$ de comprimento e $1,8 \pm 0,2 \mu\text{m}$ de largura (Figura 5. C). Os agregados de conídios em massa esférica mucilaginosa que se formaram nas extremidades das fiálides, apresentaram $4,8 \pm 0,1 \mu\text{m}$ de comprimento e $3,7 \pm 0,1 \mu\text{m}$ de largura, contendo 16 a 20 conídios por agregado, sendo o comprimento das fiálides de $17,2 \pm 1,2 \mu\text{m}$. O fungo foi isolado a partir de indivíduos de todos os estágios ninfais e de adultos de *O. praelonga*, com exceção dos ovos que não foram observados com o patógeno.

O ciclo biológico das relações *L. longisporum* em *O. praelonga*, sob condições controladas ($27 \pm 0,5^\circ\text{C}$, fotofase de 12 horas e UR de $70 \pm 10\%$) para os diferentes estágios de *O. praelonga* apresentou eventos definidos por períodos de tempo após a incubação, podendo observar a sobreposição de algumas fases (Figura 4).

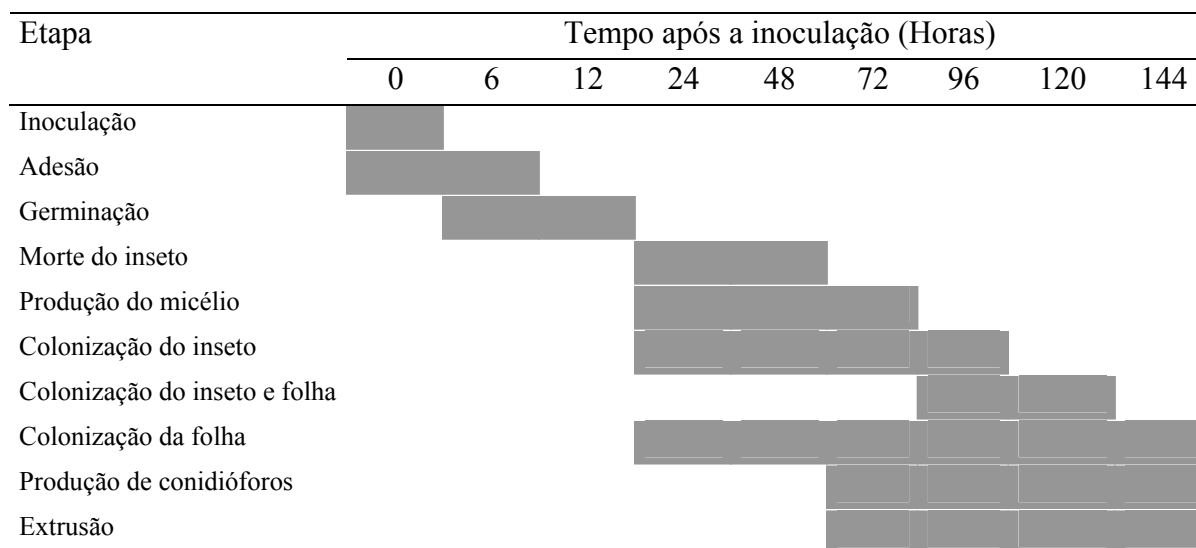


Figura 4 - Fases do ciclo de *Lecanicillium longisporum* sobre *Orthezia praelonga* observadas em microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Após a inoculação, os conídios aderiram, logo após a aplicação, sobre o corpo do inseto em toda a cutícula (Figura 5. A), antenas, pernas (Figura 5. B) e tórax (Figura 5. A), podendo ser observados sobre os diferentes tipos de cera na região dorsal e no ovissaco.

Provavelmente, a adesão dos conídios foi favorecida pela ausência do hábito de autolimpeza do inseto, pela substância mucilaginosa que envolve os conídios do fungo (VIEGAS, 1939, SAMSON; EVANS; LATGÈ, 1988), pela topografia e pela composição da superfície do tegumento do inseto que permitiu a fixação dos conídios por forças eletrostáticas (ASKARY; BENHAMOU; BRODEUR, 1999), aliadas à natureza hidrofílica do entomopatógeno (ASENCIO; LÓPEZ-LLORCA; LÓPEZ-JIMÉNEZ, 2005).

A germinação ocorreu no período de 6 a 12 horas após a aplicação, caracterizada pela formação de um tubo germinativo, principalmente unipolar, com aproximadamente 3 vezes o comprimento do conídio, em média (Figura 6. B). Os conídios germinaram sobre insetos que se alimentavam, fixados nas folhas (Figura 6. B) não sendo observada a formação de apressórios pelo fungo, estrutura que é difícil de ser visualizada sem o uso de técnicas especiais. A condição de germinação unipolar de *L. lecanii* foi verificada por Askary, Benhamou e Brodeur (1999) sobre *Macrosiphum euphorbiae*. Como discutido por Vestergaard et al. (2005), a produção de estruturas como apressórios depende também do isolado do entomopatógeno.

Assim, como foi descrito por Talaei-Hassanlou et al. (2007) em *Beauveria bassiana*, a germinação unipolar determinada no isolado ESALQ-1300 (Figura 5. B) parece estar relacionada

à virulência do fungo, uma característica do isolado avaliado que causou mortalidade do inseto a partir de 24 horas após a inoculação.

A morte do inseto ocorre, provavelmente, devido à liberação de toxinas, e acentuada durante o processo de penetração e durante a colonização do hospedeiro. A morte de *O. praelonga* foi causada pelo fungo em todos os instares da fase imatura, diferentemente do que observado com *Syngliocladium* em que, o inseto, ainda colonizado pelo fungo, manteve-se vivo apresentando extrusão em suas articulações. A produção de toxinas varia com a espécie e isolado de fungos entomopatogênicos (ASKARY; BENHAMOU; BRODEUR, 1999; TALAEI-HASSANLOUI et al., 2007).

Diferente com o que ocorreu com o isolado ESALQ-1300, o isolado ESALQ-972 causou mortalidade de *B. phoenicis* entre 120 e 144 horas (MACEDO; TANZINI; ALVES, 2001). Essa grande diferença na virulência pode estar relacionada com a origem dos isolados já que o mais virulento (ESALQ-1300) foi obtido de *O. praelonga*. No cadáver de *O. praelonga* foi produzida grande quantidade de micélio com produção de conidióforos na superfície do inseto e da folha (Figura 6. A e 6. B).

Com a produção do micélio entre 24 e 72 horas após a aplicação do fungo observou-se a colonização do inseto (Figura 6. A). Entre 48 e 96 horas após a inoculação foi observada a colonização tanto da superfície como do interior do hospedeiro, usados como substrato pelo patógeno. O fungo oriundo do cadáver apresentou colonização da superfície da folha, sendo esse fato de importância epizootica, pois incrementa as possibilidades do microrganismo entrar em contato com a praga e da transmissão horizontal da doença. O crescimento vegetativo do patógeno, possivelmente, se aproveitou das substâncias da superfície da folha de citros para, depois, produzir conidióforos (Figuras 6. B).

O inseto colonizado e morto pelo patógeno conservou a coloração típica esverdeada. O fungo produziu novos propágulos nas regiões intersegmentais do corpo do inseto (Figura 6. C) e nas articulações das pernas. Diferente dos sinais observados quando ocorre a colonização pelo fungo *Syngliocladium* sp., o hospedeiro não apresentou extravasamento de hemolinfa, não sendo evidente a perda de líquidos após a colonização.

Para *O. praelonga*, verificou-se que entre 24 e 96 horas ocorreu o crescimento vegetativo com total cobertura por micélio de *L. longisporum* (Figura 6. B), já para *B. phoenicis*, esse processo causado por *L. lecanii* ocorreu após de 168 horas de inoculação, sendo todo o corpo do

ácaro coberto pelo fungo. Na mesma pesquisa do ciclo das relações de *L. lecanii* em *B. phoenicis*, a última fase observada, foi a emergência e proliferação de micélio e de massas de conídios na região adjacente do hospedeiro morto (MACEDO; TANZINI; ALVES, 2001). Na relação de *L. longisporum* em *O. praelonga* a conidiogênese foi observada a partir de 48 horas, diferente de que ocorreu com *L. muscarium* em *B. phoenicis* que tardou 72 horas. A curta duração das etapas do ciclo das relações do fungo *L. longisporum* em *O. praelonga*, pode ser explicada pela condição favorável ao fungo e pela maior especificidade desse isolado ao hospedeiro.

Pelos resultados de testes do isolado ESALQ-972 em *B. phoenicis* (MACEDO; TANZINI; ALVES, 2001), verificou-se concluído que este isolado não demonstrou ser virulento para o ácaro, causando a morte de forma lenta e o artrópode manteve a alimentação sem redução do dano à folha.

A ecdise tem sido referida como um meio natural de evitar a ação de um patógeno (OMOTO; ALVES, 1998; VESTERGAARD et al., 2005). Para *O. praelonga*, o processo de ecdise não evitou a ação do entomopatógeno, já que o fungo colonizou o inseto no período de 24 a 48 horas. Também as ninfas, no momento da muda, não se escondem, ficando expostas à ação do fungo que continua o seu desenvolvimento vegetativo, formando uma rede de micélio, na qual pode ficar preso o inseto.

As condições ambientais adequadas ao *Lecanicillium* e à colonização de *O. praelonga* favoreceram a infecção sob condições laboratoriais e de campo, como descrito por Guarín et al., 2006.

Após 48 a 72 horas de inoculação, continuou-se a colonização do inseto e a colonização superficial da folha (sem a penetração nos estômatos), com produção abundante de conidióforos. Nesta etapa foi possível determinar a extrusão do fungo rompendo a cutícula e emergindo na superfície do inseto. No período entre 72 e 96 horas após a inoculação acentuou-se a colonização do hospedeiro e da superfície foliar. Na superfície do inseto o fungo continuou a produção de conidióforos. Apresentou-se também a extrusão do fungo pela cutícula (Figuras 10), semelhante ao descrito na relação de *M. euphorbiae* com *L. lecanii* (ASKARY; BENHAMOU; BRODEUR, 1999).

Os insetos sadios ficaram presos à rede micelial que cresceu na superfície da folha, proveniente de cadáveres ou exúvias (Figura 6. A). Depois da ecdise, a nova ninfa ou adulto, próximos da fonte de inóculo, com cutícula ainda não esclerotizada e com teor elevado de

umidade, reúnem condições adequadas à colonização pelo fungo, adaptado a condições hidrofílicas (SAMSON; EVANS; LATGÈ, 1988).

A produção de conidióforos do microrganismo na superfície do inseto foi observada a partir de 24 a 48 horas após a inoculação (Figura 5. C). Uma das características do desenvolvimento de *L. lecanii* sobre seu hospedeiro *M. euphorbiae* foi a sobreposição de etapas na infecção, como determinado por Askary; Benhamou e Brodeur, (1999), sendo que o fungo proliferou, simultaneamente, na superfície da cutícula do inseto e em seu interior (hemocèle) originando conidióforos que emergiram do tegumento do hospedeiro ou de hifas se desenvolvendo sobre a exúvia, como ocorreu com *L. longisporum* sobre *O. praelonga* (Figuras 6. A, B e C). Além da colonização do inseto o fungo fez a extrusão e saiu através das estruturas externas das peças bucais (Figura 6. B).

Decorridas 96 a 120 horas após a inoculação, o fungo continuou a apresentar abundante produção de conidióforos e de conídios sobre o inseto. Após 120 a 144 horas da inoculação, na superfície do inseto e da folha, observou-se novamente a produção de conidióforos.

Após esse período formou-se o inóculo para o ciclo secundário da doença. Assim o ciclo das relações patógeno-hospedeiro pode-se iniciar novamente em outro inseto ao entrar em contato com esse inóculo primário, sendo que os estágios juvenis, de maior deslocação, as fêmeas e os machos (alados), e insetos não suscetíveis de outras espécies, contribuem na transmissão horizontal do patógeno.

No agroecossistema de citros, as diferentes espécies de *Lecanicillium* têm demonstrado comportamentos diferenciados em relação à patogenicidade para diversas espécies de pragas. Os isolados de *Lecanicillium* obtidos neste agroecossistema parecem ser específicos a cada hospedeiro. Prova disso é o fato de que exemplares de *O. praelonga* oriundos da área com epizootia por *Lecanicillium* em pulgões, não apresentaram a doença. No entanto, em outros períodos, verificou-se mortalidade elevada para *O. praelonga* por ESALQ-1300, sendo que os pulgões não foram infectados.

Também, observações macroscópicas evidenciaram que o desenvolvimento do fungo nos hospedeiros apresentou-se de maneira totalmente diferente. Em *O. praelonga*, o crescimento do isolado ESALQ-1300 ocorreu envolvendo o hospedeiro com o halo-branco, de capa tênue de micélio e pouca adesão ao substrato. Diferente do que o isolado patogênico aos pulgões, que

ficaram totalmente fixos na superfície da folha e cobertos por uma capa densa de micélio e estruturas do fungo aderindo-o à folha de citros.

A retirada dos propágulos e até a cooperação para limpeza por parte de outros indivíduos da mesma espécie não ocorreu em *O. praelonga* devido à seu pouco deslocamento, posição fixa da cabeça, e tipo de aparelho bucal sugador. Por outro lado, o fungo, não conseguiu ter contato com os canais de ingestão e sistema digestivo do inseto.

Os conídios de *L. longisporum* aderiram à cutícula de *O. praelonga*, penetrando-a pelos orifícios naturais, como ocorre com outros fungos entomopatogênicos (TALAEI-HASSANLOUI et al., 2007). Os conídios oriundos do desenvolvimento do fungo na folha ou no hospedeiro primário são disseminados horizontalmente por meio de insetos doentes e/ou sadios da mesma espécie, como os estados alados de pulgões (FENG et al., 2007). Os artrópodes tolerantes que partilham o nicho com a praga, como os parasitos, predadores e insetos fungívoros (psocópteros), assim como pelo vento, chuva, homem etc., podem contribuir na disseminação do patógeno. VIÊGAS (1939) discutiu o papel da formiga *Camponotus cameroni* na inoculação de cochonilhas com o fungo *L. lecanii*.

Cochonilhas como *O. praelonga*, evoluíram tendo as ninfas como principal estratégia de dispersão (VOGELGESANG; SZKLARZEWICZ, 2001). Na fase adulta, as fêmeas, em contraste aos machos, são estacionárias ou completamente imóveis na planta (GULLAN; KOSZTABAR, 1997). Essa característica seria muito favorável à ação de fungos entomopatogênicos. Porém, nas fêmeas, o ovissaco protege mecanicamente os ovos e embriões e a cera e secreções podem protegê-los contra microrganismos (VOGELGESANG; SZKLARZEWICZ, 2001), como foi constatado ao ser removida a cera de *Phoenicococcus marlatti* com acetato de etila, sendo o inseto colonizado por *L. dimorphum* e por *L. cf. psalliotae* (ASENCIO; LÓPEZ-LLORCA; LÓPEZ-JIMÉNEZ, 2005).

Não foi determinada, no mesmo inseto, a ocorrência de mais um ciclo infeccioso causado pelo isolado ESALQ-1300. Esse fato marcou a diferença com *Syngliocladium* sp., que quando colonizou *O. praelonga*, e preservado em BOD para observações a cada 15 dias, produziu até quatro ciclos no mesmo indivíduo. Os ciclos iniciais do fungo *Syngliocladium* sobre *O. praelonga* podem ser diferenciados pela tonalidade da cor salmão mais clara das massas de conídios sobre o hospedeiro.

A disseminação de propágulos entre indivíduos da colônia foi garantida pela movimentação das ninfas de primeiros ínstar em áreas com diferentes níveis de insetos colonizados pelo fungo. Assim, essa característica comportamental permitiu a ocorrência de disseminação horizontal do patógeno. O isolado ESALQ-1300 apresentou crescimento radial de 2 a 3 vezes o tamanho do corpo do inseto colonizado, constituindo-se em fonte de inóculo para mais ciclos da doença.

O isolado ESALQ-1300 apresentou alta especificidade sobre *O. praelonga*, conforme verificado em testes laboratoriais (GARCIA, 2004; GUARÍN et al., 2006, 2007) e em campo (GUARÍN et al., 2007). Em campo, constatou-se que o mesmo ocorre epizooticamente sobre *O. praelonga*. Outros insetos sugadores como *Planococcus citri*, *Pinanspis citri*, *Parlatoria ziziphi*, pulgões; parasitos como microhimenópteros e cecidomídeos; percevejos predadores como *Orius* sp. e *Ambracius dufouri* (Hemiptera: Miridae); coccinelídeos como *Azia pusilla*, *Stethorus* sp. e *Cryptolaemus monstruozeri*, que partilhavam o mesmo nicho com a praga, não foram suscetíveis ao patógeno. Também, em testes laboratoriais, determinou-se que *Pl. citri* não foi suscetível a diferentes isolados de *Lecanicillium* (ALVES et al., 2007).

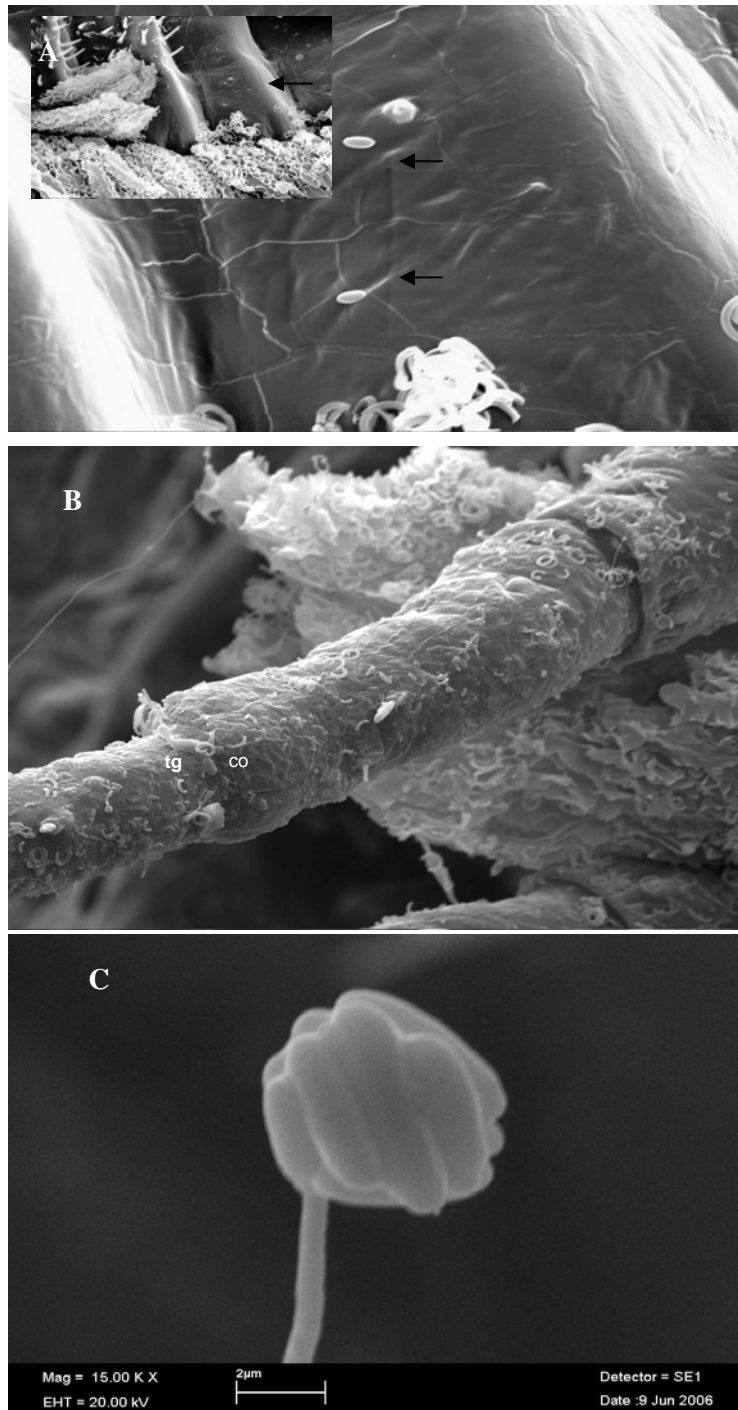


Figura 5 - Ciclo das relações de *Lecanicillium longisporum* em *Orthezia praelonga*. A. Adesão, B. Germinação unipolar, C. Massa de conídios em conidióforo

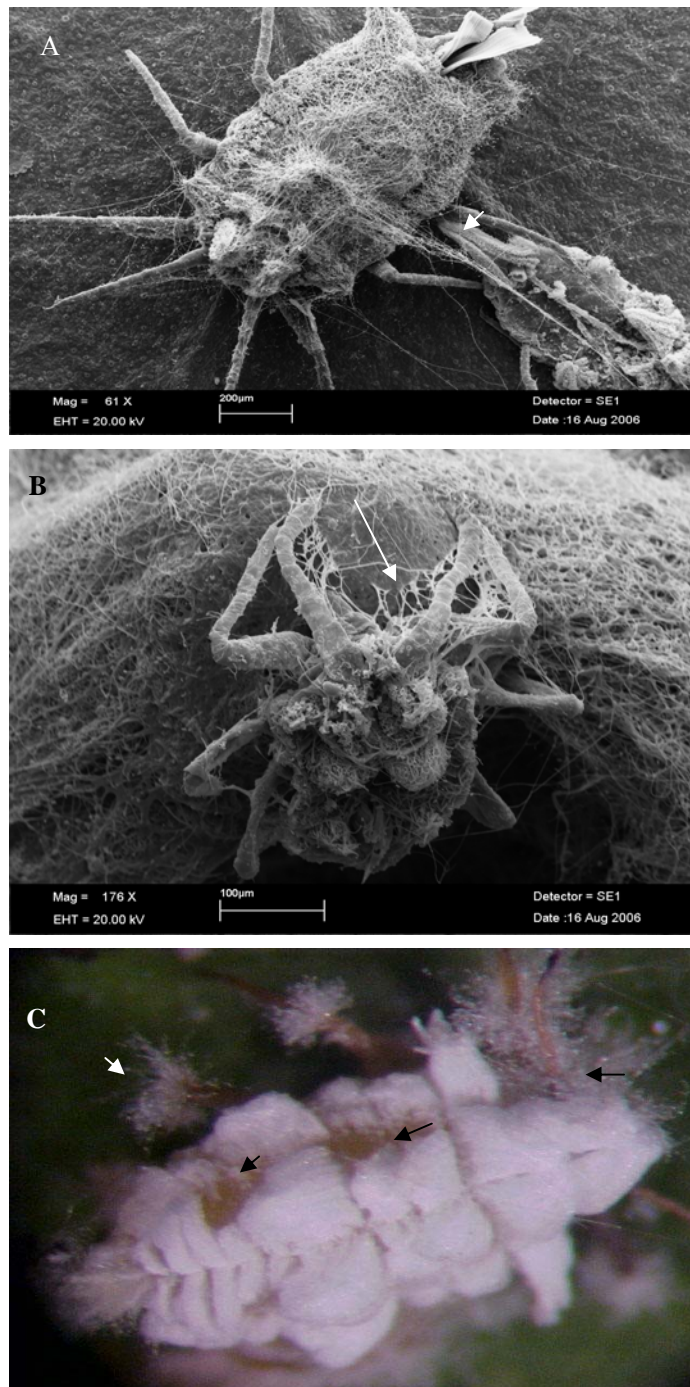


Figura 6 - Ciclo das relações de *Lecanicillium longisporum* em *Orthezia praelonga*. A. Micélio passando de exúvia à ninfa, B. Micélio passando de folha a inseto, C. Inseto colonizado e de cor esverdeada

4.3 Influência dos fatores abióticos e tipo de manejo sobre insetos sugadores

4.3.1 Fatores que afetam a mortalidade de *Orthezia praelonga*

A condição de *O. praelonga* como praga-chave do agroecossistema citros justifica avaliar as causas e características de sua flutuação populacional, envolvendo a variação populacional dos agentes responsáveis pela mortalidade e sua relação com fatores abióticos.

Para isso, são apresentadas, mensalmente, para os três sistemas de manejo de pragas (Figura 7) as seguintes informações: (A) flutuação populacional da praga, (B) número total de indivíduos da praga, (C) número de indivíduos mortos por *Lecanicillium longisporum*, (D) número de indivíduos mortos por *Syngliocladium* sp., (E) número de indivíduos mortos por outras causas e (F) fatores meteorológicos: precipitação (cm) e umidade relativa (%).

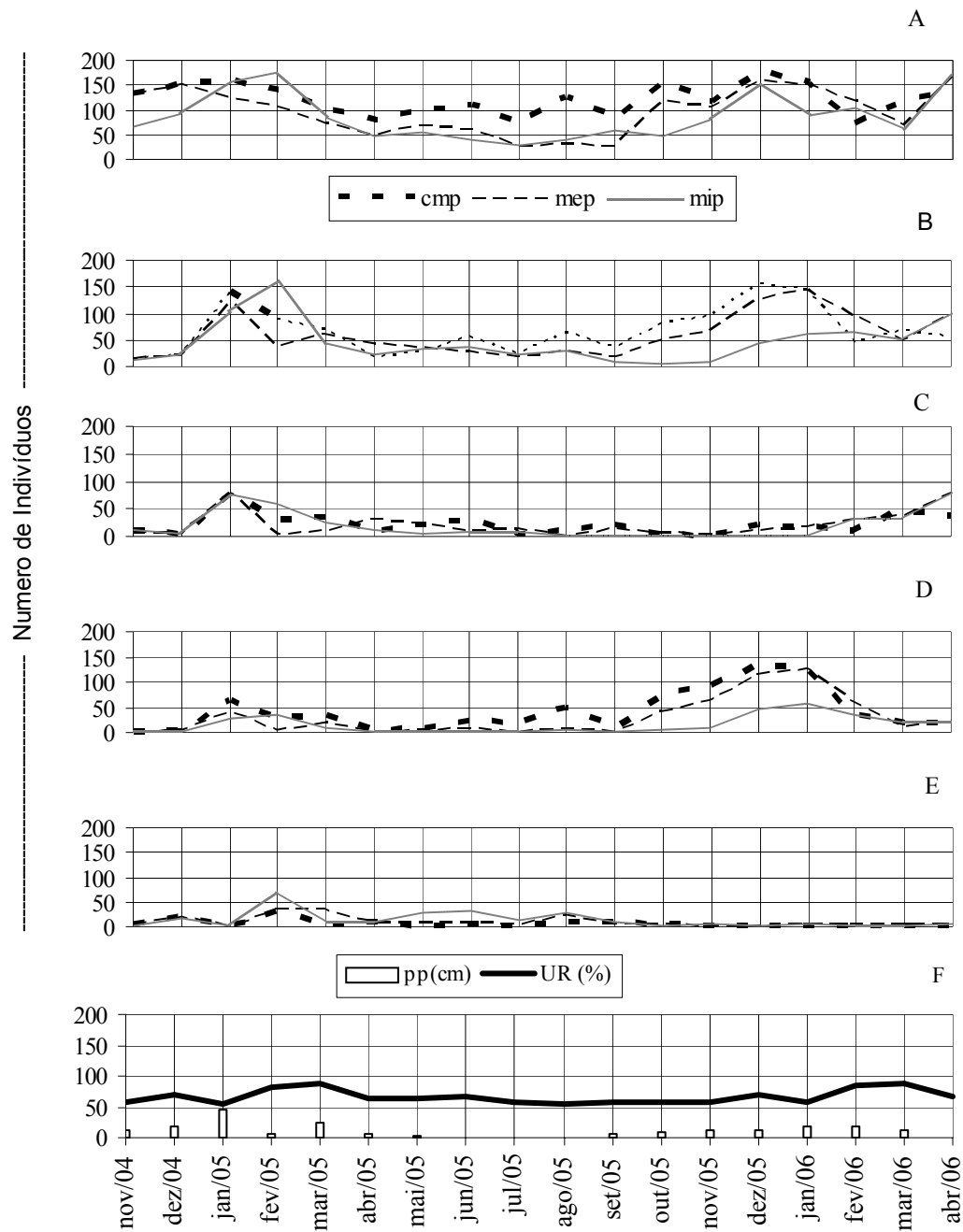


Figura 7 - Flutuação mensal de *Orthezia praelonga* nos três sistemas de manejo. A. Infestação; B. Indivíduos Mortos; C. Mortos por *Lecanicillium longisporum*; D. Mortos por *Syngliocladium* sp.; E. Mortos por outras causas; F. Fatores meteorológicos. Fazenda Cambuhy, Matão-SP

Pode-se observar que nos três sistemas a infestação de ortézia apresentou a mesma tendência, sendo que no MIP notou-se, entre dezembro de 2004 e fevereiro de 2005, um surto da praga, coincidindo com a aplicação dos agrotóxicos Malathion (vs. bicho furão, tripes,

cigarrinhas e moscas-das-frutas), Talstar (contra *B. phoenicis*, *O. praelonga*, *Panonychus* e bicho furão), Dimetoato (vs. mosca-branca, cochonilhas com carapaça, tripes, *Panonychus*, *Phyllocoptruta* e *Planococcus*). No entanto, no MEP e CMP, registrou-se um declínio da infestação no período de dezembro de 2004 até abril de 2005, sendo que nos dois sistemas foi realizada uma aplicação da formulação comercial do fungo *L. longisporum* (Vertirril® WP).

Nos três tratamentos, a variação da infestação apresentou tendência de queda, sendo os índices mais próximos entre MEP e MIP e mais elevados no sistema CMP. No período de fevereiro a julho de 2005, os incrementos e quedas na infestação seguiram a mesma tendência entre sistemas, sendo maior para o CMP. A infestação, no período de agosto a dezembro de 2005, mesmo sendo mais alta no CMP, apresentou quedas drásticas de um mês para outro, ao contrário do que ocorreu no MEP e MIP, que apresentaram tendência gradativa de crescimento.

Entre os meses de dezembro de 2005 e fevereiro de 2006 no CMP, notou-se uma queda drástica da infestação, com níveis inferiores em relação aos tratamentos MEP e MIP. No MIP, observou-se queda na infestação de dezembro a janeiro de 2006, com aumento em fevereiro do mesmo ano. Em avaliações feitas em abril de 2006, ocorreram infestações semelhantes para os três sistemas, mostrando que, aparentemente, apesar de os tratamentos serem diferentes, os potenciais de infestação foram semelhantes.

Comparando o número de indivíduos mortos nos três sistemas, determinaram-se dois períodos bem definidos. Assim, de dezembro de 2004 a março de 2005 e de julho de 2005 a abril de 2006, ocorreram aumentos e diminuições na infestação da praga, com a mesma tendência nos três sistemas. No período de abril a setembro de 2005, ocorreu maior mortalidade de *O. praelonga* no CMP. A mortalidade da praga foi muito semelhante no MEP e MIP, embora apresentando menor número de indivíduos mortos quando comparado com o CMP.

Entre setembro e dezembro de 2005 no MIP, mesmo com aplicações dos agrotóxicos Malathion (vs. bicho furão, tripes, cigarrinhas e moscas-das-frutas), Torque (vs. *Panonychus*, *Phyllocoptruta*, *Polyphagotarsonemus*, *Eutetranychus banksi*), a infestação pela praga apresentou tendência de crescimento. No entanto, a mortalidade foi reduzida até novembro de 2005. A partir desse mês, a mortalidade da praga aumentou, embora tenha sido muito inferior às observadas no CMP e MEP, os quais continuaram a crescer até janeiro de 2006, quando houve queda na infestação da praga. No mês de outubro de 2005, a infestação pela praga foi maior no MEP e CMP, não diferindo do MIP. Fevereiro de 2006 apresentou, no CMP, um aumento da infestação e

estabilização na mortalidade da praga. No entanto, nos tratamentos MEP e MIP, em março de 2006, observou-se incremento na infestação acompanhado de aumento na mortalidade da praga.

Com exceção de fevereiro de 2005, o número de indivíduos de *O. praelonga* mortos foi maior no CMP (Figura 7. B), situação persistente até janeiro de 2006, no qual verificou-se queda da infestação. No MEP, observou-se menor número de indivíduos mortos do que nos outros sistemas no período de dezembro de 2004 até março de 2005. A partir desse mês, observou-se variação nos índices, sendo mais semelhantes ao MIP, tendência conservada até o mês de setembro, cujo número de mortos aumentou subitamente até janeiro de 2006, sendo próximo ao CMP, embora menores. No período entre fevereiro e março de 2006, houve estabilização no número de indivíduos mortos, sendo semelhantes para os três tratamentos.

Para avaliar a variação populacional de *O. praelonga*, como sendo os indivíduos novos coletados cada mês (infestação), em função das diferentes variáveis, como insetos vivos ou sobreviventes (potencial de reinfestação), insetos mortos (mortalidade) pelos fungos *L. longisporum* e *Syngliocladium* sp. e por outras causas (efeito da predação, dos inseticidas ou da ação conjunta entre inseticida e fungos entomopatogênicos), assim como dos fatores meteorológicos (temperatura, umidade relativa e precipitação), para cada um dos sistemas, recorreu-se ao coeficiente de correlação residual de Spearman (r), podendo-se inferir na contribuição de cada um desses fatores dentro de cada sistema de manejo de pragas e desconsiderando o efeito da interação entre sistemas e tempo (Tabela 17).

Tabela 17 - Coeficiente de correlação residual de Spearman e probabilidade (r, p) das variáveis associadas à infestação, sobrevivência, mortalidade, fatores de mortalidade mensais de *O. praelonga* e fatores meteorológicos nos três sistemas. Fazenda Cambuhy (Matão-SP)

Correlação	Sistema ¹		
	CMP	MEP	MIP
	(r; p)	(r; p)	(r; p)
Infestação vs. Sobreviventes	ns	ns	0,61 ; 0,0068
Infestação vs. <i>Lecanicillium longisporum</i>	ns	0,43 ; 0,0725	Ns
Mortos vs. <i>Syngliocladium</i> sp.	0,48 ; 0,0451	0,41; 0,0869	0,73; 0,0006
Mortos vs. Outros	-0,49; 0,0354	ns	Ns
Mortos vs. Temperatura	ns	-0,43; 0,0790	Ns
Mortos vs. Precipitação	ns	0,58; 0,0120	Ns
Sobreviventes vs. <i>Lecanicillium longisporum</i>	ns	ns	-0,49; 0,0403
Sobreviventes vs. <i>Syngliocladium</i> sp.	-0,39; 0,1085	ns	Ns
Sobreviventes vs. Outros	ns	ns	0,43; 0,0724
Sobreviventes vs. Umidade relativa	-0,40; 0,0962	-0,49; 0,0367	Ns
Sobreviventes vs. Precipitação	0,49; 0,0382	ns	0,57; 0,0136
<i>Lecanicillium longisporum</i> vs. Temperatura	ns	ns	0,48; 0,0454
<i>Lecanicillium longisporum</i> vs. Precipitação	ns	ns	-0,50; 0,0349
<i>Syngliocladium</i> sp. vs. Precipitação	-0,46; 0,0548	ns	Ns
Outros vs. Temperatura	ns	ns	-0,64; 0,0042
Temperatura vs. Umidade relativa	0,38; 0,1174	ns	Ns
Temperatura vs. Precipitação	-0,47; 0,0516	-0,44; 0,0679	-0,64; 0,0039

¹ Os coeficientes apresentados são significativos a 13 % probabilidade (Spearman; SAS 9.1.).

² ns= não significativo.

A correlação do número de indivíduos infestando as árvores em cada um dos talhões, em função do número de sobreviventes, foi significativa para o MIP (0,61; 0,0068) (Tabela 17). Embora o sistema tenha a menor infestação dos três sistemas, apresentou a maior sobrevivência do inseto (47,9%), refletindo o potencial de reinfestação dessa praga nesse sistema. Existe uma associação direta entre infestação e sobrevivência (potencial de reinfestação) da praga. No MIP, observou-se maior reinfestação, decorrente provavelmente do efeito do sistema de manejo de pragas. Nesse sistema, foram feitas aplicações de agrotóxicos que podem ter afetado os principais inimigos naturais da praga, representados por parasitóides, predadores e patógenos..

Na correlação infestação por *O. praelonga* com mortalidade causada por *L. longisporum*, encontrou-se associação direta só para o tratamento MEP (0,43; 0,0725), indicando que, para esse sistema, o nível de infestação pela praga é condição para prevalência do fungo entomopatogênico. Os tratos culturais empregados no sistema, aplicação de inseticidas seletivos ao fungo *L. longisporum*, permitiram o enfraquecimento da praga e a ação desse entomopatógeno, aumentando o seu potencial de inóculo e sua eficácia.

Nos três sistemas comparados, a correlação de indivíduos de *O. praelonga* mortos com a prevalência do fungo *Syngliocladium* sp. apresentou-se positiva, embora com associação mais direta para o MIP (0,73; 0,0006). Considerando os tratos culturais e o uso de inseticidas químicos no sistema, a associação mais direta pode ser explicada pelo efeito sinérgico dos inseticidas com o entomopatôgeno, o qual provavelmente teve mais facilidade em colonizar os insetos debilitados pelos inseticidas. No CMP (0,48; 0,00451), o índice pode ser entendido como a contribuição absoluta do fungo à mortalidade, pois não foram aplicados inseticidas. No MEP, a correlação (0,41; 0,0869) foi indicativa da menor contribuição do fungo à mortalidade da praga, se comparado com o MIP. O fungo *Syngliocladium* sp. não foi aplicado durante as avaliações, mesmo assim esse patógeno prevaleceu no agroecossistema citros sob as condições de avaliação, sendo considerado um bom agente endêmico.

Para o CMP, o número de indivíduos mortos por outros fatores apresentou associação negativa (-0,49; 0,0354), indicando que o parasitismo e predação competem com os fungos entomopatogênicos por presas ou substratos adequados para o seu sucesso biológico, embora essa situação indique a complementação dos diferentes fatores de mortalidade no sistema, pois não foram pulverizados inseticidas. No CMP, a mortalidade foi considerada como sendo exclusivamente devida ao controle microbiano, predação e parasitismo. Nos tratamentos MEP e MIP, para o período de avaliação de dezoito meses, determinou-se que a correlação entre as variáveis não foi significativa, embora no primeiro, tenham sido efetuadas oito pulverizações de inseticidas e três de acaricidas, e no MEP, duas aplicações, uma de inseticida e outra de acaricida. A mortalidade de insetos por outras causas no MIP ocorreu em virtude da aplicação de inseticidas, pois não apresentaram os sintomas e sinais de doenças causados por fungos.

No MEP, a correlação de temperatura com mortalidade apresentou associação inversa ainda que débil (-0,43; 0,0790). Nos demais sistemas, a correlação não foi significativa. Também no MEP, determinou-se a correlação entre mortalidade e precipitação (0,58; 0,0120), sendo os fatores abióticos os que mais influenciaram a mortalidade da praga. A temperatura esteve associada negativamente com a mortalidade da praga, sendo que contribuiu para fornecer condições para a expressão diferenciada dos fungos entomopatogênicos. A mortalidade esteve associada positivamente com a precipitação, indicando a ação física desse fator na regulação da praga, ou fornecendo as condições de umidade para as exigências bioecológicas dos dois fungos

epizoóticos, ou, pelo contrário, promovendo o sucesso reprodutivo da praga, quando as condições não favoreceram um desses patógenos.

No tratamento MIP, o potencial de reinfestação da praga (sobreviventes) teve correlação negativa com a mortalidade causada por *L. longisporum* (-0,49; 0,0403), sendo que com a prevalência do fungo os sobreviventes diminuíram. Essa correlação negativa entre mortalidade por *Lecanicillium* spp. e sobreviventes indica a grande contribuição desse fungo na promoção de mortalidade e pode-se inferir que, provavelmente, os tratamentos das pragas com inseticidas favoreçam a prevalência do fungo, já que na presença de inseticidas seletivos esse patógeno tem a capacidade de colonizar os indivíduos estressados de *O. praelonga*, indicando uma possível ação sinérgica com esses produtos.

A variável indivíduos sobreviventes (potencial de reinfestação) apresentou correlação significativa com a variável indivíduos mortos por *Syngliocladium* sp.. Foi uma associação inversa só no CMP (-0,39; 0,1085). Assim, nesse sistema, o fungo apresentou correlação muito interessante com a sobrevivência, indicando o seu potencial para a regulação da praga em condições de campo. Sabendo-se que no CMP não foram aplicados inseticidas, isso indica a suscetibilidade do fungo a esses agrotóxicos. O fungo *Syngliocladium* sp. não parece estar associado ao efeito sinérgico com os inseticidas, como acontece com o fungo *L. longisporum*.

No CMP, a variação na mortalidade da praga acompanhou a dinâmica da infestação que, por sua vez, foi coincidente com a variação da precipitação (Figura 7. B e F). Em condições de alta umidade relativa, notou-se diminuição na infestação pela praga. O aumento da infestação foi simultâneo com o aumento da precipitação, sendo interrompida essa tendência quando a precipitação atingiu os valores máximos. Provavelmente, a ação física da chuva contribuiu para regular a população da praga associada a outros fatores abióticos e bióticos como a ocorrência de fungos entomopatogênicos.

Os picos de mortalidade da praga apresentaram-se coincidentes aos meses posteriores às mais altas precipitações, como pode ser observado nos meses de janeiro e fevereiro de 2005 e dezembro de 2005 a janeiro de 2006 (Figura 7. B e F).

No MIP, a correlação de indivíduos sobreviventes com mortalidade causada por outros fatores apresentou associação direta (0,43; 0,0724), indicando o aumento de ambas as variáveis e confirmando o resultado da correlação infestação vs. sobreviventes no mesmo sistema. Mesmo

que no tratamento tenha ocorrido a menor infestação, este apresentou a maior reinfestação, ou seja, sobrevivência de aproximadamente 48%.

Para CMP (-0,40; 0,0962) e MEP (-0,49; 0,0367), tratamentos nos quais foram pulverizados fungos entomopatogênicos, a correlação das variáveis “insetos sobreviventes vs. umidade relativa” apresentou associação inversa, indicando a dependência dos fatores bióticos (ocorrência de fungos) de mortalidade por essa variável. A sobrevivência da praga diminuiu com aumento da umidade relativa, ou seja, a umidade relativa teve efeito sobre o potencial de reinfestação. Logo, a umidade relativa foi determinante na ocorrência das epizootias causadas pelos fungos *L. longisporum* e *Syngliocladium* sp. contribuindo para a menor reinfestação da praga.

A correlação indivíduos “sobreviventes vs. precipitação” apresentou uma associação direta nos sistemas CMP (0,49; 0,0382) e MIP (0,57; 0,0136). O efeito da precipitação provavelmente está associado diretamente à expressão das condições ótimas para o sucesso biológico da praga. No MIP, o efeito da precipitação pode ter lavado os inseticidas, permitindo que a praga ficasse menos exposta aos produtos, o que acarretou uma maior sobrevivência. No CMP, o índice atingido pode indicar como o excesso de precipitação pode limitar a expressão dos fatores de mortalidade, fazendo com que a sobrevivência da praga seja maior. Da mesma maneira que os agrotóxicos, os propágulos dos entomopatógenos podem ser lavados, limitando a quantidade de inóculo e a ocorrência das doenças. Segundo Alves e Lecuona (1998) chuvas muito intensas, durante a ocorrência dos focos primários das doenças (fase pré-epizoótica), prejudicam a disseminação do patógeno e o desenvolvimento da doença. Os mesmos autores constataram que quando *Nomuraea rileyi* ataca a lagarta-da-soja, a alternância de períodos chuvosos e períodos secos com ventos, durante a ocorrência da doença, é uma condição necessária e importante para que a doença atinja níveis epizoóticos.

As correlações da variável mortalidade causada por *L. longisporum* com os fatores abióticos precipitação e temperatura só foram significativas no MIP. A associação foi direta para temperatura (0,48; 0,0454), no entanto para precipitação (-0,50; 0,0349) foi indireta. A temperatura esteve diretamente associada à mortalidade por *L. longisporum*, porém com aumento da precipitação houve diminuição na expressão da mortalidade causada pelo fungo.

No CMP, a correlação mortalidade causada por “*Syngliocladium* sp. vs. precipitação” apresentou uma associação inversa (-0,46; 0,0548) que pode indicar a dependência desse fungo

de condições de baixa precipitação para causar mortalidade sobre *O. praelonga*, sob condições de controle microbiano em pomares isentos de inseticidas.

A mortalidade causada por outros fatores tem um significado próprio para cada um dos sistemas. No MIP, trata-se da mortalidade causada principalmente pelo efeito direto dos inseticidas. No entanto, a mortalidade no MEP foi provocada pela ação conjunta dos inseticidas e dos fungos entomopatogênicos, embora esses fungos não tenham conseguido colonizar os insetos enfraquecidos pelo inseticida e toxinas, não ocorrendo a formação de micélio externo e da fase de conidiogênese.

No MIP, a mortalidade por “outras causas” foi a causada pelos inseticidas. A correlação “Outros fatores de mortalidade vs. Temperatura” apresentou-se significativa para esse sistema (-0,64; 0,0042) e indicou uma associação inversa, de modo que a mortalidade por outras causas aumentou com a queda da temperatura. As possibilidades dos fungos agirem sobre a praga, sob condições de baixas temperaturas, são limitadas, sendo mais evidente o efeito direto dos inseticidas. Assim, o efeito conjunto dos inseticidas e dos fungos não foi responsável pela mortalidade da praga. Ficou evidente nessa correlação o efeito direto do inseticida.

Comparando os fatores climáticos “Temperatura vs. Umidade relativa”, determinou-se correlação significativa para o sistema CMP (0,38; 0,1174). A associação direta das variáveis indica a dependência do sistema da presença de condições favoráveis para os fungos entomopatogênicos causar mortalidade. A ocorrência de mortalidade no tratamento depende de diversos fatores estressores da praga. A temperatura e umidade relativa do ar estão diretamente relacionadas e condicionam a ação dos fungos entomopatogênicos nas suas fases de adesão, germinação, penetração, produção de toxinas e ação mecânica, colonização, extrusão e conidiogênese (ALVES; LECUONA, 1998).

As condições de temperatura, umidade relativa e precipitação, agindo na flutuação populacional de pragas e reguladores, sob condições de campo, são complexas. Em condições de casa de vegetação, como algo mais próximo do que acontece em campo, foi determinado como com umidade relativa baixa do ar, a mosca-branca das casas de vegetação, *Trialeurodes vaporariorum* apresentou maior mortalidade, sendo esse fato atribuído às condições de umidade nas proximidades da interfase praga e o entomopatógeno *L. lecanii* em tomateiro (FARGUES et al., 2003).

Considerando a variável número de indivíduos de *O. praelonga* mortos nos três sistemas de manejo (Tabela 17), pode-se observar que no MIP a correlação de “mortos vs. mortos por *Syngliocladium* sp.” apresentou um coeficiente que indica a grande contribuição do fungo (0,73; 0,0006) como fator de mortalidade para o controle da praga. Na mesma correlação, os valores determinados para o MEP (0,41; 0,0869) e CMP (0,48; 0,0451) foram menores, indicando a maior contribuição do fungo como fator de mortalidade e, provavelmente, a ação combinada do patógeno que colonizou os insetos estressados pelo efeito dos agrotóxicos, com exceção do CMP, onde não se aplicou inseticidas.

No MEP, também foi possível observar a importância do efeito da temperatura e da precipitação na mortalidade da praga, sendo que a ocorrência dos dois fungos foi afetada por esses fatores. Assim, *Syngliocladium* sp. foi mais eficaz em condições de temperaturas mais altas e baixa precipitação. Ao contrário, *L. longisporum* teve melhor desempenho em temperaturas menores (20-25 °C) e umidade relativa e precipitação mais elevadas. As variáveis precipitação e temperatura são condicionantes e afetam significativamente a ocorrência de epizootias dos fungos considerados.

O coeficiente de correlação para o CMP que envolve “indivíduos mortos vs. indivíduos mortos por outros fatores” foi negativo (-0,49; 0,0354). Isso indica que, provavelmente, a expressão desse fator está limitada ao efeito direto do parasitismo, predação e acaricidas sobre a praga, já que, quando os espécimes foram diagnosticados como sendo mortos por outras causas, os cadáveres não apresentavam sintomas ou sinais da presença dos fungos entomopatogênicos.

No CMP (Tabela 17), a correlação da variável “indivíduos de *O. praelonga* mortos vs. mortos pelo fungo *Syngliocladium* sp.” indicou pouca associação (0,48; 0,0451), como também não no sistema MIP e MEP. No CMP a mortalidade foi provocada por fungos em condições de baixa ou elevada temperatura e pelo sucesso do parasitismo. No entanto, no MIP foi provocada diretamente pelos inseticidas e a mortalidade favorecida pelo estresse do inseto atingido pelo inseticida, o que permitiu a ação de um dos fungos em condições de elevada temperatura ou do outro que foi favorecido em condições de baixa temperatura.

No MIP, a correlação “mortalidade vs. mortalidade causada por cada um dos fungos” só foi significativa para *Syngliocladium* sp. (0,73; 0,0006). Provavelmente, os agrotóxicos apresentaram um efeito sinérgico com o fungo endêmico, proveniente de outras áreas, já que este

não foi aplicado. Nesse sistema, a mortalidade causada por *Syngliocladium* sp. explicou em maior proporção a contribuição dos fungos entomopatogênicos na mortalidade total da praga.

A ocorrência conjunta dos fungos entomopatogênicos causando epizootia no MEP foi possível em função da sua eficiente transmissão horizontal e da não interferência proporcionada pelo uso de agrotóxicos seletivos, todos previamente selecionados quanto à sua inocuidade para os fungos entomopatogênicos.

A mortalidade causada por *L. longisporum* apresentou um comportamento bastante semelhante nos três sistemas (Figura 7. C, Tabela 17). No MIP, no período entre abril e dezembro de 2005, não houve ocorrência do patógeno em função da ausência de hospedeiro, necessário para garantir a fonte de inóculo e recolonização da praga. Por outro lado, no CMP, o baixo nível de infestação da praga garantiu o substrato para formação de focos primários da doença e preservação do patógeno. No entanto, no MEP, observou-se uma situação intermediária, já que foram aplicados tanto inseticidas químicos como *L. longisporum*, garantindo fonte de inóculo nos indivíduos colonizados.

A correlação negativa (-0,49; 0,0403) no MIP das variáveis sobreviventes com os indivíduos mortos por *L. longisporum* pode sugerir o efeito indesejável de diferentes fatores, incluindo o uso de certos agrotóxicos (fungicidas), sobre a preservação do microrganismo, havendo necessidade de aplicações mais frequentes deste fungo para garantir a permanência de uma fonte de inóculo na cultura e diminuir a reinfestação da praga.

No MIP, obteve-se o maior coeficiente de correlação da variável “mortalidade vs. mortalidade por *Syngliocladium* sp.” (0,73; 0,0006), comprovando o efeito sinérgico do patógeno enzoótico nas condições do agroecossistema citros, associado ao uso de defensivos na fazenda. É possível que esse patógeno seja resistente a diversos agrotóxicos que vêm sendo utilizados nesse local já que é enzoótico em áreas submetidas a aplicações desses produtos. Também esse fungo poderia ser pouco virulento e só colonizou insetos já intoxicados pelos inseticidas. No entanto esses fatos ainda precisam ser comprovados.

O fungo *Syngliocladium* sp. precisa de condições mais extremas de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação, sendo também beneficiado pelo uso de agrotóxicos e pela condição endêmica na cultura.

Para essa mesma correlação, no MEP, obteve-se o menor índice (0,41; 0,0869) comparado com os outros sistemas, o que indica que são vários os fatores que explicam a mortalidade da

praga, assim como a dependência desse fungo do efeito subletal causado pelos agrotóxicos no inseto-alvo, tomando o hospedeiro mais suscetível e garantir substrato para produzir inóculo. Ainda nesse sistema, o efeito dos agrotóxicos provavelmente foi prejudicial à manutenção do fungo, diferente do CMP, no qual o patógeno contou com condições mais favoráveis para se estabelecer.

Nos tratamentos MEP e CMP (Figura 7. D), notou-se, mesmo com baixa população da praga no período de abril a novembro de 2005, a alta incidência de *Syngliocladium* sp., sendo maior a prevalência no CMP. No entanto, no MIP, observou-se um incremento na população da praga, e o efeito subletal de inseticidas permitiu a colonização da mesma por esse patógeno. Uma grande porção da mortalidade do inseto no sistema foi devida a esse fungo. No período de julho de 2005 a março de 2006, as maiores infestações da praga (substrato) nos tratamentos CMP e MEP corresponderam à maior incidência do patógeno, mostrando a sua relação denso-dependente.

No MIP, além da ação dos fungos *L. longisporum* e *Syngliocladium* sp., outros fatores foram responsáveis pela mortalidade da praga. Assim, os inseticidas foram os principais fatores responsáveis pela mortalidade do inseto seguido pelos parasitóides e predadores (Figura 7. E). No mesmo sistema, pôde-se observar, no período entre setembro de 2005 e abril de 2006, que a participação desse fator de mortalidade foi muito reduzida (Figura 7. E), destacando-se os fungos como agentes predominantes de mortalidade para o inseto (Figura 7. C e D).

No MEP, a mortalidade por outros fatores pode ser considerada muito complexa, envolvendo a ação dos fungos, inseticidas, parasitóides, predadores e, provavelmente, a ação conjunta de inseticidas e fungos entomopatogênicos, a qual parece ter sido a mais importante.

Dos três sistemas, o potencial de reinfestação da praga foi maior no MIP. Os insetos sobreviventes não foram afetados pelos agrotóxicos, entomopatógenos e predação. Com boa capacidade de se multiplicar na cultura, esses indivíduos constituem a principal causa de reinfestação da praga. Os fungos entomopatogênicos nativos foram prejudicados pelo efeito fungicida ou fungistático dos agrotóxicos e pelas condições sub-ótimas do tempo para a sua expressão sobre o seu hospedeiro.

No mês de abril de 2005 no MIP, foram realizadas sete pulverizações (inseticidas e acaricidas), com declínio da infestação da praga, que permaneceu em baixa densidade até agosto de 2005. Para o mesmo período, o nível de infestação da praga no MIP foi muito semelhante ao

do MEP, embora tenha sido feita, nesse último, apenas uma aplicação de acaricida e quatro com a formulação comercial do fungo *L. longisporum*. No mesmo período, no CMP, foram feitas três pulverizações de *L. longisporum*. Provavelmente, a ocorrência de condições climáticas adversas como baixa precipitação e baixa umidade relativa, além da baixa densidade da praga, não permitiram o desenvolvimento do fungo sobre seu hospedeiro. Também, deve-se considerar o efeito dos tratos culturais, como a aplicação de metais pesados como o cobre, sobre as condições de crescimento, esporulação e patogenicidade de fungos, como foi determinado por Ropek e Para, 2002.

As condições gerais do clima não são suficientes para explicar o comportamento dos entomopatógenos agindo sobre a população da praga. Os entomopatógenos são mais dependentes da densidade da praga para conseguir causar as epizootias. Nessas condições, o microclima nas proximidades do inseto é determinante para garantir a relação patógeno-hospedeiro. Isso já foi determinado, sob condições de casa de vegetação, para *Trialeurodes vaporariorum* em tomateiro; que em condições de baixa umidade relativa do ar foi determinada maior mortalidade da praga do que em ambientes mais úmidos (FARGUES et al., 2003).

4.3.2 Fatores que afetam a mortalidade de insetos sugadores em citros

Varias espécies de insetos sugadores têm suas populações reguladas por diferentes agentes no agroecossistema citros. Os microhimenópteros são os parasitóides mais freqüentes atuando como inimigos naturais de pulgões, *Chrysomphalus* sp., *Planococcus citri*, *Parlatoria ziziphi* e, especialmente, de *Pinnaspis* sp. (REHMAN, et al., 2000, KIM; KIM; ROBERTS, 2005).

Nos três sistemas avaliados, os fungos entomopatogênicos causaram epizootias em diversas espécies de insetos, destacando-se *L. muscarium* sobre pulgões, *Fusarium* sp. sobre *P. ziziphi* e *Ch. citri*. As moscas-brancas, que inclui *Aleurotrixus*, *Aleurotrachelus*, foram reguladas por *Aschersonia aleyrodis*, com pouca participação dos parasitóides.

Para se determinar a importância de cada fator de mortalidade nos sistemas de manejo de pragas usados no campo, as variáveis dependentes foram correlacionadas usando os resíduos dos dados originais, segundo a análise de Spearman (Tabela 18).

Tabela 18 - Coeficiente de correlação residual de Spearman e probabilidade (r, p) das variáveis associadas à infestação e mortalidade dos insetos sugadores sob ação de agentes de regulação nos três sistemas. Fazenda Cambuhy (Matão-SP)

Espécie	Correlações	Sistemas		
		CMP	MEP	MIP
Pulgões	Infestação vs. Mortalidade	0,58; <0,0001	0,77; <0,0001	0,47; 0,0002
	Infestação vs. <i>L. muscarium</i>	0,41; 0,0012	ns	ns
	Infestação vs. Microhimenópteros	0,51; <0,0001	0,75; <0,0001	0,46; 0,0002
	Mortalidade vs. Microhimenópteros	0,95; <0,0001	0,99; <0,0001	0,99; <0,0001
<i>Chrysomphalus</i> sp.	Infestação vs. Mortalidade	0,64; <0,0001	0,63; <0,0001	0,52; <0,0001
Moscas-brancas	Infestação vs. <i>Aschersonia aleyrodis</i>	0,75; <0,0001	0,79; <0,0001	0,79; <0,0001
<i>Planococcus citri</i>	Infestação vs. Mortalidade	0,41; 0,0011	0,29; 0,0235	0,33; 0,0094
<i>Pinnaspis</i> sp.	Infestação vs. Microhimenópteros	0,76; <0,0001	0,88; <0,0001	0,84; <0,0001
<i>Parlatoria ziziphi</i>	Infestação vs. <i>Fusarium</i> sp.	0,71; <0,0001	0,83; <0,0001	0,89; <0,0001

Pode-se observar para os pulgões a maior importância da mortalidade no MEP (0,77; <0,0001), sendo que no MIP esses insetos apresentaram a maior infestação. A associação de “infestação vs. mortalidade” no MIP (0,47; 0,0002), indicou maior sobrevivência da praga, sendo isso atribuível às condições de manejo da cultura, concentrado no uso de agrotóxicos, sendo que em diferentes condições os agentes de controle biológico dessa praga podem agir em sinergia ou de maneira antagonista (KIM; KIM; ROBERTS, 2005) segundo ao nível do surto da praga ou das condições ambientais com adequada quantidade de inóculo do fungo entomopatogênico e sincronização com outros fatores de regulação (MAGALÃES; MONNERAT; ALVES, 1998), como parasitismo por microhimenópteros em pulgões e o fungo *L. muscarium*. No CMP (0,58; <0,0001), apresentou-se uma situação intermediária de infestação e de mortalidade da praga.

A associação da “infestação por pulgões vs. *L. muscarium*” só apresentou significância no CMP (0,41; 0,0012), destacando o papel desse fungo na mortalidade em adição a outros fatores do sistema. A importância desse patógeno na mortalidade da praga parece ser expressa em períodos específicos, indicando que, como a maioria dos fungos, *L. muscarium* também é favorecido por elevadas densidade de indivíduos, podendo causar epizootia quando a praga atinge o acme populacional.

No CMP, sob condições de epizootia, cada pulgão colonizado por *L. muscarium* apresentou a produção de inóculo de 3,1 a 6,7 x10⁴ conídios e 3,1-3,2 x10⁶ conídios/folha. No

entanto, no MIP, produziu $1,3$ a $3,7 \times 10^4$ conídios/inseto e $2,9 \times 10^5$ a $2,3 \times 10^6$ conídios/folha (Tabela 19). O efeito fungicida ou fungistático dos agrotóxicos aplicados no MIP, provavelmente, poderia explicar a grande variabilidade na produção de propágulos do fungo no inseto colonizado e por unidade foliar. A produção de inóculo no hospedeiro é importante ao considerar o momento em que os insetos são atingidos pelo fungo, de maneira que, mesmo infestando a cultura, sob condições de epizootia, são colonizados pelo fungo, não permitindo que a praga se alimente e assim reduzindo os danos às plantas.

A correlação “pulgões vs. mortalidade”, sendo a mortalidade causada por microhimenópteros parasitismo, foi direta nos três sistemas e maior no MEP (0,75; $<0,0001$). No MIP (0,46; $<0,0002$), a menor contribuição do parasitismo na mortalidade, mesmo quando comparado com o CMP (0,51; $<0,0001$), deveu-se possivelmente à maior infestação pela praga, no MIP, e ao efeito dos agrotóxicos que não permitiram aos microhimenópteros atingir os níveis populacionais maiores para o controle da praga.

A correlação “mortalidade vs. mortalidade causada por microhimenópteros” para pulgões, no MEP e MIP, foi quase perfeita (0,99; $<0,0001$), embora no CMP tenha obtido um alto valor (0,95; $<0,0001$), indicando a real contribuição desse fator na mortalidade da praga, durante todo o tempo da amostragem e demonstrando a complementaridade com o fungo *L. muscarium*, dependente de condições favoráveis para a sua manifestação epizootica.

A cochonilha *Chrysomphalus* sp. ocorreu em surtos populacionais. Vários fatores de mortalidade foram importantes para esta praga, destacando-se a ocorrência de *Fusarium* sp. e o parasitismo por microhimenópteros. No MIP, constatou-se a maior população da praga, em virtude de os seus reguladores terem sido afetados pelos agrotóxicos aplicados nesse sistema. A correlação “infestação por *Chrysomphalus* sp. vs. mortalidade” apresentou no MIP (0,52; $<0,0001$) uma associação reduzida quando comparada com os sistemas CMP e MEP (0,64; $<0,0001$), nos quais a população da cochonilha foi baixa e com maior ocorrência dos inimigos naturais. Os inseticidas não seletivos, aplicados em populações de cochonilhas em citros, tem efeito negativo no sucesso dos parasitóides como *A. holoxanthus*, como demonstrado por Rehman et al., (2000).

As moscas-brancas, mesmo ocorrendo em maior população nos tratamentos CMP e MEP, apresentam o fungo *A. aleyrodis* como o mais importante agente de regulação em igual proporção nos três sistemas. A correlação “infestação vs. mortalidade causada pelo fungo” indicou uma

associação muito semelhante para os três sistemas (0,75; <0,0001, no CMP, 0,79; <0,0001 no MEP e MIP). A contribuição à mortalidade do inseto pelo fungo está mais associada à biologia e natureza da praga e do patógeno do que aos tratamentos culturais em cada sistema. Como esse patógeno sempre ocorre enzoóticamente é provável que já tenha adquirido resistência à maioria dos agrotóxicos usados na cultura.

Pl. citri é uma praga que está associada e partilha nicho com *O. praelonga*. Entre os seus fatores de mortalidade, destacam-se o parasitismo por himenópteros e a predação por diversos insetos, como os lixeiros. O fato de compartilhar nicho com *O. praelonga* não foi suficiente para que esta praga fosse colonizada pelos fungos *Lecanicillium longisporum* e *Syngliocladium* sp.. Apesar dessa praga ter entrado em contato com um alto potencial de inóculo desses patógenos, não foi suscetível aos mesmos. Essa tolerância natural a entomopatógenos é comum para diversas categorias taxonômicas (OMOTO; ALVES, 1998).

A correlação “infestação de *Planococcus* vs. mortalidade causada por himenópteros e cecidomiídeos” apresentou-se de forma débil nos três sistemas, embora com destaque para o CMP (0,41; 0,0011) e com valores inferiores nos tratamentos MEP (0,29; 0,0235) e MIP (0,33; 0,0094). O efeito dos tratamentos culturais pode ter eliminado, parcialmente, os predadores e parasitos, porém foi diferenciado para os sistemas MEP e MIP, tornando, segundo as condições de aplicação de inseticidas, o ambiente adequado para essa praga passar de secundária a primária. O potencial reprodutivo da praga no agroecossistema citros, em ausência dos agentes de controle, permite o sucesso biológico do inseto. Também, esse inseto, mesmo partilhando nicho com *O. praelonga*, não foi afetado pelos fungos entomopatogênicos presentes no agroecossistema nem pelos outros entomopatógenos que têm os insetos sugadores como hospedeiros. A tolerância natural aos fungos entomopatogênicos foi evidente no caso dessa praga. Recentemente Alves et al. (2007), constataram que apenas *M. anisopliae* foi patogênico para essa praga em condições de laboratório.

Também, tem sido determinado que essa cochonilha dependa das condições de temperatura e nível de fertilização nitrogenada do hospedeiro para manifestar o máximo do seu potencial reprodutivo, sendo que, a maiores temperaturas a fêmea passa de produzir menos de 100 até 400 ovos, respectivamente de 30 a 18°C (HOGENDORP; CLOYD; SWIADER, 2006). Também, a aplicação de determinados produtos, como os fungicidas a base de cobre, pode ter

efeito subletal na população de vários predadores, permitindo uma variação populacional em favor das pragas (MICHAUD; GRANT, 2003).

A escama-farinha, *Pinnaspis* sp., causou maior infestação no MEP, mas, mesmo assim, o parasitismo por microhimenópteros foi semelhante nos três sistemas, sendo sempre próximo de 80%. Nas condições do CMP, a associação foi a menor (0,76; <0,0001), mas os tratamentos culturais não afetaram o parasitismo e o potencial de outras espécies predadoras, próprio de um ambiente diversificado. O menor valor da associação no sistema CMP tem relação com a resposta funcional dos predadores e parasitos à praga. No MEP (0,88; <0,0001) e MIP (0,84; <0,0001), os índices obtidos foram semelhantes e estiveram em concordância com a maior população da praga como recurso alimentar. Essa praga não se comportou como sendo um hospedeiro de fungos entomopatogênicos.

A população de *P. ziziphi*, praga associada a condições de tempo seco e proximidades com ruas empoeiradas (CORREIA, 1996), foi maior no MEP seguido do MIP e, por último, no CMP. A mortalidade da praga foi maior no MIP, em decorrência da ação conjunta do inseticida, parasitismo e do fungo entomopatogênico *Fusarium* sp.. Nessas condições, observou-se o efeito sinérgico do inseticida que, em dose subletal, provavelmente pode ter causado o estresse do inseto facilitando a incidência do patógeno.

A correlação “infestação por *Parlatoria* vs. mortalidade da praga” apresentou associação direta para nos três sistemas, sendo maior para o sistema MIP (0,89; <0,0001), seguido do MEP (0,83; <0,0001) e, por último, do CMP (0,71; <0,0001). Para essa análise, a mortalidade de *Parlatoria* foi considerada como a produzida por *Fusarium* no CMP; no MEP e MIP, como o efeito conjunto do parasitismo e *Fusarium* com os defensivos. No CMP, com a menor população da praga, a mortalidade foi de 23,9%. No MEP, com maior população e menor frequência de aplicação de agrotóxicos, a mortalidade foi de 45,6% e, no MIP, obteve-se a maior mortalidade (50,5%), o que indica que os inseticidas atuaram sobre os indivíduos mesmo em baixa densidade da praga.

4.4 Produção de inóculo por fungos entomopatogênicos em campo

O conhecimento da ocorrência epizootica de entomopatógenos é importante para elaboração de estratégias que permitam proteger esses agentes para que possam fazer parte do manejo sustentável de pragas em citros, seja na aplicação inundativa em formulações comerciais

ou mediante práticas aumentativas (MEYER; HOY; BOUCIAS, 2007) na cultura de citros. Os fungos entomopatogênicos *L. longisporum* e *Syngliocladium* sp. em *O. praelonga* (GUARÍN et al., 2006), *L. muscarium* em pulgões dos citros (ALVES, 2004), *Fusarium cocophilum*, *Tetrachium* sp. e *Myriangium* sp. em *Parlatoria ziziphi* têm manifestação epizootica nos pomares de citros em diversas localidades do Brasil (GUARÍN et al., 2007; CORREIA, 1996; TAVARES, 1997). A quantificação do inóculo presente em campo é importante como parte do conhecimento de sua contribuição na regulação da população das pragas e sua integração em estratégias de manejo de pragas sugadoras no agroecossistema citros.

As cochonilhas têm diferentes estratégias de proteção, como a presença de carapaça, cera de diferentes tipos ou mesmo a produção de *honeydew* associado a fungos da superfície foliar. A ação conjunta dessas estratégias pode evitar serem detectadas pelos predadores ou ainda fornecerem compostos que afetam o desenvolvimento dos fungos entomopatogênicos.

A produção de inóculo por fungos entomopatogênicos foi determinada para os principais insetos sugadores nos diferentes sistemas de manejo de pragas em citros (Tabela 19).

Tabela 19 - Inóculo produzido por fungos entomopatogênicos em insetos sugadores no agroecossistema citros

Inseto/ fungo	Inóculo/indivíduo (Média ±EPM)	Inóculo/ha (Média ±EPM)
<i>O. praelonga/Lecanicillium longisporum</i>		
Inóculo/folha (indivíduos=32)	9,3±0,66X10 ⁶	7,3X10 ¹²
Ninfa de primeiro ínstar (n=75)	2,8±0,36X10 ⁶	2,2X10 ¹²
Fator de abundancia 0,4		
Ninfa de segundo ínstar (n=81)	3,6±0,14X10 ⁶	2,9X10 ¹²
Fator de abundancia 0,3		
Ninfa de terceiro ínstar (n=33)	8,0±0,61 X10 ⁶	6,3X10 ¹²
Fator de abundancia 0,2		
Adulto (n=13)	3,3±0,19 X10 ⁶	2,6X10 ¹²
Fator de abundancia 0,1		
<i>O. praelonga</i> ponderado		3,0X10 ¹³
<i>O. praelonga / Syngliocladium</i> sp.		
Colônia	3,9±0,1 X10 ⁵	9,3 x 10 ¹²
Inóculo/folha (indivíduos=49)	1,8±0,014X10 ⁶	1,5X10 ¹²
Pulgões/ <i>L. muscarium</i>		
Colônia	7, 8±0,91X10 ⁶	6,2 x 10 ¹³
<i>P. ziziphi</i>		
<i>P. ziziphi /Fusarium</i>	2,3±0,3X10 ⁵	4,5 x10 ¹¹
<i>P. ziziphi /Tetrachium</i>	2,2±0,4X10 ⁵	4,4 x 10 ¹¹
<i>P. ziziphi /Myriangium</i>	7,8±1,5X10 ⁵	1,5 x 10 ¹²

Assim, para *O. praelonga* colonizada por *L. longisporum* e oriunda de campo, obtiveram-se $9,3 \pm 0,7 \times 10^6$ conídios/folha. No entanto, considerando a produção de inóculo por ínstar, foi determinado como sendo $2,8 \pm 0,4 \times 10^6$, $3,6 \pm 0,1 \times 10^6$, $7,9 \pm 0,6 \times 10^6$ e $3,3 \pm 0,2 \times 10^6$, respectivamente, em ninfas de primeiro, segundo, terceiro ínstar e adulto. Aplicando a Equação 2, com o fator etário, foi possível determinar corresponderam à produção de $3,0 \times 10^{13}$ conídios/ha, se considerados 30 indivíduos por folha colonizados pelo patógeno.

Mesmo o fungo *L. longisporum*, patogênico de *O. praelonga*, produziu inóculo sobre a superfície da folha de citros com insetos, sendo essa produção três vezes superior que a produzida só nos insetos. Isso destaca a importância da disponibilidade de inóculo do entomopatógeno na superfície foliar para sua disseminação por insetos tolerantes e por outros mecanismos para outros lugares com infestação da praga.

Para o fungo *Syngliocladium* sp. e sob as mesmas considerações, obtiveram-se $3,9 \pm 0,1 \times 10^5$ conídios/indivíduo e $9,3 \times 10^{12}$ conídios/ha. Também, como para *L. longisporum*, a proporção de conídios na superfície da folha com insetos infectados foi quatro vezes superior que a de conídios nos cadáveres do hospedeiro, destacando a importância do inóculo presente nas folhas para ser disseminado no agroecossistema citros.

As características de cada um dos microrganismos patogênicos de *O. praelonga* avaliados no agroecossistema citros, como a prevalência (item 4.3.1) no tempo, capacidade de produção de inóculo por unidade de hospedeiro, a adequação aos requerimentos ambientais etc. fazem com que sejam complementares para a regulação dessa importante praga.

Durante o período de 18 meses de avaliação, observou-se a presença de exúvias, ninfas e adultos da praga colonizados pelo fungo resultante de epizootia, em uma estreita relação patógeno-hospedeiro. A produção de inóculo por *L. longisporum* foi três vezes maior que o produzido por *Syngliocladium* sp., o que é compensado pelo fato desse último, ter capacidade de proporcionar reinfecção no hospedeiro ainda morto, além de precisar de condições extremas de temperatura e umidade relativa para produzir as epizootias, diferente de *L. longisporum*, que é mais adaptado a condições amenas de temperatura e umidade relativa alta para produzir as epizootias em *O. praelonga* (ver itens 4.2 e 4.3.1).

Nas áreas MEP e CMP, durante o período da avaliação, foram feitas cinco pulverizações do fungo *L. longisporum*, na formulação comercial Vertirril® em concentração de 4 kg/ha em 2000 L de água. Correspondendo para cada tratamento $2,0 \times 10^{12}$ conídios/ha, quinze vezes

menos do inóculo determinado em campo, destacando a importância do método de aplicação para induzir epizootias na praga.

Para a área de CMP, foi produzido o isolado de *Syngliocladium* sp. ESALQ-1361, oriundo de *O. praelonga*. O fungo foi multiplicado em arroz pré-cozido, o substrato contendo o patógeno foi moído e aplicado em 884 árvores à razão de 7×10^{10} conídios. Correspondendo a 130 vezes a menos do que o inóculo determinado no hospedeiro, sob condições de campo.

Considerando as condições extremas de desempenho do entomopatógeno causando epizootia na praga, determinou-se como sendo importante realizar sua aplicação mais freqüente em momentos críticos de infestação pela praga. Realizando atividades de incremento do patógeno no campo, pode-se obter efeito na população da praga sem se manifestar antagônico com *Lecanicillium* e, ao contrario, podem ainda ser complementares.

Sendo a ação dos fungos entomopatogênicos denso-dependente do seu hospedeiro (ALVES, 1998), é também certo que a expressão das epizootias depende de outros fatores, como a variação dos fatores meteorológicos (Figura 7). Sem desconhecer o papel das condições do microclima na interfase patógeno-hospedeiro, ainda em condições de umidade e temperatura inadequadas (FARGUES et al., 2003).

No agroecossistema citros, o fungo *L. muscarium* apresentou-se como patógeno específico de pulgões. O inóculo não foi aplicado de maneira inundativa nem inoculativa, sendo diferente morfológicamente do isolado de *L. longisporum*, patogênico a *O. praelonga*. A produção de inóculo em pulgões, segundo a Eq 3, foi $8,0 \times 10^6$ conídios/folha, correspondendo a $6,2 \times 10^{13}$ conídios/ha.:

Exemplares de *O. praelonga*, oriundos da área de citros com epizootia causada por *Lecanicillium* sobre pulgões, não têm apresentado a doença. Em outros períodos, verificou-se também que a mortalidade foi elevada para *O. praelonga* e, no entanto, os pulgões não foram infectados. Observações microscópicas evidenciaram que o desenvolvimento do fungo nos hospedeiros apresentou-se de maneira totalmente diferente. Em *O. praelonga*, o crescimento do patógeno sobre o hospedeiro não ocorreu envolvendo totalmente o inseto para fixá-lo na superfície da folha.

Já para os pulgões colonizados por *L. muscarium*, apresentaram-se totalmente cobertos por uma camada densa de micélio branco e estruturas do fungo aderindo-o à folha de citros. Para *O. praelonga*, a camada de micélio formada na colonização por *L. longisporum* foi delgada e

frágil e, comparativamente, com pouca adesão ao substrato. Trata-se de espécies diferentes de *Lecanicillium* provavelmente com especificidade para cada uma das pragas.

Para pulgões, obtiveram-se $7,8 \pm 0,9 \times 10^6$ conídios/indivíduo, $6,2 \times 10^{13}$ conídios/ha de *L. muscarium* com 60 indivíduos/folha. Mesmo com menor infestação de árvores e galhos, a produção de inóculo de *L. muscarium* em pulgões foi duas vezes maior do que a produção de inóculo no hospedeiro *O. praelonga*.

As características do crescimento do fungo no hospedeiro, a maneira do entomopatógeno crescer no substrato secundário, a capacidade de produção de inóculo por indivíduo, ainda com as mesmas condições para desenvolvimento no campo, deixa a densidade de cada praga como sendo um fator diferencial da especificidade; pois trata-se de espécies diferentes. A disseminação dos fungos entomopatogênicos, sejam parasitos obrigatórios ou facultativos de pulgões, pode ser feita por diversos mecanismos, como durante a migração das formas aladas (FENG et al., 2007).

Para *P. ziziphi*, foram encontrados $4,5 \times 10^{11}$, $4,4 \times 10^{11}$, $1,5 \times 10^{12}$ conídios/ha, respectivamente de *Fusarium* sp., *Tetrachium* sp. e *Myriangium* sp. A produção de inóculo pelos entomopatógenos citados está associada aos tratos culturais, que podem favorecer a presença da praga em densidades adequadas à expressão do entomopatógeno em epizootia, à localização das árvores com respeito a fontes de poeira, que variam a condição do substrato para o desenvolvimento do entomopatógeno (CORREIA, 1996; TAVARES, 1997) em linhas próximas de estradas empoeiradas. Não foi determinada a presença de parasitóides de *P. ziziphi* sendo colonizados por fungos entomopatogênicos específicos à praga. É possível que a presença desses entomopatógenos possa estar relacionada com o fato de o hospedeiro ser debilitado pelo inseticida e isso pode favorecer a colonização pelo fungo. Em lugares com baixa densidade da praga, no tratamento CMP, a prevalência desses entomopatógenos foi baixa ou nula (Figura 7).

A transmissão horizontal dos propágulos das espécies de fungos, na mesma colônia da praga, foi garantida pela movimentação de insetos visitantes, predadores e parasitos. As ninfas de primeiros ínstares de *P. ziziphi* têm pouca capacidade de dispersão e de transmissão dos entomopatógenos. Parte dessa dispersão pode ser feita por machos no vôo de acasalamento, sendo que estes não foram suscetíveis aos fungos entomopatogênicos, apesar da sua existência efêmera. Por outro lado, as cochonilhas com carapaça não têm condições de ingerir o inóculo, sendo então a inoculação feita por contacto. A ação dos fungos entomopatogênicos sobre *P. ziziphi* foi concentrada em fêmeas com ninfas.

Mesmo partilhando nicho, os insetos sugadores do agroecossistema citros têm demonstrado suscetibilidade específica aos fungos entomopatogênicos presentes. *L. longisporum* age de forma específica no seu hospedeiro *O. praelonga*, sendo complementar na sua atividade o *Syngliocladium* sp.. Esses dois fungos entomopatogênicos dependem da densidade da praga para causar epizootia, não atuam simultânea e frequentemente no mesmo hospedeiro e são afetados de forma diferente pelos fatores abióticos para a ocorrência da epizootia (Figura 7).

No agroecossistema citros, o fungo *L. muscarium* é patógeno específico de pulgões. Os picos populacionais de pulgões são diferentes dos apresentados por *O. praelonga* e, portanto, as epizootias causadas por esses microrganismos ocorrem em épocas diferentes. *P. ziziphi* apresenta suscetibilidade a fungos entomopatogênicos inócuos a *O. praelonga* e pulgões. A complementação na ação dos fungos entomopatogênicos, sobre as pragas do agroecossistema citros, é uma característica desejável para o seu uso em estratégias de manejo de pragas sugadoras nessa cultura, sendo importante determinar o momento ótimo de introdução ou aumento de cada entomopatógeno (MEYER; HOY; BOUCIAS, 2007).

4.5 Variação populacional de insetos sugadores e inimigos naturais

Foi avaliada a variação populacional de insetos sugadores e seus agentes reguladores nos três sistemas de manejo em citros para o período compreendido entre novembro de 2004 e abril de 2006. Para efetuar a comparação, foram obtidos os coeficientes de correlação de Spearman, mediante a análise de resíduos dos dados, de forma a eliminar interações entre os fatores de tratamentos (sistemas) (Tabela 20).

Tabela 20 - Coeficiente de correlação residual e probabilidade de Spearman (r; p) da variação populacional de insetos sugadores, parasitos e predadores nos três sistemas em citros. Fazenda Cambuhy, Matão-SP

Correlação	Sistema ¹			
	CMP	MEP	MIP	
	(r; p)	(r; p)	(r; p)	(r; p)
<i>O. praelonga</i> vs. Joaninhas	ns ²	ns	-1,0; <0,0001	
<i>O. praelonga</i> vs. Bicho-lixero	1,0; <0,0001	ns	ns	
<i>Planococcus citri</i> vs. Bicho-lixero	-1,0; <0,0001	ns	1,0; <0,0001	
<i>Planococcus citri</i> vs. percevejos	ns	ns	1,0; <0,0001	
<i>Dialeurodes</i> vs. Joaninhas	ns	ns	-1,0; <0,0001	
<i>Dialeurodes</i> vs. Bicho-lixero	-1,0; <0,0001	1,0; <0,0001	ns	
<i>Dialeurodes</i> vs. Percevejo	ns	-1,0; <0,0001	ns	
Mosca-branca vs. Bicho-lixero	1,0; <0,0001	-1,0; <0,0001	ns	
Mosca-branca vs. Joaninhas	ns	ns	1,0; <0,0001	
Mosca-branca vs. Percevejo	ns	1,0; <0,0001	ns	
Pulgões vs. Joaninhas	-1,0; <0,0001	1,0; <0,0001	ns	

¹Os coeficientes apresentados são significativos a 13 % de probabilidade (Spearman) SAS 9.1. ²ns= não significativo SAS 9.1.

O. praelonga, praga chave no agroecossistema citros, é regulada por diversos agentes, incluindo os fungos entomopatogênicos causadores de epizootias que se apresentaram nos três tratamentos (GUARÍN et al., 2006). Como parte da entomofauna, este inseto sugador é regulado por diversos parasitos, como *Gitona brasiliensis* (Diptera: Drosophilidae), e predadores, alguns deles específicos e outros de largo espectro.

As joaninhas desempenham um importante papel nas relações tróficas do agroecossistema citros. Dentre as joaninhas, *Azia pusilla* (Coleoptera: Coccinellidae) representou, durante todo o tempo de avaliação, mais de 40% da população desses predadores, sendo que sempre esteve associada ao nicho de *O. praelonga*.

A correlação entre *O. praelonga* e joaninhas foi significativa só para o MIP (-1,0; <0,0001), indicando a associação direta negativa na variação da população dessa praga. Para esse tratamento, à medida que houve aumento na população da praga, observou-se diminuição na população do inseto predador. A população da praga apresentou-se menor nesse sistema e o seu crescimento não foi acompanhado pelo crescimento da população dessas joaninhas, predadoras especializadas no consumo de *O. praelonga*. Provavelmente, os tratos culturais, particularmente a aplicação de agrotóxicos, afetaram o crescimento da sua população ou a proporção de insetos pragas e benéficos.

A importância de predadores generalistas, como os bichos-lixeros, foi evidenciada no CMP. A correlação “*O. praelonga* vs. bicho-lixero” (1,0; <0,0001), mesmo sendo direta, indicou

o papel desse grupo de insetos cuja população aumentou em resposta ao crescimento da praga, como mais outro recurso alimentar. As larvas dos lixeiros também atuaram como predadores de ovos contidos nos ovissacos de fêmeas da ortézia.

A população de *Dialeurodes citri* apresentou surtos bem definidos nos três tratamentos. No MEP, a população de *Dialeurodes* foi regulada, parcialmente, por percevejos. O CMP e MIP não apresentaram correlação significativa, no entanto foi inversa e muito significativa no MEP (-1,0; <0,0001).

Os percevejos das famílias Anthocoridae e Miridae são eficientes predadores de diferentes presas no agroecossistema citros, destacando-se as moscas-brancas. A correlação “Mosca-branca vs. percevejos” apresentou associação direta, sendo que a população de moscas-brancas aumentou simultaneamente com população dos percevejos, no MEP (1,0; <0,0001).

No MEP, observou-se maior equilíbrio nas populações de mosca-branca e bicho-lixeiro, sendo que o coeficiente de correlação (-1,0; <0,0001) indicou associação inversa, indicando a contribuição do predador na regulação da população da praga. No CMP, com menor população da praga, o significado da correlação foi de incremento da população do inimigo natural relacionado à disponibilidade de presas de diferentes grupos de insetos.

Para insetos predadores, o fato de preda um largo espectro de presas proporciona muitas oportunidades de sucesso na regulação de pragas. O bicho-lixeiro reúne essas condições, além de ter grande capacidade de buscar o seu recurso alimentar, tanto no citros quanto nas plantas vizinhas que fazem parte da cobertura do solo nas entre-linhas. A correlação “Bicho-lixeiro vs. *Planococcus citri*” apresentou, no CMP (-1,0; <0,0001), associação perfeita e inversa; ou seja, quando a população do predador aumentou, a população da praga decresceu. No MIP (1,0; <0,0001), o aumento da praga e do lixeiro foi simultâneo, indicando o efeito, provavelmente, dos tratamentos culturais, como a aplicação de inseticidas sobre o benéfico, obrigando-o a se dispersar e procurar alimento em outros ambientes.

As larvas de neurópteros das famílias Chrysopidae e Hemerobiidae, são predadoras generalistas de insetos de corpo mole, como moscas-brancas e cochonilhas, com e sem carapaça. A correlação “bicho-lixeiro vs. mosca-branca” apresentou-se significativa no CMP (1,0; <0,0001) e MEP (-1,0; <0,0001), havendo associação perfeita entre as populações desse predador e da praga. No CMP, não foram aplicados inseticidas, o que, provavelmente, proporcionou uma condição favorável para o incremento da população do predador, à medida que houve

disponibilidade de mosca-branca como recurso alimentar. Além dos bichos-lixeiros, observou-se a ação natural exercida pelo fungo *Aschersonia aleyrodinis*, excelente patógeno para a regulação das moscas-brancas em citros, provocando epizootias em épocas determinadas. No MEP, a associação inversa indica a contribuição do predador como sendo regulador da praga, mostrando que o aumento de sua população implicou na diminuição da praga.

De todas as correlações avaliadas, “percevejo vs. *Pl. citri*” apresentou a associação só no tratamento MIP (1,0; <0,0001), indicando, possivelmente, o efeito dos tratamentos culturais para manejo de pragas sobre a população do benéfico, sendo que, nesse caso, com o aumento da praga houve atração do predador.

A população de pulgões foi maior no MIP (Tabela 20). Os pulgões tiveram diferentes reguladores nos três sistemas de manejo e o grupo das joaninhas foi um deles. A correlação entre “joaninhas e pulgões” apresentou associação inversa para o CMP (-1,0; <0,0001), comprovando o efeito regulador das joaninhas sobre a população de pulgões. À medida que houve disponibilidade da presa, as joaninhas contribuíram na regulação da praga, em adição ao fato de os fungos entomopatogênicos, como *L. muscarium*, não terem apresentado prevalência superior que 4% na população da praga, para o conjunto do período avaliado.

O aumento na população das joaninhas esteve associado à diminuição da população de pulgões, devido à predação, como determinado por Borges; Soares; Hemptinne (2006). As joaninhas contribuíram na regulação da praga, somado ao efeito do fungo *L. muscarium* em todos os sistemas, destacando-se no CMP; no MEP (1,0; <0,0001), sendo que a flutuação populacional da praga acompanhou a variação no nível populacional do benéfico; no MIP, não se observou significância na correlação considerada. O fungo *L. muscarium* atingiu o maior patamar no MIP, onde houve maior disponibilidade de hospedeiros (praga). Para o período total de avaliação, a população desse inseto sugador foi maior no MIP, assim como nas estações avaliadas individualmente.

Os bichos-lixeiros, como predadores generalistas, têm boa capacidade de busca de alimentos em nichos partilhados por suas presas, a exemplo de *Pl. citri* que é, frequentemente, encontrada no centro das colônias de *O. praelonga*.

A correlação “*Pl. citri* vs. bicho-lixeiro” foi significativa no MIP (1,0; <0,0001) e CMP (-1,0; <0,0001). A população do bicho-lixeiro teve ação direta na regulação da população da praga no CMP; no MIP, sendo que o efeito dos inseticidas pode ter afetado a população do predador. A

população da praga foi baixa no MIP, forçando o bicho-lixo buscar alimentos em outros nichos, como nas plantas das entre-linhas perto dos citros e, assim, fugindo da ação indesejável dos inseticidas.

A população de *Dialeurodes* foi maior no CMP, seguindo MIP e, por último, MEP. A correlação “*D. citri* vs. bicho-lixo” apresentou associação perfeita no CMP (-1,0; <0,0001), como no MEP (1,0; <0,0001), embora no CMP fosse inversa indicando a contribuição do predador pela disponibilidade de recurso alimentar e a não existência de fatores adversos tais como a aplicação de inseticidas que contribuem para a diminuição da população do predador.

Planococcus, presa do bicho-lixo, apresentou-se em maior infestação no MEP, seguido do CMP e, por último, o MIP. A população do bicho-lixo foi semelhante nos três sistemas. A correlação “*Planococcus* vs. bicho-lixo”, foi determinada como associação inversa no CMP (-1,0; <0,0001), indicando a contribuição do predador na estabilização da população da praga, diferente do MEP, que não apresentou significância. No MIP (1,0; <0,0001), a ação do predador não foi tão evidente, sendo que, simultaneamente com a queda da população da praga, a população do predador diminuiu, uma vez que os inseticidas podem ter afetado a tendência de crescimento da população do predador.

Os insetos predadores representaram, no agroecossistema citros, um importante fator para a regulação de insetos sugadores. Sendo assim, os percevejos das famílias Anthocoridae e Miridae foram os principais predadores de moscas-brancas e de várias cochonilhas.

No CMP, determinou-se a correlação significativa direta (1,0; <0,0001) de “*O. praelonga* vs. bicho-lixo”, e “mosca-branca vs. bicho-lixo”. A correlação com associação inversa foi determinada para “*Pl. citri* vs. bicho-lixo”, “*Dialeurodes* vs. bicho-lixo”, e “pulgões vs. joaninhas”. No CMP, não foram pulverizados inseticidas, logo o efeito do controle biológico foi, provavelmente, mais confiável nesse sistema.

O MEP, que foi submetido ao tratamento com agentes de controle microbiano e inseticidas químicos seletivos, representa um sistema intermediário de manejo de pragas. Foi determinada a associação direta para as correlações “*Dialeurodes* vs. bicho-lixo”, “mosca-branca vs. percevejo” e “pulgões vs. joaninhas”; a associação inversa foi “*Dialeurodes* vs. percevejo”. O efeito dos agrotóxicos provavelmente foi negativo, impedindo uma relação numérica em benefício dos insetos predadores.

No MIP, determinou-se o maior número de correlações significativas, indicando o efeito dos tratos culturais e de manejo de pragas na composição da entomofauna associada. Apresentaram-se com associação inversa as correlações “*O. praelonga* vs. joaninha”, “*Dialeurodes* vs. joaninhas” e “*Dialeurodes* vs. mosca-branca”. As associações diretas foram “*Pl. citri* vs. percevejos” e “*Pl. citri* vs. bicho-lixeiro”.

5 CONCLUSÕES

Não ocorreu diferença no impacto ambiental produzido pelos três sistemas de manejo de pragas em citros entre os três períodos analisados.

O CMP tem maior diversidade em relação ao MEP e MIP que são mais semelhantes.

As populações de insetos pragas e organismos benéficos, no agroecossistema cítrico, flutuam em decorrência do sistema de manejo da cultura.

No agroecossistema cítrico os fungos entomopatogênicos contribuem para a regulação de populações de pragas, ocorrendo enzoótica e epizooticamente dependendo do tempo e dos tratamentos culturais.

A densidade de inóculo de fungos entomopatogênicos, que ocorrem nos sistemas, é dependente da diversidade de espécies de insetos sugadores, sendo determinante para a sustentabilidade da cultura.

O fungo *Lecanicillium longisporum* tem ação específica sobre *O. praelonga* e é o principal agente de controle desse inseto, sendo que *Syngliocladium* sp. tem atividade complementar a *L. longisporum*, causando epizootias em condições de alta temperatura e umidade relativa, em áreas de maior uso de agrotóxicos.

Em campo *Syngliocladium* sp. apresenta vários ciclos de desenvolvimento em um mesmo hospedeiro, após sua morte, enquanto que *L. longisporum* apresenta só um ciclo bem definido no hospedeiro doente.

A presença de resíduos de agrotóxicos na casca e polpa de laranja depende do sistema de manejo de pragas e deve ser considerada na avaliação da sustentabilidade da produção de citros.

O manejo do solo é importante para a manutenção de inóculo de fungos entomopatogênicos que causam epizootias em pragas de citros.

O controle microbiano associado ou não ao uso de agrotóxicos seletivos é uma estratégia que pode ser usada em citros visando maior sustentabilidade ao controle de pragas nessa cultura.

REFERÊNCIAS

AGROFIT. Disponível em:

<http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 04 jan. 2007.

ALVES, S.B. **Controle microbiano de insetos**. São Paulo: Manole, 1986a. 407 p.

_____. Fungos entomopatogênicos In: ALVES, S.B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. São Paulo: Manole, 1986b. cap. 6, p. 73-126.

_____. Patologia e controle microbiano: vantagens e desvantagens. In: ALVES, S.B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. cap. 1, p. 21-37.

_____. O controle microbiano sustentável de ácaros em citros. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 1, n. 2, p. 87-89, 2004.

0

ALVES, S.B.; LECUONA, R.E. Epizootiologia aplicada ao controle microbiano de insetos. In: ALVES, S.B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. cap. 5, p. 97-169.

ALVES, S.B.; MASCARIM, G.; GUARÍN, J.H.; PAULI, G. Suscetibilidade de *Planococcus citri* (Hemiptera: Coccoidae) a fungos entomopatogênicos In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 10., Brasília, 2007 **Anais ...** Brasília: SEB, 2007. 1 CD-ROM .

ALVES, S.B.; HUMBER, R.; LOPES, R.B.; TERSI, F.; PADULLA, F.L. Ocorrência da doença “salmão-da-ortézia” causada por um hifomiceto entomopatogênico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. **Resumos ...** Gramados: SEB, 2004. p. 279.

ASENCIO, L.; LOPEZ-LLORCA, L.B; LOPEZ-JIMÉNEZ, J.A. Use of light, scanning electron microscopy and bioassays to evaluate parasitism by entomopathogenic fungi of the red scale insect of palms (*Phoenicococcus marlatii* Ckll., 1899). **Micron**, Oxford, v. 36, p. 169-175, 2005.

ASKARY, H.; BENHAMOU, N.; BRODEUR, J. Ultraestructural and cytochemical characterization of aphid invasion by the hyphomycete *Verticillium lecanii* **Journal of Invertebrate Pathology**, New York, v. 74, p 1-13, 1999.

BORGES, I.; SOARES, A.O.; HEMPTINNE, J-L. Abundance and spatial distribution of aphids and scales select for different life histories in their ladybird beetle predators. **Journal Applied Entomology**, Berlin, v.130, n.6/7, p.356-359, 2006.

BOTEON, M.; MARZABAL NEVES, E. Citricultura brasileira: aspectos econômicos. In: MATTOS JR., D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JR., J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico; Fundag, 2005. cap. 2, p. 21-36.

CHIU, S.C.; CHIEN, C.C. Control of *Diaphorina citri* in Taiwan with imported *Tetrastichus radiatus*. **Fruits**, Paris, v. 44, n.1, p.29-31, 1989.

CHUNG, P. **The Ensign Scale, *Orthezia insignis*, A Pest of Growing Concern in Residential Areas**. Rural Agricultural Development Authority, 2001. Kingston. Disponível em: http://www.radajamaica.com.jm/tech_articles.asp?section=technical&ID=47> acesso 17 de setembro de 2007.

CORREIA, A. **Fungos associados a *Parlatoria cinérea* Hadden (Hemiptera: Diaspididae) em citros**. 1996. 88 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 1996.

COSTA, M.G.; BARBOSA, J.C.; YAMAMOTO, P.T. Distribuição de probabilidade de ocorrência de *Orthezia praelonga* Douglas (Hemiptera: Sternorrhyncha: Ortheziidae) na cultura de citros. **Neotropical Entomology**, Itabuna, v. 35, n. 3, p. 395-401, 2006.

CRUZ, J.D. da; MARQUES, O.M.; NASCIMENTO, A.S. do. Consumo de *Orthezia praelonga* DOUGLAS, 1891 (Insecta: Ortheziidae) por *Oxystyla pulchella* SPIX, 1827 (Gastropoda: Bulimullidae) em laboratório. **Sitientibus**, Feira de Santana, n. 20, p. 81-88, 1999.

ÉTIENNE, J.; QUILICE, S.; MARIVAL, D.; FRANK, A. Biological control of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Guadalupe by imported *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae). **Fruits**, Paris, v. 56, n. 5, p. 307-315, 2001.

EVANS, H.C.; HYWEL-JONES, N.L. Entomopathogenic fungi. In : BEN-DOV, Y; HODGSON, C.J. (Ed.). **Natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier Science, 1997. p. 3-27. (Soft Scale Insects. Their Biology, 7B).

EVANS, H.C.; SHAH, P.A. Taxonomic status of the genera *Sorospora* and *Syngliocladium* associated with grasshoppers and locusts (Orthoptera: Acridoidea) in Africa. **Mycological Research**, Cambridge, v. 106, n. 6, p. 737-744., 2002.

FAO. **Pesticides residues in food**. Rome, 2002. 409 p.

FARGUES, J.; VIDAL, C.; SMITH, N.; ROUGIER, M.; BOULARD, T.; MERMIER, M.; NICOT, P.; REICH, P.; JEANNEQUIN, B.; RIDRAY, G.; LAGIER, J. Climatic factors on entomopathogenic hyphomycetes infection of *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) in Mediterranean glasshouse tomato. **Biological Control**, Orlando, v. 28, p. 320-331, 2003.

FENG, M.; CHEN, C.; WEISHANG, S.; HUAYING, S.; GSHEN, Z.; XINCHEN, X. Aphid dispersal flight disseminates fungal pathogens and parasitoids as natural control agents of aphids. **Ecological Entomology**, London, v. 32, p. 97-104, 2007.

FOWLER, S.V. Biological control of an exotic scale, *Orthezia insignis* BROWNE (Homoptera: Ortheziidae), saves the endemic gumwood tree, *Commidendrum robustum* (Roxb.) DC. (Asteraceae) on the island of St. Helena. **Biological Control**, Orlando, v.29, p.367-374, 2004.

FUNDECITRUS. Greening chega às regiões Norte e Sul do estado. **Revista Fundecitrus**, Araraquara, v. 20, n. 124, p. 8-11, 2004.

FUTCH, S.H.; McCoy, C.W; MICHAUD, J.P; CHILDERS, C.C. Identification of soft-bodies insects. **Citrus Industry Magazine**, Tampa, v. 83, n. 12, p. 24-27, 2002.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.; BAPTISTA, G.C; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GARCIA, J.; O'NEIL, R..Effect of *Coelus* size and variegation on attack rates, searching strategy, and select life history characteristic of *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae). **Biological Control**, Orlando, v. 18, p 225-234, 2000

GARCIA, M. **Utilização de fungos entomopatogênicos para o controle de *Orthezia praelonga* (Sternorrhyncha: Ortheziidae)**. 2004. 57 p. Dissertação (Mestrado, em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

GÓMEZ, M.L; GUARÍN, J.H.; GRAVENA, S.; AMORIM, L.C.S. ; COSTA, V.A. ; STANSLY, P.A.; NAVA, D.E.; PARRA, J.R.P. Registro de *Tamarixia radiata* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) em *Diaphorina citri* (HEMYNOPTERA: PSYLLIDAE) no Brasil. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 9., 2005 Recife. **Anais ...** Recife: SEB, 2004. p. 150.

GRAÇA, J.V. Citrus greening disease. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v. 29, p. 9-136, 1991.

GRAVENA, S. Manejo integrado de pragas é vital na produção de citros. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 1, n. 2, p. 54-59, 2004.

_____. **Manual pratico manejo ecológico de pragas dos citros**. Jaboticabal: O autor, 2005. 372 p.

GUARÍN, J.H.; ALVES, S.B.; MASCARIM, G.; PAULETTI, G. Avaliação da prevalência estacional dos fungos *Lecanicillium* spp. e *Syngliocladium* sp. sobre *Orthezia praelonga* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Ortheziidae) no estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 21., 2006, Recife. **Anais ...** Recife: SEB, 2006. 1 CD-ROM.

GUARÍN, J.H.; ALVES, S.B.; MASCARIM, G.; PAULI, G. Produção de inóculo por fungos entomopatogênicos em citros na estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 10., Brasília, 2007. **Anais ...** Brasília: SEB, 2007. 1 CD-ROM.

GUARÍN, J.H.; ALVES, S.B.; MACEDO, D.; VIEIRA, S.; MASCARIM, G. Ciclo biológico de *Lecanicillium longisporum* em *Orthezia praelonga*. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 10., 2007, Brasília. **Anais ...** Brasília: SEB, 2007. 1 CD-ROM

GUARÍN, J.H.; ALVES, S.B.; MASCARIM, G.; PAULETTI, G.; SILVEIRA NETO, S. Efeito de três condições de manejo de pragas na mortalidade de *Orthezia praelonga* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Ortheziidae) por dois fungos entomopatogênicos em pomar de citros no estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 21., 2006, Recife. **Anais ...** Recife: SEB, 2006. 1 CD-ROM

GULLAN, P.J.; KOSZTARAB, M. Adaptations in scale insects. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 42, p. 23-50, 1997.

HADDAD, M.; SILVEIRA NETO, S.; MORAES, R.C.B. Índice de impacto ambiental para análise faunística. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 21., 2006, Recife. **Anais ...** Recife: SEB, 2006. 1 CD-ROM

HALBERT, S.E.; MANJUNATH, K.L. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: a literature review and assessment of risk in Florida. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 87, n. 3, p. 330-353, 2004.

HALBERT, S.E.; NUNEZ, C.A. Distribution of the asian citrus psyllids (Rhynchota: Psyllidae) in the Caribbean Basin. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 87, n. 3, p. 401-402, 2004.

HALBERT, S.E.; SUN, X. S.; DIXON, W.N. Asian citrus psyllid and citrus greening disease. **Citrus Industry**, Tampa, v. 80, p. 22-24, 2000.

HODGE, K.T.; HUMBER R.A.; WOZNIAC, C.A. *Cordyceps varibilis* and the genus *Syngliocladium*. **Mycologia**, Lancaster, v. 90, n. 5, p. 743-753, 1998.

HOGENDORP, B.K.; CLOYD, R.A.; SWIADER, J.M. Effect of nitrogen fertility on reproduction and development of citrus mealybug, *Planococcus citri* Risso (Homoptera: Pseudococcidae), feeding on two colors of Coleus, *Solenostemon scutellarioides* L. Codd. **Environmental Entomology**, College Park, v. 35, n. 2 p. 201-211, 2006

HOY, M.; NGUYEN, R. Classical biological control of brown citrus aphid: Release of *Lipolexis scutellaris*. **Citrus Industry**, Tampa, v. 80, n. 10, p. 24-27, 2000.

HOY, M.; NGUYEN, R. Classical biological control of asian citrus psylla. **Citrus Guide**, Gainesville, v. 81, n. 12, p. 48-50, 2001.

HOY, M.; NGUYEN, R.; JEYAPRAKASH, A. Classical biological control of asian citrus psylla: release of *Tamarixia radiata*. **Citrus Industry**, Tampa, v. 79, p. 20-22, 1999.

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR BIOLOGICAL AND INTEGRATED CONTROL Guidelines for integrated production of citrus. **Bulletin OILB SROP**, v. 28, 2005. Disponível em: <www.iobc.ch/IOBC_Citrusguideline_english_definitive.pdf> Acesso em: 03 fev. 2007.

KENDER, W. Organic citrus production in Florida. **Citrus Industry**, Tampa, v. 82, p. 10-14, 2002.

KIM, J.; KIM, K.; ROBERTS, D. Impact of the entomopathogenic fungus *Verticillium lecanii* on development of an aphid parasitoid, *Aphidius colemani*. **Journal of Invertebrate Pathology**, New York, v. 88, p. 254-256, 2005.

KUMAR V.; SOOD, C.; JAGGI, S.; RAVINDRANATH, S.; BHARDWAJ, S.; SHANKER, A. Dissipation behavior of propargite-an acaricide residues in soil, apple (*Malus pumila*) and tea (*Camellia sinensis*). **Chemosphere**, Oxford, v. 58, p. 837-843, 2005.

LOPES J.R.S.; YAMAMOTO, P.T. Cigarrinhas na proliferação da clorose variegada dos citros. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 1, n. 2, p. 60-63, 2004.

MACEDO, D.; TANZINI, M.R.; BATISTA, S.A. Fases de desenvolvimento de *Verticillium lecanii* em *Brevipalpus phoenicis*. In: SIMPOSIO CONTROLE BIOLOGICO, 7., 2001, Poços de Caldas. **Livro de resumos ...** Poços de Caldas: SEB, 2001. p. 243.

MAGALHÃES, B. P.; MONNERAT, R; ALVES, S.B. Interações entre entomopatógenos, parasitóides e predadores. In: ALVES, S.B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. cap. 7, p. 195-216.

MARZABAL, E.; RODRIGUES, L.; GUT, H. Defensivos agrícolas e custos na produção de citros. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 1, n. 2, p. 127-131, 2004.

MEAD, F.W. **Asiatic citrus psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama (Insecta: Homoptera: Psyllidae)**. Disponível em: <<http://creatures.ifas.ufl.edu>. p 6 , 2006>. Acesso: 10 jan.2007.

MEDINA, C.L.; BRAGA, R. A.LOPES S., D.; CARUSO M., E. Fisiologia dos citros. In: MATTOS JR., D. ; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JR., J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico; Fundag, 2005. cap. 7, p.149-195.

MEYER, J.; HOY, M.; BOUCIAS, D. Morphological and molecular characterization of a *Hirsutella* species infecting the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), in Florida. **Journal of Invertebrate Pathology**, New York, v. 95, p. 101-109, 2007

MICHAUD, J.P. Numerical response of *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae) to infestations of Asian Citrus Psyllid (Hemiptera: Psyllidae) in Florida. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 84, n. 4, p. 608-612, 2001.

MICHAUD, J.P.; GRANT, A. Sub-lethal effects of a copper sulfate fungicide on development and reproduction in three coccinellid species. **Journal of Insect Science**, Oxford, v. 3, 2003
Disponível em: http://www.insectscience.org/3.16/Michaud_and_Grant_JIS_3.16_2003.pdf.
Acesso: 10 jan. 2007

MICHAUD, J.P.; McCOY, C.W. FUTCH, S.H. Ladybeetles as biological control agents in citrus. **Citrus Industry**, Tampa, v. 82, p. 24-27, Mar. 2002.

MORAES, R.C.B.; HADDAD, M.; SILVEIRA NETO, S.; REYES, A.E.L. Software para análise faunística. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 8., 2003, São Pedro. **Anais ...** São Pedro: SEB, 2003. v. 1, p. 195.

NEVES, A.; OLIVEIRA, R.; PARRA, J. A new concept for insect damage evaluation base don plant physiological variables. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 4, p. 821-825, 2006.

NORRIS, R.F.; CASWELL-CHEN, E.P.; KOGAN, M. Pest, people and integrated pest mangement. In: NORRIS, R.F.; CASWELL-CHEN, E.P.; KOGAN, M. (Ed.) **Concepts in integrated pest management**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 2003. Chap.1, p.1-14.

OMOTO, C.; ALVES, S.B. Mecanismos de defesa de insetos contra entomopatógenos. In: ALVES, S.B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 55-73.

PADULLA, L.; ALVES, S.; PAULI, G.; VIEIRA, S. Estudo de fungos entomopatogênicos para o controle de ninfas do psilídeo *Diaphorina citri* (Hemynoptera: Psyllidae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 10., 2007, Brasília. **Anais ...** Brasília: SEB, 2007. 1 CD-ROM.

PARRA, R.; NEGRI, H.; PINTO, A. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos dos citros**. Piracicaba: A.S. Pinto, 2003. 140 p.

PENDLAND, J.C.; BOUCIAS, D.G. The hiphomycete *Sorospora-Syngliocladium* from mole cricket *Scapteriscus vicinus*. **Mycopathologia**, Dordrecht, v. 99, p.25-30, 1987.

POOLE, R.W. **An introduction to quantitative ecology**. Tokyo: McGraw-Hill, 1974. 532 p.

PRADE, C.A.; KESSLER DAL SOGLIO, F.; WOLFF, V.R.S.; YASEM DE ROMERO, M. Fungo associados às cochonilhas-com-escudo (Hemíptera: Diaspididae) em um pomar de citros no município de Montenegro, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**, Taubaté, v. 13, n. 2, p. 113-117, 2005.

PRATES, H.S.; PINTO, W.B.S. *Orthezia praelonga* Douglas, 1891: uma praga em potencial na citricultura. Campinas: CATI, 1986. 4 p. (Comunicado Técnico).

REHMAN, S.U.; BROWNING, H.W.; NIGG, H.N.; HARRISON, J.M. Increases in Florida red scale populations through pesticidal elimination of *Aphytis holoxanthus* Debach in Florida citrus. **Biological Control**, Orlando, v. 18, p. 87-93, 2000.

ROBBS, C.F. Enfermidades e pragas nos estados de Guanabara e do Rio de Janeiro. **Lavoura**, Rio de Janeiro, v. 76, n. 9, p. 21-28, 1973.

ROPEK, D.; PARA, A. The effect of heavy metal ions and their complexions upon the growth, sporulation and pathogenicity of the entomopathogenic fungus *Verticillium lecanii*. **Journal of Invertebrate Pathology**, New York, v. 79, p. 123-125, 2002.

SAMSON, R.A.; EVANS, H.C; LATGÈ, J.P. **Atlas of entomopathogenic fungus**. Wageningen: Springer-Verlag, 1988. 187 p.

SERMEÑO, J.M.; NAVARRO, J.A. **Identificación de insectos de la Superfamilia coccoidea, con especial énfasis en cochinilla rosada del hibisco *Maconellicoccus hirsutus* (Green)**. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad De Ciencias Agronómicas, Unidad De Postgrado, 2000. 31 p. (Manual Técnico).

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, A. **Manual de ecologia de insetos**. Piracicaba: Editora CERES, 1976. 419p.

SOKAL, R.R.; SNEATH, P.H.A. **Principles of numerical taxonomy**. San Francisco: W.H. Freeman, 1980. 359 p.

SOUTHWOOD, T.R.E. **Ecological methods**: with particular reference to the study of insect populations. New York: Chapman & HALL, 1991. 524 p.

STATISTIC 7.1. Stalsoft, Inc. Tulsa, OK 74104. 2005.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS user's guide**: version 9.1. Cary, 2004.

TALAEI-HASSANLOUI, R.; KHARAZI-PAKDEL, A.; GOETTEL, M.; LITTLE, S.; MOZAFFARI, J. Germination polarity of *Beauveria bassiana* conidia and its possible correlation with virulence. **Journal of Invertebrate Pathology**, New York, v. 94, p. 102-107, 2007.

TAVARES, A. **Prevalência de fungos associados a *Parlatoria ziziphi* (Lucas) (Hemiptera: Diaspididae) em citros**. 1997. 69 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. "Julio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 1997.

TSAI, J.H.; WANG, J.J.; LIU, Y.H. Seasonal abundance of the asian citrus Psyllidae, *Diaphorina citri* (Homoptera:Psyllidae) in Southern Florida. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 85, n. 3, p. 446-459, 2002.

VESTERGAARD, S.; BUTT, T. M.; BRESCIANI, J.; GILLESPIE, A.T.; LOPEZ-JIMÉNEZ, J.A. use of light, scanning electron microscopy and bioassays to evaluate parasitism by entomopathogenic fungi of the red scale insect of palms (*Phoenicococcus marlatii* Ckll., 1899). **Micron**, Oxford, v. 36, p. 169-175, 2005.

VIÉGAS, A.P. **Um amigo do fazendeiro *Verticillium lecanii* (Zimm.) n. comb., o causador do halo branco do *Coccus viridis* (Green)**. Secretaria da agricultura, indústria e comercio de São Paulo. Instituto Agronômico do estado, em Campinas. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 1939. 26p. (Boletim Técnico, 69).

VOGELGESANG, M.; SZKLARZEWICZ, T. Formation and structure of capsules in scales insects (Hemiptera: Coccinea) I. Ortheziidae. **Arthropod Structure & Development**, Orlando, v. 30, p. 63-68, 2001.

WOLFF, V.R.S.; PULZ, C.E.; SILVA, D.C. da; MEZZOMO, J.B.; PRADE, C.A. Inimigos naturais associados à Diaspididae (Hemiptera, Sternorrhyncha), ocorrentes em *Citrus sinensis* (LINNAEUS) OSBECK, no Rio Grande do Sul, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, n. 3, p. 355-361, 2004.

YAMAMOTO, P.; PAIVA, P.; GRAVENA, E. S. Flutuação populacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em pomares de citros na Região Norte do Estado de São Paulo. **Neotropical Entomology**, Itabuna, v. 30, n. 1, p. 165-170, 2001.