

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

PARASITÓIDES DE *Phyllocnistis citrella* STANTON (LEPIDOPTERA:  
GRACILLARIIDAE) EM POMARES DE CITROS EM MONTENEGRO, RS

Simone Mundstock Jahnke  
Biol. (UNISINOS); MSc. (UFRGS)

Tese de doutorado apresentada como um dos  
requisitos à obtenção do Grau de  
Doutor em Fitotecnia  
Área de Concentração Fitossanidade

Porto Alegre (RS), Brasil.

Setembro de 2004



“Quando nada parece dar certo, vou ver o cortador de pedras, martelando sua rocha talvez 100 vezes, sem que uma única rachadura apareça. Mas na centésima primeira martelada a pedra se abre em duas, e eu sei que não foi aquela que conseguiu isso, mas todas as que vieram antes”.

**Jacob August Riis**

## AGRADECIMENTOS

À Professora Dra. Luiza Rodrigues Redaelli, pelo apoio, amizade, paciência e valiosa orientação, fazendo com que se tornasse possível a realização deste trabalho.

À Dra. Lúcia Maria Guedes Diefenbach, minha co-orientadora, pelo auxílio, amizade e atenção e ao Prof. Dr. Fábio Dal Soglio por abrir os “caminhos da pesquisa participativa”.

À ECOCITRUS, Emater e Companheiros da Natureza, integrantes do projeto que contou com o apoio do RS Rural pela parceria e, principalmente, ao Biólogo Luiz Laux proprietário dos pomares onde foi realizado o experimento.

Aos demais professores do curso, que durante todo o período na Pós tornaram-se também amigos, especialmente à Profa. Helena Piccoli Romanowski e ao Prof. Milton Mendonça Júnior que contribuíram diretamente na elaboração do trabalho.

Ao Prof. Otto Koller, pelos inúmeros esclarecimentos sobre a cultura dos citros.

Ao Dr. Valmir Antônio Costa pela identificação e confirmação das espécies em estudo e ao incansável esclarecimento das minhas dúvidas. Ao Dr. John La Salle pela atenção e identificação de *Cirrospilus floridensis*.

À estação experimental de Taquari - FEPAGRO, pelo fornecimento dos dados meteorológicos na pessoa do Eng. Agr. Adilson Tonietto.

À CAPES pela bolsa concedida.

Aos colegas do laboratório II “da nova e velha geração” pelas conversas, discussões, cafés, “chimas” e festas, enfim, trocas que permitiram um contínuo crescimento pessoal e profissional além do convívio agradável durante o todo o período.

Em especial à colega e amiga Cristiane Ramos de Jesus, parceira de saídas de campo, sob chuva, sol, frio ou calor, pela força e por aquilo que aprendemos juntas.

Aos bolsistas de iniciação científica pela ajuda, especialmente ao Caio Efrom e à Ester Foelker que participaram mais ativamente da condução do trabalho.

Às minhas famílias (Mundstock e Jahnke) e àqueles amigos (quase da família) pelo apoio e atenção e, em especial, ao meu pai, por sempre “torcer” por mim. À minha mãe, Laís, por me ensinar a não desistir e a lutar.

Ao Édson por tudo que compartilhamos, pelo carinho, compreensão e apoio às minhas escolhas e às minhas filhas Maiara e Teane por serem como são, meus amores.

# PARASITÓIDES DE *Phyllocnistis citrella* STANTON (LEPIDOPTERA: GRACILLARIIDAE) EM POMARES DE CITROS EM MONTENEGRO, RS<sup>1</sup>

Autora: Simone Mundstock Jahnke

Orientadora: Luiza Rodrigues Redaelli

Co-orientadora: Lúcia Maria Guedes Diefenbach

## RESUMO

*Phyllocnistis citrella*, (minador-das-folhas-dos-citros) é importante nos citros, pelos danos diretos (redução da área fotossintética), e pelos indiretos (favorece a penetração de *Xanthomonas citri* pv. *citri*). Microhimenópteros parasitóides nativos têm sido registrados sobre populações de *P. citrella*. Apesar disso, a introdução de *Ageniaspis citricola* (Encyrtidae), espécie exótica, vem sendo utilizada no controle biológico, em vários países, inclusive no Brasil. O trabalho objetivou descrever o complexo de parasitóides de *P. citrella*, quantificar o parasitismo e registrar sua distribuição espacial, descrever a estrutura, a composição e calcular medidas de diversidade da comunidade de parasitóides. Em dois pomares de citros, um de tangerineiras 'Montenegrina' e outro de tangor 'Murcott', situados em Montenegro (29°68'S e 51°46'O), RS, foram feitas amostragens quinzenais de julho/ 2001 a junho/2003, inspecionando-se todos os brotos de plantas sorteadas. Todas as folhas com pupas de *P. citrella* foram coletadas e armazenadas até a emergência dos parasitóides ou do minador. Registrou-se os eulofídeos nativos: *Elasmus* sp.1, *E.* sp. 2, *Cirrospilus floridensis*, *C.* sp. C, *Sympiesis* sp., *Galeopsomyia fausta* e o exótico *A. citricola*. O percentual médio de parasitismo ficou em torno de 30% em ambos os pomares. No segundo ano, o aumento da espécie exótica em 'Murcott' e a presença desta em 'Montenegrina', provocou alteração na frequência relativa das espécies nativas. No mesmo sentido os índices de diversidade apontaram diminuição na equitabilidade. A distribuição do parasitismo mostrou padrões agregados concentrando-se preferencialmente no estrato superior, no quadrante leste em 'Montenegrina' e no norte, em 'Murcott'. Os resultados indicam que os parasitóides nativos atuam na regulação da população do minador e que a introdução de *A. citricola* causou uma alteração na estrutura da comunidade original.

---

<sup>1</sup> Tese de Doutorado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, (102 p.) Setembro, 2004.

## PARASITOIDS OF *Phyllocnistis citrella* STANTON (LEPIDOPTERA: GRACILLARIIDAE) IN CITRUS ORCHARDS, MONTENEGRO, RS<sup>2</sup>

Author: Simone Mundstock Jahnke

Adviser: Luiza Rodrigues Redaelli

Co-adviser: Lúcia Maria Guedes Diefenbach

### ABSTRACT

*Phyllocnistis citrella* (citrus-leafminer) represents a problem for the citrus culture owing to direct damage (reduction on the photosynthetic area) as well as indirect ones (facilitates *Xanthomonas citri* pv. *citri* invasion). Native microhymenopterous parasitoids have been registered in *P. citrella* populations. Nevertheless, *Ageniaspis citricola* (Encyrtidae), an exotic species, have been utilized in biological control in numerous countries, even in Brazil. This work aimed to describe the parasitoid complex of *P. citrella*, to quantify parasitism and register its spatial distribution, describe the structure, composition and diversity of the parasitoid community. In two citrus orchards, one of Montenegrina and the other of Murcott, situated in Montenegro County (29°68'S e 51°46'O), RS, fortnightly samplings from July/2001 to June/2003 were done, when all the buds of rafted plants were inspected. All leaves with *P. citrella* pupae were collected and maintained until the emergence of parasitoids or *P. citrella*. The following native eulophids were registered: *Elasmus* sp.1, *E. sp. 2*, *Cirrospilus floridensis*, *C. sp.*, *Sympiesis* sp. and *Galeopsomyia fausta*. The exotic species *A. citricola* (Encyrtidae) was also registered. The average parasitism percentage was at about 30% in both orchards. In the second year, the increase in number of the exotic species in Murcott, and its presence in Montenegrina changed the relative frequency of the native species. In the same way, the diversity indices pointed to a decrease in community equitability. Parasitism dispersion showed an aggregated pattern concentrating mainly in the upper stratum, in the East quadrant, in Montenegrina, and in the North, in Murcott. The results indicate that the native parasitoids act towards population regulation of the leaf-miner and that the introduction of *A. citricola* changes the structure of the original community.

---

<sup>2</sup> Doctoral thesis in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (102 p.) September, 2004.

## SUMÁRIO

Páginas

### CAPÍTULO I

1. Introdução .....	1
1. 1 Importância do conhecimento da ecologia de inimigos naturais .....	1
1. 2 Diversidade e conservação das espécies em agroecossistemas .....	5
1. 3 Citros - importância no Brasil, no RS e características da cultura .....	8
1. 4 <i>Phyllocnistis citrella</i> – bioecologia .....	14
1. 5 <i>Phyllocnistis citrella</i> – danos .....	17
1. 6 Parasitóides de <i>Phyllocnistis citrella</i> .....	18
1. 7 Parasitóides no controle biológico clássico .....	21
1. 8 Justificativa e impacto do estudo .....	24

### CAPÍTULO II

Complexo de parasitóides de <i>Phyllocnistis citrella</i> Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) em dois pomares de citros em Montenegro, RS, Brasil.....	27
---	----

### CAPÍTULO III

Primeiro registro da ocorrência de <i>Cirrospilus floridensis</i> Evans (Hymenoptera: Eulophidae) como parasitóide de <i>Phyllocnistis citrella</i> Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) no Brasil .....	41
--	----

### CAPÍTULO IV

Parasitismo em <i>Phyllocnistis citrella</i> Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) em pomares de citros em Montenegro, RS .....	46
--	----

### CAPÍTULO V

Estrutura e composição da comunidade de parasitóides associados a <i>Phyllocnistis citrella</i> Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) em dois pomares de citros em Montenegro, RS .....	63
--	----

### CAPÍTULO VI

Distribuição espacial do parasitismo em <i>Phyllocnistis citrella</i> Stainton	
--	--



(Lepidoptera: Gracillariidae) em pomares de citros, Montenegro, RS, Brasil .....	78
CAPÍTULO VII	
Conclusões Gerais .....	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	91

2.1	Espécies de parasitóides de <i>Phyllocnistis citrella</i> registradas, frequência relativa (fr) e constância (c) nos pomares de tangerineira 'Montenegrina' e de tangor 'Murcott', ano 1 (julho de 2001 a junho de 2002) e no ano 2 (julho de 2002 a junho de 2003), Montenegro, RS...	38
4.1	Equações de regressão linear simples para o percentual de parasitismo e a densidade de hospedeiros observados em 'Montenegrina' e em 'Murcott' no ano 1 (julho de 2001 a junho de 2002) e no ano 2 (julho de 2002 a junho de 2003) Montenegro, RS....	59
5.1	Número de espécies (S), número de indivíduos (N) e índices de Shannon-Wiener (H') e Simpson ( $\lambda$ ) nos pomares de 'Montenegrina' e 'Murcott' no ano 1 (julho de 2001 a junho de 2002), ano 2 (julho de 2002 a junho de 2003) e no período total de amostragem, Montenegro, RS.....	71
6.1	Número médio de brotos em 0,1 m <sup>2</sup> da copa; número médio de pupas de <i>Phyllocnistis citrella</i> na copa e porcentagem de parasitismo registrados nos estratos superior e inferior e nos diferentes quadrantes da copa de plantas de 'Montenegrina' de julho de 2002 a junho de 2003, Montenegro, RS.....	83
6.2	Número médio de brotos em 0,1 m <sup>2</sup> da copa; número médio de pupas de <i>Phyllocnistis citrella</i> na copa e porcentagem de parasitismo registrados nos estratos superior e inferior e nos diferentes quadrantes da copa de plantas de 'Murcott' de julho de 2002 a junho de 2003, Montenegro, RS.....	83
6.3	Número de unidades amostrais com indivíduos parasitados (N), percentual médio de parasitismo (%), índice I, valor de k da Binomial Negativa nas ocasiões de amostragem em que foram constatados parasitóides nos pomares de 'Montenegrina' e de 'Murcott', de julho de 2002 a junho de 2003, Montenegro, RS.....	85

## RELAÇÃO DE FIGURAS

Páginas	
1.1	Localização da região dos vales dos rios Caí e Taquari, na Depressão Central no RS. Articulação compatível com a escala 1:100.000 (IBGE, 2002)..... 10
1.2	Vista aérea de parte do município de Montenegro, RS evidenciando um mosaico de pomares de citros..... 12
1.3	<i>Phyllocnistis citrella</i> (Lep. : Gracillariidae) (a) adulto; (b) larva em folha de citros..... 16
1.4	<i>Ageniaspis citricola</i> (Hym.: Encyrtidae) (a) adulto, (b) pupas..... 23
2.1	Vista geral dos pomares (a) de tangerineira ‘Montenegrina’ e (b) de tangor ‘Murcott’, Montenegro, RS..... 31
2.2	Curva de distribuição da abundância total das espécies de parasitóides de <i>Phyllocnistis citrella</i> encontradas em pomares de tangerineira ‘Montenegrina’ e de tangor ‘Murcott’ nos dois anos de estudo, em Montenegro, RS (julho de 2001 a junho de 2003)..... 32
2.3	Parasitóides de <i>Phyllocnistis citrella</i> registrados nos pomares de tangerineira ‘Montenegrina’ e de tangor ‘Murcott’ no município de Montenegro, RS: (a) <i>Cirrospilus</i> sp. C; (b) <i>Cirrospilus floridensis</i> ; (c) <i>Elasmus</i> sp. 1; (d) <i>Elasmus</i> sp. 2; (e) <i>Sympiesis</i> sp.; (f) <i>Galeopsomyia fausta</i> ; (g e h) <i>Ageniaspis citricola</i> ..... 34
2.4	Freqüência relativa das espécies de parasitóides encontradas nos pomares de ‘Montenegrina’ e ‘Murcott’ (a) julho de 2001 a junho de 2002 e (b) julho de 2002 a junho de 2003, Montenegro, RS..... 36
3.1	Fêmea de <i>Cirrospilus floridensis</i> (Hym.: Eulophidae)..... 44
3.2	Flutuação da população de <i>Cirrospilus floridensis</i> nos pomares de ‘Montenegrina’ e de ‘Murcott’. Ano 1: julho de 2001 a junho de 2002; Ano 2: julho de 2002 a junho de 2003; Montenegro, RS..... 45
4.1	Brotação na tangerineira cultivar Montenegrina ( <i>Citrus deliciosa</i> )..... 50
4.2	Número médio de brotos estimados nas plantas amostradas e número de pupas de <i>Phyllocnistis citrella</i> e de parasitóides

	emergidos por ocasião de amostragem de julho de 2001 a junho de 2002 em (a) 'Montenegrina'; (b) 'Murcott', Montenegro, RS.....	53
4.3	Número médio de brotos estimados nas plantas amostradas e número de pupas de <i>Phyllocnistis citrella</i> e de parasitóides emergidos por ocasião de amostragem de julho de 2002 a junho de 2003 em (a) 'Montenegrina'; (b) 'Murcott', Montenegro, RS.....	54
4.4	Média acumulada dos valores de umidade relativa do ar, precipitação e temperaturas máxima, média e mínima, registrados na quinzena anterior a cada ocasião de amostragem de julho de 2001 a junho de 2003, Taquari, RS.....	58
4.5	Porcentagem de parasitismo total registrada nos pomares de 'Montenegrina' e de 'Murcott' no ano 1 de amostragem (julho de 2001 a junho de 2002) e no ano 2 (julho de 2002 a junho de 2003), Montenegro, RS.....	61
5.1	Número cumulativo de espécies de parasitóides de <i>Phyllocnistis citrella</i> obtidas em sucessivas amostragens nos pomares de (a) 'Montenegrina' e (b) 'Murcott' de julho de 2001 a junho de 2003, Montenegro, RS.....	70
5.2	Número cumulativo de espécies de parasitóides de <i>Phyllocnistis citrella</i> obtidos em função do número de indivíduos amostrados nos pomares de (a) 'Montenegrina' e (b) 'Murcott' de julho de 2001 a junho de 2003, Montenegro, RS.....	70
5.3	Freqüência relativa e número absoluto de indivíduos (expressos do topo das colunas) de cada espécie de parasitóides amostrados no pomar de 'Montenegrina' (a) no primeiro ano (julho de 2001 a junho de 2002) e (b) no segundo ano de amostragem (julho de 2002 a junho de 2003) Montenegro, RS.....	72
5.4	Freqüência relativa e número absoluto de indivíduos (expressos do topo das colunas) de cada espécie de parasitóides amostrados no pomar de 'Murcot' (a) no primeiro ano (julho de 2001 a junho de 2002) e (b) no segundo ano de amostragem (julho de 2002 a junho de 2003) Montenegro, RS.....	73
5.5	Curvas de rarefação e erro padrão comparando a riqueza de espécies entre o primeiro e o segundo ano de amostragem na área de (a) 'Murcott', (b) 'Montenegrina' e (c) considerando os valores totais de riqueza entre os dois pomares.....	76
6.1	Número de exemplares de parasitóides e os valores de $k$ calculados por ocasião de amostragem nos pomares de (a) 'Montenegrina' e (b) 'Murcott', de julho de 2002 a junho de 2003, Montenegro, RS.....	86

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUÇÃO**

#### **1.1 Importância do conhecimento da ecologia de inimigos naturais**

As espécies que se alimentam de plantas cultivadas representam um foco de interesse forte no estudo do manejo de populações, especialmente, quando atingem um nível de competição com o homem, tornando-se pragas (Samways, 1994). Para Solomon (1980) uma praga importante é aquela que é abundante ou que pode tornar-se abundante em certas ocasiões ou sob certas circunstâncias.

Mudanças numéricas nas populações e os processos regulatórios que mantêm populações naturais relativamente estáveis têm sido alvo de muitos estudos e discussões teóricas (Nicholson, 1933; Solomon, 1949; Sinclair, 1989; Cappuccino, 1992 e Dempster et al., 1995). Para a corrente de pesquisadores que atribuem a regulação populacional aos fatores bióticos dependentes da densidade, a ação de inimigos naturais sobre populações de insetos fitófagos tem sido considerada de fundamental importância para a regulação das mesmas (Hassel & May, 1974; Turchin, 1995 e Van Driesche & Bellows, 1996).

Segundo Varley et al. (1973), a maioria das pragas é atacada por diversos inimigos naturais que podem ser usados como meio primário para o controle populacional ou como parte de um programa de manejo integrado.

O conhecimento da existência de inimigos naturais de insetos remonta ao século IV quando os chineses usaram formigas predadoras contra insetos pragas de citros (Parra, 1984). Os primeiros registros de sucesso do uso de inimigos naturais no combate de pragas de importância agrícola são do século XVIII, e referem a introdução de vertebrados e insetos predadores em diferentes culturas (De Bach & Rosen, 1991).

Atualmente, o desenvolvimento de táticas para o controle de pragas que venham ao encontro da produtividade, economia, eficiência e conservação da natureza, faz-se uma tendência constante. Neste contexto, o conhecimento da biologia de inimigos naturais de espécies associadas a plantas cultivadas, incluindo a compreensão da dinâmica populacional e da maneira pela qual interagem em um sistema agrícola, é essencial para determinar seus papéis num programa de controle biológico.

De uma maneira geral, as populações de insetos mais estudadas são as que apresentam alguma importância econômica, quer como pragas ou como agentes de controle biológico. Estudos da dinâmica ao longo de todo o desenvolvimento de uma população, isto é, colonização, estabelecimento, crescimento demográfico e extinção em condições naturais não controladas, têm sido pouco realizados. Entretanto, estes são primordiais para que se entenda porque determinadas espécies apresentam explosões demográficas e se tornam “pragas”, ao passo que outras se mantêm em níveis relativamente baixos (Wallner, 1987).

Para uma compreensão mais ampla destes processos é necessário um conhecimento acerca de variações no tamanho, na mortalidade, nos movimentos e na distribuição espacial dos indivíduos da população, e de sua interação com outras populações locais (Begon & Mortimer, 1986).

O padrão de distribuição espacial de uma espécie influencia a dinâmica de suas populações e daquelas com as quais interagem. Dentre os fatores que determinam a distribuição espacial de insetos herbívoros encontram-se aqueles relacionados à escolha do habitat ou seleção da planta hospedeira (Bernays & Chapman, 1994). Da mesma forma, a mortalidade ocasionada por inimigos naturais sofre influência direta ou indireta da distribuição espacial dos indivíduos (Hassel, 1985; Dempster & Pollard, 1986; Murdoch & Reeve, 1987). A ação de inimigos naturais tem sido relacionada à forma como as presas se distribuem no espaço. Muitas vezes, a ação de predadores e parasitóides, depende da densidade e da distribuição das presas ou hospedeiros (Hassel & May, 1974; Heads & Lawton, 1983), elementos fundamentais na promoção da estabilidade destas interações.

Segundo Price et al. (1986), a densidade de uma população de insetos é influenciada pela pressão de predação e de parasitismo a que está exposta e pelos mecanismos de defesa envolvidos neste processo interativo. Em consonância, Hassel (1986) afirma que a presença de parasitóides pode, potencialmente, atuar como fator de regulação das populações de seus hospedeiros. Da mesma forma, em um determinado ambiente, a competição entre predadores e parasitóides por recursos pode agir como importante fator de regulação tanto de suas populações como das dos fitófagos (Hawkins, 1994). A pressão da competição terá intensidade diferente conforme a especificidade ou

não do predador ou do parasitóide em relação ao recurso utilizado (Hawkins, 1994).

A especificidade dos inimigos naturais, especialmente de parasitóides, em relação à disponibilidade de recursos, pode gerar uma exclusão competitiva, produzindo limites na comunidade (Krebs, 1986). Em comunidades mais complexas, este fenômeno tende a ser minimizado, em função da quantidade maior de nichos que podem ser ocupados (Jervis & Kidd, 1996). Entretanto, em agroecossistemas, devido a sua simplificação, a diversidade biológica é reduzida, as estruturas tróficas tendem a se tornar simplificadas, e muitos nichos não são ocupados (Gliessman, 2001). Além disso, a introdução de organismos exóticos, especialmente nos sistemas agrícolas, pode acentuar a exclusão ou deslocamento gerado pela competição com populações nativas (Pedigo, 1996), podendo assim aumentar o risco do surgimento de pragas severas (Crocomo, 1990).

Para o entendimento das inter-relações que ocorrem entre populações, faz-se necessária uma apreciação da estrutura da comunidade na qual estão inseridas. Com este fim, buscam-se dados sobre a estrutura trófica da comunidade, abundância relativa das espécies e sua distribuição no espaço e no tempo (Ricklefs, 1996).



## **1.2 Diversidade e conservação das espécies em agroecossistemas**

Para manutenção da diversidade, mesmo em sistemas agrícolas, são necessárias avaliações precisas que, para Wilson (1997), devem indicar quais espécies estão presentes, suas amplitudes geográficas, propriedades biológicas e vulnerabilidade a mudanças ambientais. A presença de várias espécies de diferentes níveis tróficos nestes sistemas traz à tona vários atributos interativos que determinam a estrutura da comunidade e seus processos ecológicos.

É importante frisar que, além do número de espécies, os ecossistemas têm outros tipos de variedades e heterogeneidades: diversidade no arranjo espacial de seus componentes, nos processos funcionais, na complexidade genética de sua biota e nas variações temporais. Para Gliessman (2001) existe uma variedade de dimensões distintas que, quando reconhecidas e definidas, ampliam e tornam mais complexo o próprio conceito de diversidade.

O grau de diversidade, embora varie entre ecossistemas naturais, é uma característica inerente à maioria destes. Já nos agroecossistemas, onde a perturbação é muito mais freqüente, regular e intensa, o processo sucessional avança pouco, sendo, por isso, difícil manter a diversidade e as ligações funcionais entre as espécies (Gliessman, 2001).

Pesquisas sobre sistemas múltiplos de cultivo enfatizam a grande importância da diversidade em um cenário agrícola, no sentido de aumentar a estabilidade destes (Altieri, 1989). Em agroecossistemas, a diversidade pode assumir muitas formas, incluindo o arranjo específico de cultivos numa área, a maneira como as diferentes áreas estão organizadas e como elas se distribuem na paisagem agrícola da região.

Com o aumento da diversidade, surgem formas positivas de interferência que levam a interações entre as partes componentes do agroecossistema, que podem ser exploradas no sentido de maximizar a estabilidade do mesmo (Altieri, 2000). Em cultivos perenes, torna-se mais fácil a implementação da diversidade, quer seja por implantação de diferentes elementos produtivos, ou pela aceleração de agentes de controle natural, propiciando condições para que permaneçam na área cultivada.

Para a viabilização do manejo da diversidade em um agroecossistema, faz-se necessário, inicialmente, mensurá-la e avaliar como sua estrutura influencia o funcionamento do mesmo.

A descrição quantitativa de uma comunidade, em um intervalo de tempo, aparece sob a forma de uma série de censos, referentes as várias espécies. Para Margalef (1985) padrões regulares nas relações entre os números das diferentes espécies constituem um elemento descritivo valioso da comunidade em geral. Neste sentido, buscam-se medidas ou índices de diversidade nos quais a distribuição de cada espécie é pesada (no sentido estatístico) por sua abundância relativa (Ricklefs, 1996).

Em qualquer mensuração abrangente de diversidade, tanto em ecossistemas naturais quanto em agroecossistemas, devem ser considerados os dois componentes da diversidade de espécies: o número de espécies e a eqüitabilidade, que diz o quanto as espécies são igualmente abundantes (Magurran, 1988; Gliessman, 2001).

Neste sentido, a diversidade pode ser medida pelo registro do número de espécies (riqueza), pela descrição de sua abundância relativa ou pelo uso de

medidas que combinem estes dois componentes como os índices de diversidade (Magurran, 1988).

Para monitorar o efeito das mudanças no ambiente, especialmente as provocadas pela atividade humana, é necessário contar com informações de riqueza de espécies em uma comunidade particular a qual consideramos homogênea (diversidade alfa) e a taxa de mudança da biodiversidade entre distintas comunidades (diversidade beta) (Halffter, 1998).

A diversidade alfa, diversidade dentro das comunidades, pode ser medida por métodos que quantificam o número de espécies presentes ou que se baseiam na estrutura da comunidade, ou seja, na distribuição proporcional do valor de importância de cada espécie (abundância relativa dos indivíduos, biomassa, cobertura, produtividade, etc). Entre eles destaca-se o método de rarefação que calcula o número esperado de espécies de cada amostra se todas as amostras fossem reduzidas a um tamanho padrão, e curvas de acumulação de espécies, baseadas em vários modelos matemáticos que permitem a predição da riqueza específica da comunidade. Além disso são utilizadas também medidas da estrutura da comunidade, que avaliam a dominância ou equidade das espécies em dada comunidade (Moreno, 2001).

Embora não haja consenso sobre qual a melhor medida a ser utilizada para a avaliação da diversidade, essas podem ser empregadas desde que o pesquisador tenha claro qual o aspecto da diversidade que será medido e quais suas limitações (Magurran, 1988).

Essas análises, portanto, adquirem sentido ao serem utilizadas sabendo-se que o objetivo de medir a diversidade é, além de fornecer subsídios à teoria ecológica, dispor de parâmetros que permitam a tomada de decisões, ou

mesmo formular recomendações a favor da conservação de espécies ou áreas, ou, ainda, monitorar o efeito das perturbações no ambiente (Moreno, 2001).

A partir do conhecimento das espécies existentes numa comunidade, bem como do entendimento das interações populacionais e espaciais das mesmas, torna-se possível o estabelecimento de técnicas mais eficientes de monitoramento e manejo tanto de espécies nativas, como de exóticas. Para Altieri et al. (2003) o conhecimento científico produzido no campo da ecologia nas últimas três décadas gerou uma base científica para a busca de formas de manejo de pragas que privilegiam o equilíbrio e resiliência dos agroecossistemas através de interações ecológicas em seus vários níveis tróficos.

### **1.3 Citros - importância no Brasil, no RS e características da cultura**

As espécies de *Citrus* (Rutaceae) são originárias das regiões tropicais e subtropicais da Ásia e do arquipélago Malaio (Rodriguez et al., 1991). No Brasil, em 1567, já havia registro da introdução de plantas cítricas, sendo que no Rio Grande do Sul, foram trazidas pelos açorianos para os vales dos rios Caí e Taquari (Graziano, 1997).

Segundo a FAO (2003), o Brasil é o maior produtor mundial de frutas cítricas, sendo, aproximadamente, um milhão de hectares do território brasileiro ocupados com a cultura. O estado de São Paulo é responsável por 85% da produção nacional, gerando 420 mil empregos diretos e movimentando US\$ 7 bilhões anualmente (AGRIANUAL, 2000; Souza, 2001).

Dados da safra de 2001 apontam o estado de São Paulo como o maior produtor, participando com 80% da produção nacional de laranjas e limões, destinadas à produção de suco para exportação, e, aproximadamente, 53% de tangerinas. Já a participação do Rio Grande do Sul foi próxima a 2%, em relação às produções de laranja e limão, enquadrando o Estado como o quinto maior produtor destas espécies. Em relação às tangerinas, o Rio Grande do Sul foi responsável por cerca de 13% da produção nacional (IBGE, 2002).

Além do suco e dos frutos *in natura*, são comercializados subprodutos da laranja, obtidos durante o processo de industrialização, como farelo, células congeladas, óleos essenciais e líquidos aromáticos, usados como solvente industrial, componentes aromáticos, na obtenção de sabores artificiais, na indústria farmacêutica e alimentícia e na fabricação de adesivos (Souza, 2001). Merecem destaque também as propriedades medicinais dos citros, como combate ao escorbuto, fornecimento de ácido ascórbico e outros complexos vitamínicos, inibição do crescimento de células de câncer de mama e combate ao colesterol (Souza, 2001).

A produtividade pode variar de 500 caixas/ha, no primeiro ano produtivo, até 2000 caixas/ha a partir do quinto ano produtivo (Gama et al., 2000). Fatores que podem afetar a produtividade estão relacionados, principalmente, a doenças e pragas (FEPAGRO, 1995).

Na região do Vale do Caí, no Rio Grande do Sul, a produção é destinada principalmente para o consumo *in natura* e, em grande parte, comercializada no mercado local, sendo uma das alternativas de renda para a maioria dos pequenos agricultores gaúchos.

Segundo Souza (2001), o Rio Grande do Sul apresenta condições ecológicas de cultivo favoráveis às plantas cítricas, tendo como resultado frutos de qualidade, coloração intensa e conteúdo satisfatório de sólidos solúveis.

Os vales dos rios Caí e Taquari são as principais regiões produtoras de citros do estado do Rio Grande do Sul (Schmitz, 1998) apesar de, atualmente, a cultura ocorrer em todas as regiões do Estado (Dornelles, 1980; Amaro et al., 1991). Esta região, localizada na Depressão Central, apresenta uma topografia levemente ondulada, com altitude abaixo de 100 m (Figura 1.1). Os solos são profundos e de textura argilosa (Unidade Bom Retiro). A temperatura média anual é de 19,4° C, as chuvas são abundantes (1.537 mm por ano) e bem distribuídas (Rodriguez et al., 1991).

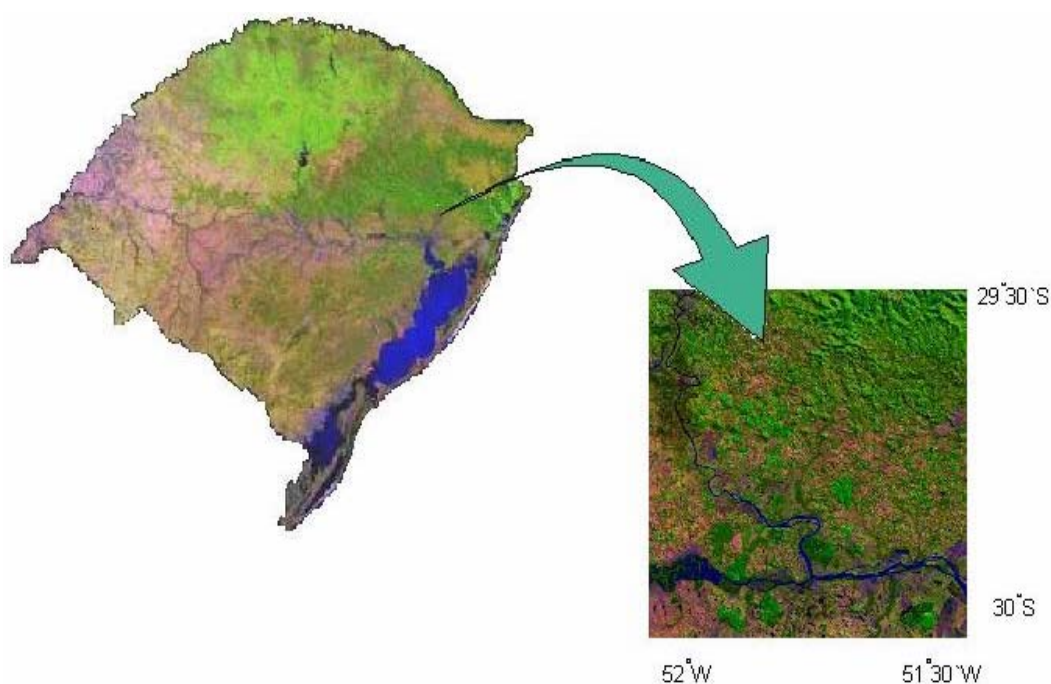


FIGURA 1.1 - Localização da região dos vales dos rios Caí e Taquari, na Depressão Central no RS. (Articulação compatível com a escala 1:100.000) (IBGE, 2002).

A produção é destinada ao consumo de mesa, principalmente de tangerinas (João, 1998), sendo as cultivares Poncã (*Citrus reticulata* Blanco), Montenegrina (*Citrus deliciosa* Tenore) e o híbrido tangor Murcott (*Citrus sinensis* L. Obseck x *C. reticulata*) as que ocupam a maior parte da área plantada do Estado.

A região do Cai é caracterizada por minifúndios, que utilizam mão-de-obra familiar, pouca adubação química e poucos tratamentos fitossanitários, ao contrário da região do Taquari, onde se encontram propriedades maiores e mais tecnificadas (Dornelles, 1980; Amaro et al., 1991).

O município de Montenegro (29° 68'S e 51° 46'W) está situado no vale do rio Cai e é um dos grande produtores de tangerinas. São característicos, nesse município e em regiões circunvizinhas, pequenos pomares com área média de 2 a 3 há, sendo que uma parcela dos produtores está inserida em sistemas de produção com princípios orgânicos, utilizando principalmente a mão-de-obra familiar. (Figura 1. 2).

O sistema orgânico de produção, caracterizado pela adoção de tecnologias que otimizam o uso de recursos naturais e sócio-econômicos, traz a vantagem de favorecer os processos ecológicos, aumentando o potencial de mineralização do solo, a abundância e a biodiversidade de diferentes grupos funcionais, o que compensa a redução no uso de insumos sintéticos (Drinkwater, 1995).

Esse tipo de sistema procura ainda respeitar a cultura local e diminuir a utilização de energias não renováveis, de agrotóxicos ou outros insumos artificiais no sentido de buscar a sustentabilidade no tempo e no espaço, aumentando os benefícios sociais locais (Brasil, 1999).



FIGURA 1.2 - Vista aérea de parte do município de Montenegro, RS, evidenciando um mosaico de pomares de citros .

Nesse sentido, existem na região cooperativas e associações de agricultores como a ECOCITRUS (Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Caí) e COMPANHEIROS DA NATUREZA (Associação de Produtores Ecológicos) que trabalham procurando apoiar seus associados no sistema orgânico de produção, buscando também mercado para a comercialização dos produtos.

As plantas cultivadas de citros têm altura que geralmente varia de 2 a 4 m, dependendo da espécie e do manejo. Caracterizam-se por apresentarem folhas persistentes, coriáceas, simples e alternadas, com coloração verde escura. As folhas são uma das principais características utilizadas para a identificação das espécies e apresentam pontos translúcidos formados por glândulas de óleos essenciais (Koller, 1994).



Embora as plantas permaneçam sempre verdes há uma contínua reposição de folhas em seu desenvolvimento. Em climas subtropicais, ocorrem três principais fluxos de crescimento da planta (brotações) por ano. O maior fluxo ocorre entre o fim do inverno e início da primavera e outros dois menores ocorrem no verão e outono (Rodrigues & Dornelles, 1999). As flores podem ser solitárias ou na forma de racimos, podendo surgir nas axilas das folhas e nos ramos. O fruto é do tipo baga e pode formar-se partenocarpicamente, podendo apresentar, em algumas espécies, sementes poliembrionicas (Rodriguez et al., 1991; Koller, 1994; Donadio et al., 1995).

A cultura de citros tem um custo de formação bastante elevado, sendo que até o terceiro ano não há retorno do capital investido. Para a adaptação das plantas a tipos diferenciados de solo, clima e topografia, são utilizados diferentes porta-enxertos. O espaçamento entre as plantas pode variar de acordo com a variedade plantada, mas permanece em torno de 3 x 7 m, para permitir a circulação de máquinas entre as linhas (FEPAGRO, 1995).

Conforme Boteon (2001), houve um expressivo aumento na receita da citricultura em todo país, explicado pela combinação entre aumento do volume produzido, estoques baixos das indústrias de suco, câmbio favorável às exportações da bebida e preço do produto em alta no mercado internacional. Entretanto, a produtividade apresenta-se ameaçada devido a problemas fitossanitários, como a morte súbita dos citros (possivelmente causada por uma mutação do vírus da "tristeza dos citros"), a clorose variegada dos citros (CVC), causada pela bactéria *Xylella fastidiosa* Wells e, principalmente, pela proliferação do cancro cítrico causado pela bactéria *Xanthomonas citri* pv. *citri* (ex Hasse) que provoca a queda dos frutos (FUNDECITRUS, 2001). Além disto, a natureza

perene das árvores de *Citrus* spp., associada às condições de clima, solo e vegetação favorece a existência de diversas espécies de insetos fitófagos que podem tornar-se pragas, afetando a produção (Koller, 1994; FEPAGRO, 1995).

#### **1.4 *Phyllocnistis citrella* – bioecologia**

A introdução de pragas exóticas é um sério problema para a agricultura em todo o mundo, podendo acarretar conseqüências graves ao setor produtivo e ao ambiente como o aumento do número de aplicações de agrotóxicos (Vilela et al., 2001).

Uma das espécies que vem sendo apontada como importante praga é *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae), cujo primeiro registro no Brasil foi no início de 1996, espalhando-se, após, rapidamente por todo país (FUNDECITRUS, 2001).

*Phyllocnistis citrella* é nativa do Sudeste asiático, conhecida popularmente como minador-das-folhas-dos-citros (Urbaneja, et al., 2000). Nos séculos XVI e XVII, a espécie expandiu-se para as Filipinas, Japão, Taiwan e Coréia. No início do século XX, houve registro de *P. citrella* na Austrália e no sul da África. Nas décadas de 60 e 70, foi encontrada na África Oriental e na década de 80 na África Ocidental. Em 1993, houve registro na Espanha e Estados Unidos da América (EUA) e, em 1994, alcançou Portugal, França, Itália, Turquia, Israel, Jordânia, Egito, Argélia e Marrocos (Generalitat Valenciana, 1996). Neste mesmo ano, houve infestação na América Central, nas ilhas do Caribe e no México (Lourenção & Muller, 1994). Em 1995, chegou à América do Sul e em 1996 foi registrada no Brasil espalhando-se, em poucos meses, por todas as regiões do país (Willink et al., 1996).

O adulto de *P. citrella* é uma pequena mariposa que apresenta envergadura de 4 mm, aproximadamente. As asas anteriores são mais estreitas que as posteriores e apresentam escamas de coloração prateada, com pêlos escuros, distribuindo-se longitudinal e transversalmente. A presença de um ponto preto na região apical das asas anteriores é característica da espécie; as asas posteriores são de cor branca e aspecto plumoso (Heppner, 1993) (Figura 1.3 a).

Os adultos apresentam hábitos crepusculares e uma longevidade de três a quatro dias. A cópula ocorre em até 12 horas após a emergência e em seguida inicia-se a oviposição. A fêmea adulta deposita seus ovos, isoladamente, sobre folhas jovens em crescimento, podendo cada fêmea colocar de 20 a 80 ovos (Garijo & García, 1994; Willink et al., 1996).

Os ovos podem ser colocados nas faces adaxial e abaxial e, até mesmo, em ramos tenros, quando a população do inseto está em maior densidade (Huang et al., 1989; Cõnsoli et al., 1996).

Os ovos, em geral, apresentam 0,3 mm de diâmetro, têm aspecto translúcido semelhante a uma gota d'água. A maioria dos ovos encontra-se nas folhas de 1 a 2 cm de comprimento. A eclosão das larvas ocorre entre dois a dez dias (Garijo & García, 1994; Willink et al., 1996; Chagas & Parra, 2000).

A larva, ao eclodir, com cerca de 1 mm de comprimento, perfura a cutícula e se introduz na folha, debaixo da epiderme. O extremo anterior da cabeça tem forma achatada e apresenta um par de mandíbulas que maceram as células do parênquima das folhas, formando galerias sinuosas durante a alimentação. A mina é composta por uma câmara preenchida por ar e pelos excrementos da larva, que passa por quatro ínstares de desenvolvimento e

nunca abandona uma mina para iniciar outra. O período larval pode durar de 5 a 20 dias (Garijo & Garcia, 1994; Willink et al. 1996) (Figura 1.3 b).

No final do processo larval, o inseto dirige sua galeria para as margens da folha, e a pré-pupa enrola a borda da folha, através da secreção de fios de seda formando uma câmara, onde empupa (Garijo & García, 1994; Willink et al., 1996; Chagas & Parra, 2000).

A pupa apresenta coloração marrom e fica protegida na câmara pupal por um período de 6 a 22 dias. Nesse período pode-se distinguir a fêmea do macho pois esta possui o nono e o décimo segmentos abdominais fusionados (Jacas & Garrido, 1995; Willink et al., 1996; Chagas & Parra, 2000).

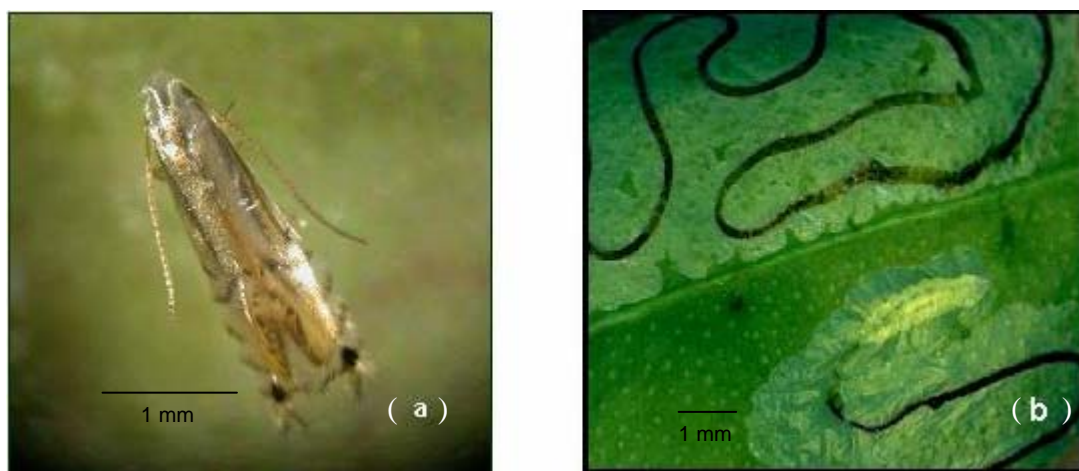


FIGURA 1.3 - *Phyllocnistis citrella* (Lep. : Gracillariidae) (a) adulto; (b) larva em folha de citros.

O ciclo de vida total de *P. citrella* pode durar de 13 a 52 dias. Não apresenta diapausa definida, mas pode ocorrer um aumento na duração do seu ciclo vital no inverno. Dependendo da temperatura, pode-se registrar de 4 a 13

gerações por ano (Patel et al., 1994; Lourenção & Muller, 1994; Jacas & Garrido, 1995; Chagas & Parra, 2000).

Os principais hospedeiros de *P. citrella* são espécies de *Citrus* (Rutaceae). Além disto, pode utilizar também plantas de outros gêneros de Rutaceae, e das famílias Oleaceae, Loranthaceae, Leguminoseae e Lauraceae (Lourenção & Muller, 1994; Willink et al., 1996).

### **1.5 *Phyllocnistis citrella* – danos**

Devido à ação minadora das larvas nas folhas, *P. citrella* pode causar danos diretos e indiretos nas plantas de citros. A redução da superfície fotossintética, o enrolamento das folhas criando um microambiente propício para o desenvolvimento de afídeos e cochonilhas e a queda prematura de folhas e brotações são alguns dos danos provocados (Generalitat Valenciana, 1996). Segundo Willink et al. (1996), cada larva pode realizar uma galeria de danificando de 1 a 4 cm<sup>2</sup> de área foliar, atingindo cerca de 50% da folha. Huang & Li (1989) estabeleceram que um ataque pelo minador de até 20% da área foliar não implicaria em dano significativo.

Indiretamente, a larva minadora pode abrir passagem para a entrada de fitopatógenos, especialmente a bactéria causadora do cancro cítrico. Levantamentos realizados em outros países têm demonstrado um índice de infestação de *X. citri* pv. *citri* de até 75% em folhas de citros, quando *P. citrella* está presente (Heppner, 1993; Willink et al., 1996; Chagas & Parra, 2000).

Os primeiros trabalhos, realizados com *P. citrella* em todo o mundo, priorizaram o controle químico deste inseto. Recentemente, os estudos voltaram-

se para o controle biológico do minador, uma vez que uso de agrotóxicos mostrou-se ineficaz e oneroso para os produtores, pois a única fase vulnerável a inseticidas é a larva de primeiro ínstar (Gravena, 1994). Assim, pesquisas como as de Argov & Rössler (1996) que desenvolveram métodos de criação para *P. citrella* e seus parasitóides em Israel, ou as de Amalin & Peña (1999) que monitoraram a ação de aranhas no controle do minador em pomares na Flórida, além de estudos sobre a biologia e ecologia de inimigos naturais, vêm crescendo no mundo todo.

No Brasil, os principais inimigos naturais registrados para *P. citrella* são, entre os predadores, aranhas, *Oxyopes salticus* Hentz (Oxyopidae), *Cheiracanthium inclusum* (Hentz) (Clubionidae); uma espécie de formiga, *Solenopsis saevissima* (F. Smith) (Formicidae); duas espécies de Vespidae predadoras, *Brachygastra lecheguana* (Latreille) e *Protonectarina sylveirae* Saussure (Gravena, 1996; Penteado-Dias et al., 1997) e duas espécies de crisopídeos, *Ceraeochrysa everes* (Banks) e *Ceraeochrysa claveri* (Navas) (Foelkel et al., 2003). Os parasitóides microhimenópteros aparecem com destaque, sendo considerados os principais agentes de controle biológico de *P. citrella* (Penteado-Dias et al., 1997; Mineo, 1999; Legaspi et al., 2001; Cancino et al., 2001).

### **1.6 Parasitóides de *Phyllocnistis citrella***

Parasitóides são insetos cujas larvas se desenvolvem alimentando-se do corpo de outros organismos, usualmente da mesma classe zoológica,

necessitando somente um ou poucos hospedeiros para completarem o desenvolvimento e resultando na morte destes (Quicke, 1997).

De um modo geral, os parasitóides apresentam grande importância em ecossistemas naturais e agrícolas por sua influência na regulação das populações da maioria de seus hospedeiros (Godfray, 1994). Muitas pesquisas foram ou são estimuladas pelo sucesso freqüente destes organismos em programas de controle biológico. Da mesma forma, para o controle de *P. citrella* na cultura do citros, os parasitóides vêm recebendo destaque como agentes promissores.

Vários levantamentos sobre espécies de parasitóides de *P. citrella* têm sido realizados no Brasil e no exterior. Dentre as famílias encontradas, a mais freqüente é Eulophidae.

Eulophidae integra organismos de cerca de 0,4 mm de comprimento, podendo ser reconhecidos pelos tarsos tetrâmeros e número de segmentos (de um a quatro) no funículo da antena. Muitos são endoparasitóides primários de insetos de várias ordens, incluindo importantes pragas agrícolas ou ectoparasitóides gregários (Borror & DeLong, 1988; Schauff et al., 1998).

Peña et al. (1996) registraram a ocorrência de oito espécies de parasitóides em pomares de citros na Flórida, sendo que 84,9% dos indivíduos coletados pertenciam a Eulophidae.

Longo et al. (1998) efetuaram o levantamento de parasitóides nativos na Itália (Sicília e Calábria), encontrando, principalmente, espécies de Eulophidae. Caleca et al. (1998) verificaram que *Cirrospilus pictus* (Ness) (Eulophidae) foi o parasitóide nativo mais abundante da larva minadora na Sicília. Os autores observaram, ainda, que a introdução de *Semiolacher*

*petiolatus* (Girault) (Eulophidae) incrementou a taxa de parasitismo nas áreas estudadas. Urbaneja et al. (2000) detectaram a ocorrência de 13 espécies nativas de microhimenópteros parasitando *P. citrella* no leste da Espanha em pomares de laranjeira doce e limoeiro, destacando-se *Prigalio pectinicornis* (Linnaeus) (Eulophinae), *Chrysocharis pentheus* (Walker) (Entedontinae) e três espécies de *Cirrospilus* (Eulophinae).

Legaspi et al. (1999), em trabalho realizado no sul do Texas (EUA), encontraram 39 espécies de himenópteros nativos, incluindo nove espécies em três famílias, Eulophidae, Proctotrupidae e Ceraphronidae, que parasitam ovos ou larvas de *P. citrella*, sendo que *Zagrammosoma multilineatum* (Ashmead) (Eulophidae) foi a nativa mais abundante.

Indivíduos de Elasminae também são freqüentemente encontrados parasitando *P. citrella*. Os adultos desta subfamília têm em torno de 4 mm de comprimento e caracterizam-se por possuírem uma aba translúcida projetada posteriormente sobre o propódeo, além de apresentarem metacoxa alargada. São ectoparasitóides primários de larvas e/ou pupas de lepidópteros ou hiperparasitóides de braconídeos e icneumonídeos que parasitam larvas de lepidópteros (Borror & DeLong, 1988; Penteado-Dias et al. 1997; Burks, 2001)

Perales-Gutiérrez et al. (1996), em levantamento realizado em Colima, no México, identificaram, parasitando *P. citrella*, os eulofídeos nativos *Cirrospilus* spp., *Closterocerus* spp., *Hosrismenus* sp., *Z. multilineatum* e *Elasmus* sp..

Na província de Tucuman (Argentina), indivíduos representantes de Eulophidae foram os mais freqüentes em *P. citrella*, segundo Frias & Diez (1998).



No Brasil, são citadas principalmente espécies de *Cirrospilus* e *Elasmus* e *Galeopsomyia fausta* La Salle (Eulophidae); *Pachyneuron* (Pteromalidae) e *Telenomus* (Scelionidae) para os estados de São Paulo e do Rio de Janeiro, sendo os eulofídeos os mais freqüentes (Penteado-Dias et al., 1997; Costa et al., 1999; Nascimento et al., 2000; Montes et al., 2001; Sá et al., 2001). Registros de *G. fausta*, *Cirrospilus* sp., *Elachertus* sp. e *Elasmus* sp. (Eulophidae) são encontrados também para o estado de Santa Catarina (Garcia et al., 2001).

No Rio Grande do Sul, embora os levantamentos sejam ainda preliminares já foram registradas *Elasmus* sp., *Cirrospilus* sp. *C*, *Aprostocetus* sp., *Horismenus* sp. e *G. fausta* (Eulophidae) (Becker & Moraes, 2001).

### **1.7 Parasitóides no controle biológico clássico**

Apesar de existirem parasitóides nativos nas diferentes regiões onde o citros é cultivado, a introdução de parasitóides exóticos para o controle biológico de *P. citrella* tem sido realizada em vários locais buscando implementar os níveis de parasitismo e, conseqüentemente, diminuir os danos causados por *P. citrella*.

A primeira introdução de inimigos naturais do minador-das-folhas-de-citros foi realizada na Austrália com *Ageniaspis citricola* Logvinoskaya (Hym., Encyrtidae), e os eulofídeos *Cirrospilus quadrastichus* Subba Rao e Ramamani e *Cirrospilus phyllocnistoides* (Narayanan) (Neale et al., 1995). Estas três espécies, juntamente com *S. petiolatus* e *Quadrastichus* sp. são, atualmente, as mais comumente utilizadas nos programas de controle biológico clássico de *P.*

*citrella* nos países produtores de citros das Américas e da região do Mediterrâneo (Garcia-Marí et al., 2004).

*Ageniaspis citricola*, originalmente descrita de espécimes coletados no Vietnã, também foi registrada na Tailândia e em Taiwan (Hoy, et al. 2000). Liberada inicialmente na Austrália (Argov & Rössler, 1996), tem sido considerada a espécie de parasitóide mais promissora, sendo a sua introdução prioritária em vários países, em função de sua liberação ter sido bem avaliada, especialmente na Austrália (Neale, et al., 1995).

O adulto de *A. citricola* tem coloração preta e mede cerca de 1 mm de comprimento (Figura 1.4 a); é um endoparasitóide que apresenta desenvolvimento poliembriônico, podendo emergir de um a oito indivíduos de cada minador parasitado (Argov & Rössler, 1996). A postura é feita em ovos ou em larvas de primeiro ínstar do minador-dos-citros e os adultos emergem da pupa. O ciclo de vida, a 25°C, dura em torno de 15 dias (Heppner, 1993). No pomar a presença de *A. citricola* pode ser verificada pela série de pequenas pupas marrons que substituem a do minador (Figura 1.4 b).

Estudos sobre a biologia, a ecologia de *A. citricola*, assim como o seu potencial para o controle da praga, têm sido realizados, paralelamente, nos países em que foi introduzida. Neste contexto citam-se os trabalhos de Argov & Rössler (1998), que monitoraram a introdução deste parasitóide para controle do minador em Israel, os de Edwards & Hoy (1998), que estudaram, em laboratório, a biologia de *A. citricola* e os de Yoder & Hoy (1998), que testaram, também em condições de laboratório, a influência da umidade no desenvolvimento destes parasitóides. Na Flórida (EUA), o estabelecimento de *A. citricola* foi monitorado por Pomerinke & Stansly (1998), os quais observaram um aumento no

parasitismo total do minador de 2% em 1994, para 86% em 1995. Por outro lado, o percentual decorrente da ação de parasitóides nativos decaiu de 30% para 2%.

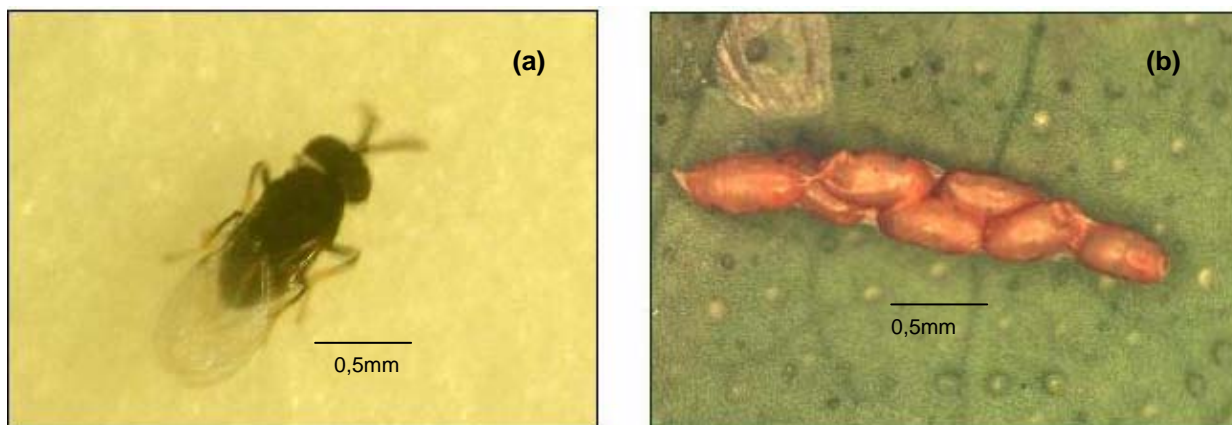


FIGURA 1.4 - *Ageniaspis citricola* (Hym.: Encyrtidae) (a) adulto, (b) pupas.

No Brasil, *A. citricola* foi também introduzida em várias regiões citrícolas, especialmente em São Paulo, onde, inicialmente, foram realizadas 132 liberações em pomares de 44 municípios (Paiva et al., 2000).

Segundo Paiva et al. (2000), a liberação foi efetuada em vários estados e inclusive na região produtora de citros (Montenegro e Taquari) no Rio Grande do Sul de acordo com Becker & Moraes (2001). Estas introduções no RS não foram sistematizadas, pois não levaram em conta características fenológicas da cultura, não estabeleceram métodos que permitissem quantificar previamente a riqueza de parasitóides nativos presentes, nem tampouco monitorar o destino dos parasitóides introduzidos no que concerne a sua persistência ou não na área.

No Brasil, poucos foram os estudos relacionados à introdução de *A. citricola*, neste sentido salientam-se os de Sá et al. (1999) e Sá et al. (2000), que

abordaram aspectos da biologia deste parasitóide exótico e a proporção de espécies nativas de *P. citrella* antes e após seu estabelecimento.

### **1.8 Justificativa e impacto do estudo**

Para o estabelecimento, com sucesso, de um programa de controle biológico clássico em um sistema agrícola faz-se necessário previamente a identificação das espécies de inimigos naturais presentes, o seu potencial de efetuar o controle, a densidade e a distribuição espacial sua e dos fitófagos relacionados, bem como os índices de redução populacional das pragas registrados, anteriormente à introdução de novos agentes de controle (Jervis & Kidd, 1996).

Outro fator importante é o conhecimento do agroecossistema, que influencia diretamente o sucesso da introdução de inimigos naturais. Segundo Pedigo (1996), a maioria dos casos de sucesso relatados ocorre em sistemas razoavelmente estáveis, incluindo culturas perenes como pomares e essências florestais.

No momento em que a agricultura busca tecnologias alternativas que possibilitem a eliminação do uso de agrotóxicos, tornam-se necessários também estudos em sistemas de produção orgânicos ou agroecológicos. Nestes sistemas buscam-se complexos de interações ecológicas e sinergismos entre os componentes bióticos, criando-se condições para a fertilidade do solo, a produtividade e a proteção das culturas (Altieri, 2000).

Para Edwards & Wratten (1981), comunidades mais complexas proporcionam um espectro mais amplo de nichos ecológicos e sustentam

populações maiores e mais diversas de predadores e parasitóides do que as mais simples. Segundo Altieri (1989), o consórcio de culturas, assim como a presença de plantas espontâneas, tende a reduzir as pragas, por interferência no comportamento de procura da planta hospedeira e por interferência no desenvolvimento e sobrevivência da população, visto que estimula a presença de inimigos naturais.

Segundo Altieri et al. (2003), para o uso efetivo da biodiversidade no manejo de sistemas agrícolas é importante o entendimento de que a abundância desejável da biodiversidade difere de um agroecossistema para outro. Para atender a esta necessidade e para identificar estratégias de conservação e manejo, são fundamentais estudos de ecologia básica. Nessa busca, o conhecimento acerca das espécies de parasitóides e sua ação sobre populações de *P. citrella* ao longo do tempo, além do padrão de distribuição espacial em diferentes escalas no pomar, teve o intuito de trazer informações básicas e fundamentais para o manejo e controle de *P. citrella*, já que o aumento de sua densidade tem sido apontado como um dos fatores determinantes do incremento da incidência de cancro cítrico.

Resultados desta natureza poderão trazer contribuições para o entendimento do sistema citros x minador x parasitóide, na busca de modelos alternativos de cultivo, além da determinação do potencial desses inimigos no controle populacional do minador. Especialmente no Rio Grande do Sul, onde o cultivo se dá em pequenas propriedades e em policulturas, estes modelos podem implementar a produtividade, diminuindo impactos ambientais.

Este trabalho integrou um projeto mais amplo, envolvendo uma equipe multidisciplinar da UFRGS, contando com apoio da EMATER/RS e da

ECOCITRUS, intitulado “Produção de mudas e frutas cítricas, com manejo ecológico, em viveiros e pomares contaminados com cancro cítrico”. O principal objetivo do projeto foi estudar a viabilidade da produção de citros com manejo ecológico. Para isto, além da dinâmica populacional do minador dos citros e seus inimigos naturais, foram estudadas doenças foliares, fungos associados a cochonilhas, fungos micorrízicos e a dinâmica populacional da mosca-das-frutas (Dip.: Tephritidae) nos mesmos pomares. Baseado na idéia de pesquisa participativa, que busca a ação social através da transferência horizontal de conhecimento entre produtores e pesquisadores (Cooper & Denning, 2001), foram avaliadas alternativas de controle das principais pragas e/ou doenças com a associação de novas tecnologias e o resgate da cultura regional.

Os resultados do presente estudo estão sendo apresentados sob forma de cinco artigos científicos. O primeiro (Capítulo II) refere-se ao registro das espécies de parasitóides de *P. citrella* presentes na área de estudo. O segundo (Capítulo III) apresenta-se como nota científica do primeiro registro do parasitóide *Cirrospilus floridensis* Evans (Hymenoptera: Eulophidae) no Brasil, enviado para a revista Ciência Rural. O terceiro (Capítulo IV) trata dos índices de parasitismo encontrados nos dois pomares nos dois anos; o quarto (Capítulo V) visou a caracterização da estrutura da comunidade de parasitóides comparando os dois pomares nos dois anos consecutivos. Por último, o quinto (Capítulo VI) aborda a distribuição espacial do parasitismo na escala da planta e em relação ao hospedeiro. Em seguida são apresentadas conclusões gerais sobre o estudo.

## CAPÍTULO II

### COMPLEXO DE PARASITÓIDES DE *Phyllocnistis citrella* STANTON (LEPIDOPTERA: GRACILLARIIDAE) EM DOIS POMARES DE CITROS EM MONTENEGRO, RS, BRASIL

#### 2.1 INTRODUÇÃO

O minador-das-folhas-dos-citros *P. citrella* é um microlepidóptero originário do Sudeste asiático. No Brasil, sua presença foi registrada pela primeira vez em 1996 (Prates et al., 1996).

Devido à ação minadora das larvas nas folhas, *P. citrella* pode causar danos diretos e indiretos às plantas de citros. A redução da superfície fotossintética, o enrolamento das folhas criando um microambiente propício para o desenvolvimento de afídeos e cochonilhas e a queda prematura de folhas e brotações são alguns dos danos provocados (Generalitat Valenciana, 1996). Indiretamente, a larva minadora pode abrir passagem para a entrada da bactéria *Xanthomonas citri* pv. *citri*, causadora do cancro cítrico. Levantamentos realizados em vários países têm demonstrado um índice de infestação de *X. citri* pv. *citri* de até 75% em folhas de citros, quando *P. citrella* está presente (Heppner, 1993; Willink et al., 1996; Chagas & Parra, 2000).

A combinação destes fatores faz com que *P. citrella* seja considerada uma praga importante e alvo de uma série de estudos nos países produtores de citros.

Os indivíduos de *P. citrella*, como a maioria dos insetos fitófagos, ao colonizarem novas áreas, livres dos seus inimigos naturais, rapidamente alcançaram a condição de praga. Para Urbaneja et al. (1998), este processo de dispersão fez com que houvesse uma adaptação dos parasitóides oportunistas autóctones, que ocupavam nichos ecológicos similares, os quais tornaram-se fatores chaves na regulação das populações deste fitófago.

Dentre os parasitóides autóctones registrados no Brasil e associados a *P. citrella*, os mais freqüentes são espécies de Eulophidae, Eupelmidae e Chalcididae (Penteado-Dias et al., 1997; Costa et al., 1999; Sá et al., 1999; Nascimento et al., 2000).

Gravena (1998) aponta para São Paulo *G. fausta* como o parasitóide mais importante, pois aparece numa freqüência de 90%. Outros eulofídeos registrados em pomares de laranjeira, em São Paulo e no Rio de Janeiro, foram espécies de *Cirrospilus* e *Elasmus* (Sá et al., 2000, Montes et al., 2001). Em Santa Catarina, Garcia et al. (2001) constataram, também desta família, a presença de *Elasmus* sp., *Cirrospilus* sp., *G. fausta* e *Elachertus* sp.

No Rio Grande do Sul, os levantamentos, embora preliminares, apontaram a presença dos eulofídeos *Elasmus* sp., *Cirrospilus* sp. C, *Aprostocetus* sp., *Horismenus* sp. e *G. fausta* sem, entretanto, registrarem a freqüência relativa destas espécies ou os índices de parasitismo (Becker & Moraes, 2001).



O conhecimento das espécies de parasitóides que atuam sobre populações de *P. citrella* ao longo do tempo, é fundamental para o estabelecimento de um manejo adequado, visando o controle da mesma. Neste sentido, o presente trabalho objetivou realizar o levantamento das espécies de parasitóides de *P. citrella* presentes em dois pomares de citros no município de Montenegro, RS e registrar possíveis diferenças na composição das espécies.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Montenegro (29° 68'S e 51° 46'W) em dois pomares contíguos, um de tangerineira da cultivar Montenegrina (*C. deliciosa*) e o outro do híbrido tangor Murcott (*C. sinensis* x *C. reticulata*) com aproximadamente 2 ha cada um. O manejo das áreas não incluiu a aplicação de herbicidas, nem a liberação de agentes biológicos de controle tendo sido realizadas, anualmente, roçadas nas linhas e aplicações de biofertilizante líquido (com pH próximo a 7,0) e a cada dois anos a incorporação de um composto orgânico elaborado na usina de compostagem da ECOCITRUS (Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Caí). Além disso, como medida fitossanitária, foram efetuadas aplicações de calda bordalesa três vezes por ano, e calda sulfocálcica, anualmente.

Cada área amostral com aproximadamente 0,6 ha continha cerca de 315 plantas, de dez anos de idade, dispostas com espaçamento de 3 m entre plantas e 6 m entre fileiras (Figura 2.1). Para evitar o efeito de borda, as duas primeiras fileiras de plantas que contornavam cada pomar não foram consideradas para a amostragem.

No primeiro ano, quinzenalmente, de julho de 2001 a junho de 2002, a cada ocasião de amostragem, eram sorteadas aleatoriamente 12 plantas (aproximadamente 4% das árvores) de cada área, de onde foram retiradas as unidades de amostra. No segundo ano de amostragem, de julho de 2002 a junho de 2003, aumentou-se o número de amostras, monitorando-se 24 plantas de cada área.

Em cada planta sorteada foram inspecionados todos os brotos para verificar a presença de pupas de *P. citrella*. Todas as folhas contendo pupas foram colhidas e acondicionadas em sacos plásticos etiquetados, contendo algodão embebido em água, para manter a turgidez das mesmas. No Laboratório de Biologia, Ecologia e Controle Biológico de Insetos, as folhas foram individualizadas em placas de Petri, vedadas e mantidas, sob condições ambientais, até a emergência dos parasitóides ou dos adultos de *P. citrella*.

Os parasitóides emergidos foram conservados individualmente em recipientes tipo “ependorff” contendo álcool 70% para posterior identificação.

Os parasitóides foram identificados através da chave dicotômica de Penteado-Dias et al. (1997) e por consulta ao Dr. Valmir A. Costa, do Instituto Biológico de Campinas, São Paulo e ao Dr. John La Salle, do CSIRO Entomology, da Austrália.

Determinou-se a frequência relativa de cada espécie, com relação ao total de indivíduos em cada um dos pomares estudados. A constância, que avalia a porcentagem de espécies presentes em cada ocasião de amostragem nos levantamentos efetuados, foi calculada segundo Dajoz (1973).

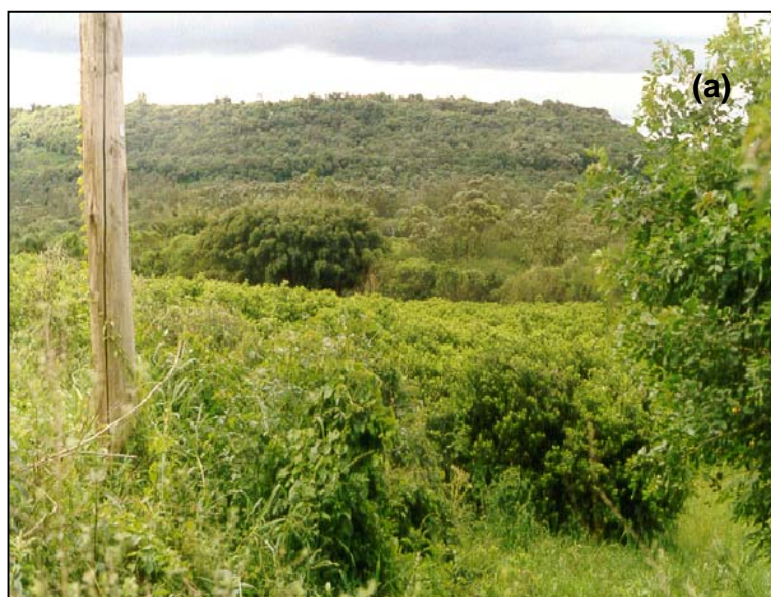


FIGURA 2.1 - Vista geral dos pomares (a) de tangerineira 'Montenegrina' e (b) de tangor 'Murcott', Montenegro, RS.

### 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo dos dois anos de estudo, no total de 52 ocasiões de amostragem foram obtidos 710 exemplares de parasitóides emergidos de pupas de *P. citrella*, pertencentes à Hymenoptera e distribuídos em duas famílias. A

curva de distribuição da abundância (Figura 2.2) evidencia o grande número de indivíduos de *A. citricola* obtidos. Dentre as espécies nativas, *Cirrospilus* sp. C foi a mais abundante.

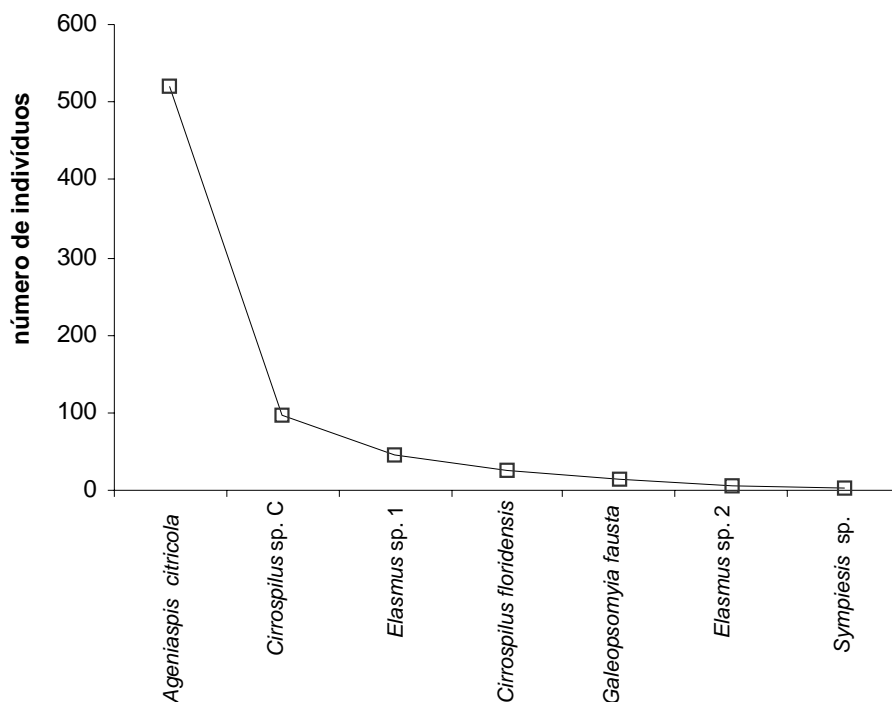


FIGURA 2.2 - Curva de distribuição da abundância total das espécies de parasitóides de *Pyllocnistis citrella* encontradas nos pomares de tangerineira 'Montenegrina' e de tangor 'Murcott' nos dois anos de estudo, em Montenegro, RS (julho de 2001 a junho de 2003).

Os representantes de Eulophidae compreenderam *Cirrospilus* sp. C, *C. floridensis* (Cirrospilini), *Sympiesis* sp. (Eulophini), *G. fausta* (Tetrastichini) e *Elasmus* sp. 1 e sp. 2 (Elasmini) (Figura 2.3 a - f). Esta família inclui muitas espécies de parasitóides de importantes pragas de plantas cultivadas (Schauff et al., 1998, Burks, 2001). Em diferentes locais no Brasil, também foram apontadas várias espécies de Eulophidae, parasitando *P. citrella*, como *Cirrospilus* spp.,

*Elasmus* spp., *G. fausta*, *Pediobus* sp. e *Sympiesis* sp. (Penteado-Dias et al., 1997, Costa et al., 1999; Nascimento et al., 2000).

Além destas espécies, detectou-se a presença de *A. citricola* (Figura 2.3 g e h) espécie exótica introduzida em agosto de 2001 em várias propriedades próximas aos pomares estudados, para controle biológico clássico do minador. Nesta ocasião três gaiolas, contendo cerca de 300 pupas de *A. citricola* cada uma, foram liberadas num pomar de 3 ha, com manejo convencional, localizado a uma distância de 15 m da divisa, ao Sul do pomar de 'Murcott' (Sr. Luiz Laux, informação verbal). Esta espécie tem sido utilizada em larga escala no controle de *P. citrella* no Brasil e no exterior (Paiva et al., 2000; Linares et al., 2001).

Nas vinte e seis ocasiões de amostragem realizadas no primeiro ano de estudo, das 410 pupas amostradas emergiram 218 minadores e 100 parasitóides.

No pomar de 'Montenegrina', neste ano, foram identificadas seis espécies de parasitóides emergidos de pupas de *P. citrella*. *Cirrospilus* sp. C. apareceu em maior frequência (42%), seguida de *Elasmus* sp. 1 (34%) e *C. floridensis* (12%) (Figura 2.4 ). Nesta área, as espécies de *Cirrospilus*, somadas, representaram 54% do total registrado e *A. citricola*, exótica, não foi constatada.

Neste mesmo ano, na área correspondente à 'Murcott', foram identificadas também seis espécies de parasitóides (Figura 2.4 a), sendo *A. citricola* a mais frequente (44%). *Cirrospilus* sp. C e *C. floridensis*, somadas, representaram 34% e *Elasmus* sp. 1, 18% do total de parasitóides encontrados.

Embora a maioria das espécies estivesse presente nas duas áreas, observam-se distinções na estrutura do complexo de parasitóides ocorrentes, por exemplo, a *Sympiesis* sp. foi encontrada exclusivamente na área de

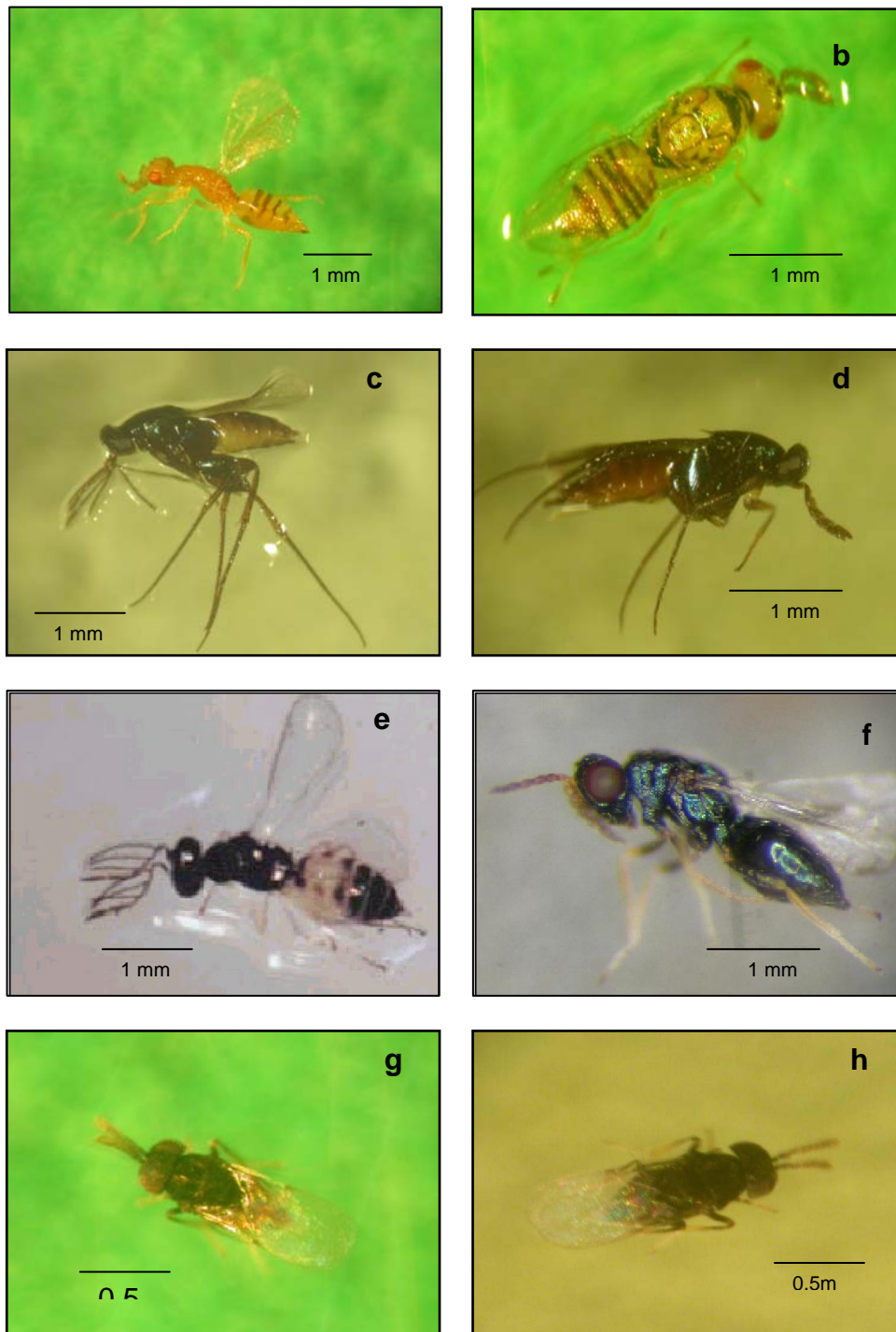


FIGURA 2.3 - Parasitóides de *Phyllocnistis citrella* registrados nos pomares de tangerineiras 'Montenegrina' e tangor 'Murcott' no município de Montenegro, RS: (a) *Cirrospilus* sp. C; (b) *Cirrospilus floridensis*; (c) *Elasmus* sp. 1; (d) *Elasmus* sp. 2; (e) *Sympiesis* sp.; (f) *Galeopsomyia fausta*; (g e h) *Ageniaspis citricola*.

'Montenegrina'; na frequência das espécies, *Elasmus* sp.1 ocorreu com maior frequência em 'Montenegrina' (34%) do que em 'Murcott' (18%) e na dominância das mesmas, na segunda área *A. citricola* foi dominante.

A presença de *A. citricola*, no primeiro ano, na área cultivada com Murcott, deve-se possivelmente à maior proximidade desta com o local onde ocorreu a liberação do microhimenóptero para o controle de *P. citrella*.

No segundo ano, do total amostrado, emergiram 610 parasitóides. Observa-se que, embora o número de indivíduos tenha sido maior, o de espécies não aumentou, indicando que, provavelmente, as obtidas no primeiro ano, representam, de fato, o complexo principal de parasitóides associados à *P. citrella* no local de estudo.

Percebe-se nitidamente um aumento na população de *A. citricola* em ambas as áreas (Figura 2.4 b), indicando a rápida ocupação do espaço por este parasitóide exótico. Na área de 'Montenegrina', onde, no primeiro ano de amostragem, *A. citricola* não foi registrada, aparece, no segundo, como a mais freqüente. Este dado reforça a idéia que *A. citricola* está se dispersando a partir do seu ponto de liberação, próximo à área de 'Murcott' e colonizando outras áreas.

Por outro lado, observa-se uma diminuição na frequência dos parasitóides autóctones. Este fato pode indicar o início de uma exclusão competitiva, já que a espécie exótica apresenta comportamento especialista e é poliembriônica, podendo vir a ser mais bem-sucedida.

Conforme Ricklefs (1996) quando várias espécies de parasitóides são introduzidas simultaneamente para controlar populações de pragas na mesma localidade e para explorar o mesmo recurso, é de se esperar que exclusões

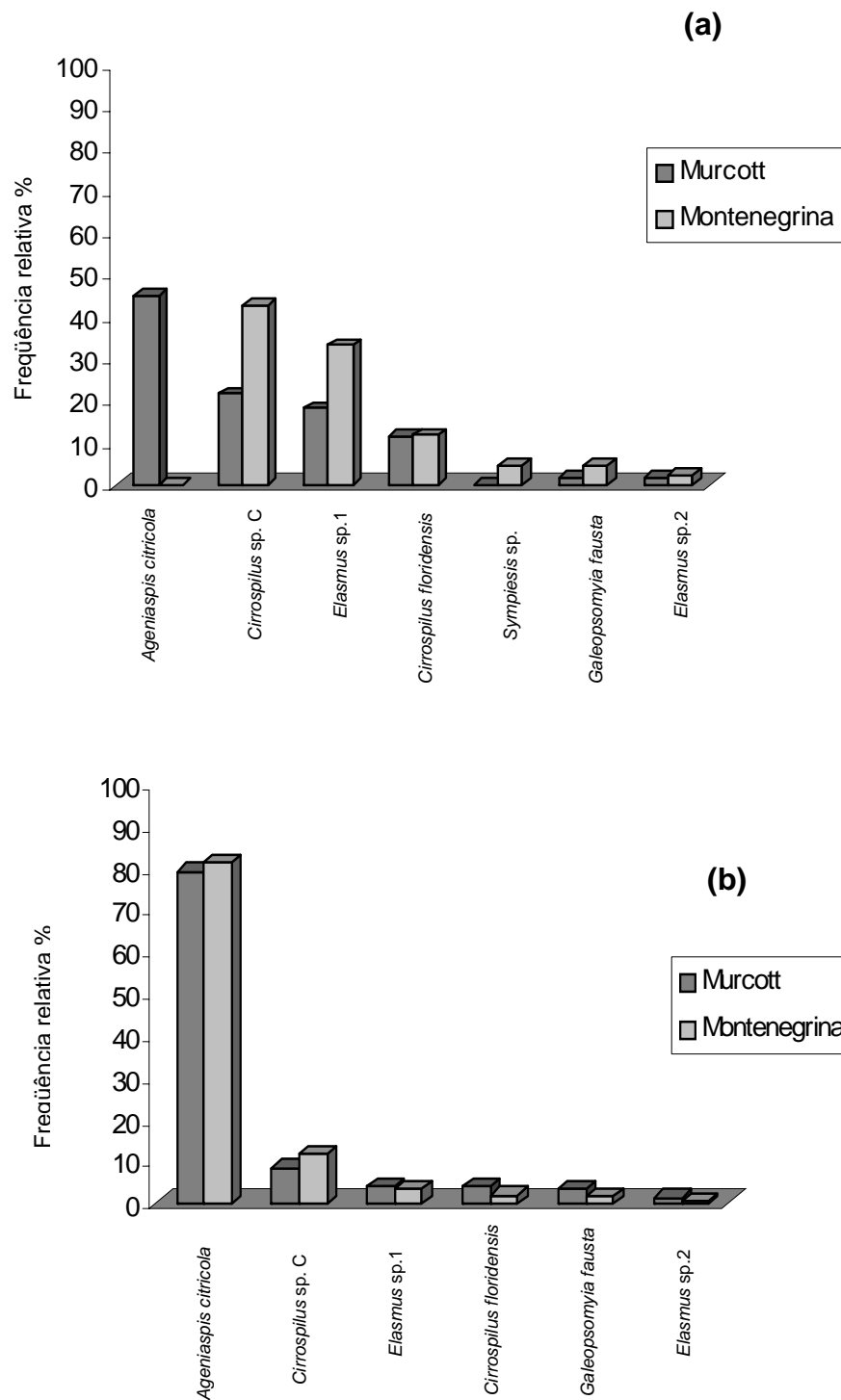


FIGURA 2.4 - Frequência relativa das espécies de parasitóides encontradas nos pomares de 'Montenegrina' e 'Murcott' (a) julho de 2001 a junho de 2002 e (b) julho de 2002 a junho de 2003, Montenegro, RS.



competitivas ocorram sob estas condições, com o deslocamento das espécies pré-existentes para outros nichos ou, mesmo, a extinção local de uma população. No presente caso, apenas uma espécie exótica (*A. citricola*) foi introduzida e as observações dos anos sucessivos (Figura 2.4) sugerem que a mesma provocou uma mudança no conjunto de espécies de parasitóides associados à *P. citrella* nas áreas estudadas.

Entretanto, a ação de *A. citricola* pode vir a não ser tão efetiva, uma vez que Diez et al. (2000) em pomares de citros na Argentina, já registraram o hiperparasitismo de *G. fausta* e *Cirrospilus* sp. sobre este parasitóide.

A continuidade das amostragens poderá apontar se esta mudança representa apenas um deslocamento temporário das espécies nativas ou se acarretará a extinção de populações locais.

Em 'Montenegrina', no segundo ano, não houve o registro de *Sympiesis* sp. As duas espécies de *Cirrospilus*, que, no ano anterior compunham 54% dos registros, neste ano, juntas, somaram somente 15% (Figura 2.4).

Na área de 'Murcott', a freqüência relativa de *A. citricola* passou de 44% no primeiro ano para 80% no segundo. Embora não se tenha constatado o desaparecimento de nenhuma outra espécie, as de *Cirrospilus* baixaram sua freqüência de 34% para 11% (Figura 2.4).

Em ambas áreas houve uma grande modificação na estrutura do complexo de parasitóides, alterando-se a presença, a freqüência e a constância das espécies (Tabela 2.1).

Sá et al. (1999) também observaram uma mudança na estrutura do complexo de parasitóides após o estabelecimento de *A. citricola* em pomares de citros, em Jaguariúna (SP). Os autores verificaram que, antes da introdução do

parasitóide exótico, *G. fausta* predominava, com 91,83% de frequência, diminuindo, após, para 38,30%. Da mesma forma que no presente estudo, espécies menos frequentes deixaram de ser constatadas.

TABELA 2.1 - Espécies de parasitóides de *Phyllocnistis citrella* registradas, frequência relativa (fr) e constância (c) nos pomares de tangerineira 'Montenegrina' e de tangor 'Murcott', ano 1 (julho de 2001 a junho de 2002) e no ano 2 (julho de 2002 a junho de 2003), Montenegro, RS.

Espécies	Montenegrina				Murcott			
	Ano 1		Ano 2		Ano 1		Ano 2	
	fr (%)	c (%)	fr (%)	c (%)	fr (%)	c (%)	fr (%)	c (%)
<i>Elasmus</i> sp. 1	22	23,1	3,9	23,1	14,9	19,2	2,8	11,5
<i>Elasmus</i> sp. 2	8	7,7	0	7,7	8,9	11,5	1,2	7,7
<i>Cirrospilus</i> sp. C	26	26,9	9,7	30,8	16,4	26,9	5,5	19,2
<b>C.</b>	24	19,2	1,7	15,4	14,9	11,5	2,4	15,4
<i>floridensis</i>								
<i>Sympiesis</i> sp.	4	7,7	0	0	0	0	0	0
<b>G.</b>	6	3,8	1,2	11,5	2,9	3,8	3,7	7,7
<i>fausta</i>								
<i>A. citricola</i>	0	0	82,5	30,8	40,9	23,1	84,5	23,1

Os registros de constância no presente estudo revelam que, nos dois pomares, no primeiro ano, houve uma grande variação das espécies presentes nas diferentes ocasiões de amostragem, não evidenciando uma espécie mais constante. Já no segundo ano, *A. citricola* mostrou-se constante na área de Montenegrina, estando presente em 30,8% das amostragens realizadas.

*Cirrospilus* sp. C, *C. floridensis* e *Elasmus* sp. 1, embora em menor frequência, também estiveram presentes em grande parte das ocasiões de

amostragem no segundo ano (Tabela 2.1). Isto pode sugerir que estas espécies estejam estabelecendo-se, com segregação parcial de nichos, visto que *A. citricola* é um endoparasitóide de ovos e larvas de primeiro ínstar de *P. citrella*, enquanto que as outras espécies caracterizam-se por serem ectoparasitóides de larvas de quarto ínstar e pré-pupas (Argov & Rössler, 1996). Para Browing et al. (1996), os nichos (sic) ocupados por Eulophidae variam de minas larvais a celas de pré-pupas ou pupas. Neste caso, a maior competição entre as espécies ocorre entre os hospedeiros em ínstares larvais tardios e em pré-pupas, onde cada ínstar serve a duas ou mais espécies nativas. Entretanto, estes mesmos autores neste estudo realizado em pomares de citros na Flórida (EUA), registraram que o impacto de parasitóides nativos cresceu desde 1993, quando iniciou o monitoramento, e que mais espécies passaram a compor o complexo.

No presente estudo, observou-se que com a introdução de *A. citricola* nas áreas adjacentes aos pomares e seu posterior estabelecimento nas áreas de 'Murcott' e 'Montenegrina', houve uma redução no número de espécies de parasitóides e na dominância das mesmas. Segundo Howarth (1991) em casos extremos, a introdução de espécies exóticas para controle de pragas pode causar tanto um drástico declínio nas populações de espécies comuns, quanto empurrar as raras próximo à extinção local, ou seja, ocorre uma diminuição na quantidade e diversidade de inimigos naturais presentes na área de cultivo.

As pesquisas sobre sistemas múltiplos de cultivo enfatizam a grande importância da diversidade em um cenário agrícola, com o propósito de aumentar a estabilidade destes (Altieri 1989). Neste sentido é que, para Michaud (2002), o controle biológico em cultivos perenes deve estar baseado em um complexo de inimigos naturais endógenos, cuja composição, biologia e

interações entre espécies necessitam ser conhecidas para o sucesso do manejo de pragas.

Registros relativos à presença e a contribuição efetiva de parasitóides e predadores nativos para a redução populacional de *P. citrella* permitem uma estimativa realista do efeito da introdução de inimigos naturais exóticos. Desta maneira pode-se definir ou não a necessidade da implementação de outras estratégias de manejo, visando equilibrar o agroecossistema, minimizar custos e aumentar a produtividade local.

### CAPÍTULO III

#### **PRIMEIRO REGISTRO DA OCORRÊNCIA DE *Cirrospilus floridensis* EVANS (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) COMO PARASITÓIDE DE *Phyllocnistis citrella* STANTON (LEPIDOPTERA: GRACILLARIIDAE) NO BRASIL**

*Phyllocnistis citrella* é nativa do Sudeste asiático, estando atualmente dispersa por países produtores da Oceania, África, Europa e Américas (Heppner, 1993). No Brasil foi detectada pela primeira vez em 1996 no estado de São Paulo (Gravena, 1996), sendo que, em 1997, grande parte dos estados produtores de citros já registrava sua presença.

Associado ao minador-das-folhas-de-citros encontra-se um grande número de inimigos naturais, especialmente parasitóides. Dentre estes os da família Eulophidae têm merecido destaque, com cerca de 24 espécies (Cônoli et al., 1996). No Brasil, foram catalogadas espécies de eulofídeos pertencentes a *Sympiesis*, *Cirrospilus*, *Elasmus* e *Galeopsomyia*. No estado de São Paulo, *G. fausta* é a mais freqüente entre os parasitóides de *P. citrella* (Costa et al., 1999).

O gênero *Cirrospilus* tem distribuição conhecida para as regiões tropicais e subtropicais do Novo Mundo, sendo, a maioria das espécies, parasitóides do minador. Este trabalho visa o registro de uma espécie de *Cirrospilus* como parasitóide de pupas de *P. citrella* em pomares de citros em Montenegro, RS.

A amostragem dos parasitóides foi realizada no município de Montenegro (29° 68'S e 51° 46'O) em dois pomares contíguos: um de tangerineiras da variedade Montenegrina (*C. deliciosa*) e outro do híbrido tangor Murcott (*C. sinensis* x *C. reticulata*), com aproximadamente 0,6 ha e 315 plantas cada um.

No primeiro ano, a cada ocasião de amostragem, foram sorteadas aleatoriamente 12 plantas (aproximadamente 4% das árvores) de cada pomar, de onde foram retiradas as unidades de amostra que consistiam de folhas contendo pupas de *P. citrella*. As amostragens foram realizadas quinzenalmente de julho de 2001 a junho de 2002. No segundo ano de amostragem (julho de 2002 a junho de 2003), monitorou-se 24 plantas de cada pomar. O número de unidades amostrais foi estimado com base no resultado obtido no teste de suficiência amostral (Elliott, 1983).

Em cada planta sorteada, foram inspecionados todos os brotos para verificar a presença de pupas de *P. citrella*. Todas as folhas contendo pupas foram coletadas. Em laboratório as folhas foram individualizadas em placas de Petri, vedadas e mantidas, no laboratório, em condições ambientais, até a emergência dos parasitóides ou dos adultos de *P. citrella*.

Os parasitóides foram identificados através de chave dicotômica de Penteado-Dias et al. (1997) e por consulta ao Dr. Valmir Antonio Costa, do Instituto Biológico de Campinas, e ao Dr. John La Salle, do CSIRO Entomology, da Austrália.

Dentre os exemplares de parasitóides amostrados foi detectada a presença de *Cirrospilus floridensis* Evans (Hymenoptera: Eulophidae), espécie conhecida por desenvolver-se como ectoparasitóide de pupas de *P. citrella*

(Evans, 1999). Esta característica, entretanto, é variável entre espécies desse gênero: *Cirrospilus ingenuus* Gahan e *Cirrospilus quadristriatus* Subba Rao & Ramamani por exemplo, parasitam seus hospedeiros nas fases de prepupa e *C. phyllocnistoides* no segundo e terceiro ínstar larval (Urbaneja et al., 1998; Urbaneja et al., 2000). Tendo em vista que só recentemente *C. floridensis* foi descrita, o conhecimento a respeito da sua biologia ainda é escasso.

*Cirrospilus floridensis* apresenta coloração geral amarelada ou alaranjada, com algumas áreas marrom-escuras ou verde-metálico-escuras no tórax (Figura 3.1). Os adultos têm em torno de 1,7 mm de comprimento (Shauff et al., 1998). Segundo Evans (1999), esta espécie pode ser diferenciada de outras do mesmo gênero pela faixa escura transversal ao longo da margem posterior do escuto.

O primeiro espécime de *C. floridensis* emergiu de uma pupa de *P. citrella* coletada em 15 de fevereiro de 2002 na variedade Montenegrina. Em Murcott, a presença foi detectada em 18 de março de 2002. Nos dois anos de amostragem, emergidos de pupas coletadas nos pomares de citros, foram obtidos 26 indivíduos adultos (11 machos e 15 fêmeas) de *C. floridensis*.

No primeiro ano de amostragem, a espécie esteve presente de fevereiro a maio de 2002. No segundo ano, detectou-se a sua presença de dezembro de 2002 a fevereiro de 2003 (Figura 3.2). Cabe ressaltar que a espécie hospedeira, *P. citrella*, foi registrada na área de setembro a junho no primeiro ano e de outubro a março, no segundo. Esta variação pode ser devida a alternância de produção de frutos e brotos, característica de tangores e tangerineiras, nas quais, em um ano, há excessiva produção de frutos e no ano seguinte, maior emissão de brotações vegetativas (Domingues et al., 2001).



FIGURA 3.1 - Fêmea de *Cirrospilus floridensis* (Hym.: Eulophidae)

Um outro aspecto que pode ter interferido na flutuação populacional de *C. floridensis* são as variações das condições climáticas entre os dois anos (Rodrigues & Dornelles, 1999), uma vez que seu hospedeiro também sofreu modificação na população devido a alterações nas condições gerais de temperatura e umidade, o que foi detectado em estudo concomitante na mesma área (Cristiane Ramos de Jesus, informação verbal).

A presença de *C. floridensis* já é conhecida da Flórida (EUA) até a Venezuela sendo que o presente trabalho constitui-se no primeiro registro da sua ocorrência no Brasil.



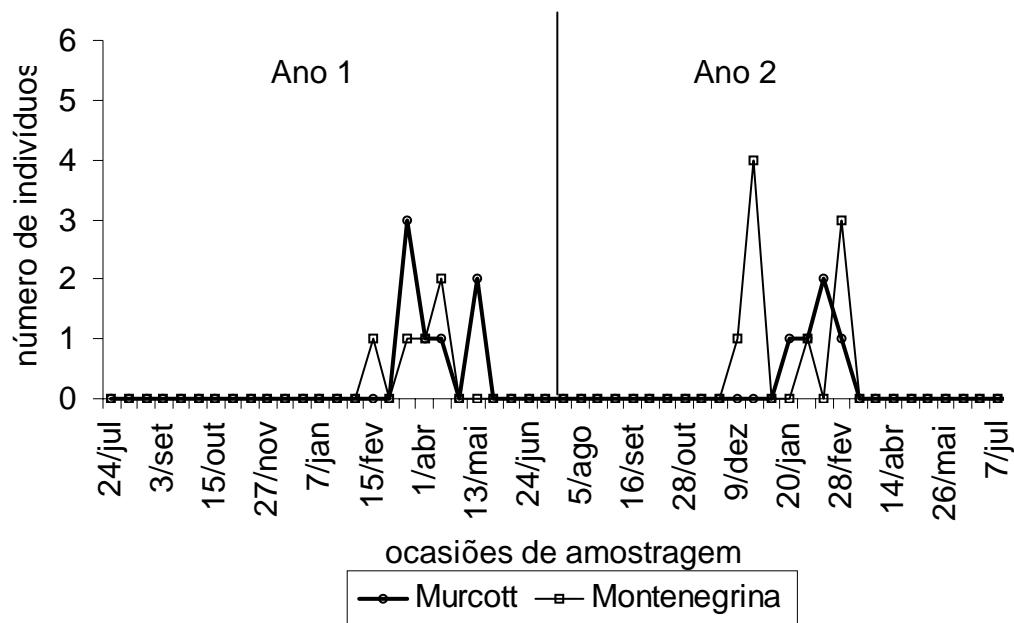


FIGURA 3.2 - Flutuação da população de *Cirrospilus floridensis* nos pomares de Montenegrina e de Murcott, Ano 1: (julho de 2001 a junho de 2002); Ano 2:(julho de 2002 a junho de 2003), Montenegro, RS.

## CAPÍTULO IV

### PARASITISMO EM *Phyllocnistis citrella* STANTON (LEPIDOPTERA: GRACILLARIIDAE) EM POMARES DE CITROS EM MONTENEGRO, RS

#### 4.1 INTRODUÇÃO

Parasitóides são insetos cujas larvas se desenvolvem alimentando-se do corpo de outros organismos, usualmente insetos, resultando na morte do hospedeiro (Quicke, 1997). Apresentam grande importância em ecossistemas naturais e agrícolas por sua influência na regulação de populações da maioria dos seus hospedeiros (Godfray, 1994)

Diversos microhimenópteros especialmente de Eulophidae têm sido registrados atuando sobre populações de *P. citrella* (minador-das-folhas-dos-citros), uma das principais pragas dos citros (León & Campos, 1999; Mineo, 1999).

*Phyllocnistis citrella* é nativa do Sudeste asiático e atualmente está disseminada em vários países produtores de citros (Urbaneja, et al., 2000). Devido à ação minadora das larvas nas folhas, *P. citrella* pode causar danos diretos e indiretos nas plantas de citros, sendo apontada como uma das pragas mais preocupantes desta cultura.

A utilização de novos recursos, como insetos-praga exóticos por espécies nativas de parasitóides, tem sido comumente observada. Nos primeiros anos desta associação, entretanto, o percentual de parasitismo tende a ser moderado, visto que os parasitóides nativos não estão adaptados fisiológica, etológica ou fenologicamente aos seus novos hospedeiros (Hoy & Nguyen, 1997).

O parasitismo natural de *P. citrella* durante os estágios imaturos é responsável, em alguns países, por taxas significativas de mortalidade as quais podem variar de 54,4% a 80% (Ujiye, 2000; Smith & Hoy, 1995). Para Putruele & Petit Marty (1999; 2000), segundo dados obtidos em regiões citrícolas da Argentina, os parasitóides nativos não específicos são capazes de controlar até 50% das larvas e pupas do minador em locais onde a praga já tenha se estabelecido há, pelo menos, cinco anos.

No Brasil, levantamentos e quantificações do parasitismo natural de *P. citrella* por espécies autóctones foram realizados por Sá et al. (2000) em Jaguariúna, São Paulo, o qual registrou uma variação de 21,38% a 39,28%. Em Presidente Prudente (SP), Montes et al. (2001) observaram uma taxa média de parasitismo em torno de 35%. No estado de Santa Catarina, há o registro de 41% de parasitismo em diferentes variedades de citros por Garcia et al. (2001).

Embora a ação de parasitóides nativos venha sendo constatada nas áreas produtoras de citros, vários países optaram por utilizar o controle biológico clássico, introduzindo espécies exóticas, como Argov & Rössler (1996) que liberaram cinco espécies de Eulophidae em diferentes regiões de Israel, sendo que *Quadrastichus* sp. foi a que provocou o maior índice de parasitismo (de 37% a 84%).

*Ageniaspis citricola* tem merecido destaque, sendo utilizada em programas de controle biológico em vários países. Na Flórida (EUA), após a introdução desta espécie, o parasitismo aumentou de 2%, em maio de 1994, para 86% em outubro de 1995 (Pomerinke & Stansly, 1998). Outro exemplo é o de Yaracuy, na Venezuela, onde as amostragens realizadas revelaram um parasitismo médio de 37,18%, causado por *A. citricola*, com uma variação de 23 a 68% (Linares et al., 2001)

No Brasil, segundo a Fundecitrus (2001), a liberação de *A. citricola* ocorreu em várias regiões produtoras de citros em diversos estados. Sá et al. (2000) estimam que o estabelecimento de *A. citricola* no município de Jaguariúna (SP) tem sido superior a 40%, após sua introdução em 1998.

No RS também houve a liberação de *A. citricola* em pomares dos vales dos rios Taquari e Caí, sem, entretanto, ter sido feito qualquer acompanhamento da ação e do estabelecimento da espécie no período pós liberação (Becker & Moraes, 2001).

Para que haja um real entendimento do sistema citros-minador-parasitóides, é necessário conhecer, dentre outros aspectos, os níveis de parasitismo existentes em *P. citrella*, neste sentido o presente experimento foi conduzido.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram escolhidas, procurando-se minimizar a influência de variáveis relativas a manejo, solo e condições locais, áreas de estudo situadas em uma mesma propriedade, às margens da RST 470, aproximadamente no quilômetro

4,5, no bairro Faxinal, em Montenegro (29° 68'S e 51° 46'W), RS. Nesta propriedade, foram selecionados, com base na semelhança física das áreas e na representatividade das variedades no mercado de frutas cítricas, dois pomares contíguos, sendo um de tangerineira cultivar Montenegrina (*C. deliciosa*) e outro do híbrido tangor Murcott (*C. sinensis* x *C. reticulata*) ambos situados numa área relativamente plana, com solo úmido e tendo como porta-enxerto *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.

Cada área no pomar com aproximadamente 0,6 ha continha cerca de 315 plantas, de 10 anos de idade, que estavam dispostas com espaçamento de 3 m entre plantas e 6 m entre fileiras.

No primeiro ano, quinzenalmente, de julho de 2001 a junho de 2002, a cada ocasião de amostragem eram sorteadas aleatoriamente 12 plantas (aproximadamente 4% das árvores) de cada área, de onde foram retiradas as unidades de amostra. No segundo ano de amostragem, de julho de 2002 a junho de 2003, duplicou-se o número de plantas amostradas em cada área.

Em cada ocasião de amostragem, as plantas sorteadas eram examinadas buscando-se a presença de pupas nos brotos. Todas as folhas com pupas eram coletadas, armazenadas em sacos plásticos etiquetados contendo algodão embebido em água para manter a turgidez das mesmas e transportados em caixas de isopor até o laboratório.

No laboratório, as folhas foram individualizadas em placas de Petri, vedadas e mantidas em condições ambientais de laboratório até a emergência de parasitóides ou de adultos de *P. citrella*.

Para estimar o número médio de brotos nas plantas sorteadas, efetuou-se, em cada ocasião de amostragem, a contagem dos brotos em um quadrado de 25 x 25 cm em dois pontos distintos da planta. Levando-se em conta a circunferência desta, extrapolou-se o valor para a planta toda. Foram considerados brotos as extremidades dos ramos com crescimento mais recente e com coloração mais clara, distinguível daquela do resto do ramo (Figura 4.1).



FIGURA 4.1 - Brotação na tangerineira cultivar Montenegrina (*Citrus deliciosa*).

Os registros diários dos dados meteorológicos referentes à temperatura máxima, mínima e média, à precipitação e umidade relativa do ar foram obtidos junto a Estação Experimental da FEPAGRO, no município de Taquari, RS. Os valores destes fatores para cada ocasião de amostragem correspondem à média obtida dos registros diários da quinzena anterior a cada amostragem.

O índice de parasitismo total em cada estação foi calculado a partir da proporção de parasitóides emergidos em relação ao número total de indivíduos (*P. citrella* e parasitóides) emergidos. A diferença na proporção de parasitismo

entre as diferentes estações e entre os dois pomares foi testada com o  $\chi^2$  de associação entre variáveis e com  $\chi^2$  de homogeneidade para diferenças entre os anos.

Foram realizados testes de correlação e regressão linear simples para avaliar a relação e a influência de fatores bióticos e abióticos no índice de parasitismo. Os fatores testados foram: número de minadores na própria data de amostragem e nos 45, 90 e 135 dias anteriores à data de amostragem; número de brotos na própria data e nos 45, 60 e 135 dias anteriores à data de amostragem. Em relação à temperatura média e umidade relativa do ar, considerou-se os dados referentes à média dos quinze dias anteriores ao dia de amostragem e aos 30 e 60 dias anteriores a esta.

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os primeiros parasitóides foram amostrados em outubro de 2001, na variedade 'Montenegrina' e, em novembro de 2001, no híbrido 'Murcott'. As espécies encontradas foram *Cirrospilus* spp., *Sympiesis* sp., *G. fausta* e *Elasmus* spp. (Eulophidae) e *A. citricola* (Encyrtidae) (vide Capítulo II).

Em cada um dos dois anos de amostragem, observaram-se três picos de brotação em ambas as áreas. Um pico mais acentuado na primavera, o segundo no verão e um terceiro no outono (Figuras 4.2 e 4.3). Segundo Donadio et al. (1995), isto é o que ocorre normalmente nestas variedades, no RS.

Observou-se, no primeiro ano, um maior número médio de brotos, tanto na variedade 'Montenegrina' como no híbrido 'Murcott' (Figura 4.2). A brotação de outono, por exemplo, no segundo ano, foi, em média, de 3,3 brotos

por planta em tangerineiras 'Montenegrina' de 1,1 brotos em 'Murcott', bem menor do que no ano anterior.

No primeiro ano de amostragem (julho de 2001 a junho de 2002), observa-se que, tanto a população de *P. citrella*, quanto a dos parasitóides, mesmo em diferentes densidades, estiveram presentes na área, no período de setembro a junho (Figura 4.2). No segundo ano (julho de 2002 a junho de 2003), entretanto, estas populações foram constatadas somente em novembro e permaneceram na área até o mês de abril (Figura 4.3). O minador só se desenvolve em brotos tenros da planta (Willink, et al., 1996), assim, a diferença na flutuação das populações pode ser associada a diferenças nas brotações nos dois anos consecutivos, visto que, durante todo o primeiro ano, registrou-se a presença contínua de brotos em ambas as áreas, ainda que, em determinados períodos, numa quantidade pequena. No segundo ano a brotação foi mais restrita ao início da primavera, verão e início do outono, restringindo a presença, tanto do minador, quanto dos parasitóides a estas épocas. As diferenças nas brotações entre os dois anos podem estar associadas às diferenças na temperatura e umidade relativa do ar, verificadas entre os dois anos e/ou decorrentes da alternância de produção, fenômeno este que, segundo Spósito et al. (1998) e Schäfer et al. (2001) ocorre com freqüência em tangerineiras e tangores e é caracterizado por ciclos descontínuos de produção.



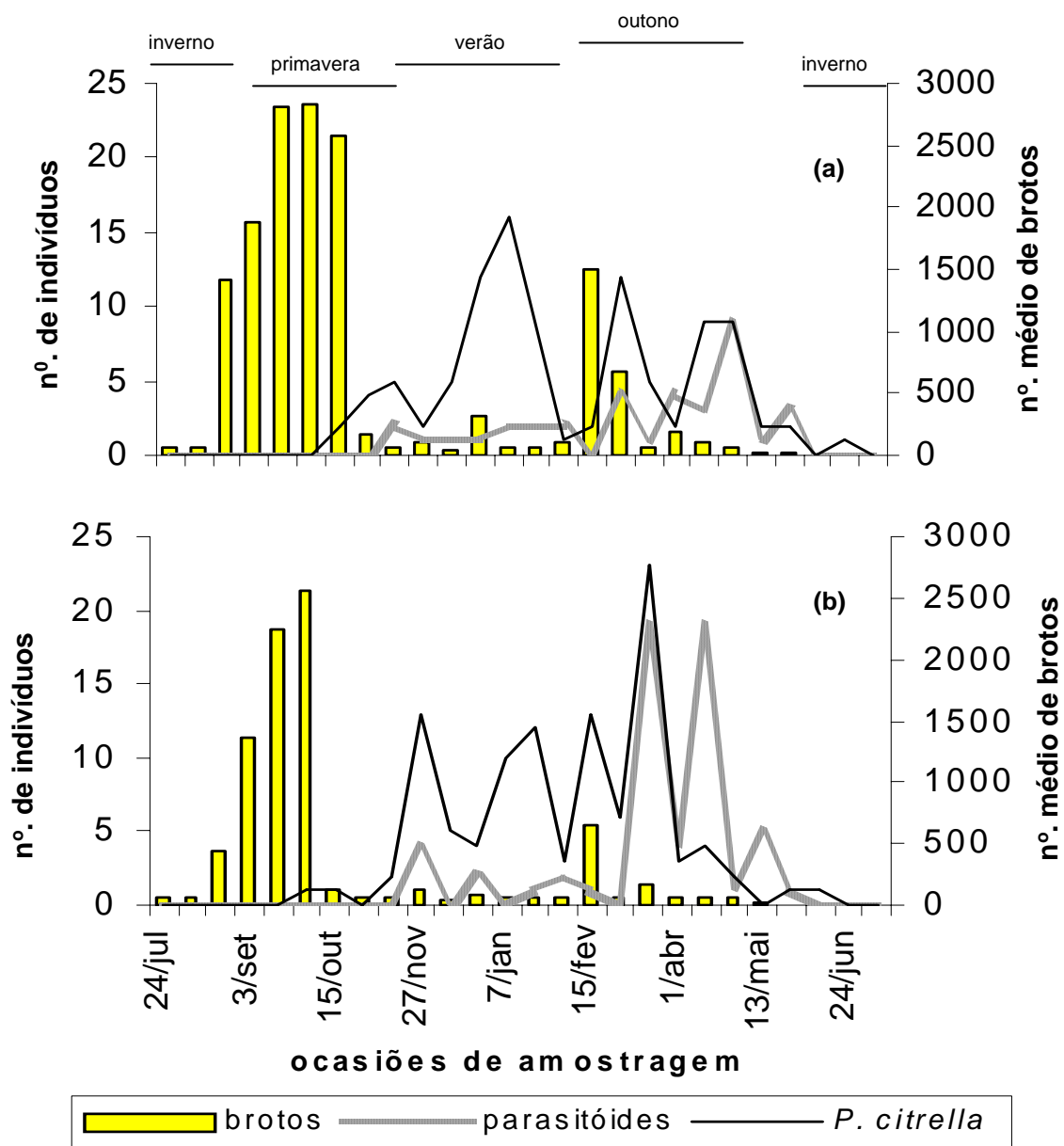


FIGURA 4.2 - Número médio de brotos estimados nas plantas amostradas e número de pupas de *Phyllocnistis citrella* e de parasitóides emergidos por ocasião de amostragem de julho de 2001 a junho de 2002 em (a) 'Montenegrina'; (b) 'Murcott', Montenegro, RS.

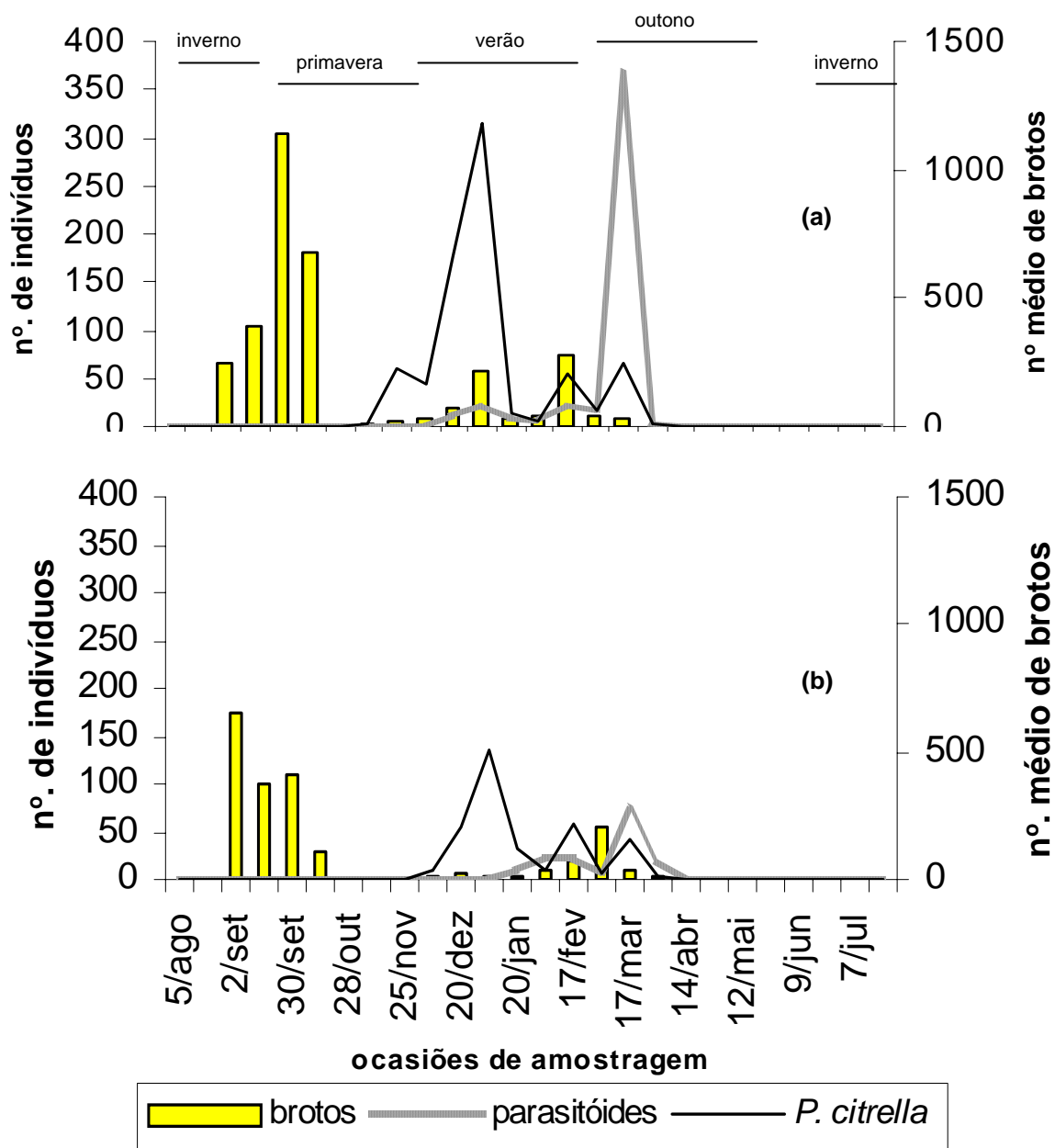


FIGURA 4.3 - Número médio de brotos estimados nas plantas amostradas e número de pupas de *Phyllocnistis citrella* e de parasitóides emergidos por ocasião de amostragem de julho de 2002 a junho de 2003 em (a) 'Montenegrina'; (b) 'Murcott', Montenegro, RS.

No primeiro ano de amostragem as primeiras brotações ocorreram no final do inverno e não foram registradas pupas de *P. citrella* em nenhuma das áreas. Durante a brotação de primavera, a população de *P. citrella* apresentava-se em baixa densidade e foram amostrados somente dois exemplares de parasitóides (Figura 4.2).

A porcentagem de parasitismo registrada durante a primavera, na variedade 'Montenegrina' foi de 21,8% e no híbrido 'Murcott', 15,4%. No fluxo de brotação do verão, quando a população do minador alcançou seu pico, a porcentagem de parasitismo foi mais baixa (15% em 'Montenegrina' e 11% em 'Murcott'). A porcentagem de parasitismo aumentou durante a primavera e alcançou um máximo de 44% em 'Montenegrina' e 51% em 'Murcott' no outono, em 2002. Nesta época, houve um número significativo de indivíduos parasitados em comparação à primavera e verão ( $\chi^2 = 22,38$ ;  $gl=2$ ;  $P=<0,001$ ) nas duas áreas. No inverno, o número de parasitóides ou pupas praticamente foi desprezível, sendo estes constatados apenas em brotações esporádicas. Estes dados corroboram vários outros estudos que apontam diferenças sazonais no parasitismo. Entre outros, Legaspi et al. (1999), no Texas (EUA), também registraram um baixo percentual de parasitismo por espécies nativas no fluxo de brotação da primavera, logo após o inverno (7,03%), este cresceu ao longo do verão e atingiu o ápice no outono (72,5%).

No segundo ano de amostragem, observou-se, em ambas as variedades, que o primeiro fluxo de brotação ocorreu mais tarde, no início de setembro, entretanto não houve registro de pupas do minador (Figura 4.2). Na primavera, o percentual de parasitismo foi extremamente pequeno, tanto em

'Murcott' (1,5%) como em 'Montenegrina' (0,91%). Cabe ressaltar que a população de *P. citrella* também era muito reduzida.

No verão, embora a número registrado de pupas do minador tenha sido maior, o percentual de parasitismo ainda apresentou-se baixo (12,8% em 'Montenegrina' e 21% em 'Murcott').

No outono, a taxa de parasitismo foi ainda mais pronunciada do que no primeiro ano de estudo nas duas variedades, sendo que, em 'Montenegrina', alcançou 84,3%, e em 'Murcott' 82%. A comparação sazonal das proporções de parasitismo registradas revelou que esta foi significativamente maior no outono ( $\chi^2 = 403,83$ ;  $gl=2$ ;  $P < 0,001$ ).

Percebe-se, nos dois anos consecutivos, uma mesma tendência tanto em 'Montenegrina' quanto em 'Murcott', de haver um maior parasitismo no outono. Isto também foi apontado por Bernal et al. (1999) no México, por Putruelle & Petit Marty (2000) na Argentina; bem como no Brasil por Montes et al. (2001). Este padrão, provavelmente, é decorrente de um atraso na resposta numérica da população dos parasitóides à densidade de seus hospedeiros (Varley et al. 1973).

Diferenças nos percentuais de parasitismo ainda podem estar relacionadas à disponibilidade de recursos e fatores abióticos tais como temperatura, umidade e precipitação (Figura 4.4).

Variações nos fatores abióticos geram flutuações nas populações, tanto de hospedeiros como de parasitóides. Vários trabalhos relatam a influência da temperatura e umidade sobre o desenvolvimento de *P. citrella*. Patel et al. (1994), por exemplo, referem que a maior população de larvas do minador-das-

folhas-dos-citros é encontrada quando a temperatura mínima é maior que 18 C°, sendo também importante a umidade relativa que deve estar em torno de 75%.

Quanto à influência dos fatores abióticos sobre a porcentagem de parasitismo, apenas a temperatura média do ar mostrou-se significativa no segundo ano de amostragem no pomar da variedade 'Montenegrina' ( $Y = 0,0199x + 20,221$ ;  $P = 0,018$ )

Em trabalho realizado concomitantemente nas mesmas áreas sobre dinâmica populacional de *P. citrella*, foi constatado que as temperaturas mínima e média do ar foram os fatores abióticos que apresentaram maior influência no número de minas observado (Cristiane Ramos de Jesus, informação verbal).

Por outro lado, pode-se observar claramente correlação entre a densidade do hospedeiro (*P. citrella*) registrada em amostragens anteriores, e a porcentagem de parasitismo (Tabela 4.1). Vários autores observaram que o índice de parasitismo é dependente da densidade populacional de hospedeiros (Potter, 1985; Simberloff & Stiling, 1987; Faeth, 1990; Rao & Shivankar, 2002), encontrando padrões diferentes, especialmente quando estimados em diferentes escalas espaciais.

No presente trabalho, observou-se que a dependência da densidade surge em diferentes escalas temporais, já que, quando o parasitismo é testado contra o número de hospedeiros na mesma data de amostragem, não apresenta correlação. Entretanto, a porcentagem de parasitismo é fortemente influenciada pela densidade populacional do hospedeiro registrada entre 45 a 135 dias anteriores (Tabela 4.1).

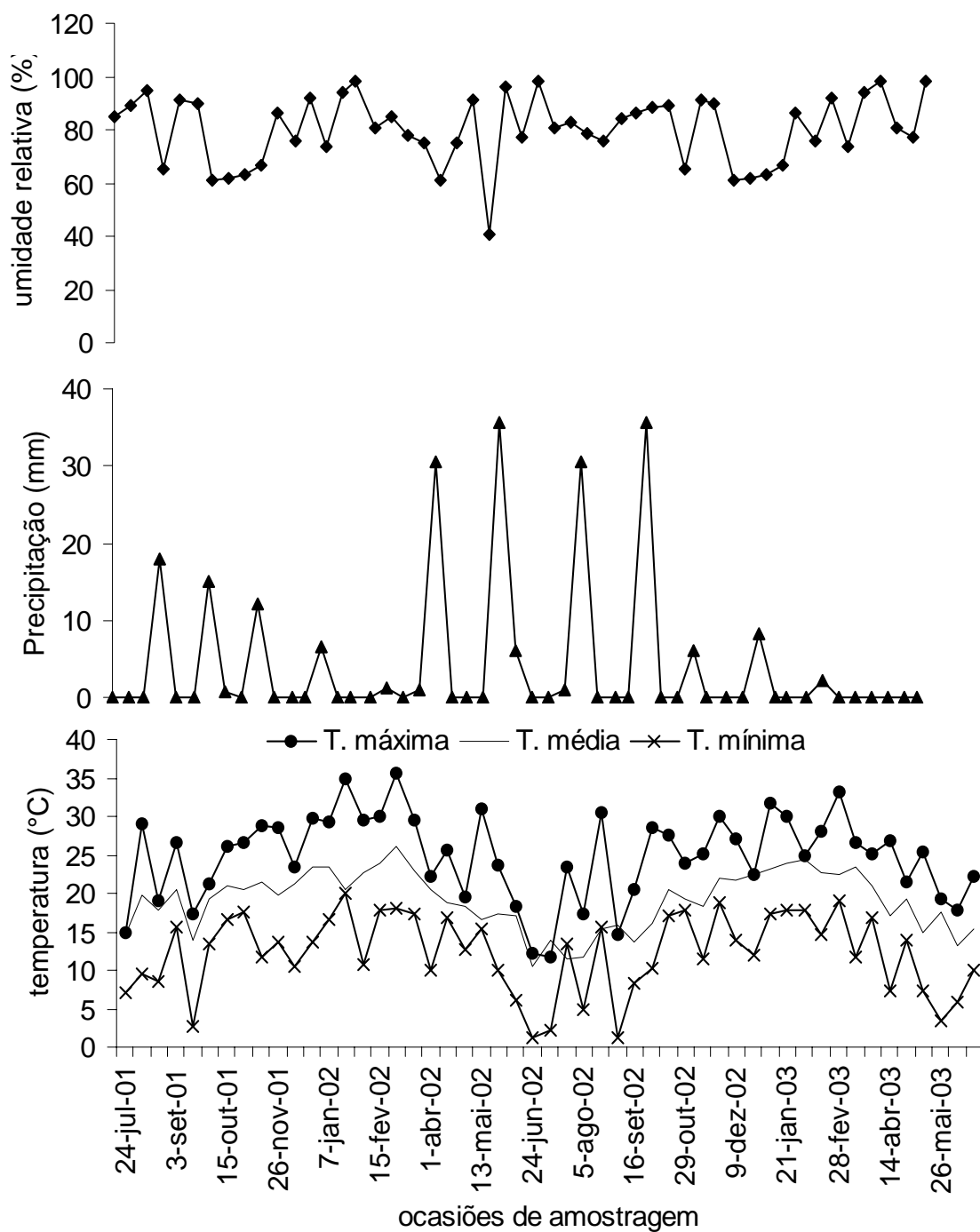


FIGURA 4.4 - Média acumulada dos valores de umidade relativa do ar, precipitação e temperaturas máxima, média e mínima, registrados na quinzena anterior a cada ocasião de amostragem de julho de 2001 a junho de 2003, Taquari,RS.

TABELA 4.1 - Equações de regressão linear simples para o percentual de parasitismo e a densidade de hospedeiros observados em 'Montenegrina' e em 'Murcott' no ano 1 (julho de 2001 a junho de 2002) e no ano 2 (julho de 2002 a junho de 2003) Montenegro, RS.

Montenegrina	Variáveis	equação	R <sup>2</sup>	P
Ano 1	% parasitismo X densidade do minador 135 dias antes	$Y = 0,1072x + 0,0464$	20,41%	$P < 0,0001$
Ano 2	% parasitismo X densidade do minador 90 dias antes	$Y = 2,4122x - 18,372$	25,47%	$P = 0,0151$
Murcott				
Ano 1	% parasitismo X densidade do minador 45 dias antes	$Y = 0,1048x + 2,6594$	39,52%	$P = 0,0039$
Ano 2	% parasitismo X densidade do minador 90 dias antes	$Y = 0,8454x - 8,7114$	49,35%	$P = 0,0261$

No segundo ano de amostragem, foi detectada influência do número de brotos no percentual de parasitismo somente no pomar de 'Murcott' ( $Y = 5,1047x + 285,38$ ;  $P < 0,0001$ ). Este fato talvez possa ser explicado pela diferença na produção vegetativa entre 'Montenegrina' e 'Murcott'. Segundo Rodrigues & Dornelles (1999) a variedade 'Montenegrina' têm uma produção vegetativa muito superior a do híbrido 'Murcott', assim, é possível que a população do hospedeiro fique limitada pelo recurso neste híbrido, o que também poderia exercer influência sobre as populações dos parasitóides.

O parasitismo total registrado em 'Montenegrina' no ano 1 não diferiu daquele obtido em 'Murcott' ( $\chi^2 = 3,40$ ;  $gl = 1$ ;  $P > 0,05$ ). Já no ano 2 esta diferença foi significativa ( $\chi^2 = 8,57$ ;  $gl = 1$ ;  $P < 0,05$ ). Em 'Murcott', este índice não diferiu de um ano para outro ( $\chi^2 = 2,06$ ;  $gl = 1$ ;  $P > 0,05$ ), em 'Montenegrina' o

parasitismo foi significativamente maior no segundo ano ( $\chi^2 = 7,36$ ; gl = 1;  $P < 0,05$ ) (Figura 4.4).

O aumento do parasitismo no segundo ano de estudo, na variedade 'Montenegrina' (Figura 4.4), possivelmente está associado à "entrada" da espécie exótica *A. citricola* nesta área. Esta havia sido introduzida, no ano de 2001, em áreas próximas aos pomares, cerca de 15 m da área de 'Murcott', para o controle de *P. citrella*.

No primeiro ano de amostragem, *A. citricola* apareceu com frequência de 44% em 'Murcott' e estava ausente em 'Montenegrina'. Já no segundo, sua frequência relativa aumentou para 81% em 'Murcott' e 80% em 'Montenegrina'.

A introdução de agentes de controle tende a aumentar o parasitismo, o que foi registrado por Doumandji-Mitiche et al. (1999) em pomares de limoeiros e laranjeiras na Argélia, com o incremento em 4% do parasitismo passados dois anos da introdução. Da mesma forma, Sá et al. (2000) e Sá et al. (2001) registraram, em Jaguariúna (SP) um aumento no percentual de parasitismo de cerca de 30% em 1998 para 40% em 2000, após a introdução de *A. citricola*.

Com base nos dados obtidos, percebe-se que, em Montenegrina, a presença do parasitóide exótico aumentou significativamente o índice de parasitismo de um ano para o outro e provocou alteração na frequência das espécies de parasitóides nativos presentes no pomar (Figuras 2.4 e 2.5, capítulo II).



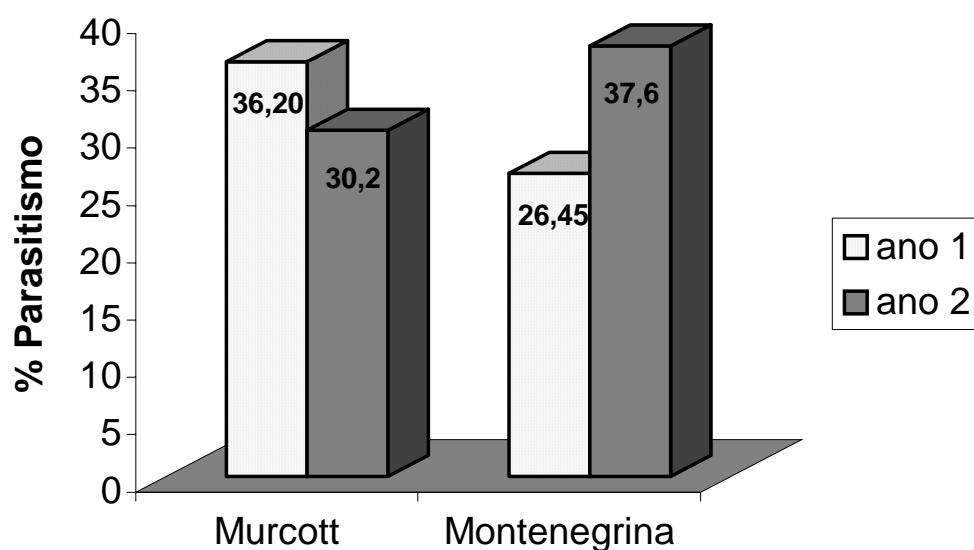


FIGURA 4.4. Porcentagem de parasitismo total registrada nos pomares de 'Montenegrina' e de 'Murcott' no ano 1 de amostragem (julho de 2001 a junho de 2002) e no ano 2 (julho de 2002 a junho de 2003), Montenegro, RS.

Este resultado reforça a importância do conhecimento prévio do desempenho de agentes exóticos no sentido de avaliar os efeitos que a introdução pode desencadear na comunidade pré-existente. Pomerinke & Stansly (1998), por exemplo, em pomares cítricos na Flórida, observaram um aumento de parasitismo de *A. citricola* de 2% para 86% no período de um ano, e uma redução no percentual decorrente da ação de parasitóides nativos de 30% para 2% durante o mesmo período, apontando o estabelecimento da espécie exótica.

Um outro aspecto que deve ser levado em conta, é que, além dos parasitóides, existe um complexo de predadores que também atuam sobre a população de *P. citrella*. Greve (2004), por exemplo, em estudo realizado em pomares de laranjeiras Valência (*C. sinensis*) em Montenegro, RS, detectou

índices de predação em torno de 30%. No mesmo pomar onde foi realizado o presente estudo, foi registrada uma taxa de predação superior a 30% (Cristiane Ramos de Jesus, informação verbal). Neste sentido, mais estudos sobre taxas de predação e parasitismo por agentes nativos devem ser realizados para que se tenha uma idéia da real pressão de limitação à que está exposta à população de *P. citrella*.

## **CAPÍTULO V**

### **ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE PARASITÓIDES ASSOCIADOS A *Phyllocnistis citrella* STANTON (LEPIDOPTERA: GRACILLARIIDAE) EM DOIS POMARES DE CITROS EM MONTENEGRO, RS**

#### **5.1 INTRODUÇÃO**

A promoção e a manutenção da diversidade biológica vem a ser uma das principais metas no desenvolvimento de manejos que busquem a sustentabilidade dos agroecossistemas. Segundo Pimm (1997) as pragas são menos abundantes em sistemas com uma maior variedade de espécies vegetais do que em monoculturas. Da mesma forma, para Edwards & Wratten (1981), comunidades mais complexas proporcionam um espectro mais amplo de nichos ecológicos e sustentam populações maiores e mais diversas de predadores e parasitóides do que as mais simples.

Os agrossistemas, se comparados aos ecossistemas naturais, têm muito menos resiliência (capacidade de retornar a seu estado de equilíbrio dinâmico, após sofrer uma alteração ou agressão), devido à sua reduzida diversidade funcional (Gliessman, 2001).

Segundo Pedigo (1996), a maioria dos casos de sucesso relatados em controle biológico ocorre em sistemas razoavelmente estáveis, incluindo culturas

perenes como pomares e essências florestais, como os de citros. Outra questão que surge, quando se trata de agroecossistemas, é se há diferença na riqueza e diversidade de inimigos naturais associados entre os diferentes sistemas.

No Rio Grande do Sul a produção de frutas cítricas é destinada principalmente ao consumo de mesa ocupando, o estado, a segunda posição na região Sul do Brasil (AGRIANUAL, 2000; FAO, 2003). Os vales dos rios Caí e Taquari são as principais áreas produtoras no RS, apesar de, atualmente, os citros estarem sendo produzidos em todas as regiões do Estado (Dornelles, 1980; Amaro et al., 1991). A produção é baseada em pequenos pomares com área média de 2 a 3 ha e de exploração familiar (João, 1998).

Vários produtores, especialmente os do vale do Caí, utilizam mão-de-obra familiar e, predominantemente, o sistema de cultivo orgânico, caracterizado pela adoção de tecnologias que otimizam o uso de recursos naturais e sócio-econômicos e que respeitam a integridade cultural. Este sistema tem por objetivos a sustentabilidade, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da utilização de energias não renováveis e a eliminação do emprego de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos ou organismos geneticamente modificados (Brasil, 1999).

Entretanto, mesmo no sistema orgânico, a natureza perene das árvores de *Citrus* spp., associada às condições de clima, solo e vegetação favorece a existência de diversas espécies de insetos fitófagos que podem tornar-se pragas, afetando a produção (Koller, 1994).

Dentre as pragas que atacam a cultura dos citros, destaca-se o minador-das-folhas-dos-citros, *P. citrella*, originário do Sudeste asiático e atualmente disseminado por todos os países produtores de citros. Devido à ação

minadora das larvas nas folhas, *P. citrella* pode causar danos diretos e indiretos às plantas de citros, como a redução da superfície fotossintética e lesões que facilitam a entrada da bactéria *Xanthomonas citri* pv. *citri*, causadora do cancro cítrico.

Os principais inimigos naturais registrados para *P. citrella* são himenópteros parasitóides das famílias Eulophidae, Chalcididae, Eupelmidae e Encyrtidae (Perales-Gutiérrez et al., 1996; Longo et al., 1998; Legaspi et al., 1999; Nascimento et al., 2000). O encirtídeo *A. citricola* vem sendo utilizado em larga escala no controle biológico clássico de *P. citrella*, tanto no exterior quanto no Brasil (Argov & Rössler, 1996; Pomerinke & Stansly, 1998; Paiva et al., 2000). Embora a introdução deste microhimenóptero tenha resultado em altos índices de parasitismo, em muitos locais não foi avaliada previamente a riqueza e a estrutura da comunidade de parasitóides nativos presentes, nem tampouco as mudanças destas após a introdução do agente exótico.

Himenópteros parasitóides têm sido largamente utilizados como indicadores biológicos em inventariamentos de ecossistemas, uma vez que apresentam uma grande riqueza de espécies e diversidade de táxons que são afetados por modificações no ambiente (Lewis & Whitfield, 1999). Assim, a comparação entre medidas de diversidade em diferentes locais e ao longo do tempo pode ajudar a responder perguntas tais como qual a origem da diversidade local e como se pode melhor mantê-la (Purvis & Hector, 2000). Em se tratando de sistemas agrícolas, isso se traduz no tipo de manejo mais adequado para aumentar e/ou manter a diversidade local.

Segundo Altieri et al. (2003), para o uso efetivo da biodiversidade no manejo de sistemas agrícolas é importante o entendimento de que a

biodiversidade desejável pode diferir de um agroecossistema para outro. Assim, o conhecimento acerca da diversidade, da estrutura e da composição da comunidade de parasitóides, bem como da ação destes sobre populações de *P. citrella* ao longo do tempo, proverá informações básicas e fundamentais para o manejo e controle desta espécie, sendo este o objetivo deste trabalho.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida, de julho de 2001 a junho de 2003, em dois pomares contíguos, um da variedade 'Montenegrina' (*C. deliciosa*) e outro do híbrido 'Murcott' (*C. sinensis* x *C. reticulata*), situados no município de Montenegro (29° 68'S e 51° 46'W), RS. O manejo das áreas incluiu roçadas nas linhas, aproximadamente uma vez ao ano e, como medida fitossanitária, a aplicação de calda bordalesa três vezes por ano, e calda sulfocálcica, anualmente. A adubação foi feita com aplicações anuais de biofertilizante líquido (com pH próximo a 7,0) e, a cada dois anos, de composto orgânico proveniente da Usina de Compostagem da ECOCITRUS (Cooperativa de Citricultores Orgânicos do Vale do Caí).

No primeiro ano, a cada ocasião de amostragem eram sorteadas aleatoriamente 12 plantas (aproximadamente 4% das árvores) de onde foram retiradas, quinzenalmente, as unidades de amostra. No segundo ano, aumentou-se para 24 o número de plantas amostradas em cada área.

Em cada planta sorteada foram inspecionados todos os brotos buscando-se folhas com pupas de *P. citrella*. Todas as folhas com pupas foram colhidas e acondicionadas em sacos plásticos etiquetados, contendo algodão

embebido em água, para manter a turgidez das mesmas e transportadas em caixas de isopor. No laboratório, as folhas foram individualizadas em placas de Petri, vedadas e mantidas em condições ambientais até a emergência dos parasitóides ou de *P. citrella*.

A identificação dos parasitóides foi realizada utilizando-se a chave dicotômica de Penteado-Dias et al. (1997) e por consulta ao Dr. Valmir A. Costa do Instituto Biológico de Campinas, São Paulo e à MSc. Patricia A. Diez, PROIMI-Biotecnología na Argentina.

As comunidades de parasitóides foram descritas pela riqueza de espécies (S), abundância absoluta e relativa das espécies. Foram calculados, conforme Moreno (2001), os índices de diversidade de Simpson que avalia a dominância de espécies ( $\lambda = \sum p_i^2$ ) e o de Shannon-Wiener que mede a equitabilidade das espécies ( $H' = -\sum p_i \ln p_i$ ), onde  $p_i$  = proporção de indivíduos da espécie  $i$ . Os índices de diversidade entre as duas áreas foram comparados através do teste Bootstrapping que se baseia em  $p_j$ , a proporção de unidades de amostra que contém cada espécie  $j$  (Moreno, 2001):  $\text{Bootstrap} = S + \chi^2 (1 - p_j)^n$ .

A diversidade alfa também foi medida através do método de rarefação, que calcula o número esperado de espécies de cada amostra padronizando-se o tamanho amostral, comparando-se, assim, as diversidades entre os dois anos de amostragem e entre os dois pomares através da fórmula:

$$E(S) = \chi^2 1 - \frac{(N - N_i)/n}{N/n}, \text{ onde:}$$

$E(S)$  = número esperado de espécies;  $N$  = número total de indivíduos na amostra;  $N_i$  = número de indivíduos da  $i$ ésima espécie;  $n$  = tamanho estandardizado da amostra.

A curva de acumulação de espécies, a curva de rarefação, os índices de diversidade e os testes de comparação foram calculados usando os softwares: Past, versão 1.15 (Hammer and Harper, 2003) e ws2m MFC Application, versão 2001 (Rosenzweig & Turner, 2001).

### 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os dois anos de amostragem foi registrado um total de 498 exemplares de microhimenópteros parasitóides na cultivar Montenegrina e 212 no híbrido tangor Murcott pertencentes a Eulophidae e Encyrtidae.

Eulophidae que, em nível mundial, engloba o maior número de inimigos do minador (Urbaneja et al., 1998), está representada por ectoparasitóides idiobiontes, citados atacando *P. citrella* em vários estados brasileiros como São Paulo (Montes et al., 2001; Sá et al., 2001), Rio de Janeiro (Nascimento et al., 2000) e Santa Catarina (Garcia et al., 2001).

Os representantes mais freqüentes observados neste trabalho apareceram distribuídos em duas subfamílias. Em Eulophinae encontrou-se *Sympiesis* sp. (Eulophini), duas espécies de *Elasmus* (Elasmini), *C. floridensis* e *Cirrospilus* sp. C, ambos de Cirrospilini e, de Tetrastichinae, *G. fausta* (Tetrastichini).

Além destas, detectou-se a presença de *A. citricola*, parasitóide exótico liberado na região para o controle biológico de *P. citrella*.

O número cumulativo de espécies ao longo das amostragens estabilizou-se, o que fica claro nas curvas de suficiência amostral (Figuras 5.1 e 5.2) indicando que o número de espécies registradas reflete, de fato, o número presente nas áreas. A maior abundância obtida em 'Montenegrina' ilustrou a



maior produção vegetativa desta cultivar que é densamente foliada, em relação ao híbrido 'Murcott' (Spósito et al., 1998; Rodrigues & Dornelles, 1999). Este fato pode ser explicado pela maior densidade de *P. citrella* detectada na variedade 'Montenegrina' neste mesmo período (Cristiane Ramos de Jesus, informação verbal).

Ambas as curvas, acumulação de espécies com as amostras no tempo e acumulação de espécies com os indivíduos amostrados (Moreno, 2001) (Figuras 5.1 e 5.2) apontam que o número máximo de espécies presentes na área foi alcançado em pouco tempo, em torno da 17ª ocasião de amostragem, sendo que, no segundo ano, foi registrada somente uma espécie nova na área de 'Montenegrina'. A riqueza de espécies de parasitóides do minador encontrada em pomares de citros em outras regiões do Brasil varia de três a nove espécies (Penteado-Dias et al., 1997; Costa et al. 1999; Nascimento et al., 2000; Sá et al. 2001).

Nas áreas estudadas, o número de espécies nativas variou entre cinco e seis, entretanto, restritas a uma única família.

*Sympiesis* sp. foi registrado somente em Montenegrina e apenas no primeiro ano de amostragem. Neste primeiro ano *A. citricola* não estava presente na área de 'Montenegrina' e, em 'Murcott', aparecia com uma frequência relativa em torno de 45%. Observa-se que, no segundo ano, com o registro da espécie exótica na área de 'Montenegrina', houve uma mudança grande na frequência relativa das demais espécies (Figura 5.3). Também houve um aumento no número de indivíduos de *A. citricola* na área correspondente ao híbrido 'Murcott' com a diminuição do número de algumas espécies nativas presentes (Figura 5.4).

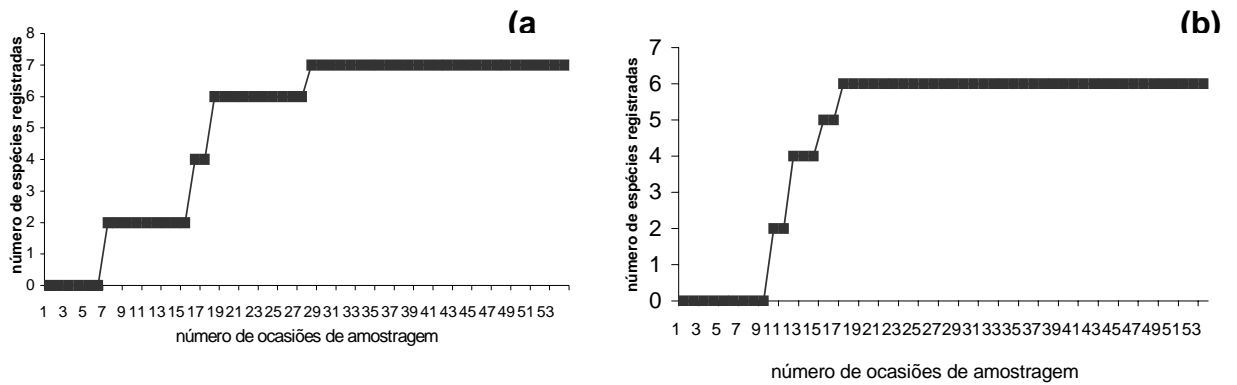


FIGURA 5.1 - Número cumulativo de espécies de parasitóides de *Phyllocnistis citrella* obtidas em sucessivas amostragens nos pomares de (a) 'Montenegrina' e (b) 'Murcott' de julho de 2001 a junho de 2003, Montenegro, RS.

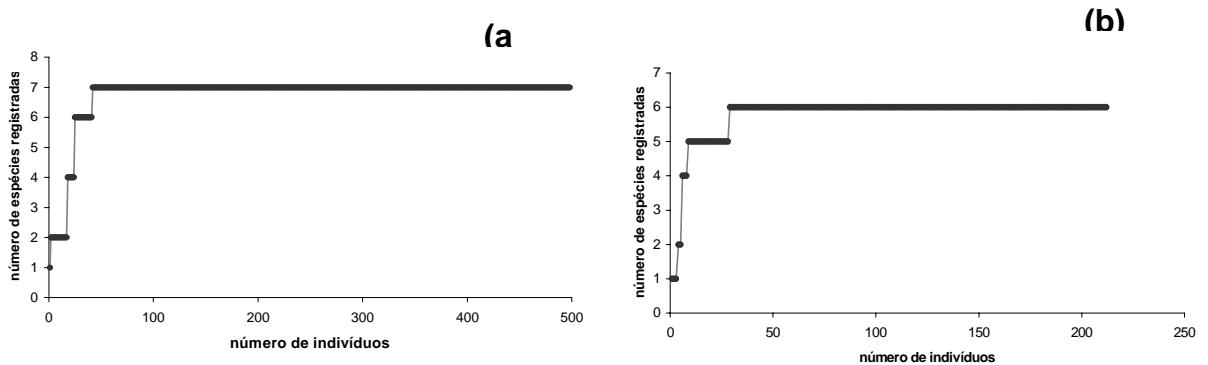


FIGURA 5.2 - Número cumulativo de espécies de parasitóides de *Phyllocnistis citrella* obtidos em função do número de indivíduos amostrados nos pomares de (a) 'Montenegrina' e (b) 'Murcott' de julho de 2001 a junho de 2003, Montenegro, RS.

Percebe-se que, embora a frequência relativa das espécies tenha sido alterada, os valores absolutos das espécies nativas não sofreram grandes alterações. Isto pode ser explicado pelo aumento do tamanho amostral, já que, no segundo ano, o número de pontos amostrados aumentou.

Os resultados sugerem que após a presença de *A. citricola*, o número de indivíduos das diferentes espécies nativas e a estrutura da comunidade de parasitóides de *P. citrella* foi alterada. A mudança estrutural fica evidenciada com a variação dos índices de Shannon e Simpson (Tabela 5.1).

Observa-se nitidamente que há uma diminuição na equitabilidade em ambas as áreas do primeiro para o segundo ano, indicada pela diminuição no índice de Shannon. Conseqüentemente houve um aumento na dominância (menores valores no índice de Simpson) provocado pelo grande número de *A. citricola*, tanto na área de 'Montenegrina' quanto em 'Murcott'. Em ambas áreas a espécie dominante é *A. citricola*.

TABELA 5.1 - Número de espécies (S), número de indivíduos (N) e índices de Shannon-Wiener (H') e Simpson ( $\lambda$ ) nos pomares de 'Montenegrina' e 'Murcott' no ano 1 (julho de 2001 a junho de 2002), ano 2 (julho de 2002 a junho de 2003) e no período total de amostragem, Montenegro, RS.

	'Montenegrina'			'Murcott'		
	ano 1	ano 2	total	ano 1	ano 2	total
S	6	6	7	6	6	6
N	41	457	498	46	140	186
H'	1,374	0,6964	0,8866	1,118	0,5757	0,7715
$\lambda$	0,6913	0,3258	0,4207	0,5992	0,2479	0,3612

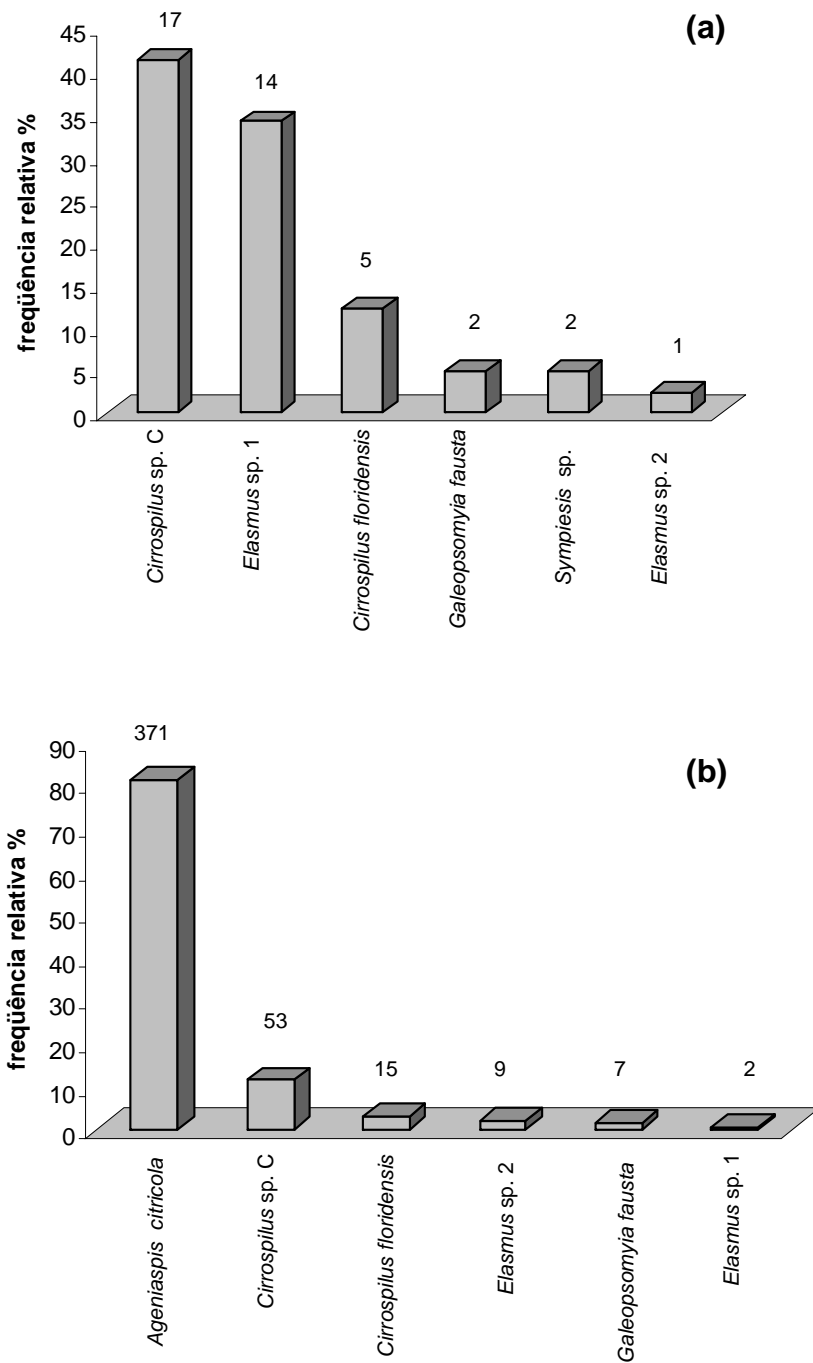


FIGURA 5.3 - Frequência relativa e número absoluto de indivíduos (expressos do topo das colunas) de cada espécie de parasitóides amostrados no pomar de 'Montenegrina' (a) no primeiro ano (julho de 2001 a junho de 2002) e (b) no segundo ano de amostragem (julho de 2002 a junho de 2003) Montenegro, RS.

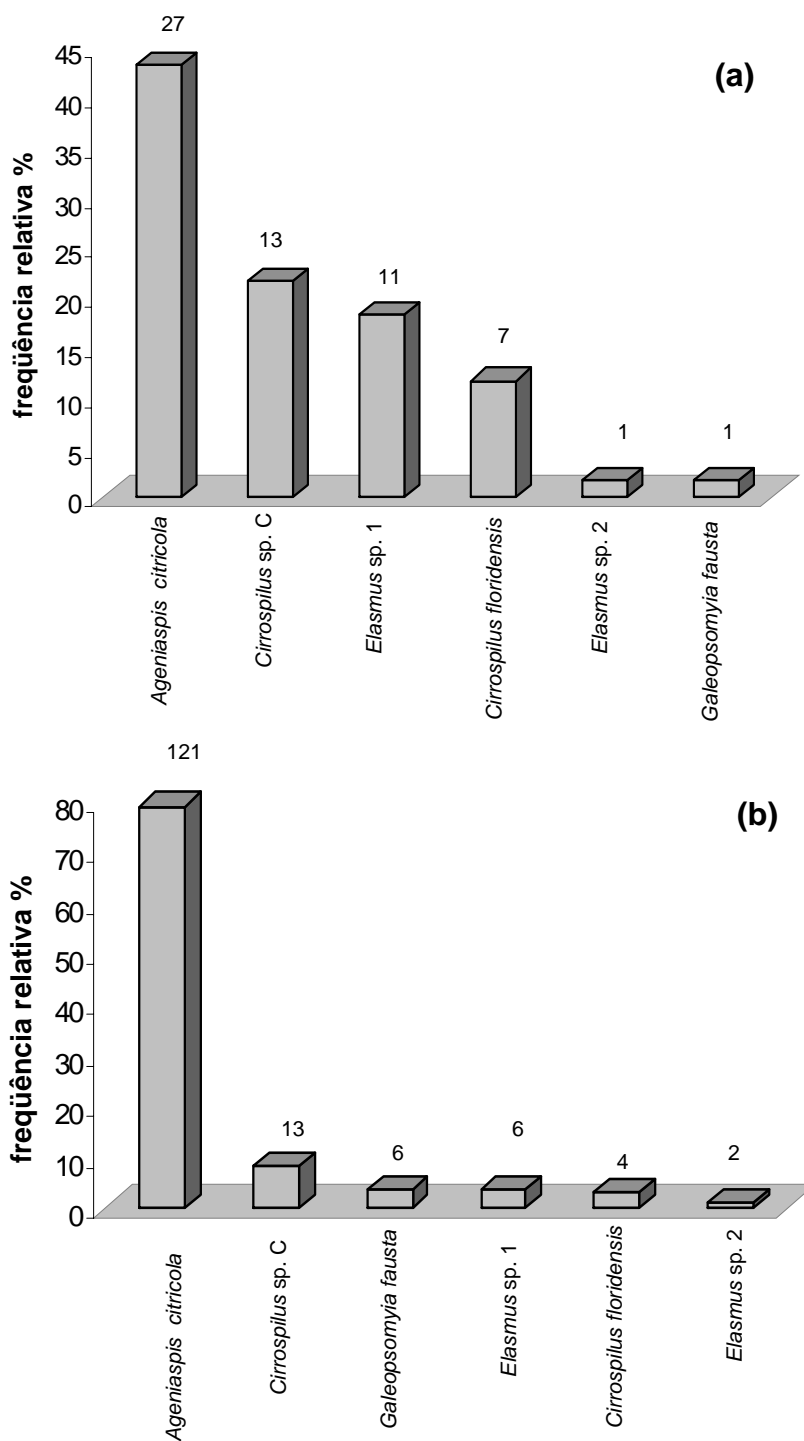


FIGURA 5.4 - Frequência relativa e número absoluto de indivíduos (expressos do topo das colunas) de cada espécie de parasitóides amostrados no pomar de 'Murcott' (a) no primeiro ano (julho de 2001 a junho de 2002) e (b) no segundo ano de amostragem (julho de 2002 a junho de 2003) Montenegro, RS.

A comparação dos índices de diversidade entre as áreas num mesmo ano não revelou diferença significativa pelo teste Bootstrapping ( $P > 0,1$ ).

Não foi possível comparar os índices de diversidade das áreas entre um ano e outro, devido a diferenças no esforço amostral, o qual foi maior no segundo ano, já que o método Bootstrapping pressupõe condições amostrais iguais. Portanto, utilizou-se o método de rarefação no qual observa-se que em 'Murcott', apesar da diferença numérica na diversidade (provocada pelo aumento na amostragem), não há diferença significativa porque os desvios se sobrepõem (Figura 5.5a).

Já em 'Montenegrina', os desvios diferem claramente, indicando uma menor diversidade no segundo ano para um intervalo de confiança de 95% (Figura 5.5b). A curva de rarefação confirma a diferença na equitabilidade de um ano para outro em 'Montenegrina'. Esta diferença se deve especialmente à entrada de *A. citricola* no segundo ano de amostragem.

A comparação entre as duas áreas, tomando-se em conta a totalidade das amostragens, também não mostrou diferença (Figura 5.5c) já que os desvios das curvas se sobrepõem. Estes dados parecem indicar que o substrato utilizado pelo hospedeiro não afeta diretamente a riqueza de parasitóides presentes nas áreas, uma vez que as espécies nas duas comunidades, na sua grande maioria, são comuns às duas variedades. Assim, acredita-se que a presença do agente exótico foi o grande responsável pela mudança na diversidade das áreas, mais do que a disponibilidade do substrato utilizado pelo hospedeiro.

Esta constatação foi mais perceptível na área de 'Montenegrina' já que nesta, no primeiro ano, a espécie exótica não estava presente. Corroborando esta idéia, diferenças na frequência relativa de espécies nativas,

assim como a ausência de algumas espécies menos frequentes também foi apontada por Sá et al. (2000), após a introdução de *A. citricola* em áreas cultivadas com laranjeiras em São Paulo.

As medidas de riqueza revelaram pouco sobre o efeito da introdução do parasitóide exótico em ambas áreas de citros, a comparação entre a diversidade beta, entretanto, marca diferenças, especialmente quando se avalia dominância ou equitabilidade nas mesmas.

Lewis & Whitfield (1999), estudando a diversidade de braconídeos em sistemas silviculturais sob diferentes manejos, detectaram que mudanças no número de espécies comuns ou raras apontam distúrbios ocorridos no ambiente, alterando a estrutura da comunidade. Para os autores, estas mudanças são mais claramente percebidas quando padrões de abundância relativa e medidas complementares à diversidade são incorporados.

Assim, com a utilização de diversos índices e medidas de riqueza e diversidade, fica evidenciado que a presença do parasitóide exótico alterou significativamente a composição do complexo de parasitóides associados à *P. citrella*, especialmente no que se refere à dominância das espécies presentes.

Segundo Drinkwater et al. (1995), os agroecossistemas são menos estáveis que os ecossistemas naturais por apresentarem uma menor diversidade provocada por distúrbios de práticas de manejo inadequadas, pela manutenção do estado imaturo do sistema e pela introdução de táxons diferentes daqueles ocorrentes naturalmente no local.

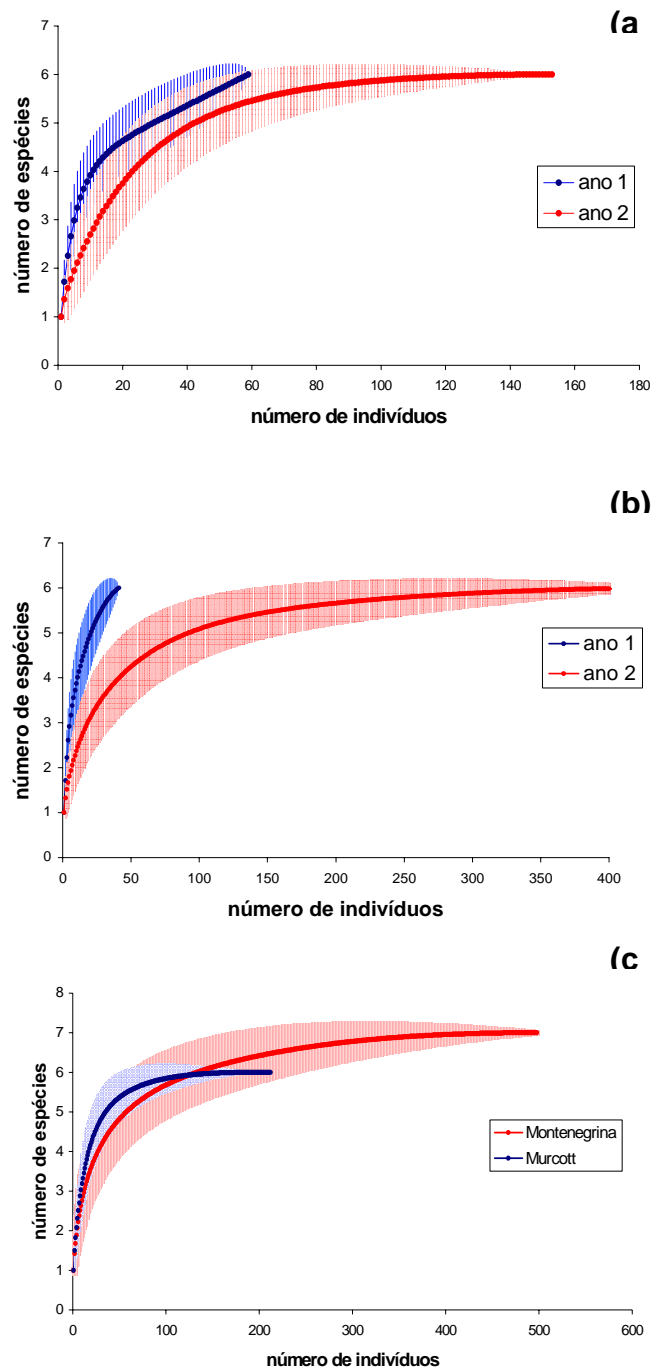


FIGURA 5.5 - Curvas de rarefação e erro padrão comparando a riqueza de espécies entre o primeiro e o segundo ano de amostragem na área de (a) 'Murcott', (b) 'Montenegrina' e (c) considerando os valores totais de riqueza entre os dois pomares.



Uma vez que o impacto humano sobre a biodiversidade tem causado perdas insustentáveis (Purvis & Hector, 2000), a manutenção desta, também em agroecossistemas, torna-se, cada vez mais, uma exigência.

Para que se tenha uma idéia mais clara das mudanças na riqueza e diversidade das áreas estudadas e do impacto real que causa a introdução do agente exótico, faz-se necessário um acompanhamento mais prolongado das áreas, como sugerem Hoy & Nguyen (1997) para quem, para que se tenha uma resposta definitiva sobre o sucesso ou não da introdução de agentes exóticos no controle biológico clássico, o monitoramento deve ser realizado por, pelo menos, três anos.

Da mesma forma Lewis & Whitfield (1999) apontam para a necessidade de utilização de mais de um método amostral para ampliar a visão do complexo de parasitóides presentes em um sistema, no nosso caso, atuantes sobre *P. citrella*.

As diferenças detectadas nos pomares indicam que a presença do parasitóide exótico causou mudanças na estrutura da comunidade de parasitóides nativos existentes nas áreas. Assim, a introdução deste ou quaisquer outros agentes de controle deve ser cuidadosamente avaliada uma vez que a identificação de mudanças na diversidade, seja no número de espécies, na distribuição da abundância das espécies ou na dominância, nos alerta acerca de processos empobrecedores (Magurran, 1988).

## CAPÍTULO VI

### DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO PARASITISMO EM *Phyllocnistis citrella* STANTON (LEPIDOPTERA: GRACILLARIIDAE) EM POMARES DE CITROS, MONTENEGRO, RS, BRASIL

#### 6.1 INTRODUÇÃO

A investigação dos padrões de distribuição espacial dos organismos no ambiente é um ponto central no estudo da dinâmica das populações, especialmente quando se considera a interação com outras espécies, porque diferenças no impacto de vários agentes são observadas em relação a variações na ocupação do espaço pelas populações (Heads & Lawton 1983; Hassel 1986).

A relação entre a distribuição espacial do hospedeiro e a de seus inimigos naturais tem grande influência na dinâmica de ambos. Muitos modelos que descrevem essa interação assumem que o inimigo natural se distribui aleatoriamente no ambiente em relação à distribuição espacial do hospedeiro. Esse pressuposto simplifica os modelos matemáticos, mas, na realidade, a maioria dos inimigos naturais respondem à distribuição espacial de suas presas (Pedigo, 1996).

Outros aspectos também são importantes para se avaliar o potencial de sucesso de uma espécie no controle de pragas. Por exemplo, a sincronia do

ciclo de vida do predador com o da presa, ou, do parasitóide com o seu hospedeiro é um ponto fundamental. Outra característica relevante diz respeito ao grau de especificidade do agente de controle ao organismo que se deseja controlar. O potencial reprodutivo (resposta numérica) do parasitóide relacionado à densidade do hospedeiro é decisivo para o estabelecimento do mesmo na cultura. A capacidade de localizar a presa representa também um atributo importante para um bom agente de controle biológico (Van Driesche & Bellows, 1996).

Conforme já apontado, a identificação do padrão de distribuição espacial é um aspecto fundamental da ecologia das populações para o entendimento das interações entre populações no meio.

As larvas de *P. citrella*, minador-das-folhas-dos-citros, em seus distintos ínstares escavam galerias subepiteliais ao se alimentarem, o que afeta as folhas jovens, os brotos em crescimento e, em alguns casos, os frutos pequenos. A ação do minador sobre as folhas provoca a diminuição da capacidade fotossintética. Além disso, os danos podem ser indiretos, uma vez que as lesões causadas pela larva permitem a entrada de bactérias patogênicas, especialmente, a causadora do cancro cítrico. Devido a essas características, o minador-dos-citros é considerado, atualmente, como uma das pragas de maior importância e repercussão sobre os citros em nível mundial (FUNDECITRUS, 2003).

A distribuição espacial dos diferentes estágios do minador-dos-citros, têm sido estudada em várias escalas e em diversas espécies e variedades de citros, tanto no Brasil quanto no exterior. Assim, Peña & Schaffer (1997), em pomares de limeiras na Flórida (EUA), detectaram um maior número de ovos nas

folhas das extremidades dos brotos. Em relação à distribuição de *P. citrella* nos diferentes quadrantes das plantas, Paleari et al. (2001), em pomares de laranjeiras 'Natal' em São Paulo, verificaram que o maior número de lagartas ocorreu nos brotos localizados no quadrante norte. Dantas (2002), que estudou a distribuição espacial do minador-dos-citros em pomares de laranjeiras "Pêra-Rio" (*C. sinensis*) em São Paulo, observou que nas diferentes amostragens as lagartas mostraram distribuições agregadas.

Segundo Askew (1980) a maioria dos insetos minadores é intensamente atacada por eulofídeos. Diversas espécies desta família têm sido registradas atuando sobre *P. citrella* e despontam como agentes promissores de controle desta praga. O efeito da heterogeneidade espacial sobre as populações tem sido alvo de diversos estudos os quais buscam avaliar o papel deste, tanto na redução populacional de insetos-praga, quanto na manutenção da interação destes com seus inimigos naturais (Hassel, 1986). A agregação de parasitóides em algumas unidades do ambiente parece ter uma forte influência sobre a persistência da interação, tanto em áreas não cultivadas, quanto em agroecossistemas (Hassel & May, 1974).

Este tipo de estudo, entretanto, ainda é escasso no sistema citros x minador x parasitóide e se faz imprescindível para o entendimento da interação entre os parasitóides autóctones e os introduzidos, especialmente quando se visa o manejo da cultura.

Assim, o presente trabalho objetivou identificar o padrão de distribuição espacial de parasitóides nas plantas e no hospedeiro *P. citrella*, em dois pomares de citros no município de Montenegro, RS.

## 6.2 MATERIAL E MÉTODOS

As amostragens foram realizadas em dois pomares contíguos, um da cultivar 'Montenegrina' (*C. deliciosa*) e outro do híbrido tangor 'Murcott' (*C. sinensis* x *C. reticulata*), situados em Montenegro, (29° 68'S e 51° 46'W) RS, com aproximadamente 2 ha cada um. Em cada pomar foi demarcada uma área de 0,6 ha, com aproximadamente 315 árvores. Em amostragens quinzenais de julho de 2002 a junho de 2003, 24 plantas selecionadas aleatoriamente foram inspecionadas. Em cada planta sorteada, foram examinados todos os brotos no estrato inferior (de 0,5 a 1,5 m) e no superior (de 1,6 a 2,5 m), considerados a partir do solo, e registrada a localização dos mesmos em relação aos quadrantes (norte, sul, leste e oeste).

Todas as folhas com pupas de *P. citrella* foram coletadas e armazenadas em sacos plásticos etiquetados contendo o registro do local da coleta. Em laboratório, estas foram acondicionadas, individualmente, em placas de Petri e mantidas sob condições não controladas de temperatura e umidade, até a emergência dos parasitóides ou dos adultos do minador.

A distribuição vertical na planta foi avaliada, considerando-se o estrato superior e o inferior. Registrou-se também a posição das folhas coletadas em relação ao quadrante (norte, sul, leste e oeste). A distribuição vertical, intraplanta, dos organismos coletados, foi testada pelo Qui-quadrado de Heterogeneidade ( $\chi^2 = \sum (O-E)^2/E$ ).

Para efeito da análise da distribuição espacial horizontal considerou-se a distribuição do parasitismo geral, nos hospedeiros, no estágio de pupa sem

a distinção de espécies. Os ajustes dos dados amostrais à série Poisson e à Binomial Negativa foram testados respectivamente pelo Índice de Dispersão (I) e pelo parâmetro de dispersão ( $k$ ) segundo Elliott (1983). Para o “teste de qualidade de ajuste” das distribuições observadas às esperadas foi utilizado o teste Qui-quadrado.

Para os cálculos foram utilizados os aplicativos Microsoft Excel, Bioestat 2.0 (Ayres et al., 2000) e Ecological Methodology (Krebs/WIN, 2000).

### 6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O percentual de parasitismo observado entre os estratos e quadrantes da copa das plantas mostrou diferenças nas duas variedades (Tabelas 6.1 e 6.2).

Em ‘Montenegrina’ não houve diferença significativa no percentual de parasitismo e no número médio de pupas encontrados no estrato superior e inferior ( $\chi^2 = 0,66$ ;  $gl=1$ ;  $P>0,05$ ) ( $\chi^2 = 0,27$ ;  $gl=1$ ;  $P>0,05$ ), respectivamente. Da mesma forma, o número de brotos registrados nos dois estratos não evidenciou diferença significativa ( $\chi^2 = 1,97$ ;  $gl=1$ ;  $P>0,05$ ).

Já no pomar de ‘Murcott’, um maior percentual de parasitismo foi constatado no estrato superior (63,5%) ( $\chi^2 = 7,24$ ;  $gl=1$   $P<0,05$ ), o mesmo ocorrendo com o número médio de pupas de *P. citrella* (62,9%) ( $\chi^2 = 6,66$ ;  $gl = 1$ ;  $P<0,05$ ). Entretanto, o número de brotos registrados nos estratos não diferiu ( $\chi^2 = 2,6$ ;  $gl=1$ ;  $P>0,05$ ).

TABELA 6.1 - Número médio de brotos em 0,1 m<sup>2</sup> da copa; número médio de pupas de *Phyllocnistis citrella* na copa e porcentagem de parasitismo registrados nos estratos superior e inferior e nos diferentes quadrantes da copa de plantas de 'Montenegrina' de julho de 2002 a junho de 2003, Montenegro, RS.

'Montenegrina'	Estratos		Quadrantes			
	Superior	Inferior	Norte	Sul	Leste	Oeste
Brotos 0,1m <sup>2</sup>	73,8	57,7	30,3	32,4	32,5	33
Pupas	52,6	47,4	21,9	16,7	38,3	23,1
% Parasitismo	53,9	45,8	13,2	25,8	37,4	23,6

TABELA 6.2 - Número médio de brotos em 0,1 m<sup>2</sup> da copa; número médio de pupas de *Phyllocnistis citrella* na copa e porcentagem de parasitismo registrados nos estratos superior e inferior e nos diferentes quadrantes da copa de plantas de 'Murcott' de julho de 2002 a junho de 2003, Montenegro, RS.

'Murcott'	Estratos		Quadrantes			
	Superior	Inferior	Norte	Sul	Leste	Oeste
Brotos 0,1m <sup>2</sup>	43,4	29,6	15,9	14,4	13,5	15,7
Pupas	62,9	37,1	32,8	29,3	19,9	22,9
% Parasitismo	63,5	36,6	41,4	13,1	28,3	17,2

Em relação aos quadrantes, observa-se que, na variedade 'Montenegrina', o maior número médio de pupas do minador e o percentual de parasitismo ocorreu no quadrante leste ( $\chi^2=11,81$ ; gl=3; P<0,05), ( $\chi^2=10,36$ ; gl=3; P<0,05). Entretanto, nesta variedade, o número de brotos não variou significativamente entre os quadrantes ( $\chi^2=0,13$ ; gl=3; P>0,05). Em 'Murcott', o

maior percentual de parasitismo e o número maior de minadores foi registrado no quadrante norte ( $\chi^2=19,29$ ; gl=3;  $P<0,05$ ), ( $\chi^2=4,39$ ; gl=3;  $P<0,05$ ). Já o número de brotos, embora aparentemente maior, também não diferiu significativamente entre quadrantes em 'Murcott' ( $\chi^2=0,26$ , gl=3;  $P>0,05$ ).

As diferenças encontradas nos dois pomares entre os quadrantes quanto ao percentual de parasitismo e número médio de pupas talvez possam ser explicadas pela disposição das plantas nas fileiras e maior exposição solar destes quadrantes. Em 'Montenegrina' as fileiras estão dispostas no sentido norte-sul e como há um espaçamento maior entre estas do que entre as plantas, as faces leste e oeste provavelmente recebem maior quantidade de calor. Na área cultivada com 'Murcott', a disposição das filas é no sentido leste-oeste, e a face norte é a que recebe maior quantidade de sol durante o dia.

A análise da distribuição espacial horizontal do parasitismo revelou padrões agregados (Tabela 6.3), os dados ajustando-se à distribuição matemática Binomial Negativa em todas as ocasiões testadas, o que é reforçado pelos altos valores de  $I$  obtidos.

O registro de distribuição agregada para o minador-dos-citros já foi feito por Vivas & Lopez (1995) em três diferentes variedades de citros na Espanha e Peña & Schaeffer (1997) e Peña (1998) em pomares de lima na Flórida (EUA). Embora Knapp et al. (1995) tenham considerado uma distribuição uniforme do ataque na cultura, Paleari et al. (2001), desenvolvendo um método de amostragem para o monitoramento de *P. citrella* e seus inimigos naturais, verificaram que o número de brotos atacados variou entre os quadrantes, não sendo, portanto, homogêneo.



TABELA 6.3 - Número de unidades amostrais com indivíduos parasitados (N), percentual médio de parasitismo (%), índice I, valor de  $k$  da Binomial Negativa nas ocasiões de amostragem em que foram constatados parasitóides nos pomares de 'Montenegrina' e de 'Murcott', de julho de 2002 a junho de 2003, Montenegro, RS.

Ocasões de amostragem	'MONTENAGRINA'				'MURCOTT'			
	N	%	I	$k$	N	%	I	$k$
9/12/02	13	12,92	25	0,016	0	0	0	0
20/12/02	23	7,53	33,86	0,063	6	4,16	25	0,038
6/1/03	23	5,95	14,21	0,155	0	0	0	0
20/1/03	12	21,52	48,36	0,369	14	27,85	61,09	0,39
3/2/03	6	44,44	56,66	0,628	12	59,02	27,26	2,16
17/2/03	17	24,79	25,26	0,96	19	28,94	37,97	0,728
28/2/03	14	28,66	57,67	0,433	8	37,5	71,43	0,405
17/3/03	22	76,92	6,18	4,289	18	58,98	18	2,932
31/3/03	5	40	75	0,337	9	97,14	24,85	3,052

Diversos podem ter sido os processos que geraram os padrões de agregação do parasitismo observados em campo: a exploração contínua pelos parasitóides de regiões previamente colonizadas; a maior concentração de cairomônios resultando no menor tempo de busca por novos hospedeiros (Waage, 1983), assim como a limitação da capacidade de vôo desses eulofídeos (Goodfray, 1994).

Observa-se (Figura 6.1) que, embora os dados de todas as ocasiões de amostragem analisadas ajustem-se à Binomial Negativa, os valores de  $k$  tendem a ser menores em pequenas densidades, indicando uma maior agregação nestes períodos. À medida que as populações dos parasitóides e do hospedeiro crescem, ocorre um aumento nos valores de  $k$ , o que indica uma menor agregação do parasitismo nessas ocasiões.

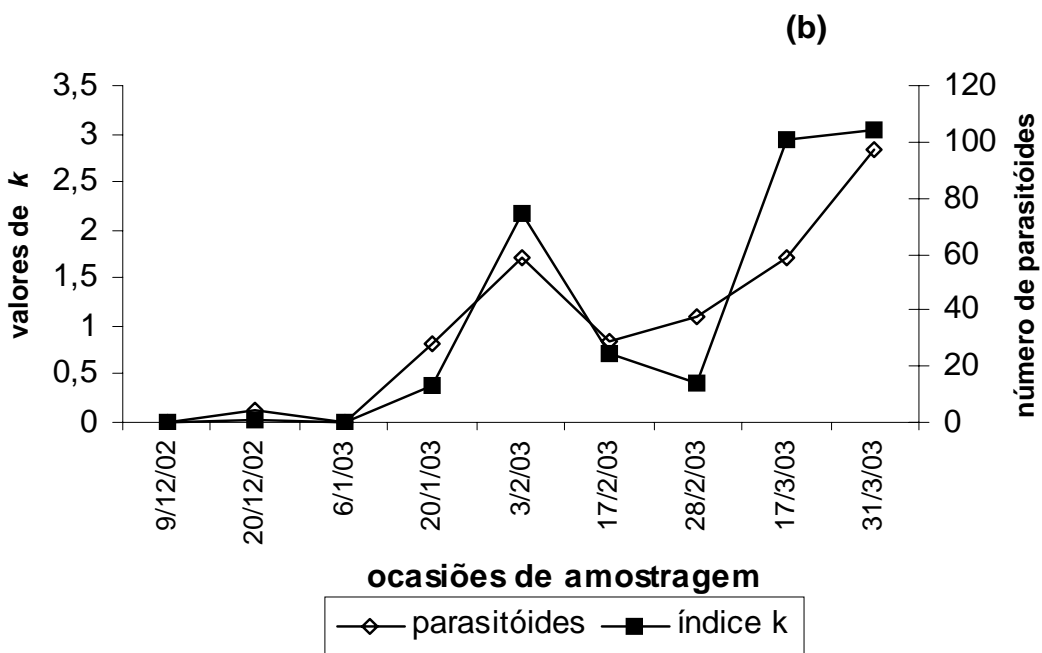
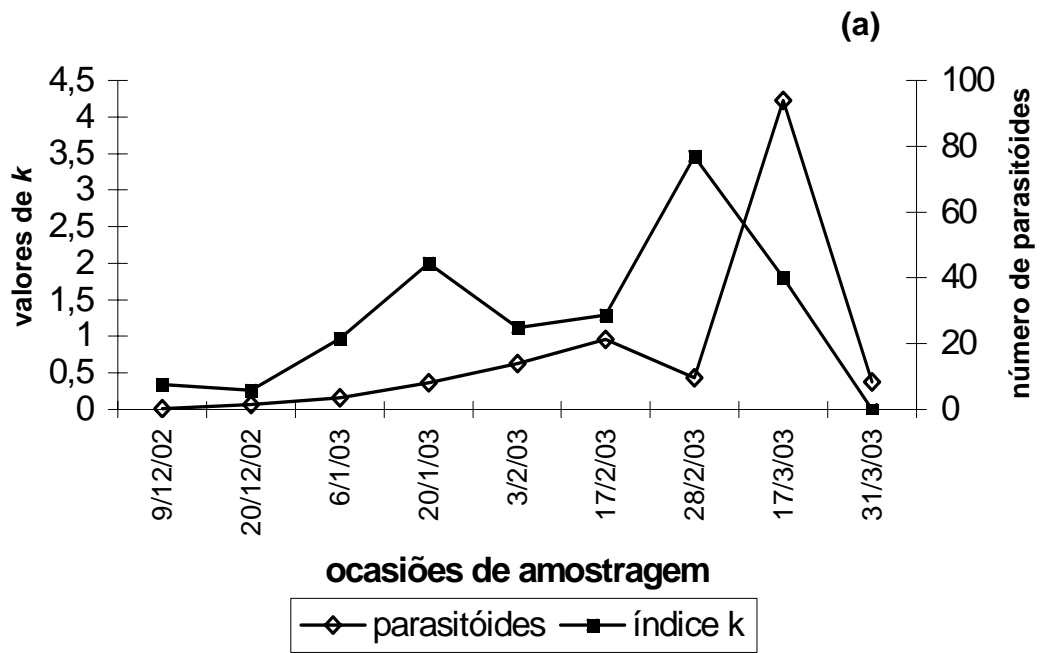


FIGURA 6.1 - Número de exemplares de parasitóides e os valores de  $k$  calculados por ocasião de amostragem nos pomares de (a) 'Montenegrina' e (b) 'Murcott', de julho de 2002 a junho de 2003, Montenegro, RS.

A agregação vai diminuindo à medida que a disponibilidade de recursos (hospedeiros) aumenta e tende novamente a aumentar à medida que esta diminui.

A escassez dos recursos foliares para o minador também provoca um aumento na agregação, uma vez que o parasitismo fica restrito a brotos jovens onde ocorrem larvas e pupas de seu hospedeiro.

Embora nos dois pomares tenham sido registrados dois picos nas populações de parasitóides, estes não foram simultâneos (Fig. 6.1). Em 'Montenegrina' o número total registrado de parasitóides foi maior. Este fato pode estar relacionado à maior produção vegetativa desta variedade (Koller, 1994) e, a maior população total de minadores registrada nesta mesma área em trabalho realizado concomitantemente (Cristiane Ramos de Jesus, informação verbal).

Em 'Montenegrina' registrou-se um pico populacional, embora pequeno, em 17 de fevereiro e outro, expressivo, em 17 de março, onde 368 exemplares de parasitóides foram coletados, nestas ocasiões foram também obtidos os maiores valores de  $k$  (Tabela 6.3). Já em 'Murcott', o primeiro pico populacional ocorreu em 3 de fevereiro e o segundo, com 71 parasitóides, em 17 de março, coincidindo com o observado em 'Montenegrina'. Nessas ocasiões o  $k$  calculado da binomial negativa apresentou valores mais altos, indicando, também para esse pomar, uma fraca agregação.

É importante ressaltar que, embora as amostragens continuassem até junho de 2004, após 31 de março não foram mais encontradas pupas do minador nos dois pomares.

A resposta agregativa dos parasitóides de *P. citrella* observada, assim como a influência deste padrão para a dinâmica do sistema; ressaltam a

importância destas informações para a elaboração de um plano de amostragem seqüencial. Além disso, podem fornecer subsídios para o desenvolvimento de modelos matemáticos que descrevam as interações no sistema citros com manejo orgânico.

## CAPÍTULO VII

### CONCLUSÕES GERAIS

*Phyllocnistis citrella*, apesar de ser uma espécie exótica, cuja presença tem sido registrada no Rio Grande do Sul há cerca de oito anos, nos pomares de ‘Murcott’ e ‘Montenegrina’, onde o estudo foi desenvolvido, já possui um complexo de parasitóides nativos, semelhante entre os pomares, e que representa importante fator de redução populacional do minador.

Um aspecto importante evidenciado, no presente trabalho, é a forte influência da densidade populacional do hospedeiro no índice de parasitismo. Sabendo-se que o minador, nos pomares estudados, foi influenciado principalmente pela temperatura e, também, pela disponibilidade de brotos, pode-se, de certo modo, prever quando ocorrerão os picos populacionais, tanto deste quanto de seus parasitóides, durante o ciclo da cultura.

A introdução, ainda que involuntária, de *A. citricola* nas áreas de estudo, teve efeitos diferentes nas duas variedades. Na área de ‘Murcott’, no primeiro ano de amostragem, a espécie exótica *A. citricola* já estava presente, e não se constatou diferença significativa na estrutura da comunidade de parasitóides nativos entre este e o segundo ano. Da mesma forma, embora a frequência relativa da espécie exótica tenha aumentado no segundo ano, o índice de parasitismo não foi, de fato, maior. Entretanto, na área de ‘Montenegrina’, *A.*

*citricola* só foi registrada no segundo ano, assim foi possível detectar mudanças, possivelmente devidas à entrada desta espécie exótica, tanto na estrutura da comunidade de parasitóides como na taxa de parasitismo, que aumentou no segundo ano.

O fato de *A. citricola* já estar presente na área de 'Murcott' no primeiro ano de amostragem, impossibilitou o entendimento real do impacto desta no pomar, o que só seria possível se a amostragem tivesse iniciado antes da presença desta espécie na área.

Assim, é preciso ponderar que, ao implementar um programa de controle biológico com a liberação de agentes exóticos, deve-se levar em conta a possibilidade de mudanças na estrutura e na estabilidade do sistema, devendo-se avaliar o custo-benefício da introdução que deve incluir o acompanhamento do sistema por um período mais amplo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL: Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Argos Comunicação, 2000. p. 318-329.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. 2. ed. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989. 240p.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 2000. 110p.

ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 226p.

AMALIN, D. M.; PEÑA, J. E. Predatory spiders in lime orchards and their importance in the control of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). **Proceedings of the Florida State Horticultural Society 2000**, Orlando, v. 112, p. 222-224, 1999.

AMARO, A. A. et al. **Citricultura brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p. 22-53.

ARGOV, Y.; RÖSSLER, Y. Introduction, Release and Recovery of Several Exotic natural Enemies for Biological Control of the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella*, in Israel. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 24, n.1, p. 33-38, 1996.

ARGOV, Y.; RÖSSLER, Y. Rearing methods for the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton and its parasitoids in Israel. **Biological Control**, Orlando, v. 11, p.18-21, 1998.

ASKEW, R. R. The diversity of insect community in leaf-miners and plant galls. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 49, p. 817-829, 1980.

AYRES, M. et al. **Bioestat 2.0**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: CNPq, 2000. 259p.

BAUTISTA-MARTINEZ, N. et al. Natural parasitism of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) at Cuitlahuac, Veracruz, México. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 81, n. 1, p. 30-37, 1998.

BECKER, R. F. P.; MORAES, L. A. H. **Relatório do programa de melhoria da fruta cítrica do vale dos rios Caí e Taquari**. Taquari: Fepagro, 2001.

BEGON, M.; MORTIMER, M. **Population ecology**: a unified study of animals and plants. Oxford: Blackwell, 1986. 219p.

BERNAL, C. M.; CANCINO, E. R.; VAN DRIESCHE, R. Mortalidad natural y por enemigos naturales de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) en cítricos de la zona centro de Tamaulipas, México. **Biotam**, Tamaulipas, v. 11, n. 1, p. 25-28, 1999.

BERNAYS, E. A.; CHAPMAN, R. F. **Host-plant selection by phytophagous insects**. New York: Chapman & Hall, 1994. 312p.

BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Introdução ao estudo dos insetos**. Rio de Janeiro: Usaid, 1988. 653p.

BOTEON, M. Cadeia agroindustrial de citros. 2001. Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/indic> Acesso em: 12 abr. 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Número 7, de 17 de maio de 1999. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]** Brasília, 19 de Maio de 1999, Seção 1. p.11-14.

BROWNING, H. W.; PEÑA, J. E; STANSLY, P. A. Evaluating impact of indigenous parasitoids on population of citrus leafminer. **Florida Entomologist**, Gainesville v. 79, n. 4, p.14-15, 1996.

BURKS, R. A. Keys to the Nearctic genera of Eulophidae, subfamilies Entendontini, Euderinae and Eulophinae/ Hymenoptera: Chalcidoidea), 2001. Disponível em: <http://cache.ucr.edu%7Eheraty/Eulophidae>. Acesso em: 15 maio 2004.

CALECA, V. et al. New data on the parasitism of citrus leafminer (*Phyllocnistis citrella* Stainton, Lep., Gracillariidae) in Sicily. **Bollettino di Zoologia Agraria e Bachicoltura**, Torino, v. 30, n. 2, p. 213-222, 1998.

CANCINO, E. R. et al. Himenopteros parasitoides de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) en Taumalipas y norte de Veracruz, México, con una clave para las especies. **Folia Entomologica Mexicana**, Mexico, v.40, n. 1, p. 83-89, 2001.

CAPPUCCINO, N. Adjacent trophic-level effects on spatial density dependence in a herbivore-predator-parasitoid system. **Ecological Entomology**, Oxford, v.17, p. 105-108, 1992.

CHAGAS, M. C. M.; PARRA, J. R. P. *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae): técnica de criação e biologia em diferentes temperaturas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n.2, p. 227-235, 2000.



COSTA, V. A. et al. Indigenous parasitoids (Hym., Chalcidoidea) of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep., Gracillariidae) in Jaguariúna, São Paulo State, Brazil: preliminary results. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v.123, p. 237-240, 1999.

CÔNSOLI, F. L.; ZUCCHI, R. A.; LOPES, J. R. S. ***Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistinae): a lagarta minadora dos citros**. Piracicaba: FEALQ, 1996. 39p.

COOPER, P. J. M; DENNING, G. The fundamentals for scaling-up agroforestry Innovations. **Low External Input and Sustainable Agriculture**, Amersfoort, v.17, p.13-14, 2001.

CROCOMO, W. B. **Manejo de pragas**. Botucatu (SP): Editora da Universidade Estadual Paulista, 1990. 358p.

DANTAS, I. M. **Distribuição espacial e plano de amostragem seqüencial para lagarta do minador-dos-citros *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae), em laranja Pêra-Rio *Citrus sinensis* (L.) Osbeck**. 2002. 63 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, 2002.

DAJOZ, R. **Ecologia geral**. Petrópolis: Vozes, 1973. 472p.

DE BACH, P.; ROSEN, D. **Biological control by natural enemies**. 2nd . New York: Cambridge, 1991. 440p.

DEMPSTER, J P.; POLLARD, E. Spatial heterogeneity, stochasticity and the detection of density dependence in animal populations. **Oikos**, Copenhagen, v. 46, p. 413-416, 1986.

DEMPSTER, J. P.; ATKINSON, D. A.; CHEESMAN, O. D. The spatial population dynamics of insects exploiting a patche food resource. I. Population extinctions and regulation. **Oecologia**, Berlin, v. 104, p. 340-353, 1995.

DIEZ, P. A.; FIDALGO, P. & FRIAS, E. *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitóides específico de *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae): Introduccion y datos preliminares sobre su desempeño en la Argentina. **Acta Entomologica Chilena**, Santiago, v. 24, p. 69-76, 2000.

DOMINGUES, M. C. S; ONO, E. O; RODRIGUES, J. D. Reguladores vegetais e o desbaste químico de frutos de tangor murcote. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p.487-490, 2001.

DOUMANDJI-MITICHE, B.; CHAHBAR, N.; SAHARAOUI, L. Survey of the population dynamics and the parasitic complex of *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae) on two species of citrus in the region of Rouiba (Algiers). **Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen Universiteit Gent**, Algeria, v. 64, n.3, p.155-162, 1999.

- DONADIO, L. C. FIGUEREIDO, J. O.; PIO, R. M. **Variedades cítricas brasileiras**. Jaboticabal: UNESP, 1995. 228p.
- DORNELLES, C. M. M., Citricultura do Rio Grande do Sul. In: RODRIGUES, O. & VIÉGAS, F. **Citricultura brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1980. p. 125-143.
- DRINKWATER, L. D. P Fundamental differences between conventional and organic agroecosystems in California. **Ecological Application**, Tempe, v. 5, n.4, p. 1098 -1112, 1995.
- ELLIOTT, J. M.. **Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates**. Ambleside: Freshwater Biological Association, 1983. 156p.
- EDWARDS, O. R.; HOY, M. A. Biology of *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae), a Parasitoid of the leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). **Annals of Entomological Society of America**, College Park, v.91, n. 5, p. 654-660, 1998.
- EDWARDS, P. J.; WRATTEN, S. D. **Ecologia das interações entre insetos e plantas**. São Paulo: Pedagógica e Universitária Ltda, 1981. 71p.
- EVANS, G. A. A new species of *Cirrospilus* (Hymenoptera: Eulophidae) and two synonymes of parasitoids reared from the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 82, n. 3, p. 448-453, 1999.
- FAO. Oranges; Tangerines, mandarins clementines and satsumas; Lemons and limes; Grapefruit and pomelos. **Production Yearbook**. Rome: Fao, 2003. 87p.
- FAETH, S. H. Aggregation of a leafminer, *Cameraria* sp. nov. (Davis): consequences and causes. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 50, p. 569-586, 1990.
- FEPAGRO, Boletim. **Recomendações técnicas para a cultura de citros no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAGRO, 1995. 78p.
- FOELKEL, E. et al. *Ceraeochrysa everes* e *Ceraeochrysa claveri* (Neuroptera: Chrysopidae) como predadores de *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) no RS. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 25., 2003, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre, 2003. p. 380.
- FRIAS, E.; DIEZ, P. Parasitoides (Eulophidae, Elasmidae) nativos del “minador de las hojas de los cítricos” (*Phyllocnistis citrella* Stainton) (Lep.: Gracillariidae) encontrados en la provincia de Tucuman. **Revista Colombiana de Entomología**, Santafe De Bogota, v. 24, p.15-18, 1998.

FUNDECITRUS. Araraquara, Fundo de defesa da citricultura, 1998-2001. Contém informações institucionais, técnicas, notícias, projetos, publicações e serviços. Disponível em:< <http://www.fundecitrus.com.br>>. Acesso em: 24 abr. 2004.

GAMA, G. B. M. N. da, MEDEIROS, J. X.; PINHEIRO, L. E. O cenário da cooperação como fator de desenvolvimento para o sistema agroindustrial citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 21, n. 2, p.225-238, 2000.

GARCIA, F. R. et al. V. Parasitismo natural de *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae) no oeste de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 45, n. 2, p. 139-143, 2001.

GARCIA-MARÍ, F. et al. Establishment of *Citrostichus phyllocnistoides* (Hymenoptera: Eulophidae) as a biological control agent for the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Spain. **Biological Control**, Orlando, v.29, n. 2, p. 215-226, 2004.

GARIJO, C.; GARCÍA, E. J. *Phyllocnistis citrella* (Stainton, 1856) (Insecta: Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistidae) en los cultivos de cítricos de Andalucía (Sur España): Biología, ecología y control de la plaga. **Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas**, Madrid, v. 20, n. 4, p.815-826, 1994.

GENERALITAT VALENCIANA. **El minador de las hojas de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* St.)**. Valencia : Conselheria de Agricultura Y Medio Ambiente, 1996. 8p.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 2 ed. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 2001. 639p.

GODFRAY, H. C. J. **Parasitoids**: behavioral and evolutionary ecology. Princeton: Princeton University Press, 1994. 473p.

GRAVENA, S. Minadora das folhas dos citros: a mais nova ameaça da citricultura brasileira. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 15, n. 2, p.397-404, 1994.

GRAVENA, S. Lagarta minadora dos citros no Brasil. **Laranja**, Cordeirópolis v. 17, n.1, p.286-288, 1996.

GRAVENA, S. Manejo ecológico de pragas dos citros - aspectos práticos. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 19, n. 1, p. 31-77, 1998.

GRAZIANO, F. **Os números da citricultura**. São Paulo: Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado de São Paulo, 1997. 72p.

GREVE. C. **Aspectos bioecológicos das fases imaturas de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae), em pomares de *Citrus sinensis* Var. Valência sob dois sistemas de cultivo**. 2004. 107 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal – Biologia e Comportamento Animal) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 2004.

- HASSEL, M. P. & MAY, R. M. Aggregation in predators and insect parasites and its effect on stability. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 43, p. 567-594, 1974.
- HASSEL, M. P. Insect natural enemies as regulating factors. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 54, p. 223-234, 1985.
- HASSEL, M. P. Parasitoids and population regulation. In: WAAGE J.; GREATHED, D. **Insect parasitoids**. Orlando: Academic Press, 1986. p 201-224.
- HAWKINS, B. A. **Pattern and process in host-parasitoids interactions**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. 190p.
- HEADS, P. A.; LAWTON, J. H. Studies on the natural enemy complex of the holly leaf-miner: the effects of scale on the detection of aggregative responses and the implications for biological control. **Oikos**, Copenhagen, v. 40, p. 267-276, 1983.
- HEPPNER, J. B. Citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*, in Florida (Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistinae). **Tropical Lepidoptera**, Gainesville, v. 4, p. 49-64, 1993.
- HOWARTH, F. G. Environmental impacts of classical biological control. **Annual Review Entomology**, Stanford, v. 36, p. 485-509, 1991.
- HOY, A. M.; NGUYEN, R. Classical Biological Control of the Citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton. **Tropical Lepidoptera**, Gainesville, v. 8, n. 1, p. 1-20, 1997.
- HUANG, M. D.; LI, S. X. Life history of *Phyllocnistis citrella* Stainton, and its occurrence. **Acta Entomologica Sinica**, Pequin, v. 16, p.159-162, 1989.
- HUANG, M. D.; DHENG, C. X.; CHANG, D. X. Studies on population dynamics and control strategy of the citrus leafminer. **Acta Entomologica Sinica**, Pequin, v. 32, p.58-67, 1989.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal**: culturas temporárias e permanentes - 2002. Brasília: IBGE, 2002. 88p.
- JACAS, J. A. & GARRIDO, A. Differences in the morphology of male and female pupae of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 79, n.4, p.603-607, 1995.
- JERVIS, M.; KIDD, N. **Insect natural enemies**. London: Chapman & Hall, 1996. 491p.

- JOÃO, P. L. Situação e Perspectiva da Citricultura no Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO TÉCNICA DE FRUTICULTURA, 5., 1998, Veranópolis. **Resumos...** Veranópolis, 1998. p. 15-18.
- KNAPP, J. I. et al. Citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton: Current Status in Florida. **Florida Cooperative Extension Service Institute os Food and Agricultural Sciences**, Gainesville, v.34 , p.34, 1995.
- KOLLER, O. C. **Citricultura:** laranja, limão e tangerina. Porto Alegre: Rigel, 1994. 446p.
- KREBS, C. J. **Ecologia:** análisis experimental de la distribución y abundancia. Madrid: Píramide, 1986. 782p.
- KREBS, C. J. **Ecological methodology.** 2<sup>nd</sup>. Menlo Park: Benjamin/Cummings, 2000. 654p.
- LEGASPI, J. C. et al. The citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) In South Texas: Incidence and parasitism. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.82, n. 2, p.305- 314, 1999.
- LEGASPI, J. C. et al. Population dynamics of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae), and it's natural enemies in Texas and Mexico. **Biological Control**, Orlando, v. 21, p. 84-90, 2001.
- LEÓN, M. G. A.; CAMPOS, P. J. C. Parasitóides del minador de los citros *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) en el piedemonte del departamento del Meta. **Revista Colombiana de Entomología**, Santafe de Bogota, v. 25, n. 3, p.143-146, 1999.
- LEWIS, C.; WHITFIELD, J. B. Braconidae wasp (Hymenoptera: Braconidae) diversity in forest plots under different silvicultural methods. **Environmental Entomology**, College Park, v. 28, p. 986-997, 1999.
- LINARES, B. et al. Introducción de *Ageniaspis citricola* Logvinoskaya, 1983 (Hymenoptera: Encyrtidae) para control de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) en el estado Yaracuy, Venezuela. **Entomotropica**, Maracay, v.16, n. 2, p. 143-145, 2001.
- LONGO, S; SISCARO, G.; VACANTE, V. Recent approaches to the biological control of the citrus leafminer in Italy. **Journal of Entomological Science**, Tifton, v. 33, n. 2, p. 427-435, 1998.
- LOURENÇÃO, A. L.; MÜLLER, G. W. Minador das folhas dos citros: praga exótica potencialmente importante para a citricultura brasileira. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 15, n.2, p.405-412, 1994.
- MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement.** New Jersey: Priceton University, 1988. 179p.

- MARGALEF, R. **Ecologia**. Barcelona: Omega, 1985. 951p.
- MICHAUD, J. P. Classical biological control: a critical review of recent programs against citrus pests in Florida. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 94, n. 5, p. 531-540, 2002.
- MINEO, G. Records on indigenous antagonists of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) new for Italy. **Bollettino di Zoologia Agraria e Bachicoltura**, Torino, v. 31, n. 1, p. 97-105, 1999.
- MONTES, S. M. N. M; et al. Ocorrência de parasitóides da larva minadora dos citros, *Phyllocnistis citrella* Stainton, no município de Presidente Prudente, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 68, n. 2, p.63-66, 2001.
- MORENO, C. E. **Métodos para medir la biodiversidad**. Zaragoza: CYTED, 2001. 84p. M&T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1.
- MURDOCH, W. W.; REEVE, J. D. Aggregation of parasitoids and the detection of density dependence in field populations. **Oikos**, Copenhagen, v. 50, p.137-141, 1987.
- NASCIMENTO, N. et al. Parasitismo em larvas de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) no estado do Rio de Janeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 377-379, 2000.
- NEALE, C. et al. Importation, host specificity testing, rearing and release of three parasitoids of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) in Eastern Australia. **Journal of the Australian Entomological Society**, Brisbane, v.34, p. 343-348, 1995.
- NICHOLSON, A. J. The balance of animal populations. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 2, p. 132-148, 1933.
- PAIVA, P. B.; GRAVENA, S.; AMORIM, L. C. S. Introdução do parasitóide *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya para controle biológico da minadora das folhas dos citros *Phyllocnistis citrella* Stainton no Brasil. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 29, n. 1, p.149-154, 2000.
- PALEARI, L. M.; et al. Novo método de amostragem para monitoramento de *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856, e de seus inimigos naturais. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 22, n.2, p. 333-349, 2001.
- PARRA, J. R. P. Uso de parasitóides e predadores no manejo de pragas. In: CROCOMO, W.B. **Manejo de pragas**. Botucatu: UNESP/FEPAP, 1984. 240p.
- PATEL, N. C. et al. Effect of weather factors on activity of citrus leaf-miner (*Phyllocnistis citrella*) infesting lime (*Citrus aurantifolia*). **Indian Journal of Agricultural Science**, Nova Deli, v. 64, n. 2, p. 132-134, 1994.

PEDIGO, L. P. **Entomology and pest management**. 2nd. ed. Upper Sanddle River: Prentice Hall, 1996. 679p.

PEÑA, J. E. Population dynamics of citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) as measured by interception traps and egg and larva sampling in lime. **Journal of Entomological Science**, Athens, v. 33, n.1, p. 90-96,1998.

PEÑA, J. E.; SCHAFFER, B. Intraplant distribution and sampling of the citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) on lime. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 90, n.2. p. 458-464, 1997.

PEÑA, J. E.; DUNCAN, R.; BROWNING, H. Seasonal abundance of (Lepidoptera: Gacillariidae) and its parasitoids in South Florida citrus. **Environmental Entomology**, College Park, v. 25, n. 3, p. 698-702, 1996.

PENTEADO-DIAS, A. M. et al. Parasitóides de *Phyllocnistis citrella* (Stainton) (Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistinae) no estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 18, n.1, p.79-84, 1997.

PERALES-GUTIÉRREZ, M. A. et al. Native parasitoids of citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Staiton in Colima, Mexico. **Southwestern Entomologist Scientific**, Weslaco, v.21, n. 3, p.349-350, 1996.

PIMM. S. L. In search of perennial solutions. **Nature**, London, v. 389, p.126-127, 1997.

POMERINKE, M. A.; STANSLY, P. A. Establishment of *Ageniaspis citricola* (Hym., Encyrtidae) for biological control of *Phyllocnistis citrela* (Lep., Gracillariidae) in Florida. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 81, n. 3, p.361-372, 1998.

POTTER, D. A. Population regulation of the native holly leafminer, *Phytomyza illicicola* Loew (Diptera: Agromyzidae), on americam holly. **Oecologia**, Berlin, v. 66, p. 499-505, 1985.

PRATES, H. S.; NAKANO, O.; GRAVENA, S. A. A "minadora das folhas de citros" *Phyllocnistis citrella* Stainton 1856. Campinas: CATI, 1996. p.2-8. (CATI. Comunicado Técnico, 129).

PRICE, P. W. et al. Parasite mediation in ecological interactions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 17, p.487-505, 1986.

PURVIS, A.; HECTOR, A. Getting the measure of biodiversity. **Nature**, London, v. 405, p. 212-216, 2000.

PUTRUELE, M. T. G.; PETIT MARTY, N. 1999, Control Biológico del "Minador de las Hojas de los Cítricos" en Concordia, Entre Ríos. In: JORNADA DE ACTUALIZACIÓN REFERIDA AL MANEJO DEL MINADOR DE LOS CITRUS (*Phyllocnistis citrella*) CON ÉNFASIS EN EL CONTROL BIOLÓGICO, 1999, Buenos Aires. **Resumos...** Buenos Aires , 1999. p. 328-332.

PUTRUELE, M. T. G.; PETIT MARTY, N. Control biológico de "minador de las hojas de los cítricos" en Concordia, Entre Ríos. **El Horizonte del Productor**, Concordia, v. 2, n. 11, p. 30-33, 2000.

QUICKE, D. L. J. **Parasitism wasps**. London: Chapman & Hall, 1997. 470p.

RAO, C. N.; SHIVANKAR V. J. Incidence of citrus leaf miner (*Phyllocnistis citrella*) and its natural enemies in central India. **Indian Journal of Agricultural Science**, Nova Deli, v.72, p. 625-627, 2002.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara/Koogan, 1996. 470p.

RODRIGUES, L. R.; DORNELLES, A. L. C. Origem e caracterização horticultural da tangerina "Montenegrina". **Laranja**, Cordeirópolis. v. 20, n. 1, p.153-166, 1999.

RODRIGUEZ, et al. **Citricultura brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. 492p.

SÁ, L., A., N. et al. **Parasitóides da larva minadora da folha dos citrus, *Phyllocnistis citrella* Stainton, estudos no laboratório de quarentena "Costa Lima" em Jaguariúna, SP**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. p. 17-18. Comunicado Técnico.

SÁ, L., A., N. Parasitoids of *Phyllocnistis citrella* in Jaguariúna, State of São Paulo, Brazil, before and after the introduction of *Ageniaspis citricola*. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n. 4, p.799-801, 2000.

SÁ, L. A., N. et al. Distribuição geográfica dos parasitóides nativos e exótico da larva-minadora-dos-citros em seis estados brasileiros. In: REUNIÃO ESPECIAL DA SBPC, 7., 2001, Manaus. **Resumos...** Manaus, 2001. p.377.

SAMWAYS, M. J. **Insect conservation biology**. London: Chapman & Hall, 1994. 254p.

SCHÄFER, G. et al. Produção e desenvolvimento da tangerineira 'Montenegrina' propagada por enxertia e estaquia, no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, p. 668-672, 2001.

SCHAUFF, M. E.; LA SALLE, J; WIJESKARA, G. A. The Genera of Chalcid parasitoids (Hymenoptera: Chalcidoidea) of citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). **Journal of Natural History**, London, v. 32, p. 1001-1056, 1998.

SCHMITZ, E. H. Situação e perspectiva da citricultura no vale do Caí. Veranópolis, RS, 1998. In: REUNIÃO TÉCNICA DE FRUTICULTURA, 5., 1998, Veranópolis **Resumos...** Veranópolis, 1998. p. 15-18.



SMITH, J. M.; HOY, M. A. Rearing methods for *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae) and *Cirrospilus quadristriatus* (Hymenoptera: Eulophidae) released in a classical biological control program for the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 78, n.4, p. 600-608, 1995.

SIMBERLOFF, D., STILING, P. Larval dispersion and survivorship in a leaf-mining moth. **Ecology**, Tempe, v.68, n. 6, p. 1647-1657, 1987.

SINCLAIR, A. R. E. Population regulation in animals. In: CHERRET J. M. (Ed.) **Ecological concepts: the contribution of ecology to an understanding of the natural world**. Oxford: Blackwell, 1989. p. 197-242.

SOLOMON, M. E. The natural control of animal populations. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 18, p. 1-35, 1949.

SOLOMON, M. E. **Dinâmica de populações**. São Paulo: EPU, 1980. 78p.

SOUZA, A. C. Frutas cítricas: singularidades do mercado. **Preços Agrícolas**, Piracicaba, p. 8-10, 2001.

SPÓSITO, M. B.; CASTRO, P. R.; AGUSTI, M. Alternância de produção em citros, **Laranja**, Cordeirópolis, v.19, n.2, p.285-292, 1998.

TURCHIN, P. Population regulation: old argument and new synthesis. In: N. Cappuccino & P. W. Price (Eds.) **Population dynamics: new approaches and synthesis**. San Diego: Academic Press, 1995. p. 19-40.

UJIYE, T. Biology and control of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) in Japan. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Tokyo, v. 34, n. 3, p. 167-173, 2000.

URBANEJA, A., et al. Dinamica e impacto de los parasitoides autoctonos de *Phyllocnistis citrella* Stainton, en la comunidad valenciana. **Investigacion Agraria: Produccion Y Proteccion Vegetales**, Madrid, v.13, n. 3, p.409-423, 1998.

URBANEJA, A., et al. Indigenous natural enemies associated with *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Eastern Spain. **Biological Control**, Orlando, v. 18, n. 3, p. 199-207, 2000.

VAN DRIESCHE, R. G.; BELLOWS Jr., T. S. **Biological control**. New York: Chapman & Hall, 1996. 539p.

VARLEY, G. C.; GRADWELL, G. R.; HASSEL, M. P. **Insect population ecology an analytical approach**. London: Blackwell, 1973. 212p.

VILELA, E.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. 173p.

VIVAS, A. G.; LOPEZ, G. Distribución de fases inmaduras de *Phyllocnistis citrella* Stainton, según el tamaño de la hoja. **Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas**, Madrid, v. 21, p. 559-571, 1995.

WAAGE, J. K. Aggregation in field parasitoid population: foraging time allocation by a population of *Diadegma* (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Ecological Entomology** London, v. 8, p. 447-453, 1983.

WALLNER, W. E. Factors affecting insect populations dynamics differences: between outbreak and non-outbreak species. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 32, p. 317-40, 1987.

WHITTAKER, R. H. Evolution and measurement of species diversity. **Taxon**, Utrecht, v. 21, n. 2, p. 213-251, 1972.

WILLINK, E.; SALAS, H.; COSTILLA, M. A. El minador de la hoja de los cítricos, *Phyllocnistis citrella* en el NOA. **Avance Agroindustrial**, Tucuman, v.16, n.65, p.15-20, 1996.

WILSON, E. O. A situação atual da diversidade biológica. In: WILSON, E. O (ed.). **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. p. 3-24.

YODER, J. A.; HOY, M. A. H. Differences in water relations among the citrus leafminer and two different populations of its parasitoid inhabiting the same apparent microhabitat. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 89, p.169-173, 1998.