



CAROLINE GREVE

**ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DAS FASES IMATURAS DE *Phyllocnistis citrella*
STANTON (LEPIDOPTERA: GRACILLARIIDAE), EM POMARES DE *Citrus*
sinensis VAR. VALÊNCIA SOB DOIS SISTEMAS DE CULTIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de
Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção
do título de mestre em Biologia Animal.

Área de Concentração: Biologia e Comportamento Animal

Orientadora: Luiza Rodrigues Redaelli

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

PORTO ALEGRE

2004

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão da bolsa.

Ao Programa RS-Rural, da Secretaria da Agricultura do Estado, pelo financiamento do projeto.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, pelos auxílio financeiros concedidos para participação de eventos.

Ao Departamento de Fitossanidade, da Faculdade de Agronomia da UFRGS, pelo uso dos laboratórios.

Ao Prof. Otto Koller (Fruticultura/UFRGS) e ao Msc. Ivar Antonio Sartori, por permitirem a realização da parte experimental do trabalho nos pomares mantidos por eles e pelo fornecimento dos dados necessários para a elaboração deste trabalho.

Aos professores do PPG-BAN, pelos muitos ensinamentos.

À minha orientadora, Luiza Redaelli, pela presença constante e pela paciência.

Aos colegas do Laboratório de Biologia, Ecologia e Controle Biológico de Insetos (Depto Fitossanidade/UFRGS), pela diversão garantida na hora do cafezinho, e especialmente a Cristiane de Jesus e a Fernando da Silva, pelas discussões que muito acrescentaram a este trabalho.

À Suzana Brentano, madrinha e amiga, pelos encontros semanais e por sempre estar disposta a me ajudar nas horas de “aperto”.

À família Souza Rocha pela maravilhosa acolhida, sempre.

À minha família, por ser minha referência, meu porto seguro, especialmente aos meus pais, Cláudio e Anemari Greve, pelo exemplo e pelo constante incentivo.

Ao meu marido, Fernando Souza Rocha, pelo companheirismo, pelo apoio e pela compreensão nos momentos de total estresse.

APRESENTAÇÃO

Este trabalho é apresentado na forma de Dissertação contendo artigos prontos para submissão à publicação, conforme Art. 52º, parágrafo único, da resolução nº 4 que institui procedimento e normas para apresentação e avaliação da Dissertação de Mestrado e da Tese de Doutorado, do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Deste modo, a dissertação é composta por (i) um capítulo introdutório, contendo uma exposição geral do assunto abordado, revisão bibliográfica e descrição dos objetivos; (ii) o artigo “Variação sazonal dos estágios imaturos de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) em pomares de *Citrus sinensis* var. Valência sob dois sistemas de cultivo”, que será submetido à publicação no periódico *Neotropical Entomology*; (iii) o artigo “Biotic and abiotic factors and seasonal variation of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera, Gracillariidae) in “Valencia” orange orchards, under two management systems”, que será submetido à publicação no *Brazilian Journal of Biology*; (iv) o artigo “Distribuição das fases imaturas de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) nos brotos e nas folhas de laranjeiras Valência mantidas sob dois sistemas de cultivo”, que será submetido à publicação no periódico *Iheringia, Série Zoologia* e (v) um capítulo com uma síntese dos resultados.

RESUMO

A variação sazonal, sua relação com fatores bióticos e abióticos e a distribuição de duas populações do minador-dos-citros, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae), foram estudadas, em pomares de *Citrus sinensis* var. Valência, mantidos um sob sistema de cultivo orgânico e outro sob sistema convencional, ambos localizados no município de Montenegro (29° 68'S e 51° 46'W), Rio Grande do Sul. Realizaram-se amostragens quinzenais, coletando-se de 27 plantas aleatoriamente escolhidas em cada pomar o broto mais apical. Posteriormente os brotos eram analisados em laboratório para registro da presença de minas, ovos, lagartas e pupas de *P. citrella*. A proporção de dano foi maior no pomar orgânico, em relação ao pomar convencional. O minador ocorreu nos pomares no período correspondente às brotações de verão e de outono, não havendo ataque nas brotações correspondentes ao final do inverno-início da primavera, apesar da disponibilidade de recursos (folhas novas). Assim, verificou-se que não apenas a existência de recursos, mas também a ocorrência de condições climáticas favoráveis afetam o tamanho e a flutuação da população de *P. citrella*. Dentre os fatores bióticos que exercem influência sobre a variação sazonal do minador, foi identificada a ação de parasitóides e predadores. Verificou-se também forte correlação entre mortalidade sem causa definida e o comprimento das folhas. Dos fatores abióticos analisados, a temperatura máxima foi o mais correlacionado com as taxas da mortalidade sem causa definida observadas em ambos os pomares. A distribuição de ovos e lagartas (incluindo pupas) foi agregada em ambos os pomares, nos níveis de folhas e brotos. Ovos tenderam a ocorrer em folhas de comprimento menor que lagartas e estas por sua vez, em folhas menores do que pupas. A proporção de ovos ocorrentes na face adaxial foi maior que a de lagartas e pupas, indicando maior mortalidade nesta parte da folha.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	ii
APRESENTAÇÃO	iii
RESUMO	iv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Sistemas Agrícolas.....	1
1.2. Populações – Características e Processos	2
1.3. Sistemas de Cultivo	5
1.4. A Cultura dos Citros e <i>Phyllocnistis citrella</i>	5
1.5. Características de <i>Phyllocnistis citrella</i>	8
1.6. Variação Sazonal de Populações de <i>Phyllocnistis citrella</i>	10
1.7. Fatores de Mortalidade de Insetos Minadores	12
1.8. Mortalidade de <i>Phyllocnistis citrella</i>	15
1.9. Distribuição Espacial de Insetos Minadores.....	19
1.10. Distribuição Espacial de <i>Phyllocnistis citrella</i>	20
2. OBJETIVOS	23
2.1. Objetivos gerais	23
2.2. Objetivos específicos	23
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
4. ARTIGO I: Variação sazonal dos estágios imaturos de <i>Phyllocnistis citrella</i> Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) em pomares de <i>Citrus sinensis</i> var. Valência sob dois sistemas de cultivo.....	32
5. ARTIGO II: Biotic and abiotic factors and seasonal variation of <i>Phyllocnistis citrella</i> Stainton (Lepidoptera, Gracillariidae) in “Valencia” orange orchards, under two management systems.....	50
6. ARTIGO III: Distribuição das fases imaturas de <i>Phyllocnistis citrella</i> Stainton, (Lepidoptera: Gracillariidae) nos brotos e nas folhas de laranjeiras Valência mantidas sob dois sistemas de cultivo.....	74
7. SÍNTESE DOS RESULTADOS	92
7.1. Resultados Gerais	93
7.2. Considerações Finais	96
8. ANEXOS	98

RELAÇÃO DE FIGURAS

1. Folhas de citros com dano causado por *Phyllocnistis citrella* 7
2. Adulto (A) e lagarta (B) de *Phyllocnistis citrella*..... 9

ARTIGO I

1. Flutuação do nº médio de: minas e ovos de *Phyllocnistis citrella*, pomar orgânico (A) pupas e lagartas, pomar orgânico (B); minas e ovos, pomar convencional (C) e pupas e lagartas, pomar convencional (D); nº médio de folhas por broto pomares convencional e orgânico (E); temperaturas máximas, mínimas e médias (F); precipitação média e umidade relativa média (G) em pomares de *Citrus sinensis* var. Valência, junho de 2002 a julho de 2003, Montenegro, RS 49

ARTIGO II

1. Mean number of live *Phyllocnistis citrella* caterpillars in *Citrus sinensis* var. Valencia orchards, under organic and conventional management systems, June 2002 to July 2003, Montenegro, (29° 68'S e 51° 46'W), RS, Brazil 72
2. Percentage of parasitism in pre-pupae and pupae (A) and percentage of predation (B) and unknown mortality (C), in caterpillars and pupae of *Phyllocnistis citrella*, in *Citrus sinensis* var. Valencia, under organic and conventional management systems, June 2002 to July 2003, Montenegro, (29° 68'S e 51° 46'W), RS, Brazil 72
3. Maximum, mean and minimum temperatures (A); mean rainfall and mean relative humidity (B) in *Citrus sinensis* var. Valencia, June 2002 to July 2003, Montenegro, (29° 68'S e 51° 46'W), RS, Brazil 72

ARTIGO III

- 1-4. Distribuição de ovos de *Phyllocnistis citrella* em folhas de *Citrus sinensis* var. Valência: 1, posição relativa dos ovos no broto e proporção dos mesmos em cada face da folha, no pomar orgânico; 2, distribuição dos ovos nos terços distal, mediano e proximal nas faces abaxial e adaxial das folhas no pomar orgânico; 3, posição relativa dos ovos no broto e proporção dos mesmos em cada face da folha, no pomar convencional; 4, distribuição dos ovos nos terços distal, mediano e proximal nas faces abaxial e adaxial das folhas no pomar convencional. 89
- 5-8. Distribuição de lagartas de *Phyllocnistis citrella* em folhas de *Citrus sinensis* var. Valência: 5, posição relativa das lagartas no broto e proporção das mesmas em cada face da folha, no pomar orgânico; 6, distribuição das lagartas nos terços distal, mediano e proximal nas faces abaxial e adaxial das folhas no pomar orgânico; 7, posição relativa das lagartas no broto e proporção das mesmas em cada face da folha, no pomar convencional;

8, distribuição das lagartas nos terços distal, mediano e proximal nas faces abaxial e adaxial das folhas no pomar convencional.	89
9-12. Distribuição de pupas de <i>Phyllocnistis citrella</i> em folhas de <i>Citrus sinensis</i> var. Valência: 9, posição relativa das pupas no broto e proporção das mesmas em cada face da folha, no pomar orgânico; 10, distribuição das pupas nos terços distal, mediano e proximal nas faces abaxial e adaxial das folhas no pomar orgânico; 11, posição relativa das pupas no broto e proporção das mesmas em cada face da folha, no pomar convencional; 12, distribuição das pupas nos terços distal, mediano e proximal nas faces abaxial e adaxial das folhas no pomar convencional.	90

RELAÇÃO DE TABELAS

ARTIGO I

1. Coeficientes de correlação (r) e respectivas probabilidades para fatores meteorológicos (temperatura máxima, mínima e média, precipitação e umidade relativa), número médio de folhas por broto e número médio de lagartas de *Phyllocnistis citrella* por folha em pomares orgânico e convencional de *Citrus sinensis* var. Valência, junho/2002 a julho/2003, Montenegro, RS. (significância = 0,05) 47

ARTIGO II

1. Spray dates of *Bacillus thuringiensis* and vertimec insecticides, samplings respectively before and after sprayings, and former and later mortality rates recorded in organic and conventional orchards, June 2002 to July 2003, Montenegro, (29° 68'S e 51° 46'W), RS, Brazil..... 73
2. Correlation (r) coefficients for climatic factors (minimum, mean and maximum temperatures, rainfall and air relative humidity), mean leaf length and unknown mortality rates in organic and conventional orchards, June 2002 to July 2003, Montenegro, (29° 68'S e 51° 46'W), RS, Brazil. (Significance = 0,05) 73

ARTIGO III

1. Proporções e número das ocasiões de amostragem em que a distribuição de lagartas e ovos de *Phyllocnistis citrella* foi agregada ou aleatória, em pomares orgânico e convencional de *Citrus sinensis* var. Valência, junho/2002 a julho/2003, Montenegro, RS..... 91
2. Resultados da regressão de Taylor, para distribuição de lagartas e ovos de *Phyllocnistis citrella* nos pomares orgânico e convencional de *Citrus sinensis* var. Valência (* diferença significativa a 0,05; b, índice de agregação da equação $\log y = bx + \log a$; r², coeficiente de determinação)..... 91

1. INTRODUÇÃO

1.1. Sistemas Agrícolas

O estudo de agroecossistemas tem destacada importância tanto nas ciências básicas quanto nas aplicadas. No primeiro caso, a importância reside no fato de que sistemas agrícolas são mais simplificados, mais manipuláveis e mais facilmente replicáveis, sendo, portanto, também mais fáceis de ser estudados e propícios ao teste de hipóteses ecológicas básicas. O conhecimento dos processos ocorrentes nestes sistemas e o entendimento das diferenças existentes entre ambientes naturais e agroecossistemas podem fornecer subsídios para explicar os padrões observados naturalmente. Por outro lado, o conhecimento dos fatores atuantes em sistemas agrícolas pode fornecer ferramentas úteis para solucionar problemas relacionados à produção, como por exemplo, explosões populacionais de pragas e danos causados pelas mesmas (Risch, 1987).

A atividade agrícola tem causado diversas modificações nas paisagens em todo mundo, como aumento das áreas de campo e estabelecimento de vegetação uniforme tanto no que se refere à estrutura etária quanto à qualidade física (Risch, 1987). Esta uniformidade é apontada como um dos fatores responsáveis pela baixa capacidade de defesa das plantas cultivadas, já que estas são selecionadas pela sua palatabilidade e estimuladas a apresentar rápido crescimento e alta capacidade reprodutiva, o que diminui a alocação de recursos para estruturas de defesa (Risch, 1987). Segundo Young (1982), a falta de defesas aliada às longas estações de crescimento (em áreas tropicais) e a alta densidade das espécies de cultivo constituem as condições ideais para que insetos tornem-se pragas.

Diante disto, diversos autores apontam a necessidade da adoção de medidas de controle das pragas, bem como a possibilidade de que sejam feitas previsões a respeito de eventos como explosões populacionais, anos de surto e habilidade de uma praga introduzida de sobreviver em uma nova região (Young, 1982; Myers *et al.*, 2000).

1.2. Populações – Características e Processos

Populações são os componentes básicos dos sistemas naturais (Begon & Mortimer, 1986). Seu estudo é de fundamental importância, já que é sobre suas unidades fundamentais, os organismos, que agem as forças evolutivas, e as características das populações definem a natureza das comunidades que as mesmas compõem (Krebs, 1985; Begon *et al.*, 1990). A variação temporal no tamanho é uma das características fundamentais das populações (Solomon, 1980; Krebs, 1985; Begon & Mortimer, 1986; Begon *et al.*, 1990; Huffaker *et al.*, 1999). Krebs (1985) ainda cita como características secundárias de uma população a distribuição etária, a composição genética e o padrão de distribuição. O conhecimento dos fatores que afetam o tamanho populacional e da maneira como agem, permite a realização de previsões a respeito das flutuações populacionais, o que pode ser utilizado, por exemplo, em estudos para combater pragas agrícolas, no monitoramento de espécies raras, no monitoramento de locais poluídos com vistas à recuperação (Begon & Mortimer, 1986; Begon *et al.*, 1990).

Os processos que afetam o tamanho populacional são natalidade, mortalidade, imigração e emigração (Solomon, 1980; Moss *et al.*, 1982; Krebs, 1985; Begon & Mortimer, 1986; Begon *et al.*, 1990; Price & Hunter, 1995), e a maneira como estes fatores se manifestam em cada espécie pode estar associada à evolução das histórias de vida das mesmas, evolução esta que resultou em diferentes densidades, longevidades, taxas reprodutivas e tendências dispersivas entre as espécies (Moss *et al.*, 1982; Price & Hunter, 1995). Estes processos por sua vez, são afetados por fatores externos e internos (Solomon, 1980; Huffaker *et al.*, 1999). Dentre os fatores externos, encontram-se os relativos ao ambiente em que a população vive, como alimento, clima e abrigo, e aqueles relativos às interações interespecíficas, como competição, predação e parasitismo, entre outras (Solomon, 1980; Moss *et al.*, 1982; Begon & Mortimer, 1986; Auerbach *et al.*, 1995; Huffaker *et al.*,

1999). Entre os fatores internos, estão as interações entre os indivíduos da própria população. Estas interações podem ser benéficas, aumentando o “fitness” dos indivíduos (Krebs, 1985), ou deletérias, como é o caso da competição intraespecífica, que gera diminuição da contribuição de indivíduos para a próxima geração agindo direta ou indiretamente na sobrevivência ou na fecundidade (ou em ambas) dos indivíduos (Begon & Mortimer, 1986).

Ainda, no caso de animais herbívoros, variações nas plantas hospedeiras afetam os fatores responsáveis pelas mudanças nas populações. Elementos de defesa das plantas como elementos químicos podem aumentar a mortalidade de herbívoros ou conferir a estes, resistência contra patógenos (Price & Hunter, 1995).

Price & Hunter (1995) destacam a importância dos estudos de comportamento para análise da dinâmica de uma população, com ênfase na variação da qualidade e nas diferenças de comportamento em densidades altas e baixas, influência da ação de predadores no comportamento da presa e escolha pela fêmea (principalmente em insetos) da planta para postura, aspectos que podem ter influência na sobrevivência dos indivíduos.

A dispersão espacial de uma população descreve a distribuição dos indivíduos, e expressa a condição da população em relação ao habitat (Rao *et al.* 2002). Os padrões de dispersão variam de distribuição agregada, na qual indivíduos são encontrados em grupos discretos, a regular, na qual indivíduos mantêm uma distância constante entre si e seus vizinhos. Entre estes extremos, encontra-se a dispersão aleatória, na qual os indivíduos estão distribuídos através de uma área de forma como se não fossem afetados pela presença dos outros (Ricklefs & Miller, 1999).

Diversos fatores podem ocasionar um padrão de dispersão agregado de uma população: predisposição social de indivíduos a formar grupos, distribuição agrupada dos recursos, o que pode ser a causa mais comum de agregação na maioria dos organismos ou tendência da prole de permanecer próximo aos pais (Ricklefs & Miller, 1999). O padrão

agregado é o mais frequentemente observado, sendo comum a ocorrência de agregados de alta densidade, num plano de fundo geral de baixa densidade (Elliott, 1983).

A distribuição regular (ou hiperdispersão) mais comumente surge de interações diretas entre os indivíduos. A manutenção de uma distância mínima entre um indivíduo e outro resulta em regularidade (Ricklefs & Miller, 1999). É característica de populações cuja densidade é muito grande e cujos indivíduos afastam-se uns dos outros, no entanto, raramente irá descrever a distribuição de uma população em uma grande área. Comportamento territorial frequentemente produzirá um espaçamento uniforme entre os indivíduos (Elliott, 1983).

O padrão de distribuição randômico é gerado pela ausência de antagonismo social (que resulta em distribuição regular) ou de atração mútua (que resulta em distribuição agregada) (Ricklefs & Miller, 1999). Também pode ocorrer graças à influência de um único fator cujos valores estejam randomicamente distribuídos, como por exemplo disposição randômica de ovos únicos (Elliott, 1983). Neste caso, a posição de um indivíduo não é influenciada pela disposição dos outros (Elliott, 1983).

A distribuição exibida por um grupo de organismos depende da escala espacial em que os organismos são estudados (Elliott, 1983; Begon *et al.* 1990; Ricklefs & Miller, 1999). O padrão de distribuição espacial de uma espécie influencia a dinâmica de suas populações e daquelas com as quais interagem.

O estudo dos padrões de dispersão de indivíduos nas populações é importante, pois a mortalidade ocasionada por inimigos naturais, fator importante no manejo de populações, 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; assim, muitas vezes, a ação de predadores e de parasitóides depende da densidade e distribuição das presas (Hassel, 1974; Heads & Lawton, 1983).

1.3. Sistemas de Cultivo

Duas correntes principais de cultivo agrícola se destacam: o cultivo convencional e o cultivo orgânico. O sistema de cultivo convencional é baseado em princípios estabelecidos na década de 1970 e que caracterizam a “Revolução Verde”. Seis práticas básicas são utilizadas: cultivo intensivo do solo, monocultura, irrigação mecânica, aplicação de fertilizantes sintéticos, controle químico de pragas e manipulação genética de plantas cultivadas. Tais práticas visam altos índices de produtividade (Gliessman, 2001).

O sistema de cultivo orgânico, por outro lado, baseia-se na produção sustentável de alimentos, o que significa estabelecer processos de ciclagem de nutrientes internos ao sistema agrícola, preservando recursos naturais como solo, água e diversidade biológica. Para tal, utilizam-se princípios ecológicos no manejo e desenho de agroecossistemas, valorizando-se também o conhecimento local e empírico dos agricultores (Gliessman, 2001).

A crise do padrão moderno de agricultura está tornando necessária a busca de novas abordagens para os problemas agronômicos (Paulus & Shlindwein, 2001), já que este modelo baseia-se principalmente na utilização de recursos em sua maioria não renováveis e que demonstram sinais de esgotamento (Gomes & Wizniewsky, 1999).

1.4. A Cultura dos Citros e *Phyllocnistis citrella*

Os citros são originários das regiões tropicais e subtropicais da Ásia e do Arquipélago Malaio. No Brasil, a introdução provavelmente ocorreu na Bahia, nos primórdios do descobrimento, pois em 1567 laranjeiras em produção foram descritas para aquele estado e no Rio Grande do Sul, a introdução foi efetuada por colonizadores açorianos no Vale do Taquari, de onde ela se espalhou para o Vale do Caí, que atualmente é a maior área produtora deste estado (Koller, 1994).

Segundo o Informativo Abecitrus (2004) o Brasil é o maior produtor mundial de laranja, representando esta 49% de toda produção brasileira de frutas, com área cultivada de 820 mil hectares, 77% dos quais na região Sudeste. O setor movimentou US\$3,23 bilhões em 2003, sendo US\$1,33 bilhão referentes às exportações. O sistema citrícola representa 1,87% da pauta total de exportações brasileiras e 4,47% das exportações de produtos dos agronegócios. A principal comercialização no mercado internacional é a do suco de laranja concentrado congelado, que representa 72% do valor dessas exportações. O suco de laranja concentrado congelado ocupou em 2003 a segunda posição entre os produtos comercializados no mercado internacional, ficando logo atrás das exportações de aviões.

De acordo com Souza (2001), 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. Estes produtos são usados como solvente industrial, componentes aromáticos, na obtenção de sabores artificiais, na indústria farmacêutica e alimentícia e na fabricação de adesivos. 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.

As principais regiões produtoras de frutas cítricas do Rio Grande do Sul são o Vale do rio Caí e o do Taquari. A região do Caí 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. São cultivadas principalmente laranjeiras e tangerineiras (Dornelles, 1980; Amaro *et al.*, 1991). Segundo Souza (2001) o Rio Grande do Sul é possuidor de condições ecológicas de cultivo bastante favoráveis às plantas cítricas, tendo como resultado frutos de boa qualidade, coloração intensa e conteúdo satisfatório de sólidos solúveis.

As plantas de citros são atacadas por uma série de pragas, dentre estas o minador-dos-citros, *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera, Gracillariidae). Esta última ataca exclusivamente os brotos da planta, onde provoca redução efetiva da superfície fotossintética dos folíolos através do enrolamento da folha. Schaffer *et al.* (1997) verificaram que diversas folhas com dano superior a 35% não realizam mais fotossíntese, mas apenas o processo de respiração. Pode ocorrer também necrose e queda de folhas (Garijo & Garcia, 1994; Willink *et al.*, 1996; Hoy & Ngyuen, 1997; Peña & Schaffer, 1997). Além disso, o dano provocado favorece o estabelecimento de pulgões, cochonilhas ou ácaros, e de algumas enfermidades. Venkateswarlu & Ramapandu (1992) encontraram forte correlação entre a incidência do minador e do cancro cítrico, moléstia que tem causado grandes perdas mundiais na produção de citros. Chagas *et al.* (2001) verificaram que o dano causado pelo minador é responsável pelo aumento da incidência de cancro, e que, quanto maior a idade da mina, maior a incidência da moléstia, o que provavelmente se deve ao maior tamanho do dano e também ao maior tempo de desenvolvimento da bactéria. O ataque de *P. citrella* é particularmente prejudicial a mudas e árvores jovens, que produzem grandes quantidades de folhas (Vivaz & López, 1995; Hoy & Nguyen, 1997).



www.dpi.qld.gov.au/business/7320.html

Figura 1. Folhas de citros com dano causado por *Phyllocnistis citrella*

1.5. Características de *Phyllocnistis citrella*

Phyllocnistis citrella é um microlepidóptero de hábito minador. Em Lepidoptera, são encontrados organismos minadores em 34 famílias, com maior número de espécies na família Gracillariidae. Estes organismos caracterizam-se por simultaneamente alimentar-se e habitar as folhas durante um ínstar larval ou um período larval inteiro. Em todos os taxa de organismos minadores, apenas a larva se alimenta dentro das minas (Auerbach *et al.*, 1995).

Embora tenha como centro de origem o Sudeste Asiático, atualmente *P. citrella* é encontrada em quase todas as áreas citrícolas do mundo. Durante os séculos XVI e XVII, expandiu-se para as Filipinas, Japão, Taiwan e Coréia. No início do século XX, foi registrado na Austrália e sul da África. Nas décadas de 60 e 70 já estava presente na África Oriental e na de 80 na África Ocidental. O primeiro registro de *P. citrella* para os Estados Unidos da América ocorreu em 1993, na Flórida, quase simultaneamente já infestava também pomares na Espanha. Em 1995 foram feitos os primeiros registros para a América do Sul, na Venezuela, na Colômbia e na Argentina (Heppner, 1993; Garijo & Garcia, 1994; Willink *et al.*, 1996). No Brasil a introdução do minador ocorreu em 1996 (Gravena, 1996; Paiva *et al.*, 2000).

Segundo Hoy & Nguyen (1997) os fatores que contribuíram para esta ampla e rápida dispersão de *P. citrella* foram as altas taxas reprodutivas do inseto, com múltiplas gerações por ano, o transporte de indivíduos das fases imaturas por mudas ou folhagens infestadas, o aumento do transporte global via navios e aviões e a boa capacidade dispersiva que os adultos parecem ter.

As principais plantas hospedeiras do minador são as do gênero *Citrus* (Rutaceae), onde é considerado praga, atacando todas as espécies e híbridos. No entanto, pode também ser encontrado em plantas de outros gêneros da mesma família, como *Fortunella* spp., *Murraya*

sp., *Poncirus* sp. e *Severiana* sp., e de outras famílias como Oleaceae, Loranthaceae, Leguminosae e Lauraceae (Willink *et al.*, 1996; Cònsoli *et al.*, 1996).

Os adultos de *P. citrella* medem aproximadamente quatro milímetros de comprimento, possuem cor branca com brilho nacarado e as asas apresentam franjas escuras em disposição longitudinal e transversal. O ovo constitui-se em uma deposição lenticular de aspecto céreo, com aproximadamente 0,3 mm de diâmetro, sendo de difícil visualização em campo. A larva minadora apresenta quatro ínstaes (Heppner, 1993; Garijo & Garcia, 1994, Willink *et al.*, 1996, Chagas & Parra, 2000). Destes, o último é conhecido como pré-pupa, não se alimenta e prepara a câmara pupal, secretando finos fios de seda que a envolvem e que ao secarem, causam o dobramento da borda da folha. As larvas de 1º ínstar são translúcidas, adquirindo coloração amarelada a partir do 2º ínstar e marrom na fase de pupa (Heppner, 1993; Garijo & Garcia, 1994; Willink *et al.*, 1996).



Figura 2. Adulto (A) e lagarta (B) de *Phyllocnistis citrella*.

A cópula ocorre nas primeiras 12 horas depois da emergência do adulto, que possui hábitos crepusculares. Cada fêmea pode colocar de 20 a 80 ovos durante sua vida, sendo a postura feita sempre no broto jovem da planta. Os ovos são depositados somente em folhas novas. Logo que eclode, a larva penetra na folha, rompendo células epidérmicas e alimentando-se dos líquidos celulares liberados. Formam-se, assim, galerias que causam a separação da epiderme e do parênquima, espaço que é ocupado por ar e excrementos da larva.

As pupas ocorrem sempre nas bordas das folhas (Garijo & Garcia, 1994; Willink *et al.*, 1996, Hoy & Nguyen, 1997). Na fase de pupa é possível diferenciar machos e fêmeas através do último segmento abdominal: a fêmea apresenta o último segmento abdominal mais longo e possui 2 longos pêlos que estão ausentes nos machos (Jacas & Garrido, 1996).

O tempo total de duração do ciclo de *P. citrella* varia entre 13 e 52 dias: a incubação leva entre 2 e 10 dias, a fase larval dura de 5 a 20 dias e a pupal de 6 a 22 dias. O número de gerações por ano pode variar entre 4 e 13 (Heppner, 1993; Garijo & Garcia, 1994; Willink *et al.*, 1996, Hoy & Nguyen, 1997). Esta variação se deve à grande influência que os fatores ambientais exercem sobre o desenvolvimento das larvas. Patel *et al.* (1994), na Índia, estudaram a influência de fatores ambientais no desenvolvimento do minador, e constataram que altas temperaturas (a partir de 18° C), períodos de incidência solar menor que 6 horas e alta umidade (pressão de vapor maior que 22 mmHg) favorecem o desenvolvimento das larvas. Chagas & Parra (2000) analisaram a influência de diferentes temperaturas no tempo de desenvolvimento embrionário e de larvas. A sobrevivência ao inverno também é fator que varia conforme a região e as condições climáticas. Na Flórida e na Índia, as épocas desfavoráveis são ultrapassadas na forma de lagarta e pupa (Hoy & Nguyen, 1997). No Japão, a forma de resistência é o adulto (Clausen, 1931; Ujiye, 2000).

1.6. Variação Sazonal de Populações de *Phyllocnistis citrella*

Na Flórida o ataque do minador às plantas cítricas ocorre durante todo o ano, sendo que a densidade populacional aumenta ao longo da primavera, do verão e do início do outono, declinado no inverno (Peña, 1996; Peña *et al.*, 1996; Peña & Schaffer, 1997; Amalin *et al.*, 2002). Peña *et al.* (1996) atribuem a diminuição do ritmo de oviposição no inverno às baixas temperaturas noturnas. Peña (1996) registrou aumento do número de adultos capturados em

armadilha adesiva e do número de ovos e de lagartas de primeiro ínstar de *P. citrella*, com a elevação das temperaturas no início da primavera.

Legaspi *et al.* (1999 e 2001), em estudos realizados no Texas, observaram ataque do minador pequeno ou ausente durante a primavera, com grande crescimento no verão e início do declínio no outono. No México, os maiores níveis populacionais são atingidos na primavera e no outono (Bautista-Martinez *et al.*, 1998).

Na Índia, a época mais favorável à ocorrência do minador é entre os meses de julho e outubro (Patel *et al.*, 1994), que correspondem aos meses da estação chuvosa (Van Mele & van Lenteren, 2002), no entanto, *P. citrella* permanece ativo durante todo o ano (Patel & Patel, 2001).

González (1995), em trabalho realizado na Espanha, registrou que o nível de ataque é pequeno na primeira brotação do ano, a qual ocorre na primavera, aumentando nas brotações sucessivas. Os resultados obtidos por Urbaneja *et al.* (2000) também na Espanha corroboram aqueles obtidos por González (1995). Doumandji-Mitiche *et al.* (1999) observaram o mesmo padrão na Argélia, onde durante o período de 1996 a 1998, pomares de limão (*Citrus limon*) e laranja (*Citrus sinensis*), registraram uma grande infestação no verão e início do outono. Da mesma forma, Kheder *et al.* (2002) em estudando a dinâmica do minador em pomares de laranja e limão entre 1997 e 1999 na Tunísia, observaram que as brotações do verão e do outono em laranja foram 100% infestadas, e em limão, devido à permanente brotação ao longo do ano, a população de *P. citrella* manteve-se durante todo o ano.

No Brasil, Garcia *et al.* (2001) registraram atividade do minador durante o ano inteiro no oeste do estado de Santa Catarina, com maior incidência da praga nos meses de outubro a janeiro, entre 1998 e 1999. Montes *et al.* (2001) em estudo realizado no município de Presidente Prudente (SP), também registraram ataque do minador durante todo o ano, com as

maiores infestações ocorrendo em abril, maio, dezembro, janeiro e abril, entre os anos de 1999 e 2000.

1.7. Fatores de Mortalidade de Insetos Minadores

Os principais fatores identificáveis de mortalidade de insetos minadores são parasitismo, competição intraespecífica, abscisão foliar, predação, defesas da planta hospedeira e fatores abióticos (Hespenheide, 1991; Auerbach *et al.*, 1995). Diversos estudos, porém, documentam grande mortalidade devido a causas desconhecidas (Mopper *et al.*, 1984; Auerbach & Simberloff, 1989; Hespenheide, 1991).

Os parasitóides causam morte tanto através do parasitismo propriamente dito, quanto através de predação, pois em algumas espécies, os adultos se alimentam das larvas dos minadores (Hespenheide, 1991; Amalin *et al.*, 2002). O parasitismo pode ser dependente da densidade (Shibata *et al.*, 2001) ou não (Potter, 1985; Simberloff & Stling, 1987; Faeth, 1990) e pode aumentar em associação a folhas com dano por outros herbívoros, pois o dano pode estimular a produção e a emissão de voláteis, que atuam como atrativos para os inimigos naturais (Faeth, 1985).

Predadores primários de minadores são provavelmente as formigas. Entre vertebrados, os pássaros são os principais (Hespenheide, 1991).

A competição intraespecífica pode ocorrer sob forma de canibalismo, quando uma larva mata a conspecífica, se alimentando ou não da mesma, processo denominado de competição por interferência. Pode ocorrer também através do impedimento de acesso ao recurso de um indivíduo pelo outro, pelo consumo prévio do mesmo, processo denominado competição por exploração (Auerbach & Simberloff, 1989; Hespenheide, 1991), que além da mortalidade pode causar diminuição do peso médio das pupas, e como consequência, diminuição na fecundidade (Potter, 1985; Faeth, 1990). A intensidade da competição por exploração depende da ocorrência e da distribuição de múltiplas minas em uma folha, bem

como do tamanho da mesma (Hespenheide, 1991) A arena deste tipo de competição é a folha, ou seja, mesmo em populações pequenas, a competição intraespecífica pode ser intensa, no caso de os organismos ocorrerem de forma agregada (Potter, 1985).

As interações com a planta hospedeira podem acarretar mortalidade de minadores através da remoção ou morte de ovos pelo crescimento da folha, ou devido a mudanças da química primária e secundária e da estrutura das folhas, que ocorrem ao longo do desenvolvimento destas, ou devido à presença de substâncias de defesa, que podem ter sua produção estimulada pelo dano causado por outros herbívoros (Simberloff & Stiling, 1987; Hespenheide, 1991). A abscisão foliar também é apontada como fator de mortalidade, havendo alta taxa de mortalidade associada a ela (Simberloff & Stiling, 1987; Auerbach & Simberloff, 1989), pois folhas que sofrem abscisão são provavelmente fontes nutricionais mais pobres, e nestas, os herbívoros podem ficar mais suscetíveis a ataques de predadores e fungos (Faeth *et al.*, 1981). Diversos estudos indicam que a proporção de folhas minadas entre as que sofreram abscisão é maior do que entre as que permanecem na árvore (Potter, 1985; Auerbach & Simberloff, 1989; Faeth, 1990). No entanto, a abscisão foliar seria uma resposta ao dano causado pelo minador e não uma tentativa de regular o número de minas (Hespenheide, 1991), resultando na conservação de recursos. Se uma folha for danificada o suficiente, a perda de água pode se tornar proibitiva ou a perda fotossintética pode ser maior do que a capacidade fotossintética da parte não danificada. Conseqüentemente, a abscisão pode ocorrer quando as perdas são maiores que os ganhos (Faeth *et al.*, 1981). Sob este ponto de vista, a relação custo/benefício da abscisão é menor para plantas perenes, que produzem maior quantidade de folhas ao longo da sua vida (Faeth *et al.*, 1981). A exposição da árvore à incidência de variáveis climáticas, como vento e alta insolação, também pode acarretar em abscisão foliar aumentada (Auerbach & Simberloff, 1989).

A ação do vento e da chuva enfraquece e causa rompimento da mina (Hespenheide, 1991; Auerbach *et al.*, 1995). Além disso, entre os fatores abióticos encontra-se o processo definido como “fator de coincidência”, que ocorre quando o tempo frio atrasa o desenvolvimento da larva, enquanto a folha sofre maturação. A esclerotinização da venação das folhas pode dificultar o desenvolvimento dos insetos (Hespenheide, 1991). Além disso, o atraso no desenvolvimento pode aumentar o risco de ser morto por fatores como predação e parasitismo devido ao maior tempo de exposição das larvas (Mopper *et al.*, 1984; Auerbach & Simberloff, 1989; Auerbach *et al.*, 1995).

A densidade de minadores também tem sido sugerida como fator que afeta a sobrevivência (Mopper *et al.*, 1984; Potter, 1985; Simberloff & Stling, 1987; Faeth, 1990; Shibata *et al.*, 2001; Queiroz, 2002), sendo que há uma tendência geral de que quanto maior a densidade, menor a sobrevivência. Potter (1985), estudando a distribuição de *Phytomyza ilicicola* (Diptera: Agromyzidae) em *Ilex opaca*, observou que independentemente do tamanho da folha (pequena, média ou grande) houve relação linear significativa entre a densidade inicial e a proporção de minadores que falharam em empupar, no entanto, a intensidade da mortalidade associada à densidade foi inversamente proporcional ao tamanho da folha, ou seja, quanto maior a folha, maior a densidade “tolerada”.

Há registro também de alta taxa de mortalidade de *Lithocolletis quercus* (Lepidoptera: Gracillariidae) em *Quercus californos*, associada à não emergência de larvas, (Auerbach & Simberloff, 1989), fator que é negligenciado na maioria das análises, provavelmente devido à dificuldade de observação dos ovos, que para a maioria das espécies são de tamanho diminuto.

1.8. Mortalidade de *Phyllocnistis citrella*

Um dos fatores de mortalidade de *P. citrella* mais estudados é o parasitismo. No Brasil, já foram registradas taxas de 34,48% em Presidente Prudente, São Paulo (Montes *et al.* 2001) e de 43,2% no oeste de Santa Catarina (Garcia *et al.* 2001). Em ambos os locais, o parasitóide dominante foi *Galeopsomyia* (Eulophidae), sendo que em Santa Catarina *G. fausta* LaSalle foi a mais freqüente. Foram registrados ainda nestes dois locais os eulofídeos *Elasmus* sp. e *Cirrospilus* sp., e em Santa Catarina *Elachertus* sp. (Garcia *et al.*, 2001; Montes *et al.* 2001). Penteado-Dias *et al.* (1997) em levantamento realizado em São Paulo registraram a ocorrência de *Pachyneuron* sp. (Pteromalidae) e *Telonomus* sp. (Scelionidae).

Estudos acerca do parasitismo também foram realizados no Texas e no México (Legaspi *et al.*, 1999, 2001). No Texas, a taxa de parasitismo variou de 1 a 10% no primeiro ano de amostragem (1997) e de 0 a 20% no segundo ano (1998), no México, em um período de dois anos (1997 a 1999) a média de parasitismo foi de 20% (Legaspi *et al.*, 2001). Bautista-Martinez *et al.* (1998) no México observaram taxa de parasitismo de aproximadamente 70% de novembro de 1995 a março de 1996. A espécie dominante tanto no México quanto no Texas foi *Zagrammosoma multilineatum* (Ashmead) (Eulophidae) (Legaspi *et al.*, 1999 e 2001). Além desta, foram registrados também *Horismenus* sp., *Closterocerus* sp., *Neochrysocaris* sp., *Pnigalio* sp., *Tetrastichus* sp. (Eulophidae) e a exótica *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya (Encyrtidae) (Legaspi *et al.*, 1999). Cancino *et al.* (2001) também registraram a ocorrência de *Cirrospilus* sp. no México.

Na Flórida, ocorrem *Cirrospilus* sp., *Horismenus* sp., *Sympiensis* sp. (Eulophidae), bem como *Pnigalio minio* (Walker), *Elasmus tisheriae* Howard e *Z. multilineatum* (Peña *et al.*, 1996; Hoy & Nguyen, 1997). As taxas de parasitismo aí chegam a 60%, sendo as mais baixas registradas no final do inverno e no início da primavera (Hoy & Nguyen, 1997).

Amalin *et al.* (2002), também na Flórida, registraram 37% de mortalidade devida a inimigos naturais, sendo que destes, 3% devidos ao parasitismo.

Na Espanha, os parasitóides registrados para *P. citrella* foram *Pnigalio petinicornis* (Linnaeus), *Cirrospilus* nr. *lyncus*, *C. pictus* (Nees), *C. vittatus* Walker, *A. citricola* e *Quadrastichus* sp., sendo as duas últimas exóticas (Urbaneja *et al.*, 2000).

No Japão, é registrada a ocorrência de *Sympiensis striatipes* (Ashmead), *Cirrospilus phyllocnistis* (Ishii), *C. ingenuus* Gahan, *Chrysocharis pentheus* (Walker), *Zaommomentedon brevipetiolatus* Kamijo, *Citrostichus phyllocnistoides* (Narayanan), e *Quadrastichus* sp. (Eulophidae) (Ujiye, 2000). A dominância das espécies varia entre as regiões.

Parasitóides são os organismos mais freqüentemente utilizados em programas de controle biológico do minador-dos-citros. Dentre os parasitóides conhecidos de *P. citrella*, o mais amplamente utilizado é *A. citricola*, um endoparasitóide específico, com a mesma distribuição original do minador (Hoy & Nguyen, 1997). Na Flórida, este parasitóide foi introduzido em julho de 1995, tendo se dispersado 48,2 km do local da liberação um ano depois e houve registro de sua sobrevivência nos dois invernos subseqüentes, o que indicou um bom estabelecimento do inseto na região (Hoy & Nguyen, 1997; Pomerinke & Stansly, 1998).

Agonaspis citricola foi liberado também no Texas em 1996 (Legaspi *et al.*, 1999), sendo recuperado com alta freqüência um mês após a liberação. No entanto, no ano seguinte, não foram mais feitas recapturas: aparentemente, os parasitóides não foram capazes de sobreviver ao inverno (Legaspi *et al.*, 1999).

Urbaneja *et al.* (2000) relatam que liberações periódicas de *A. citricola* foram realizadas na Espanha, sem que, no entanto, tenha havido recaptura no ano seguinte.

No Brasil, ocorreram liberações em Jaguariúna, São Paulo em 1998 (Nogueira de Sá *et al.*, 2000) e em outros 44 municípios desse estado em 1999 (Paiva *et al.*, 2000). Depois do

estabelecimento de *A. citricola* em Jaguariúna, registrou-se queda na freqüência de algumas espécies de parasitóides que ocorriam anteriormente e outras não foram mais encontradas (Nogueira de Sá *et al.*, 2000).

A atuação de predadores na mortalidade de *P. citrella* é menos estudada do que a de parasitóides, no entanto, atenção crescente tem sido dada ao papel de predadores generalistas como reguladores de insetos herbívoros em agroecossistemas (Amalin *et al.*, 2002).

Na região central da Índia, Rao & Shivankar (2002), observando a incidência de inimigos naturais do minador-dos-citros em diferentes espécies de citros, registraram a presença dos predadores *Mallada boninensis* (Chrysopidae), *Menochilus sexmaculatus* (Coccinellidae) e *Mantis religiosa* (Mantidae), sendo a primeira espécie a predominante.

Browning & Peña (1995), estudando o impacto de espécies nativas de inimigos naturais de larvas de *P. citrella* em pomares de citros na Flórida e em Honduras, registraram uma significativa redução das larvas pela ação do neuróptero *Chrysoperla rufilabris* (Chrysopidae). Os autores apontam ainda formigas, tripes, aranhas e percevejos como importantes fatores na redução de populacional do minador-dos-citros e sugerem que o controle biológico por estes agentes pode ser incrementado através da conservação e liberação suplementar.

Amalin *et al.* (2001) na Flórida, observaram o comportamento de predação das aranhas *Chiracanthium inclusum* (Clubionidae), *Trachelas volutus* (Corinnidae) e *Hibana velox* (Anyphaenidae) sobre *P. citrella* e verificaram que todas têm atividade noturna e são capazes de localizar a presa por vibrações nas folhas decorrentes dos movimentos de larvas e pré - pupas do minador. Os autores também constataram que as duas primeiras espécies de aranhas conseguem completar seu desenvolvimento alimentando-se unicamente de *P. citrella*.

Na Florida, Amalin *et al.* (2002) referem como fatores de mortalidade da larva minadora-dos-citros, aranhas (*C. inclusum*, *H. velox* e *T. volutus*) e o neuróptero *C. rufilabris*.

No mesmo trabalho, foi verificado que o hábito de alimentar-se de lagartas de *P. citrella* de alguns parasitóides generalistas adultos, tem importante contribuição para a mortalidade total do minador, podendo superar a contribuição do parasitismo propriamente dito.

No Brasil, Gravena (1996) cita como predadores presentes na fauna de citros, o crisopídeo *Chrysoperla externa*, a formiga *Solenopsis saevissima*, as vespas *Brachygastra lecheguana*, *Protonectarina silvaire* e *Polybia* spp. e as aranhas *Oxyopes salticus* (Oxyopidae), *Phydipus audax* (Salticidae), *Cheirachantium inclusum* (Miturgidae) e *Misumenopsis* spp (Thomisidae).

Fatores ambientais como as variáveis climáticas também podem ter influência sobre o tamanho populacional de *P. citrella*. Katole *et al.* (1997), na Índia, verificaram que a precipitação, o número de dias de chuva e a temperatura têm correlação negativa e que a umidade não apresenta correlação com o tamanho da população de *P. citrella*. Períodos com temperaturas médias maiores que 30°C, precipitação média de 119,2 mm e média de 7,8 dias de chuva a cada 15 dias, reduziram a população a zero. Patel & Patel (2001), também na Índia, observaram que o tamanho populacional de *P. citrella* apresenta correlação significativa negativa com a evaporação e a quantidade de horas de incidência solar, e correlação positiva significativa com a precipitação, a temperatura mínima, a pressão de vapor média e a umidade relativa do ar média. Aproximadamente 84% da variação observada na população é devida ao efeito da velocidade do vento e das temperaturas máximas e mínimas.

A distribuição de insetos endofitófagos tem características peculiares, pois a maioria deles não tem condições de se mover para plantas ou folhas com condições mais favoráveis. Por isso, a seleção pelo local de oviposição deve agir para minimizar riscos associados a todos os três níveis de interação: a planta hospedeira, outros fitófagos e os inimigos naturais (Faeth, 1985; Simberloff & Stiling, 1987).

Os fatores associados à planta hospedeira incluem tamanho e posição das folhas, química nutricional e defensiva e barreiras físicas e fenológicas (Faeth, 1985; Shibata *et al.*, 2001). A ação de outros fitófagos pode causar alterações de aspectos químicos e físicos ou redução significativa da área foliar (Faeth, 1985; Simberloff & Stiling, 1987; Shibata *et al.*, 2001). Quanto aos inimigos naturais, determinadas folhas podem favorecer sua atuação (Faeth, 1985).

1.9. Distribuição Espacial de Insetos Minadores

De maneira geral, a distribuição de insetos minadores não é regular entre as folhas e entre os ramos, havendo algumas folhas com maior probabilidade de ser minadas (Faeth, 1985; Potter, 1985; Simberloff & Stiling, 1987; Auerbach & Simberloff, 1989; Faeth, 1990). As folhas que oferecem melhores condições são aquelas mais nutritivas, com menores concentrações de componentes secundários, com menor quantidade de competidores herbívoros, com menos possibilidade de sofrer abscisão antes do final do desenvolvimento do inseto e menos propensas a serem encontradas por inimigos naturais (Simberloff & Stiling, 1987). Folhas mais próximas da periferia do dossel têm maior chance de serem minadas (Simberloff & Stiling, 1987; Hespeneide, 1991), enquanto folhas com dano provocado por outros herbívoros são menos atacadas por minadores que folhas intactas (Faeth, 1985; Simberloff & Stiling, 1987). Folhas de partes sombreadas das plantas tendem a ter maiores densidades de minadores (Faeth, 1990; Faeth, 1991; Hespeneide, 1991), não pelo fato de as fêmeas preferirem depositar seus ovos nestas regiões, mas porque aí há maior sobrevivência (Hespeneide, 1991).

Algumas espécies podem ter ocorrência preferencial em folhas pequenas e mais macias (Shibata *et al.*, 2001), outras em folhas maiores (Simberloff & Stiling, 1987; Auerbach & Simberloff, 1989; Faeth, 1990; Faeth, 1991; Shibata *et al.*, 2001). De maneira geral, há

preferência por folhas grandes, pois estas podem aumentar a sobrevivência de larvas únicas (Hespenheide, 1991). Esta preferência pode causar distribuição agregada também entre as árvores, sendo aquelas com maiores quantidades de folhas pequenas, menos atacadas do que as com folhas grandes (Faeth, 1991). O número de minas por folha pode ser dependente do tamanho da folha. Quando a preferência é por folhas grandes, mais minas únicas e menos minas múltiplas ocorrem em folhas pequenas (Faeth, 1991).

Algumas evidências indicam não haver relação entre aspectos fitoquímicos e a distribuição agregada dos insetos minadores (Faeth, 1990). Tal padrão de distribuição foi atribuído à incapacidade das fêmeas em perceber a presença de outros ovos nas folhas, ou à escolha pelo tamanho da folha e pela posição da folha em relação à incidência solar, ou à falta de sincronia entre brotações e emergência de adultos (se na época em que as fêmeas necessitam ovipositar não houver folhas, pode ocorrer agregação) (Faeth, 1990).

A concentração de insetos endofitófagos nas folhas pode resultar em competição intraespecífica ou canibalismo aumentados e comportamentalmente inevitáveis (Faeth, 1990).

1.10. Distribuição Espacial de *Phyllocnistis citrella*

Rao *et al.* (2002), analisou a distribuição de *P. citrella* em Meghalaya, na Índia, em três períodos distintos de brotação de *C. reticulata*: o primeiro de janeiro a fevereiro, o segundo de junho a julho e o terceiro de setembro a outubro. Nos dois primeiros fluxos, que são os mais importantes, a distribuição foi contagiosa e a densidade de *P. citrella* foi baixa. No terceiro, quando a população atingiu sua maior densidade, a distribuição foi aleatória.

Peña (1996), em pomares de limão na Flórida, verificou que o número de ovos por folha nos diferentes estratos da copa (superior, médio e inferior) não diferiu, porém, o número de larvas de primeiro ínstar foi maior no estrato mediano. No mesmo trabalho, constatou que

a altura de vôo dos adultos coincide com os estratos superior e médio da copa (aproximadamente 2,7 m e 1,4 m, respectivamente).

Peña & Schaffer (1997) estudando a distribuição do minador também na Flórida, constataram relação entre o tamanho da folha e o das larvas, sendo que as folhas mais apicais do broto continham as menores larvas e as medianas, as maiores.

Vivas & López (1995) analisaram a distribuição de *P. citrella* em folhas de três variedades de citros (Navel, Fortune e Clementina), na região de Valência, na Espanha. Verificaram que a oviposição ocorre na face abaxial em folhas com menos de 5 mm de comprimento nas variedades Navel e Fortune, e nas folhas com menos de 10 mm na variedade Clementina. No entanto, em folhas com mais de 45 mm de comprimento em Navel, 25 mm em Fortune e 30 mm em Clementina, houve preferência por oviposição na face adaxial. Os autores concluíram que *P. citrella* elege o substrato de oviposição a partir de uma dimensão determinada de folha, realizando a postura indistintamente nas faces abaxial e adaxial. Segundo os autores, as lagartas neonatas e de primeiro ínstar apresentaram os mesmos padrões de distribuição que as posturas, porém com frequência pouco maior na face abaxial. Lagartas de 2º, 3º e 4º ínstars ocorreram menos na face adaxial. Entre os fatores que podem causar as diferenças entre as faces da folha está a maior incidência de luz solar na face adaxial, o que pode produzir maior condensação de umidade e maior temperatura.

O presente estudo é parte integrante de um amplo projeto de pesquisa na área de citricultura no Rio Grande do Sul, realizado através de uma parceria entre a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a ECOCITRUS (Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Rio Caí) e a EMATER-RS, com objetivo de testar, estudar e desenvolver métodos alternativos de cultivo, na produção de mudas e frutas cítricas. Neste contexto, este estudo teve como objetivos a investigação da dinâmica populacional de *P. citrella* em dois sistemas de cultivos diferentes de laranja doce (*Citrus sinensis* var. Valência) (o convencional e o

orgânico), bem como a análise da distribuição do minador nos níveis de broto e folha e o levantamento das principais causas de mortalidade do minador.

OBJETIVOS

1.1. Objetivos Gerais

- I. Descrever a variação sazonal das populações de *Phyllocnistis citrella* no pomar orgânico e no convencional.
- II. Descrever a relação entre fatores bióticos e abióticos e a variação sazonal das populações de *P. citrella*, nos pomares orgânico e convencional.
- III. Estudar a distribuição dos indivíduos imaturos de *P. citrella* nos pomares orgânico e convencional.

1.2. Objetivos específicos

- I. Monitorar numericamente a colonização, o estabelecimento e o crescimento da população de imaturos de *P. citrella* nos pomares.
- II. Relacionar fatores climáticos e disponibilidade de recursos com a variação populacional observada.
- III. Estimar as taxas de parasitismo, de predação e de mortalidade sem causa definida.
- IV. Identificar espécies de parasitóides ocorrentes nos dois pomares.
- V. Analisar a distribuição dos indivíduos das duas populações nos níveis de folha e broto, entre as faces e regiões da folha e relacionar a ocorrência das diferentes fases de desenvolvimento com o tamanho e a posição relativa da folha no broto.
- VI. Identificar a existência, ou não, de diferenças entre as populações dos dois pomares.

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

- AMALIN, D. M., PEÑA, J. E., DUNCAN, R. E., BROWNING, H. W. & MACSORLEY, R. 2002, Natural mortality factors acting on citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*, in lime orchards in South Florida. *BioControl*, 47: 327-347.
- AMALIN, D. M., REISKIND, J., PEÑA, J. E. & MCSORLEY, R., 2001, Predatory behavior of three species of sac spiders attacking citrus leafminer. *J. Arachnol.*, 29: 72-81.
- AMARO, A. A., ARAÚJO, C. M., PORTO, O. M., DORNELLES, C. M. M., SOBRINHO, A. P. C. & PASSOS, O. S., 1991, Panorama da citricultura brasileira, pp. 22-53. In: O. Rodriguez, F. Viégas, J. J. Pompeu, & A. A. Amaro, *Citricultura brasileira*, 2º vol., 492p., Fundação Cargill, Campinas.
- AUERBACH, M. J., CONNOR, E. F. & MOPPER, S., 1995, Minor miners and major miners: population dynamics of leaf-mining insects, pp. 83-105. In: N. Cappuccino & P. W. Price, *Population dynamics*, 429p., Academic Press, London.
- AUERBACH, M., SIMBERLOFF, D., 1989, Oviposition site preference and larval mortality in a leaf-mining moth. *Ecol. Entomol.*, 14: 131-140.
- BAUTISTA-MARTINEZ, N., CARRILLO-SANCHEZ, J. L., BRAVO-MOJICA, H. & KOCH, S. D., 1998, Natural parasitism of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) at Cuitlahuac, Veracruz, México. *Fla Entomol.*, 81: 30-37.
- BEGON, M. & MORTIMER, M., 1986, *Population ecology: a unified study of animals and plants*, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 219p.
- BEGON, M., HARPER, J. L. & TOWNSEND, C. R., 1990, *Ecology: individuals, populations and communities*, Blackwell Science, Oxford, 1068p.
- BROWNING, H. & PEÑA, J. E., 1995, Biological control of the citrus leafminer by its native parasitoids and predators. *Citrus Ind.*, 76: 46-48.
- CANCINO, E. R., BERNAL, C. M., BLANCO, J. M. C., CRESPO, J. R. M. & PENÃ, J. E., 2001, Himenopteros parasitoides de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) en

*Seguem normas da Revista Brasileira de Biologia

Taumalipas e norte de Veracruz, Mexico, con una clave para las especies, *Folia Entoml. Mex.*, 40: 84-90.

CHAGAS, M. C. M. & PARRA, J. R. P., 2000, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae): Técnica de criação e biologia em diferentes temperaturas. *An. Soc. Entomol. Brasil*, 29: 227-235.

CHAGAS, M. C. M., PARRA, J. R. P., NAMEKATA, T., HARTUNG, J. S. & YAMAMOTO, P. T., 2001, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) and its relationship with the citrus canker bacterium *Xanthomonas axonopodis* pv *citri* in Brazil. Itabuna. *Neotrop. Entomol.*, 30: 55-59.

CLAUSEN, C. P., 1931, Two citrus leaf miners of the far east, *U. S. Dept. of Agriculture, Technical Bulletin 252*, 13p.

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

CORNELL, H. V., 1990, Survivorship, life history, and concealment: a comparison of leaf miners and gall formers. *Amer. Natur.*, 136: 581-597.

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

DORNELLES, C. M. M., 1980, Citricultura do Rio Grande do Sul, pp. 125-143. In: O. Rodrigues, & F. Viégas, *Citricultura brasileira*, 1º vol., 382p., Fundação Cargill, Campinas.

DOUMANDJI-MITICHE, B., CHAHBAR, N. & SAHARAQUI, L., 1999, 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). *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent.*, 64: 155-162.

ELLIOTT, J. M., 1983, *Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates*. Freshwater Biological Association, Cumbria, 156p.

FAETH, S. H., 1985, Host leaf selection by leaf miners: interactions among three trophic levels. *Ecology*, 66: 870-875.

- FAETH, S. H., 1990, Aggregation of a leafminer, *Cameraria* sp. nov. (Davis): consequences and causes. *J. Anim. Ecol.*, 50: 569-586.
- FAETH, S. H., 1991, Effect of oak leaf size on abundance, dispersion and survival of the leafminer *Cameraria* sp. (Lepidoptera: Gracillariidae). *Environ. Entomol.*, 20: 196-204.
- FAETH, S. H., CONNORT, E. F. & SIMBERLOFF, D., 1981, Early leaf abscission: a neglected source of mortality for folivores. *Am. Nat.*, 117: 409-415.
- GARCIA, F. R. M., CARABAGIALLE, M. C., SÁ, L. A. N. & CAMPOS, J. V., 2001, Parasitismo natural de *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera, Gracillariidae, Phyllocnistinae) no oeste de Santa Catarina. *Rev. Bras. Entomol.*, 45: 139-143.
- GARIJO, C. & GARCÍA, E. J., 1994, *Phyllocnistis citrella* (Stainton, 1856) (Insecta: Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistinae) en los cultivos de cítricos de Andalucía (Sur España): Biología, ecología y control de la plaga. *Bol. San. Veg. Plagas*, 20: 815-826.
- GLIESSMAN, S. R., 2001, *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. 2 ed. Ed. Universidade/UFRGS, Porto Alegre, 639p.
- GOMES, J. C. C. & WIZNIEWSKY, J. G., 1999, Uma abordagem teórico-metodológica sobre alguns temas do desenvolvimento. In: *Encontro Galiza-Portugal de Estudos Rurais, Bragança*. Encontro Galiza-Portugal de Estudos Rurais.
- GONZÁLEZ, T. L., 1995, Daños causados por los ataques de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae), y su repercusión sobre la producción de árboles adultos de cítricos en el suroeste español. *Bol. San. Veg. Plagas*, 23: 73-91.
- GRAVENA, S., 1994, Minadora das folhas dos citros: a mais nova ameaça da citricultura brasileira. *Laranja*, 15: 397-404.
- GRAVENA, S., 1996, Lagarta minadora dos citros no Brasil. *Laranja*, 17: 286-288.
- HASSEL, M. P., 1974, Aggregation in predators and insect parasites and its effect on stability. *J. Anim. Ecol.*, 43: 567-594.
- HASSEL, M. P., 1985, Insect natural enemies as regulating factors. *J. Anim. Ecol.*, 54: 223-234.

- HEADS, P. A & LAWTON, J. H., 1983, 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*, 40: 267-276.
- HEPPNER, J. B., 1993, Citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*, in Florida, (Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistinae). *Trop. Lepid.*, 4: 49-64.
- HESPENHEIDE, H. A., 1991, Bionomics of leaf-mining insects. *Annu. Rev. Entomol.*, 36: 535-560.
- HOY, M. A. & NGUYEN, R., 1997, Classical biological control of the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae): theory, practice, art and science. *Trop. Lepid.*, 8: 1-19.
- HUFFAKER, C. B., BERRYMAN, A. & TURCHIN, P., 1999, Dynamics and regulation of insect populations, pp. 269-312. In: C. B. Huffaker & A. P. Gutierrez, *Ecological entomology*, 756p., John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Informativo Abecitrus/http://www.abecitrus.com.br/informa.html#nota_pensa. *Novo mapeamento do sistema agroindustrial citrícola*. Acesso em 21/06/2004.
- JACAS, J. A. & GARRIDO, A., 1996, Differences in the morphology of male and female pupae of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *Fla. Entomol.*, 79: 603-607.
- KATOLE, S. R., UGHADE, R. G., INGLE, H. V. & SATPUTE, U. S., 1997, Effect of weather parameters on the incidence of citrus leafminer (*Phyllocnistis citrella* Stainton). *PRV Res. J.*, 21: 252-253.
- KHEDER, S. B., JERRAYA, A., JRAD, F. & FEZZANI, M., 2002, Étude de la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep. Gracillariidae) dans la région du Cap Bom (Tunisie). *Fruits*, 57: 29-42.
- KOLLER, O. C., 1994, *Citricultura: laranja, limão e tangerina*. Rígel, Porto Alegre, 446p.
- KREBS, C. J., 1985, *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. Harper & Row, New York, 800p.

- LEGASPI, J. C., FRENCH, J. V., SHAUFF, M. E. & WOOLEY, J. B., 1999, The citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in south Texas: incidence and parasitism. *Fla Entomol.*, 82: 305-316.
- LEGASPI, J. C., FRENCH, J. V., ZUÑIGA, A. G. & LEGASPI-JR, B. C., 2001, Population dynamics of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae), and its natural enemies in Texas and Mexico. *Biol. Control*, 21:84-90.
- MONTES, S. M. N. M., BOLIANI, A. C., PAPA, G., CERÁVOLO, L. C., ROSSI, A. C. & NAMEKATA, T., 2001, Ocorrência de parasitóides da larva minadora dos citros, *Phyllocnistis citrella* Stainton, no município de Presidente Prudente, SP. *Arq. Inst. Biol.*, 68: 63-66.
- MOPPER, S., FAETH, S. H., BOECKLEN, W. J. & SIMBERLOFF, D. S., 1984, Host-specific variation in leaf miner population dynamics: effects on density, natural enemies and behaviour of *Stilbosis quadricustatella* (Lepidoptera: Cosmopterigidae). *Ecol. Entomol.*, 9: 169-177.
- MOSS, R., WATSON, A. & OLLASON, J., 1982, *Animal population dynamics – outlined studies in ecology*. Chapman and Hall, London, 80p.
- MURDOCH, W. W. & REEVE, J. D., 1987. Aggregation of parasitoids and the detection of density dependence in field populations. *Oikos*, 50: 137-141.
- MYERS, J. H., SIMBERLOFF, D., KURIS, A. & CAREY, J. R., 2000, Eradication revisited: dealing with exotic species. *TREE*, 15: 316-320.
- NOGUEIRA de SÁ, L. A. N., COSTA, V. A., OLIVEIRA, W. P. & ALMEIDA, G. R., 2000, Parasitoids of *Phyllocnistis citrella* in Jaguariúna, state of São Paulo, Brazil, before and after the introduction of *Ageniaspis citricola*. *Sci. Agric.*, 57: 799-801.
- PAIVA, P. E. B., GRAVENA, S. & AMORIM, L. C. S. A., 2000, Introdução do parasitóide *Ageniaspis citricola* Logvinovskaia para controle biológico da minadora das folhas dos citros *Phyllocnistis citrella* Stainton no Brasil. *Laranja*, 21: 289-294.
- PATEL, G. P. & PATEL, J. R., 2001, Population dynamics of *Phyllocnistis citrella* on citrus in Middle Gujarat. *Indian. J. Ent.*, 63: 41-48.

- PATEL, N. C., VALAND, V. M., SHEKH, A. M. & PATEL, J. R., 1994, Effect of weather factors on activity of citrus leaf-miner (*Phyllocnistis citrella*) infesting lime (*Citrus aurantifolia*). *Ind. J. Agricult. Sci.*, 64: 132-134.
- PAULUS, G. & SCHLINDWEIN, S. L., 2001, Agricultura sustentável ou (re)construção do significado de agricultura?. *Agroecol. Desenv. Rur. Sustent.*, 2: 44-51.
- PEÑA, J. E. & SCHAFFER, B., 1997, Intraplant distribution and sampling of the citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) on lime. *J. Econ. Entomol.*, 90: 458-464.
- PEÑA, J. E., 1996, Population dynamics of citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) as measured by interception traps and egg and larva sampling in lime. *J. Entomol. Sci.*, 33: 90-96.
- PEÑA, J. E., DUNCAN, R. & BROWNING, H., 1996, Seasonal abundance of (Lepidoptera: Gracillariidae) and its parasitoids in South Florida citrus. *Environ. Ent.*, 25: 698-702.
- PENTEADO-DIAS, A. M., GRAVENA, S., PAIVA, P. E. B. & PINTO, R. A., 1997, Parasitóides de *Phyllocnistis citrella* (Stainton) (Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistinae) no estado de São Paulo. *Laranja*, 18:79-84.
- POMERINKE, M. A. & STANSLY, P. A., 1998, Establishment of *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae) for biological control of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Florida. *Fla Entomol.*, 81: 361-372.
- POTTER, D. A., 1985, Population regulation of the native holly leafminer, *Phytomyza ilicicola* Loew (Diptera: Agromyzidae), on american holly. *Oecologia*, 66: 499-505.
- PRICE, P. W. & HUNTER, M. D., 1995, Novelty and synthesis in the development of population dynamics. pp. 387-404. In: N. Cappuccino & P. W. Price, *Population dynamics*. 429p., Academic Press, London.
- QUEIROZ, J. M., 2002, Distribution, survivorship and mortality sources in immature stages of netropical leaf miner *Pachyschelus coeruleipennis* Kerremans (Coleoptera: Buprestidae). *Braz. J. Biol.*, 62: 69-76.
- RAO, C. N. & SHIVANKAR, V. J., 2002, Incidence of citrus leaf miner (*Phyllocnistis citrella*) and its natural enemies in central India. *Ind. J. Agric. Sci.*, 72: 625-627.

RAO, R. K., PATHAK, K. A. & SHYLESHA, S. A., 2002, Spatio-temporal changes in the infestation of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton in Meghalaya. *Entomon.* 27: 169-178.

RICKLEFS, R.E., & MILLER, G.L., 1999, *Ecology*, W.H. Freeman, New York, 821p.

RISCH, S. J., 1987, Agricultural ecology and insects outbreaks. pp. 217-133. In P. Barbosa & J. C. Schultz, *Insects outbreaks*, 569p., Academic Press, San Diego.

SCHAFFER, B., PEÑA, J. E., COLLS, A. M. & HUNSBERGER, A., 1997, Citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) in lime: assessment of leaf damage and effects on photosynthesis. *Crop Prot.*, 16: 337-343.

SHIBATA, S., ISHIDA, T. A., SOEYA, F., MORINO, N., YOSHIDA, K., SATO, H. & KIMURA, M.T., 2001, Within-tree variation in density and survival of leafminers on oak *Quercus dentata*. *Ecol. Res.*, 16: 135-143.

SIMBERLOFF, D. & STILING, P., 1987, Larval dispersion and survivorship in a leaf-mining moth. *Ecology*, 68: 1647-1657.

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

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

UJIYE, T., 2000, Biology and control of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) in Japan. *JARQ*, 34: 167-173.

URBANEJA, A., LLÁCER, E., TOMÁS, O., GARIIDO, A. & JACAS, J. A., 2000, Indigenous natural enemies associated with *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Eastern Spain. *Biol. Control.*, 18: 199-207.

VAN MELE, P. & VAN LENTEREN, J.C., 2002, Survey of current crop management practices in a mixed-ricefield landscape, Mekong Delta, Vietnam – potencial of habitat manipulation for improved control of citrus leafminer and citrus red mite. *Agric., Ecosyst. and Environ.* 88: 35-48.

VENKATESWARLU, C. H. & RAMAPANDU, S., 1992, Relationship between incidence of canker and leafminer in acids lime and sathgudi sweet orange. *Indian Phytopath.*, 45: 227-228.

VIVAS, A. G. & LOPÉZ, I. G., 1995, Distribución de fases inmaduras de *Phyllocnistis citrella* Stainton, según el tamaño de la hoja. *Bol. San. Veg. Plagas*, 21: 559-571.

WILLINK, E., SALAS, H. & COSTILLA, M. A., 1996, El minador de la hoja de los cítricos, *Phyllocnistis citrella* en el NOA. *Avance Agroind.*, 16: 15-20.

YOUNG, A. M., 1982, *Population biology of tropical insects*. Plenum Press, New York. 511p.

**4. ARTIGO I: Variação sazonal dos estágios imaturos de *Phyllocnistis citrella* Stainton
(Lepidoptera: Gracillariidae) em pomares de *Citrus sinensis* var. Valência sob dois sistemas
de cultivo***

Luiza Rodrigues Redaelli

Depto. de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil.

Variação Sazonal dos Estágios Imaturos de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera:
Gracillariidae) em Pomares de *Citrus sinensis* var. Valência sob Dois Sistemas de Cultivo

¹PPG Biologia Animal, Depto. de Zoologia, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500, 91501-970,
Porto Alegre, RS, Brasil.

²Depto. de Fitossanidade, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 7712, 91540-000, Porto Alegre, RS,
Brasil.

Variação Sazonal dos Estágios Imaturos de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) em Pomares de *Citrus sinensis* var. Valência sob Dois Sistemas de Cultivo

Seasonal Variation of Immature Stages of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) in *Citrus sinensis* var. “Valencia” Orchards Under Two Management Systems

Abstract – The seasonal variation of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) was studied from June 2002 to July 2003, in two *Citrus sinensis* var. “Valencia” orchards, one maintained under an organic management system and the other under a conventional one. Fortnightly samplings were carried out, in which one shoot was collected from each one of 27 plants randomly chosen. The leaves were analyzed in the laboratory for the presence of eggs, larvae, pupae and/or only mines of *P. citrella*. The leafminer was recorded from October 2002 to April 2003, in the organic orchard, and from November 2002 to July 2003, in the conventional one. A relation between populational size and resource availability (young leaves) was observed; however, population establishment does not depend only on the existence of resources, but also on suitable climatic conditions, which was evidenced by the absence of attacks on the first shooting after winter, phenologically corresponding to spring shooting. Climatic factors and with resource availability explain about 64% and 53% of the observed variation in the population size of *P. citrella*, in the organic and conventional orchards respectively.

Resumo - A variação sazonal de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) foi estudada no período de 10/06/02 a 28/07/03, em dois pomares de *Citrus sinensis* var. Valência, um conduzido sob sistema orgânico de manejo e outro sob sistema convencional. Amostragens quinzenais eram realizadas, com coleta de um broto em cada uma das 27 plantas sorteadas aleatoriamente. Procedia-se a análise das folhas em laboratório quanto a presença de ovos, lagartas, pupas e/ou somente minas do minador. Registrou-se a presença de *P. citrella* de outubro/02 a abril/03 no pomar orgânico, e de novembro/02 a julho/03, no convencional. Observou-se uma relação entre o tamanho populacional e a presença de recursos (folhas novas), no entanto, o estabelecimento da população não depende apenas da existência de recursos, mas também de condições climáticas favoráveis, o que ficou evidenciado pela ausência de ataque na primeira brotação depois do inverno, fenologicamente correspondente à brotação da primavera. Em conjunto, fatores climáticos e quantidade de recursos explicam aproximadamente 64% da variação observada no tamanho populacional de *P. citrella* no pomar orgânico e 53% da observada no convencional.

PALAVRAS-CHAVE - minador-dos-citros, variação sazonal, fatores climáticos, citros.

A variação temporal no tamanho é uma das características fundamentais das populações (Solomon 1980, Krebs 1985, Begon & Mortimer 1986, Begon *et al.* 1990, Huffaker & Gutierrez 1999), e sua descrição é importante para a identificação e o entendimento dos fatores que influenciam a flutuação observada na população (Begon & Mortimer 1986). O conhecimento destes processos permite a realização de previsões a respeito das flutuações populacionais, o que pode ser utilizado em planos de manejo de populações, tanto com vistas à conservação, quanto ao controle de populações eruptivas (Begon & Mortimer 1986, Begon *et al.* 1990).

Phyllocnistis citrella Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae), é um microlepidóptero de hábito minador conhecido popularmente como minador-dos-citros, por atacar as brotações da planta cítrica, provocando redução efetiva da superfície fotossintética dos folíolos através do enrolamento das folhas (Schaffer *et al.* 1997), necrose e queda de folhas (Garijo & Garcia 1994, Willink *et al.* 1996, Peña & Schaffer 1997). Além disso, o dano provocado favorece o estabelecimento de pulgões, cochonilhas ou ácaros, e o aumento da incidência do cancro cítrico, moléstia que tem causado grandes perdas mundiais na produção de citros (Venkateswarlu & Ramapandu 1992, Chagas *et al.* 2001).

Estudos a respeito da variação sazonal de populações de *P. citrella* já foram realizados na Índia (Patel *et al.* 1994, Katole *et al.* 1997), em países da Europa (González 1995, Doumandji-Mitiche *et al.* 1999, Urbaneja *et al.* 2000), no México (Bautista-Martinez *et al.* 1998) e nos Estados Unidos (Legaspi *et al.* 1999 e 2001). No Brasil, registros a respeito da variação sazonal foram feitos em Santa Catarina (Garcia *et al.* 2001) e em São Paulo (Montes *et al.* 2001), sem que fosse feita, no entanto, uma análise profunda da mesma.

Através dos trabalhos já realizados, pode-se verificar que nas diversas regiões, sob diferentes condições, as populações do minador apresentam dinâmica muito variável, daí a importância do estudo das populações em cada local em que estas ocorrem.

O centro de origem do minador-dos-citros é o Sudeste Asiático, mas atualmente este é encontrado em quase todas as áreas citrícolas do mundo. Seu primeiro registro no Brasil ocorreu em 1996 (Gravena 1996), sendo praticamente simultaneamente detectado no Rio Grande do Sul. Devido a esta relativamente recente introdução poucas são as informações a respeito do comportamento das populações submetidas às condições climáticas e às práticas de manejo adotadas nesta região.

A produção de citros no Rio Grande do Sul é caracteristicamente realizada em pequenas áreas com mão de obra familiar (Dornelles 1980). Este tipo de estrutura permite que diversos tipos de cultivo sejam adotados, com práticas de manejo totalmente diferentes. Diferenças no manejo podem acarretar respostas diversas das populações do minador-dos-citros, não apenas pelo emprego de práticas que visam o combate direto do inseto, mas também pelo emprego de práticas que afetem a fenologia da planta cítrica, com a qual o minador tem íntima relação.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido em dois pomares de laranja doce (*Citrus sinensis* L. Osbeck var. Valência) estabelecidos em agosto de 2001, sendo um mantido com cultivo convencional, e outro com cultivo orgânico, ambos com 147 plantas e localizados no município de Montenegro (29° 68'S e 51° 46'W), Rio Grande do Sul.

O pomar de manejo convencional recebe adubação química. O controle de pragas é feito com óleo vegetal e o inseticida vertimec e as ervas daninhas são eliminadas com uso de herbicida glifosato. São feitas aplicações de cobre e de amônia quaternária para controle de fitopatógenos. No manejo orgânico, a adubação é feita com biofertilizante. São utilizadas caldas bordalesa e sulfocálcica para controle de fitopatógenos e inseticida a base de *Bacillus thuringiensis*. São plantadas culturas sazonais nas entrelinhas.

As amostragens foram realizadas quinzenalmente, no período de 10 de junho de 2002 a 28 de julho de 2003, e em cada ocasião eram amostradas de cada pomar 27 plantas previamente

sorteadas. De cada planta sorteada, sempre que presente, era coletado o broto (ramo com crescimento mais recente e com um número variável de folhas de coloração mais clara) com inserção mais apical (o que foi possível de determinar devido à altura das plantas situar-se em torno de 1,5 m), com auxílio de uma tesoura de poda. Estes eram devidamente acondicionados e identificados para o transporte até o laboratório.

Em laboratório, foram feitos registros do número de folhas por broto e de ovos, minas, larvas e pupas de *P. citrella* por folha. A proporção sexual foi estimada através do exame das pupas, seguindo-se a descrição de Jacas & Garrido (1996).

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

A diferença de ataque do minador entre os dois pomares foi testada através de Qui-quadrado para amostras independentes.

Além disso, testou-se a relação e a influência de fatores meteorológicos (temperaturas máxima, mínima e média, precipitação e umidade relativa do ar) e da disponibilidade de recursos (número médio de folhas por broto) sobre a população do minador, através de análise de correlação e regressão linear pelo método da eliminação regressiva. Na análise por eliminação regressiva, inicialmente, foram incluídas no modelo todas as variáveis significativamente correlacionadas a variação do tamanho populacional de *P. citrella*, sendo eliminadas, uma por uma, aquelas com coeficiente parcial de correlação não significativo até restarem apenas as variáveis significativamente relacionadas ao tamanho populacional. Para as análises estatísticas utilizaram-se os programas BioEstat[®] e SAS[®].

Resultados e Discussão

Foram realizadas 30 amostragens, com coleta de 6.036 folhas no pomar convencional e de 3.839 no pomar orgânico. Minas causadas por *P. citrella* foram encontradas em 28%, das folhas analisadas do pomar orgânico, com um máximo de 18 minas por folha, e em 20% destas do pomar convencional, com máximo de 26 minas por folha. O dano foi significativamente maior no pomar orgânico ($\chi^2 = 8,5$; gl=1; $P < 0,001$).

A razão sexual registrada para os dois pomares não diferiu da esperada de 0,5 (1:1) ($\chi^2 = 0,51$; gl=1; $P = 0,5677$ e $\chi^2 = 0,03$; gl=1; $P = 0,9306$) para o pomar orgânico e para o convencional, respectivamente.

O estabelecimento da população de *P. citrella* no pomar orgânico foi detectado através da presença apenas de ovos, no final de outubro (28/10/02) (Fig. 1 A). Lagartas só foram registradas a partir de 11/11/02 (Fig. 1 B). No pomar convencional o estabelecimento foi detectado através da presença de ovos e lagartas, em meados de novembro (11/11/02) (Fig. 1 C e D). O fato do primeiro registro da presença do minador no pomar orgânico ter sido feito a partir de apenas ovos, indica que o processo de colonização deste pomar pôde ser detectado em um estágio mais precoce do que o do pomar convencional, onde a presença do minador já foi observada através de ovos e lagartas.

No presente estudo, pupas de *P. citrella* foram registradas num período mais restrito em ambos os pomares. Nos meses de novembro a janeiro, no pomar orgânico, e de dezembro a fevereiro, no convencional (Fig. 1 B e D). Isto pode ser devido ao estabelecimento de parasitóides nos pomares.

Em ambos os pomares foi possível registrar dois momentos distintos de crescimento da população, evidenciado pelo número médio de ovos, lagartas e minas (Fig. 1 A, B, C e D). O número médio de ovos teve uma variação muito semelhante nos dois pomares, sendo os maiores valores constatados nos meses de dezembro e janeiro e o declínio ocorrendo simultaneamente a partir de março.

O número médio de minas e de lagartas variou, num primeiro momento, de forma bastante semelhante em ambos os pomares, com pico de lagartas em dezembro no pomar orgânico e em janeiro no convencional (Fig. 1 A, B, C e D), já o pico de minas foi em janeiro nos dois pomares. O segundo momento de crescimento das populações, no entanto, aconteceu de maneira diferente. No pomar orgânico, depois de um pequeno declínio em fevereiro, a população cresceu e registrou-se um novo pico de lagartas e minas em março. Já no pomar convencional, a população de lagartas sofreu declínio durante fevereiro e março, e voltou a crescer evidenciando um novo pico em maio. A quantidade de minas registradas declinou a partir de fevereiro.

A partir dos resultados obtidos, pôde-se observar que os fatores climáticos (Fig. 1 F e G) e a disponibilidade de recursos (Fig. 1 E) parecem ter grande influência sobre o tamanho da população de *P. citrella*. Verificou-se existir, para todo o período, correlação positiva significativa entre o número médio de lagartas por folha e as temperaturas máxima, mínima e média, e o número médio de folhas por broto, em ambos os pomares (Tabela 1). A mesma análise revelou existir correlação positiva significativa entre o número médio de folhas e as temperaturas máxima, mínima e média, para o pomar orgânico (Tabela 1). Já pomar convencional, além da correlação positiva com as temperaturas, verificou-se que o número médio de folhas também teve correlação negativa significativa com a precipitação (Tabela 1). Houve correlação negativa não significativa entre a temperatura máxima e a umidade relativa do ar. No entanto, se observada a probabilidade destes dois fatores não serem correlacionados, percebe-se que o nível de significância é quase atingido. Na prática, geralmente pode-se observar uma diminuição da umidade relativa do ar com o aumento da temperatura, tendência explicitada pelo teste.

Quando os fatores correlacionados significativamente foram considerados em conjunto, observou-se que o modelo que melhor explica a variação populacional de *P. citrella* no pomar orgânico, inclui apenas a temperatura média ($r^2 = 0,6038$; $F = 35,05$; $gl = 23$; $P < 0,0001$), e é

expresso pela equação $Y = -3,73582 + 0,27684 X$ (onde Y = número médio de lagartas e X = temperatura média).

No pomar convencional o modelo obtido incluiu a temperatura média e o número médio de folhas ($r^2 = 0,534$; $F = 12,61$; $gl = 22$; $P = 0,0002$) e é expresso pela equação $Y = -3,24517 + 0,12579 X_1 + 0,17709 X_2$ (onde Y = número médio de lagartas, X_1 = temperatura média e X_2 = número médio de folhas por broto).

A maior relação do tamanho populacional com o número médio de folhas no pomar convencional é devida ao fato de que neste as brotações foram mais intensas do que no orgânico (Fig. 1 E).

Observou-se que o período de maior atividade do minador coincidiu com o período das temperaturas mais altas do ano (Fig. 1 F). O estabelecimento da população em ambos os pomares, ocorreu aproximadamente um mês após a elevação das temperaturas mínimas de em torno 8°C para 15° em média, e das temperaturas médias de mais ou menos 15°C para 20°C (Fig. 1 A, B, C, D e F). Estes dados são pertinentes, já que os adultos de *P. citrella* possuem hábitos crepusculares (Willink *et al.* 1996), período em que se registram as menores temperaturas do dia. Da mesma forma, na Índia, já foi observado que o tamanho populacional de *P. citrella* é influenciado pelas temperaturas. A população mantém-se alta a temperaturas mínimas maiores que 18°C (Patel *et al.* 1994) e pode ser reduzida a zero em períodos com temperaturas médias maiores que 30°C (Katole *et al.* 1997).

No entanto, diferentemente do verificado no presente estudo, na Índia a precipitação tem influência importante sobre os níveis populacionais de *P. citrella*. Lá a época mais favorável à ocorrência do minador é entre os meses de julho a outubro (Patel *et al.* 1994), que correspondem à estação chuvosa (Van Mele & van Lenteren 2002). Katole *et al.* (1997), porém, também na Índia, verificaram que a precipitação e o número de dias de chuva têm correlação negativa com o tamanho populacional: precipitação média de 119,2 mm e um período médio de 7,8 dias de chuva a cada 15

dias reduziram a população a zero. A amplitude das variações regionais dos parâmetros climáticos ocasiona respostas diferentes das populações do minador. Assim, possivelmente, a variação entre os resultados obtidos aqui e os da Índia seja devida a grande diferença observada entre os dois locais no que se refere aos níveis de precipitação e sua distribuição anual: no primeiro tem-se uma estação seca e outra chuvosa, enquanto que no segundo as chuvas são relativamente bem distribuídas ao longo de todo ano. Devido a sua ampla distribuição, *P. citrella* encontra-se exposto a diversas combinações dos fatores climáticos, de modo que dependendo da região, um determinado fator pode ter influência maior ou menor sobre a dinâmica da população.

Fenologicamente, o período de ataque do minador às laranjeiras correspondeu às brotações de verão e de outono. Durante os meses de julho a setembro, no pomar orgânico, e de julho a outubro, no pomar convencional, não houve registro de atividade do minador, apesar da existência de folhas novas, correspondentes às brotações do fim do inverno/início da primavera (Fig. 1 E). A ausência de atividade do minador, durante algum período do ano, é relatada por Doumandji-Mitiche *et al.* (1999) para a Argélia, e por González (1995) e Urbaneja *et al.* (2000), para a Espanha. Em nenhum dos dois países é registrado ataque do minador durante o inverno e a primavera. Da mesma forma, Legaspi *et al.* (1999 e 2001), em estudos realizados no Texas, observaram ataque do minador, pequeno ou ausente, durante a primavera, com grande crescimento no verão e início do declínio no outono. No México, os maiores níveis populacionais são atingidos na primavera e no outono (Bautista-Martinez *et al.* 1998).

Já Garcia *et al.* (2001) registraram atividade do minador durante o ano inteiro no oeste do estado de Santa Catarina, com maior incidência da praga nos meses de outubro a janeiro, entre 1998 e 1999. Montes *et al.* (2001) em estudo realizado no município de Presidente Prudente, SP, também registraram ataque do minador durante todo o ano, com as maiores infestações ocorrendo em abril, maio, dezembro, janeiro e abril, entre os anos de 1999 e 2000.

Da mesma forma, na Flórida ocorre ataque do minador às plantas cítricas durante todo o ano, sendo que a densidade populacional aumenta ao longo da primavera, do verão e do início do outono, declinado no inverno (Peña 1996, Peña *et al.* 1996, Peña & Schaffer 1997, Amalin *et al.* 2002). Peña *et al.* (1996) atribuem a diminuição do ritmo de oviposição no inverno às baixas temperaturas noturnas. Peña (1996) registrou aumento do número de adultos capturados em armadilha adesiva e do número de ovos e de lagartas de primeiro ínstar de *P. citrella*, com a elevação das temperaturas no início da primavera.

Por fim, para o manejo e combate a *P. citrella* Vale do Caí é importante considerar o fato de que aí o minador permanece inativo durante as épocas com menores temperaturas, sendo importante o acompanhamento pelo produtor do aumento das temperaturas, principalmente das temperaturas médias, que pelo presente estudo, mostrou-se fator determinante para o estabelecimento e crescimento da população.

O ataque ocorre às brotações de verão e de outono, com maior intensidade na primeira. No outono ocorre diminuição na intensidade de ataque provavelmente devido à ação aumentada de inimigos naturais somada a condições ambientais desfavoráveis que se estabelecem nesta estação. A população do minador nos períodos anteriores e intermediários a estes fluxos principais de brotação, é mantida por brotações esporádicas. O controle deste tipo de emissão foliar, principalmente através de métodos culturais como fertilização, pode diminuir a intensidade do ataque nos fluxos principais.

Literatura Citada

- Amalin, D.M., J.E. Peña, R.E. Duncan, H.W. Browning & R. Macsorley. 2002.** Natural mortality factors acting on citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*, in lime orchards in South Florida. *BioControl* 47: 327-347.
- Bautista-Martinez, N., J.L. Carrillo-Sanchez, H. Bravo-Mojica & S.D Koch. 1998.** Natural parasitism of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) at Cuitlahuac, Veracruz, México. *Fla Entomol.* 81: 30-37.
- Begon, M. & M. Mortimer. 1986.** Population ecology: an unified study of animals and plants. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 219p.
- Begon, M., J.L. Harper & C.R Townsend. 1990.** Ecology: individuals, populations and communities. Oxford, Blackwell Science, 1068p.
- Chagas, M.C.M., J.R.P. Parra, T. Namekata, J.S. Hartung & P.T. Yamamoto. 2001.** *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) and its relationship with the citrus canker bacterium *Xanthomonas axonopodis* pv *citri* in Brazil. *Neotrop. Entomol.* 30: 55-59.
- Dornelles, C.M.M. 1980.** Citricultura do Rio Grande do Sul. p.125-143. In O. Rodrigues & F. Viégas. Citricultura brasileira. Campinas, Fundação Cargill, 382p.
- Doumandji-Mitiche, B., N. Chahbar & L. Saharaqui. 1999.** 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). *Med. Fac. Landbouww* 64: 155-162.
- Garcia, F.R.M., M.C. Carabagielle, L.A.N. Sá & J.V. Campos. 2001.** Parasitismo natural de *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera, Gracillariidae, Phyllocnistinae) no oeste de Santa Catarina. *Rev. Bras. Entomol.* 45: 139-143.
- Garijo, C. & E.J. García. 1994.** *Phyllocnistis citrella* (Stainton, 1856) (Insecta: Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistinae) en los cultivos de cítricos de Andalucía (Sur España): Biología, ecología y control de la plaga. *Bol. San. Veg. Plagas* 20: 815-826.
- González, T.L. 1995.** Daños causados por los ataques de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae), y su repercusión sobre la producción de árboles adultos de cítricos en el suroeste español. *Bol. San. Veg. Plagas* 23: 73-91.
- Gravena, S. 1996.** Lagarta minadora dos citros no Brasil. *Laranja* 17: 286-288.
- Huffaker, C.B. & A.P. Gutierrez. 1999.** (eds.) Ecological entomology. New York, John Wiley & Sons, Inc., 756p.
- Jacas, J.A. & A. Garrido. 1996.** Differences in the morphology of male and female pupae of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *Fla Entomol.* 79: 603-607.
- Katole, S.R., R.G. Ughade, H.V. Ingle & U.S. Satpute. 1997.** Effect of weather parameters on the incidence of citrus leafminer (*Phyllocnistis citrella* Stainton). *PRV Res. J.* 21: 252-253.
- Krebs, C.J. 1985.** Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. New York, Harper & Row, 800p.

- Legaspi, J.C., J.V. French, A.G. Zuñiga & B.C. Legaspi-Jr. 2001.** Population dynamics of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae), and its natural enemies in Texas and Mexico. *Biol. Control* 21: 84-90.
- Legaspi, J.C., J.V. French, M.E. Shauff & J.B. Wooley. 1999.** The citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in south Texas: incidence and parasitism. *Fla Entomol.* 82: 305-316.
- Montes, S.M.N.M., A.C. Boliani, G. Papa, L.C. Cerávolo, A.C. Rossi & T. Namekata. 2001.** Ocorrência de parasitóides da larva minadora dos citros, *Phyllocnistis citrella* Stainton, no município de Presidente Prudente, SP. *Arq. Inst. Biol.* 68: 63-66.
- Patel, N.C., V.M. Valand, A.M. Shekh & J.R. Patel. 1994.** Effect of weather factors on activity of citrus leaf-miner (*Phyllocnistis citrella*) infesting lime (*Citrus aurantifolia*). *Ind. J. Agricult. Sci.* 64: 132-134.
- Peña, J.E. 1996.** Population dynamics of citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) as measured by interception traps and egg and larva sampling in lime. *J. Entomol. Sci.* 33: 90-96.
- Peña, J.E. & B. Schaffer. 1997.** Intraplant distribution and sampling of the citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) on lime. *J. Econ. Entomol.* 90: 458-464.
- Peña, J.E., R. Duncan & H. Browning. 1996.** Seasonal abundance of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) and its parasitoids in South Florida citrus. *Environ. Ent.* 25: 698-702.
- Schaffer, B., J.E. Peña, A.M. Colls & A. Hunsberger. 1997.** Citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) in lime: assessment of leaf damage and effects on photosynthesis. *Crop Prot.* 16: 337-343.
- Solomon, M. E. 1980.** Dinâmica de populações, São Paulo, EPU, 78p.
- Urbaneja, A., E. Llácer, O. Tomás, A. Gariido & J.A. Jacas. 2000.** Indigenous natural enemies associated with *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Eastern Spain. *Biol. Control.* 18: 199-207.
- Van Mele, P. & J.C. Van Lenteren. 2002.** Survey of current crop management practices in a mixed-ricefield landscape, Mekong Delta, Vietnam – potencial of habitat manipulation for improved control of citrus leafminer and citrus red mite. *Agric., Ecosyst. and Environ.* 88: 35-48.
- Venkateswarlu, C.H. & S. Ramapandu. 1992.** Relationship between incidence of canker and leafminer in acid lime and sathgudi sweet orange. *Indian Phytopath.* 45: 227-228.
- Willink, E., H. Salas & M. A. Costilla. 1996.** El minador de la hoja de los cítricos, *Phyllocnistis citrella* en el NOA. *Avance Agroind.* 16: 15-20.

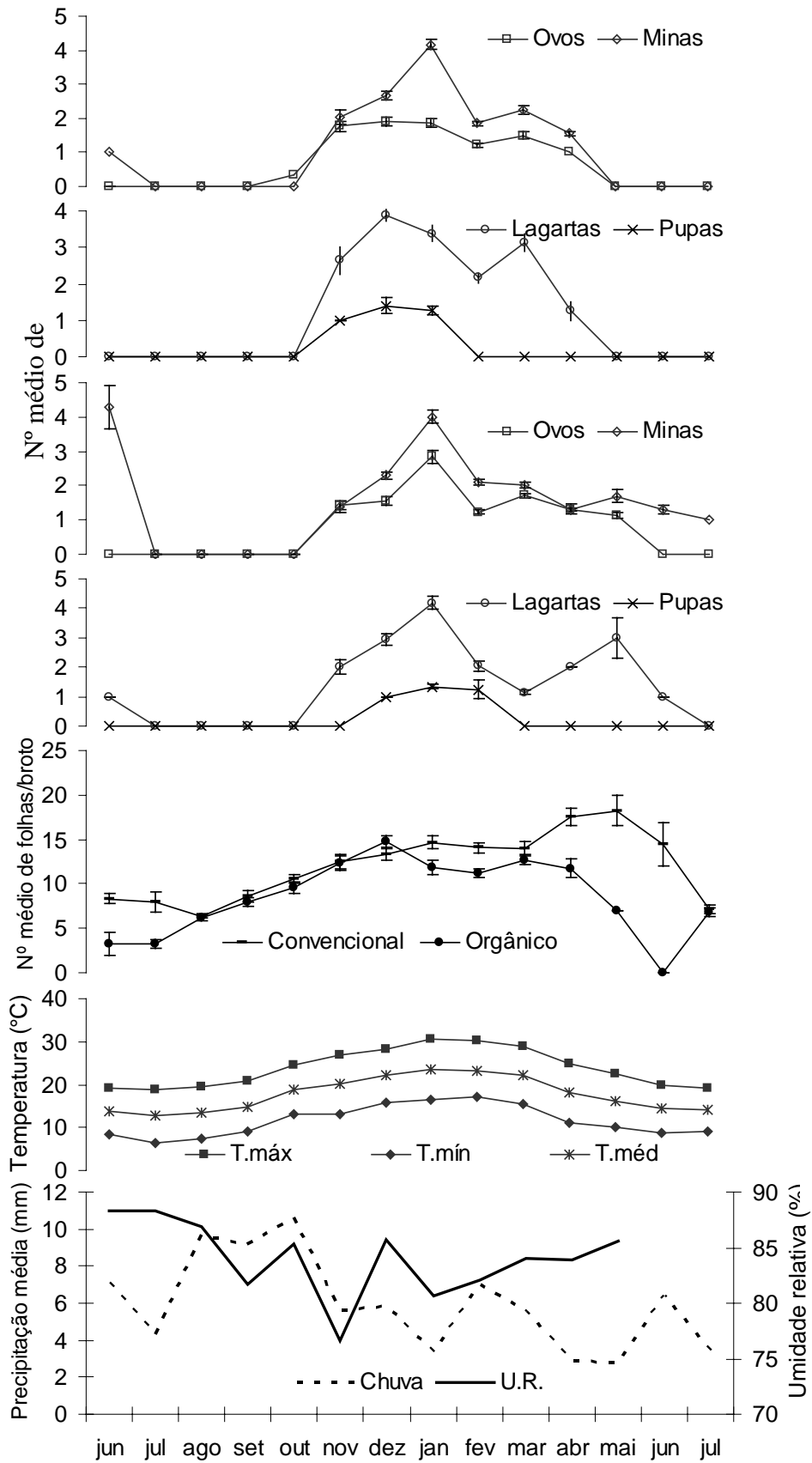
Tabela 1. Coeficientes de correlação (r) e respectivas probabilidades para fatores meteorológicos (temperatura máxima, mínima e média, precipitação e umidade relativa), número médio de folhas por broto e número médio de lagartas de *Phyllocnistis citrella* por folha em pomares orgânico e convencional de *Citrus sinensis* var. Valência, junho/2002 a julho/2003, Montenegro, RS. (significância = 0,05)

	Lagartas	T. Máx.	T. Mín.	T. Méd.	Precipit.	U.R.	Folhas por broto	
Lagartas		0,5946 (0,0013)	0,5364 (0,0047)	0,6073 (0,0010)	-0,3746 (0,0593)	-0,1464 (0,4754)	0,6405 (0,0004)	C O
T. Máx.	0,6147 (0,0008)		0,9510 (<0,01)	0,9858 (<0,01)	-0,1706 (0,4047)	-0,3808 (0,0549)	0,9793 (<0,01)	N V
T. Mín.	0,4988 (0,0095)	0,9516 (<0,01)		0,9793 (<0,01)	0,0103 (0,9603)	-0,1698 (0,4070)	0,4294 (0,0285)	E N
T. Méd.	0,5695 (0,0024)	0,9857 (0,0022)	0,9797 (<0,01)		-0,0755 (0,7138)	-0,2985 (0,1385)	0,4875 (0,0115)	C I
Precipit.	-0,3517 (0,0780)	-0,1686 (0,4102)	0,0117 (0,9548)	-0,0749 (0,7163)		0,3155 (0,1163)	-0,4204 (0,0324)	O N
U.R.	-0,3247 (0,1055)	-0,3803 (0,0552)	-0,1707 (0,4045)	-0,2974 (0,1400)	0,3155 (0,1163)		-0,2176 (0,2855)	A L
Folhas por broto	0,6930 (0,0001)	0,657 (0,0003)	0,5725 (0,0022)	0,6257 (0,0006)	-0,3491 (0,0803)	-0,2516 (0,2150)		
ORGÂNICO								

Legenda da Figura

Figura 1. Flutuação do nº médio de: minas e ovos de *Phyllocnistis citrella*, pomar orgânico (A) pupas e lagartas, pomar orgânico (B); minas e ovos, pomar convencional (C) e pupas e lagartas, pomar convencional (D); nº médio de folhas por broto pomares convencional e orgânico (E); temperaturas máximas, mínimas e médias (F); precipitação média e umidade relativa média (G) em pomares de *Citrus sinensis* var. Valência, junho de 2002 a julho de 2003, Montenegro, RS

Figura 1



**5. ARTIGO II: Biotic and abiotic factors and survival of *Phyllocnistis citrella*
Stainton (Lepidoptera, Gracillariidae) in “Valencia” orange orchards, under two
management systems***

Biotic and abiotic factors and survival of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera, Gracillariidae) in “Valencia” orange orchards, under two management systems

¹PPG Biologia Animal, Depto de Zoologia, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500, 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil.

²Depto de Fitossanidade, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 7712, 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil.

With 3 figures.

Palavras-chave: minador-dos-citros, mortalidade, citros

Key words: citrus leafminer, mortality, citrus

Biotic and abiotic factors and seasonal variation of *P. citrella*

ABSTRACT

The relation between seasonal variation of *Phyllocnistis citrella* and biotic and abiotic factors was studied in *Citrus sinensis* var. Valencia orchards, managed under organic and conventional systems. Fortnightly samplings were carried out from June 2002 to July 2003, in 27 randomly chosen plants, with the most apical shoot collected from each one. Leaves were later analyzed for the presence of *P. citrella* immatures and evidences of parasitism, predation and other sources of mortality. The proportion of parasitized individuals in the organic orchard (31.1%) was greater than in the conventional one (20.2%). On the other hand, predation was higher in the conventional (33.7%) than in the organic orchard (25.3%). The same was observed for unknown mortality, which was 62.8% and 43.5%, for conventional and organic orchards, respectively. It was verified that unknown mortality was influenced by factors such as temperature, leaf length and density of individuals per leaf.

RESUMO

Fatores bióticos e abióticos e a variação sazonal de *Phyllocnistis citrella* Stainton, em pomares de laranja Valência sob dois sistemas de cultivo

A relação entre a variação sazonal de *Phyllocnistis citrella* e fatores bióticos e abióticos foi estudada em pomares de *Citrus sinensis* var. Valência conduzidos um sob sistemas de cultivo orgânico e outro convencional. Amostragens quinzenais foram realizadas de junho/2002 a julho/2003, em 27 plantas, aleatoriamente escolhidas, coletando-se de cada uma o broto mais apical. As folhas destes brotos eram posteriormente analisadas quanto à presença de imaturos de *P. citrella* e evidências de parasitismo, predação e mortalidade sem causa definida. A proporção de mortalidade causada por cada fator foi calculada excluindo-se os indivíduos mortos pelos outros fatores. A proporção de indivíduos mortos por parasitismo no pomar orgânico (31,1%) foi maior do que a do pomar convencional (20,2%). A predação,

por sua vez, foi maior no pomar convencional (33,7%) do que no orgânico (25,3%). O mesmo foi observado quanto à mortalidade sem causa definida, que foi de 62,8% no pomar convencional e de 43,5% no pomar orgânico. Verificou-se que a mortalidade sem causa definida é influenciada por fatores como temperatura, comprimento da folha e densidade de indivíduos por folha.

INTRODUCTION

The main identifiable factors of mortality of leafminers are parasitism, interspecific competition, leaf abscission, predation, plant defenses and abiotic factors (Hespenheide, 1991). These factors may be classified as vertical (interactions with host plant and natural enemies) and horizontal (intraspecific interactions and with other herbivores). Among the vertical ones, the most important are the parasitism of larvae and pupae, predation by vertebrates and invertebrates, egg displacement from the host plant when the eggs are deposited on new leaves with fast expansion, toughness and chemical composition of leaves and their premature abscission, as most species cannot develop in abscised leaves (Potter, 1985; Auerbach *et al.*, 1995). The horizontal causes of mortality have greater importance in high-density populations (Auerbach *et al.*, 1995). The competition with other herbivores can cause mortality as the leaf consumption may promote physical and chemical changes on leaves or significant reduction of their area (Faeth, 1985; Potter, 1985).

Abiotic factors can also be sources of mortality. Low temperatures may cause development delay, favoring parasitism, predation, leaf abscission or physical changes on leaves and other events, such as wind storms, frosts and hail rain, may cause mine rupture (Mopper *et al.*, 1984, Auerbach & Simberloff, 1989; Auerbach *et al.*, 1995).

Phyllocnistis citrella is a miner microlepidopteran, originary from Southeastern Asia, widely distributed in all citrus producing areas throughout the world (Garijo & Garcia, 1994;

Willink *et al.*, 1996). This insect attacks the shoots of the citrus plants, causing effective reduction of leaf photosynthetic area through leaf curling, necrosis and abscission (Garijo & Garcia, 1994; Willink *et al.*, 1996; Peña & Schaffer, 1997). It also allows the establishment of aphids, scale insects or mites, besides some pathogens, due to the microclimate created by leaf curling (Garijo & Garcia, 1994; Willink *et al.*, 1996), and increases the incidence of citrus canker, which causes great losses on citrus production (Venkateswarlu & Ramapandu, 1992; Chagas *et al.* 2001).

The most studied factors of mortality of *P. citrella* are parasitism (Hoy & Nguyen, 1997; Pentead-Dias *et al.*, 1997; Bautista-Martinez *et al.*, 1998; Legaspi *et al.*, 1999; Sá *et al.*, 2000; Urbaneja *et al.*, 2000; Cancino *et al.*, 2001; Garcia *et al.*, 2001a; Legaspi *et al.*, 2001; Montes *et al.*, 2001), predation (Browning & Peña, 1995; Gravena 1996; Amalin *et al.*, 2001; Amalin *et al.*, 2002; Rao & Shivankar, 2002) and climatic variables (Katole *et al.*, 1997; Patel & Patel, 2001). The natural enemies as well the climate variables have different features and act by different manners in the several places where the miner occurs.

This study aims to investigate factors that cause mortality on populations of *P. citrella* on *Citrus sinensis* var. “Valencia”, maintained under two management systems (organic and conventional), in Montenegro County, Rio Grande do Sul State, Brazil.

MATERIAL AND METHODS

Sampling was carried out fortnightly, from June 10th, 2002 to July 28th, 2003, on two “Valencia” orange orchards (*Citrus sinensis* L. Osbeck var. Valencia), one managed in the conventional and the other one in the organic methods. Both orchards are located in Montenegro County (29° 68’S, 51° 46’W), Rio Grande do Sul State, Brazil. The orchards, each one with 147 plants, were established in August 2001.

The conventional orchard received vertimec 0.03% applications, glyphosate herbicide and nitrogenate fertilization. The organic orchard was treated with biofertilizant provided by

ECOCITRUS (Cooperativa de Citricultores Ecológicos do Vale do Caí), and pathogen control was made with applications of bordeaux and calcium sulfate mixtures; insect control was made with *Bacillus thuringiensis* insecticide (0.05% on the first application and 0.1% on the subsequent ones). The conventional orchard received eight insecticide applications and the organic one three, as presented on Table 1.

On each sampling occasion, 27 plants were randomly chosen, in each orchard, and from each one the most apical shoot was collected (branch with the most recent growing, which presents a variable number of lighter-colored leaves,) whenever present.

In the laboratory, shoots were analyzed, and the presence of live caterpillars, predated mines (ruptured mines, final portion of mine removed together with the leaf portion and broken down caterpillars), parasitized pre-pupae and pupae (identified by the presence of larvae or pupae of other species inside the mine) and dead caterpillars due to unknown causes were registered.

The parasitized pupae were maintained in laboratory in order to obtain adult *P. citrella* parasitoids.

During April and May, 2002, a pilot test was carried out on both orchards, from which some specimens of *P. citrella* parasitoids were collected. The parasitoids identification is included in our results.

Average rates of parasitism, predation and unknown mortality for the period, were based on registered rates in each sampling. The total percentages were calculated from the absolute number of specimens obtained during the sampling period. The predation and unknown mortality rates were calculated based on the number of live caterpillars. For the percentage estimating of each factor, individuals with other causes of death were excluded (i.e.: for percentage of predation calculation the parasitized and dead to unknown causes individuals were excluded).

Daily records of climatic data on maximum and minimum temperatures, rainfall and air relative humidity were obtained from Estação Experimental da Fepagro, in Taquari County. Averages were calculated relative to each fifteen days before samplings, i. e., to each sampling is associated the mean values of the variables mentioned above, with respect to 15 former days.

The differences between the orchards for the ratio of parasitized, predated and dead specimens due to unknown causes were calculated by means of a qui-square test for independent samples through BioEstat[®] software.

The means of meteorological data and of unknown mortality, as well as data of mean leaf length were analysed by correlation, linear regression by backward elimination. In the analysis by regressive elimination, initially, all the variables significantly correlated to *P. citrella* population size were included in the model and those variables with non significant correlation partial coeficent were eliminated, until only the variables significantly correlated to population size remain. The mean leaf length was included in this analysis because it may indicate the quality of resource used by the leafminer and may be an agent of mortality.

Leaves with caterpillars dead to unknown causes were categorized according to the number of mines found, and the average of dead caterpillars, in each category was calculated. A simple linear regression analysis was used to evaluate the influence of density (number of mines) on the mortality.

RESULTS AND DISCUSSION

Specimens of *P. citrella* were registered from November to April, in the organic orchard, and from November through June in the conventional one (Fig. 1).

Parasitism was observed in the organic orchard between December and April, with the highest percentages in February (75%) and April (100%) (Fig. 2 A). The mean parasitism rate

in the organic orchard, in the whole period, was 21.2%. The total ratio of parasitized prepupae and pupae was 31.1%.

The first record of parasitism in the conventional orchard occurred in July 2002, with 100% (Fig. 2 A). However, this rate was obtained with only one parasitized pupa, not representing, actually, a high incidence of parasitoids. Later on, parasitism was recorded, in this orchard, between January and May, with rates of 100% in March, April and May (Fig. 2 A). These rates, however, were also obtained based on a small number of individuals: $n = 8$, 1 and 2 for March, April and May, respectively. The mean rate of parasitism was 20.6% for the period, and the total parasitism, 20.2%.

Parasitism in the organic orchard was higher than in the conventional one ($\chi^2 = 4.536$; $df = 1$; $P = 0.0332$). Due to a great number of spontaneous plants, the organic orchard presents more food resources and microclimates for adult parasitoids, which may facilitate their occurrence, increasing parasitism. The conventional orchard, on the other hand, was periodically sprayed with herbicide, which eliminated resources required for the parasitoid permanence. Furthermore, the greater amount of insecticide used on the conventional orchard may have affected parasitoid survival. A similar pattern was observed by Bermúdez *et al.* (2004), analyzing populations of *P. citrella* in three different orchards in three localities from Ecuador. The authors observed that the lowest parasitism occurred on the orchard that received insecticide applications every two weeks.

The same species of parasitoids were recorded in the two orchards: *Galeopsomyia fausta* La Salle & Peña, 1997, *Cirrospilus* sp. C, *Elasmus* sp. 1, *Elasmus* sp. 2 (Eulophidae) and *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya, 1983 (Encyrtidae). The first four are native species and the latter is exotic, having the same center of origin as the leafminer.

The majority of parasitoids species identified for this species of leafminer, in several regions of the world, belongs to the family Eulophidae (Hoy & Nguyen, 1997; Bautista-

Martinez *et al.*, 1998; Legaspi *et al.*, 1999; Sá *et al.*, 2000; Urbaneja *et al.*, 2000; Cancino *et al.*, 2001; Garcia *et al.*, 2001a; Legaspi *et al.*, 2001; Montes *et al.*, 2001).

The genera of parasitoid Hymenoptera recorded in Brazil are: *Galeopsomyia*, *Cirrospilus* e *Elasmus* (Eulophidae), *Pachyneuron* (Pteromalidae) and *Telenomus* (Scelionidae) (Penteado-Dias *et al.*, 1997).

Galeopsomyia fausta, despite being considered as the native species with the highest occurrence in São Paulo (Penteado-Dias *et al.*, 1997; Nogueira de Sá *et al.*, 2000; Montes *et al.*, 2001) and Santa Catarina states (Garcia *et al.*, 2001a), having also been registered for Mexico (Bautista-Martinez *et al.*, 1998) and Ecuador (Bermúdez *et al.*, 2004), was recorded only during the pilot test, in April.

In the Western Hemisphere, according to Cancino *et al.* (2001), there are records of three species of *Cirrospilus*: *C. floridensis*, *C. sp. B* and *C. sp. C*, with the latter two, according to the same author, the most common native species in Mexico. In Brazil, the same species was recorded in São Paulo State (Penteado-Dias *et al.*, 1997; Nogueira de Sá *et al.*, 2000). In the present study, *C. sp. C* was recorded in January in both orchards and in February in the conventional one.

Elasmus ranges throughout several citrus-producing areas of the Americas (Hoy & Nguyen, 1997; Penteado-Dias *et al.*, 1997; Bautista-Martinez *et al.*, 1998; Putruele & Petit Marty, 1999; Nogueira de Sá *et al.*, 2000; Garcia *et al.*, 2001a; Montes *et al.*, 2001; Bermúdez *et al.*, 2004). The two species registered in this paper occurred during January and February, in both orchards.

Ageniaspis citricola is a poliembryonic endoparasitoid (Edwards & Hoy, 1998), and has been widely used in biological control programs against this leafminer. Massive liberations of this parasitoid were already carried out in Florida (Pomerinke & Stansly, 1998), Israel (Argov & Rössler, 1998), Texas (Legaspi *et al.*, 1999), Spain (Urbaneja *et al.*, 2000)

and in 44 cities of São Paulo State, in Brazil (Paiva *et al.*, 2000). The establishment of *A. citricola* did not occur only in Texas and Spain (Legaspi *et al.*, 1999; Urbaneja *et al.*, 2000).

In some sites where *A. citricola* has become established, changes in parasitism and in the frequency of native parasitoids species have occurred. Amalin *et al.* (2002) report that, in Florida (Homestead), before introduction of *A. citricola*, the highest mean percentage of parasitism was recorded on the third instar. After introduction, the percentage became higher on pupae. In Florida, Ecuador and Brazil (São Paulo), a decrease was observed in parasitism frequency and sometimes the displacement of some species that attacked *P. citrella* was detected (Pomerinke & Stansly, 1998; Nogueira de Sá *et al.*, 2000, Bermúdez *et al.*, 2004).

In the present study, it could be also observed that, in both orchards, the frequency of *A. citricola* became progressively higher during the period. The native species, found in greater proportion when the parasitism was firstly observed, were recorded by the last two-weeks in March in the organic orchard and by the end of February on conventional one.

Predation, in the organic orchard, was observed from November to April, with a tendency to increase along this period (Fig. 2 B) and the higher rates registered in January (33.6%) and April (85.7%). Along this period, the mean predation was 14.2% in the organic orchard. From the total of individuals recorded during the whole period, 25.3% were predated.

In the conventional orchard, predation was observed from November to June (Fig. 2 B) and the highest rates were recorded in April and June, 82.4% and 80% respectively. Two main moments of decline were observed: the first one in January (22.5%) and the second in May (28.6%). In January, two applications of insecticide were done, whereas in the other occasions, the orchards received only one spraying, which may be contributed to the predation decline. In May, a low predation rate was registered because in one of the two sampling occasions no predation was recorded. In this occasion only 17 leaves attacked by the leafminer were collected, and this small sample size might be responsible for the absence of

predation records. This also indicates that leafminer population was in decline, meaning a decrease in the resources for the predators. The mean rate of predation registered for the period was 30.1%. The total ratio of predated specimens was 33.7%.

The proportion of predated individuals in the conventional orchard was higher than in the organic one ($\chi^2 = 22.927$; $df = 1$; $P < 0.01$). Among the factors that may caused this difference, is the repellent action of the cupric mixtures applied on the organic orchard. This effect is known, however, from empirical observations, with no scientific testing. Another factor that could have caused this difference was pointed out by Brown & Schmitt (2001), who observed the increase in occurrence of some pests due to conventional management (as the use of insecticides that eliminates natural enemies and fertilization that increases the availability of plant resources), which may attract predators preferably to conventional orchards.

During this study, it was not possible to identify the predators in the orchards. However, several papers have indicated lacewings larvae in various parts of the world (Browning & Peña, 1995 and Amalin *et al.*, 2002, in Florida, USA; Gravena 1996, in São Paulo, Brazil; Rao & Shivankar, 2002, in Meghalaya) and spiders (Gravena, 1996, in São Paulo; Amalin *et al.*, 2001 and Amalin *et al.*, 2002, both in Florida) as the main predators of the leafminer. Besides these, ants (including *Solenopsis invicta*), thrips, true bugs, coleopterans and mantodeans are mentioned as predators of the leafminer in Florida (Browning & Peña, 1995; Hoy & Nguyen, 1997, in Florida; Rao & Shivankar, 2002).

Studies related to predation of *P. citrella* are less frequent than those on parasitism. In spite of that, recent papers have emphasized the importance of generalist predators in the leafminer control. Michaud (2002), reviewing recent classical biological control programs in citrus notices that the action of generalist predators in initial stages of prey development ensures that only a small fraction of eggs and larvae reaches the pupal stage, when parasitism

rates are generally calculated. Thus, the combined action of predators and parasitoids may provide more effective control levels than the isolated action of one or another group. Actions that promote the occurrence of both parasitoids and predators should be prioritized.

Besides dead individuals due to parasitism and predation, several dead caterpillars were recorded, without, however, evidences of predation or presence of parasitoids. These individuals were classified as unknown dead caterpillars.

In the organic orchard, mortality due to unknown causes was first recorded in November, 2002 and registered for the last time in April, when attained the highest rate, 87.2% (Fig. 2 C). In February, a high rate of unknown mortality was also recorded (66.2%), which coincides with a small populational decline (Fig. 1). The mean rate of mortality for the period was 17.8%. The total percentage of dead caterpillars due to unknown causes was 43.5% during the period.

In the conventional orchard the unknown mortality occurred from November 2002 through June 2003 (Fig. 2 C). The highest rates were recorded in March (87.5%) and in April (88.9%), coinciding with the period when the population was relatively low, between two peaks (Fig. 1 and 2 C). The mean rate of unknown mortality for the period in the conventional orchard was 34.8%. The total proportion of dead caterpillars due to unknown causes was 62.8%.

The proportion of dead individuals due to unknown causes was higher in the conventional orchard ($\chi^2 = 160.183$; $df = 1$; $P < 0.01$). Initially, the recorded unknown mortality may be related to insecticides used in both orchards. The present study was not carried out aiming to evaluate the efficacy of these products, but some comments might be done.

Three applications of *Bacillus thuringiensis* insecticide (0.05% in the first and 0.1% in the other two applications) were made in the organic orchard. The first spraying was done

when no caterpillars were registered in the orchard (Sep 13th, 2002) (Table 1). In the other two applications, no effect of the insecticide could be observed for the leaf mining caterpillars, as the mortality rate after spraying remained equal or even lower than before them (Table 1). However, the action of *B. thuringiensis* 0.2%, applied in “Valencia” orange trees, in Pareci Novo, Rio Grande do Sul state, was observed by Moraes *et al.* (1999) seven and fourteen days after spraying, resulting in mortality rates of 67.4% and 36.3%, respectively. In the same way, Kfoury *et al.* (1999) registered 100% mortality three days after application of *B. thuringiensis* 0.05%, in experiments carried out on *C. sinensis* and *C. reticulata* orchards, in Lebanon.

Bacillus thuringiensis action could not be detected in the present study perhaps due to the fact that the period between the application and the samplings was very long. The insecticide may have lost its properties due to climatic factors or the product concentration was too low, so long-terms effect could not be verified.

In the conventional orchard, vertimec 0.03% was sprayed eight times (Table 1). The first two applications were done before the record of any caterpillar in the orchard. After third application unknown mortality was observed, however, in the sample before this application, no individuals were detected in the orchard. This mortality may be caused by the insecticide, but, because no counting of individuals was made in the orchard before application, it was not possible to verify the effect of this spraying.

The fourth spraying was made one day after a sample, which allowed to verify that fourteen days after the application the recorded mortality increased from 50.1% to 67.8%. These results are similar to those obtained by Moraes *et al.* (1999), who observed 68.8% of mortality, 14 days after spraying with 0.025% vertimec plus mineral oil, in “Valencia” orange orchards. The same authors found 100% of mortality in *P. citrella* seven days after spraying and Kfoury *et al.* (1999) verified 92% of mortality in *P. citrella* caterpillars on the sixth day after vertimec 0.05% spraying on *C. reticulata* and *C. sinensis* orchards, in Lebanon.

In the three subsequent samplings, it is not possible to conclude whether the registered unknown mortality rates after the sprayings had or not been affected by the insecticide, as dead individuals due to unknown causes were not counted immediately before applications, because of the fortnightly frequency of the samplings.

The effect of the last application could not be observed either, despite sampling being done only hours before spraying. It is not possible to determine if the unknown mortality rate observed fourteen days after spraying was result of the insecticide effect.

The difference observed between the orchards for the unknown mortality rates may be possibly attributed to the most intense use of insecticides in the conventional orchard, however, the results obtained related to this mortality allow to infer that several factors may be causing it, as the observed mortality may be not always attributed to the use of insecticides.

When environmental factors (Fig. 3 A e B) are analyzed (maximum, minimum and mean temperatures, rainfall and air relative humidity and leaf length), it was observed positive correlation between mortality rate, the maximum, medium and minimum temperatures and the leaf mean length, for the organic orchard, and between the maximum, minimum and medium temperatures, the mean leaf length and the rainfall, for the conventional one. Additionally, it was observed significant positive correlation between the mean leaf length and the maximum, minimum and medium temperatures, for the both orchards, and significant negative correlation between the mean leaf length and the rainfall exclusively in the conventional orchard.

When analyzed together, it was observed that the model which better explains the mortality rate observed in the organic orchard includes only the mean leaf length ($r^2 = 0.4592$; $F = 19.53$; $gl = 23$; $P = 0.0002$), and the relation between the two variables better described by the equation $Y = 0.02834 + 0.11753 X$ (where $Y =$ unknown mortality and $X =$ mean leaf length).

In the conventional orchard, the final model obtained also included only the mean leaf length ($r^2 = 0.7134$; $F = 57.25$; $gl = 23$; $P < 0.0001$), with the relation between both variables better described by the equation $Y = 0.00805 + 0.2147 X$ (where $Y =$ unknown mortality and $X =$ mean leaf length).

The mean leaf length variation is important for caterpillar mortality, as it expresses changes in leaf properties during its development. The *P. citrella* female oviposits its eggs exclusively on young leaves, and leafminers that act thus may be affected by the sclerotization of the veins through foliar development or by their change in the chemical composition, as the storage of secondary products of the plant (Hespenheide, 1991), or decrease in their water and nitrogen contents (Edwards & Wratten, 1981). The influence of environmental factors varies according to the region where the miner is found. As in the present study, Patel & Patel (2001), analyzing the dynamics of *P. citrella* in Middle Gujarat, India, observed a significant positive correlation with the minimum temperature. Katole *et al.* (1997), also in India, verified negative correlation between *P. citrella* populational size and high temperatures.

However, in the same country, Patel & Patel (2001) observed significant negative correlation between the populational fluctuation and evaporation, insolation and vapor pressure deficit, and significant positive correlation to rainfall, vapor pressure average and medium relative humidity, and Katole *et al.* (1997) verified negative correlation between *P. citrella* population size and the rainfall and number of rainy days, and no correlation with air relative humidity.

The differences between the results here presented, compared to those found in India, may be caused by climatic variations between the two regions. While in Rio Grande do Sul state there is an almost homogeneous rain distribution throughout the year, in India there is a dry and a rainy season, implicating in great variations on the indices of air relative humidity.

Another factor pointed as an important source of miner mortality is intraspecific competition, which may occur as cannibalism, when one caterpillar or larva kills its conspecifics, both occurring in the same mine or in different mines that intercross (competition by interference) (Faeth, 1990; Hespenheide, 1991; Auerbach *et al.*, 1995). Competition may exist also through consumption of the resources by one individual, preventing their access by others (competition by exploitation) (Hespenheide, 1991). Thus, survival is dependent, besides other factors, on the number of mines/leaf and on their distribution (Faeth, 1991; Hespenheide, 1991).

The results obtained in the present paper also indicated that at high densities the mortality tends to increase. For the organic orchard, a determinant coefficient (R^2) of 79.94% ($F = 47.8$; $df = 12$; $P = 0.0001$) was obtained, and for the conventional one, R^2 was 89.62% ($F = 172.638$; $df = 20$; $P < 0.0001$), suggesting that the number of dead caterpillars is highly related with the number of mines found in the leaves. According to Muray (1974), when *P. citrella* densities are too high, caterpillars might starve due to interruption of one mine by another, so caterpillars may not need to confront each other directly.

Based on these results, it was observed that several factors promote important levels of mortality in the population of *P. citrella*, under organic and conventional management systems. The action of predators, however, should be stressed, as, besides presenting effective consumption rates, they may act on early stages of the miner development, preventing the persistence of the damage, contrarily to the known parasitoids, which allow the development of the miner up to pupal stage.

The factors that cause unknown mortality should be more studied, in order to be enhanced by an appropriate management. Os fatores que causam a mortalidade sem causa definida devem ser mais bem conhecidos, para que através do manejo, os mesmos possam ser aumentados.

ACKNOWLEDGEMENTS

To Dr. Valmir A. Costa (Instituto Biológico de Campinas, São Paulo), who identified the parasitoids.

REFERENCES

- AMALIN, D. M., REISKIND, J., PEÑA, J. E. & MCSORLEY, R., 2001, Predatory behavior of three species of sac spiders attacking citrus leafminer. *J. Arachnol.*, 29: 72-81.
- AMALIN, D. M., PEÑA, J. E., DUNCAN, R. E., BROWNING, H. W. & MACSORLEY, R., 2002, Natural mortality factors acting on citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*, in lime orchards in South Florida. *BioControl*, 47: 327-347.
- ARGOV, Y. & RÖSSLER, Y., 1998, Rearing methods for the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton and its parasitoids in Israel. *Biol. Control*, 11: 18-21.
- AUERBACH, M. J., CONNOR, E. F. & MOPPER, S., 1995, Minor miners and major miners: population dynamics of leaf-mining insects, pp. 83-105. In: N. Cappuccino & P. W. Price, *Population dynamics*, 429p., Academic Press, London.
- AUERBACH, M. & SIMBERLOFF, D., 1989, Oviposition site preference and larval mortality in a leaf-mining moth. *Ecol. Entomol.*, 14: 131-140.
- BAUTISTA-MARTINEZ, N., CARRILLO-SANCHEZ, J. L., BRAVO-MOJICA, H. & KOCH, S. D., 1998, Natural parasitism of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) at Cuitlahuac, Veracruz, México. *Fla Entomol.*, 81: 30-37.
- BERMÚDEZ, E. C., BAUTISTA, M. N., GRAZIANO, J. V., BERNAL, H. C. A. & PANIAGUAB, A. H., 2004, *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) and its parasitoids in citrus in Ecuador. *Fla Entomol.*, 87: 10-17.
- BROWNING, H. & PEÑA, J. E., 1995, Biological control of the citrus leafminer by its native parasitoids and predators. *Citrus Ind.*, 76: 46-48.
- BROWN, M. W. & SCHMITT, J. J., 2001, Seasonal and diurnal dynamics of beneficial insect populations in apple orchards under different management intensity. *Environm. Entomol.*, 30: 415-424.
- CANCINO, E. R., BERNAL, C. M., BLANCO, M. C., CRESPO, J. R. M. & PEÑA, J. E., 2001, Himenopteros parasitoides de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) en Taumalipas y norte de Veracruz, México, con una clave para las especies. *Folia Entomol. Mex.*, 40: 83-89.
- CHAGAS, M. C. M., PARRA, J. R. P., NAMEKATA, T., HARTUNG, J. S. & YAMAMOTO, P. T., 2001, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) and its relationship with the citrus canker bacterium *Xanthomonas axonopodis* pv *citri* in Brazil. Itabuna. *Neotrop. Entomol.*, 30: 55-59.
- DOUMANDJI-MITICHE, B., CHAHBAR, N. & SAHARAQUI, L., 1999, 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). *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent.*, 64: 155-162.
- EDWARDS, O. R. & HOY, M. A., 1998, Biology of *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae), a parasitoid of the leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *Ann. Entomol. Soc. Br. Columbia*, 91: 654-660.

- EDWARDS, P. J. & WRATTEN, S. D., 1981, *Ecologia das interações entre insetos e plantas*. EDUSP, São Paulo, 71p.
- FAETH, S. H., 1985, Host leaf selection by leaf miners: interactions among three trophic levels. *Ecology* 66: 870-875.
- FAETH, S. H., 1990, Aggregation of a leafminer, *Cameraria* sp. nov. (Davis): consequences and causes. *J. Anim. Ecol.*, 50: 569-586.
- FAETH, S. H., 1991, Effect of oak leaf size on abundance, dispersion and survival of the leafminer *Cameraria* sp. (Lepidoptera: Gracillariidae). *Environm. Entomol.*, 20: 196-204.
- GARCIA, F. R. M., CARABAGIALLE, M. C., SÁ, L. A. N. & CAMPOS, J. V., 2001, Parasitismo natural de *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera, Gracillariidae, Phyllocnistinae) no oeste de Santa Catarina. *Ver. Bras. Entomol.*, 45: 139-143.
- GARIJO, C. & GARCÍA, E. J., 1994, *Phyllocnistis citrella* (Stainton, 1856) (Insecta: Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistinae) en los cultivos de cítricos de Andalucía (Sur España): Biología, ecología y control de la plaga. *Bol. San. Veg. Plagas*, 20: 815-826.
- GRAVENA, S., 1996, Lagarta minadora dos citros no Brasil. *Laranja*, 17: 286-288.
- HESPENHEIDE, H. A., 1991, Bionomics of leaf-mining insects. *Annu. Rev. Entomol.*, 36: 535-560.
- HOY, M. A. & NGUYEN, R., 1997, Classical biological control of the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae): theory, practice, art and science. *Trop. Lepid.*, 8: 1-19.
- KATOLE, S. R., UGHADE, R. G., INGLE, H. V. & SATPUTE, U. S., 1997, Effect of weather parameters on the incidence of citrus leafminer (*Phyllocnistis citrella* Stainton). *PRV Res. J.*, 21: 252-253.
- KFOURY, L., HADDAD, N. & JABBOUR, S., 1999, Chemical control of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) in Lebanon. *Int. Pest. Control*, 182-184.
- LEGASPI, J. C., FRENCH, J. V., SHAUFF, M. E. & WOOLEY, J. B., 1999, The citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in south Texas: incidence and parasitism. *Fla Entomol.*, 82: 305-316.
- LEGASPI, J. C., FRENCH, J. V., ZUÑIGA, A. G. & LEGASPI-JR, B. C., 2001, Population dynamics of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae), and its natural enemies in Texas and Mexico. *Biol. Control*, 21:84-90.
- MICHAUD, J. P., 2002, Classical biological control: a critical review of recent programs against citrus pests in Florida. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 94: 531-540.
- MONTES, S. M. N. M., BOLIANI, A. C., PAPA, G., CERÁVOLO, L. C., ROSSI, A. C. & NAMEKATA, T., 2001, Ocorrência de parasitóides da larva minadora dos citros, *Phyllocnistis citrella* Stainton, no município de Presidente Prudente, SP. *Arq. Inst. Biol.*, 68: 63-66.

- MOPPER, S., FAETH, S. H., BOECKLEN, W. J. & SIMBERLOFF, D. S., 1984, Host-specific variation in leaf miner population dynamics: effects on density, natural enemies and behaviour of *Stilbosis quadricustatella* (Lepidoptera: Cosmopterigidae). *Ecol. Entomol.*, 9: 169-177.
- MORAES, L. A. H., SOUZA, E. L. S., BECKER, R. F. P. & BRAUN, J., 1999, Controle químico do minador-das-folhas os citros *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856. *Pesq. Agrop. Gaúcha*, 5: 19-22.
- MURAY, M., 1974, Studies on the interference among larvae of the citrus leaf miner, *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Phyllocnistidae). *Res. Pop. Ecol.*, 16: 80-111.
- NOGUEIRA de SÁ, L. A. N., COSTA, V. A., OLIVEIRA, W. P. & ALMEIDA, G. R., 2000, Parasitoids of *Phyllocnistis citrella* in Jaguariúna, state of São Paulo, Brazil, before and after the introduction of *Ageniaspis citricola*. *Sci. Agric.*, 57: 799-801.
- PAIVA, P. E. B., GRAVENA, S. & AMORIM, L. C. S. A., 2000, Introdução do parasitóide *Ageniaspis citricola* Logvinovskaia para controle biológico da minadora das folhas dos citros *Phyllocnistis citrella* Stainton no Brasil. *Laranja*, 21: 289-294.
- PATEL, G. P. & PATEL, J. R., 2001, Population dynamics of *Phyllocnistis citrella* on citrus in Middle Gujarat. *Indian. J. Ent.*, 63: 41-48.
- PEÑA, J. E., DUNCAN, R. & BROWNING, H., 1996, Seasonal abundance of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) and its parasitoids in South Florida citrus. *Environ. Ent.*, 25: 698-702.
- PEÑA, J. E. & SCHAFFER, B., 1997, Intraplant distribution and sampling of the citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) on lime. *J. Econ. Entomol.*, 90: 458-464.
- PENTEADO-DIAS, A. M., GRAVENA, S., PAIVA, P. E. B. & PINTO, R. A., 1997, Parasitóides de *Phyllocnistis citrella* (Stainton) (Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistinae) no estado de São Paulo. *Laranja*, 18: 79-84.
- POMERINKE, M. A. & STANSLY, P. A., 1998, Establishment of *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae) for biological control of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Florida. *Fla Entomol.*, 81: 361-372.
- POTTER, D. A., 1985, Population regulation of the native holly leafminer, *Phytomyza ilicicola* Loew (Diptera: Agromyzidae), on american holly. *Oecologia*, 66: 499-505.
- RAO, C. N. & SHIVANKAR V. J., 2002, Incidence of citrus leaf miner (*Phyllocnistis citrella*) and its natural enemies in central India. *Indian J. Agr. Sci.*, 72: 625-627.
- SIMBERLOFF, D. & STILING, P., 1987, Larval dispersion and survivorship in a leaf-mining moth. *Ecology*, 68: 1647-1657.
- URBANEJA, A., LLÁCER, E., TOMÁS, O., GARRIDO, A. & JACAS, J. A., 2000, Indigenous natural enemies associated with *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Eastern Spain. *Biol. Control*, 18: 199-207.

WILLINK, E., SALAS, H. & COSTILLA, M. A., 1996, El minador de la hoja de los cítricos, *Phyllocnistis citrella* en el NOA. *Avance Agroind.*, 16: 15-20.

VENKATESWARLU, C. H. & RAMAPANDU, S., 1992, Relationship between incidence of canker and leafminer in acis lime and sathgudi sweet orange. *Indian Phytopath.*, 45: 227-228.

LEGENDS TO THE FIGURES

Fig. 1 - Mean number of live *Phyllocnistis citrella* caterpillars in *Citrus sinensis* var. Valencia orchards, under organic and conventional management systems, June 2002 to July 2003, Montenegro, (29° 68'S e 51° 46'W), RS, Brazil.

Fig. 2 - Percentage of parasitism in pre-pupae and pupae (A) and percentage of predation (B) and unknown mortality (C), in caterpillars and pupae of *Phyllocnistis citrella*, in *Citrus sinensis* var. Valencia, under organic and conventional management systems, June 2002 to July 2003, Montenegro, (29° 68'S e 51° 46'W), RS, Brazil.

Fig. 3 - Maximum, mean and minimum temperatures (A); mean rainfall and mean relative humidity (B) in *Citrus sinensis* var. Valencia, June 2002 to July 2003, Montenegro, (29° 68'S e 51° 46'W), RS, Brazil.

FIGURES

Fig. 1

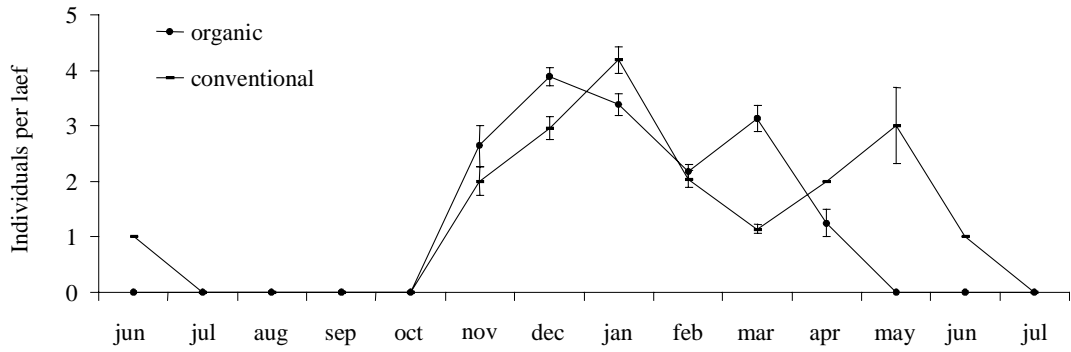
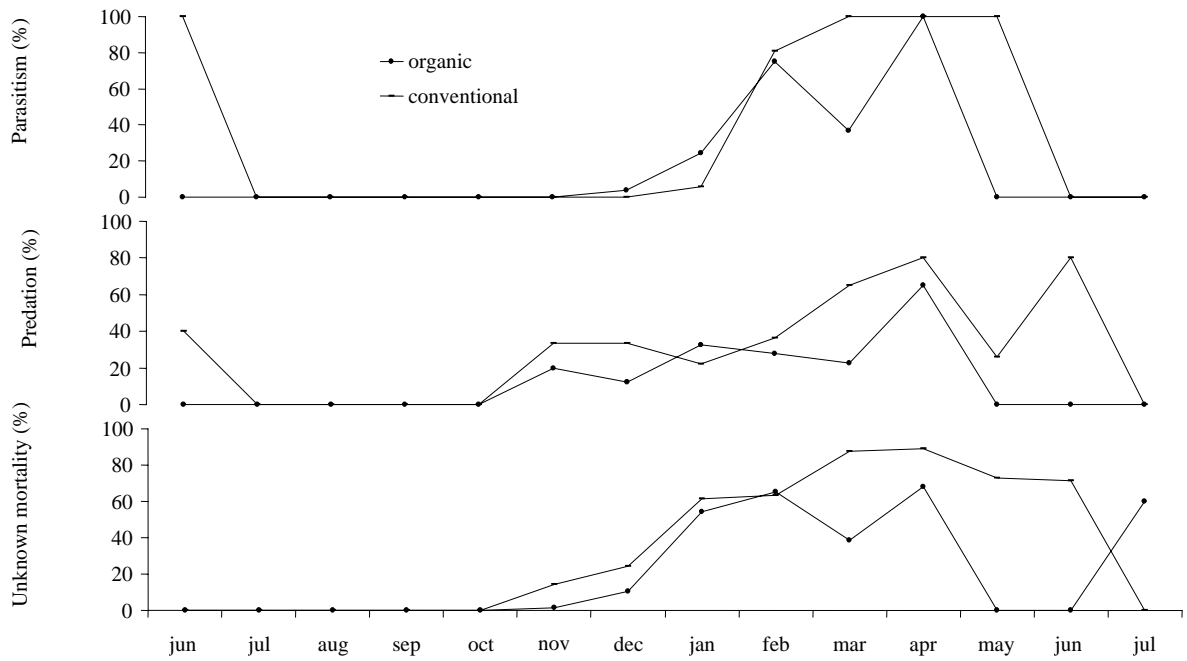
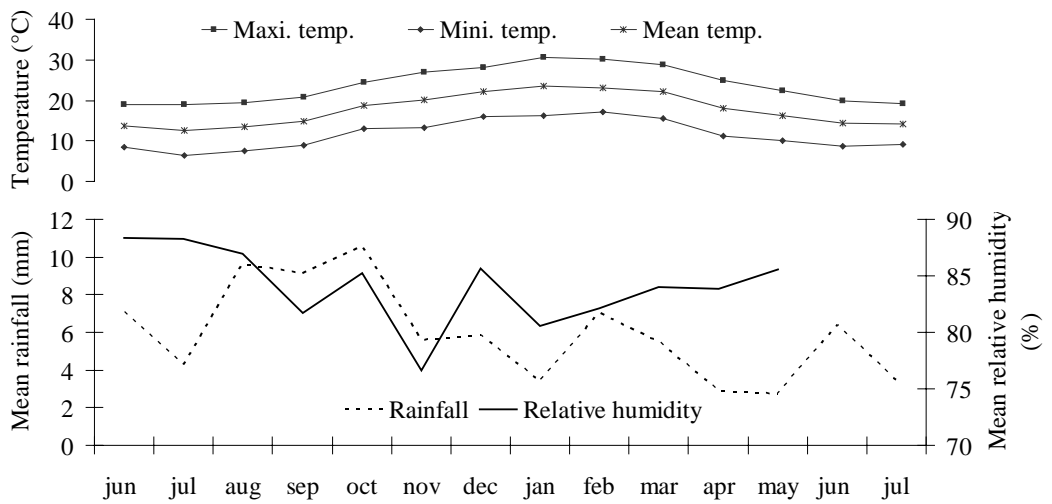


Fig. 2



A

Fig. 3



A

B

TABLES

Table 1. Spray dates of *Bacillus thuringiensis* and vertimec insecticides, samplings respectively before and after sprayings, and former and later mortality rates recorded in organic and conventional orchards, June 2002 to July 2003, Montenegro, (29° 68'S e 51° 46'W), RS Brazil.

	Before sample	% mortality before	Application	After sample	% mortality after
ORGANIC	09.02.2002	0	13/09/02	16/09/02	0
	01.06.2003	56.2	07/01/03	21/01/03	54
	02.17.2003	45.7	21/02/03	28/02/03	56.7
CONVENTIONAL	09.02.2002	0	05/09/02	16/09/02	0
	10.28.2002	0	31/10/02	11/11/02	0
	11.11.2002	0	22/11/02	25/11/02	14.3
	01.06.2003	50.1	07/01/03	21/01/03	67.8
	01.21.2003	67.8	30/01/03	03/02/03	70.5
	02.17.2003	100.0	21/02/03	28/02/03	55.6
	02.28.2003	55.6	13/03/03	17/03/03	98.9
04.14.2003	89.7	14/04/03	28/04/03	86.7	

Table 2. Correlation (r) coefficients for climatic factors (minimum, mean and maximum temperatures, rainfall and air relative humidity), mean leaf length and unknown mortality rates in organic and conventional orchards, June 2002 to July 2003, Montenegro, (29° 68'S e 51° 46'W), RS, Brazil. (Significance = 0,05)

	Unknown Mortality	Maximum Temp.	Minimum Temp.	Mean Temp	Rainfall	Air relative humidity	Leaf length	
Unknown Mortality		0,5547 (P=0,0033)	0,4699 (P=0,0154)	0,4901 (P=0,0110)	-0,4113 (P=0,0368)	-0,0905 (P=0,6600)	0,8486 (P<0,01)	C
Maximum Temp.	0,5698 (P=0,0024)		0,9516 (P<0,01)	-0,1707 (P=0,4045)	-0,1686 (P=0,4102)	-0,3803 (P=0,0552)	0,6062 (P=0,0010)	N
Minimum Temp.	0,4549 (P=0,0195)	0,9516 (P<0,01)		0,9797 (P<0,01)	0,0117 (P=0,9548)	-0,1707 (P=0,4045)	0,4793 (P=0,0132)	E
Mean Temp	0,5255 (P=0,0058)	-0,1707 (P=0,4045)	0,9797 (P<0,01)		-0,0749 (P=0,7162)	-0,2974 (P=0,1400)	0,5333 (P=0,0050)	T
Rainfall	-0,3592 (P=0,0714)	-0,1686 (P=0,4102)	0,0117 (P=0,9548)	-0,0749 (P=0,7162)		0,3155 (P=0,1163)	-0,5517 (P=0,0035)	O
Air relative humidity	-0,3266 (P=0,1033)	-0,3803 (P=0,0552)	-0,1707 (P=0,4045)	-0,2974 (P=0,1400)	0,3155 (P=0,1163)		-0,2146 (P=0,2923)	N
Leaf length	0,6853 (P=0,0001)	0,6570 (P=0,0003)	0,5725 (P=0,0022)	0,657 (P=0,0006)	-0,3491 (P=0,0803)	-0,2516 (P=0,2150)		A
ORGANIC								L

**6. ARTIGO III: Distribuição das fases imaturas de *Phyllocnistis citrella* Stainton
(Lepidoptera: Gracillariidae) nos brotos e nas folhas de laranjeiras Valência mantidas
sob dois sistemas de cultivo ***

* Conforme normas da *Iheringia, Série Zoologia* (Anexo 3)

Distribuição das fases imaturas de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) nos brotos e nas folhas de laranjeiras Valência mantidas sob dois sistemas de cultivo

Caroline Greve¹ & Luiza Rodrigues Redaelli^{1,2,3}

¹PPG Biologia Animal, Depto de Zoologia, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500, 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil.

²Depto de Fitossanidade, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 7712, 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil.

³Bolsista CNPq

ABSTRACT. Distribution of immatures stages of *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae) on shoots and leaves of Valencia orange trees, under two management systems. The distribution of eggs and immatures of *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 was studied on the levels of leaves and shoots of *Citrus sinensis* L. Osbeck var. Valencia plants, in Montenegro county (29° 68'S e 51° 46'W), Rio Grande do Sul State, Brazil. The presence of *P. citrella* eggs, caterpillars and pupae (live and dead) was recorded according to the surface (abaxial and adaxial) and the third (proximal, median and distal) of the leaf in which they occurred. Leaves were classified and numbered according to their position relative to shoot apex, as well as to measurements of their greater length. Eggs and caterpillars (including pupae) presented aggregated distribution at the leaf and shoot levels. The mean length of the leaves in which pupae occurred tended to be larger than the mean length of the leaves where caterpillars occurred. These were recorded in leaves with greater median length than those which contained eggs. Oviposition was more frequent on the median

third of the leaves, in both surfaces, whereas caterpillars and pupae occurred more frequently on median and proximal thirds. Oviposition was slightly more frequent on the abaxial surface; however, the proportion of pupae and caterpillars was consistently higher on this surface, thus suggesting the action of some mortality factor on adaxial surface.

KEYWORDS: citrus leafminer, distribution.

INTRODUÇÃO

Insetos minadores geralmente possuem distribuição não aleatória entre as folhas de uma mesma árvore (SHIBATA *et al.*, 2001), o que pode ser decorrente de fatores como preferência por locais de oviposição e/ou especialização na utilização de determinados órgãos da planta, característica comum entre espécies com tal hábito (BERNAYS & CHAPMAN, 1994).

Dentro do seu espectro de distribuição, as populações de minadores apresentam variações de densidade, que são determinadas por fatores como tamanho da folha, interações interespecíficas, que podem ser potencializadas ou não pela interação do minador com a planta (voláteis liberados pela planta atacada pelo herbívoro, podem atrair inimigos naturais, por exemplo), e interações intraespecíficas, como interferência larval, por exemplo (AUERBACH *et al.*, 1995; SHIBATA *et al.*, 2001). Segundo FAETH (1991), a sobrevivência larval é dependente de como as larvas estão distribuídas entre os ramos e dentro das folhas.

Assim, informações sobre a distribuição de insetos na planta são essenciais para o desenvolvimento de métodos de amostragem eficientes (PEÑA & SCHAFFER, 1997), bem como fornecem dados importantes para o conhecimento de sua biologia e ecologia.

Phyllocnistis citrella Stainton, 1856 (Lepidopera: Gracillariidae) é um microlepidóptero de hábito minador que tem por hospedeiros principalmente *Citrus* spp., mas que também ocorre em outras espécies de Rutaceae e em plantas de Oleaceae, Loranthaceae,

Leguminosae e Lauraceae (WILLINK *et al.*, 1996; CÔNSOLI *et al.*, 1996). As fêmeas depositam os ovos nas brotações das plantas, e assim que eclodem, as lagartas penetram na folha e passam a se alimentar do conteúdo celular do tecido epidérmico (GARIJO & GARCIA, 1994; WILLINK *et al.*, 1996). A lagarta apresenta quatro ínstares, sendo que o último não se alimenta e constrói a câmara pupal, produzindo fio de seda com o qual enrola uma pequena porção da borda da folha (GARIJO & Garcia, 1994; WILLINK *et al.*, 1996). A pupa permanece na porção enrolada da folha até a emergência do adulto.

O gênero *Citrus* possui uma grande diversidade de espécies e variedades, cada qual com características particulares. Além disso, diversos métodos de cultivo destas plantas são utilizados, o que acarreta em variações adicionais, tanto no que se refere aos padrões fenológicos observados, quanto à composição e ao tamanho das folhas. Devido à íntima relação dos minadores com a planta hospedeira, alterações das características da planta podem produzir padrões de distribuição diferentes destes insetos, aspectos que são desconhecidos para *Citrus sinensis* var. Valência, em pomares cultivados no Rio Grande do Sul.

Deste modo, este trabalho teve por objetivo observar a distribuição das fases imaturas de *P. citrella* em brotos de *Citrus sinensis* L. Osbeck var. Valência, em dois pomares conduzidos sob sistemas de cultivo diferentes.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado entre 10 de junho de 2002 e 28 de julho de 2003, em dois pomares de *Citrus sinensis* L. Osbeck var. Valência, localizados no município de Montenegro (29° 68'S e 51° 46'W), Rio Grande do Sul, Brasil. Os pomares foram estabelecidos em agosto de 2001, contando cada um com 147 plantas.

Um dos pomares recebe manejo convencional, o que inclui aplicação de inseticida vertimec, herbicida glifosato e adubação nitrogenada. O outro pomar tem manejo orgânico, utilizando biofertilizante fornecido pela ECOCITRUS (Cooperativa de Citricultores

Ecológicos do Vale do Caí), aplicação de caldas bordalesa e sulfocálcica e de inseticida a base de *Bacillus thuringiensis*.

Foram realizadas amostragens quinzenais, em que eram vistoriadas 27 plantas, previamente sorteadas, em cada pomar. De cada planta, sempre que presente, era coletado o broto (ramo com crescimento mais recente e com coloração mais clara, distinguível do resto das folhas) com inserção mais apical (o que foi possível de distinguir devido à altura das plantas situar-se em torno de 1,5 metro).

Em laboratório, procedia-se análise dos brotos, registrando-se a presença de ovos, lagartas e pupas de *P. citrella* nas folhas de acordo com a face (abaxial e adaxial) e o terço (proximal, mediano e distal, ao longo da nervura principal) da folha em que ocorriam. Era feito registro também da quantidade de lagartas e pupas mortas. As folhas que continham ovos, lagartas e/ou pupas foram classificadas e numeradas quanto a sua posição relativa a partir do ápice do broto (PENÃ & SCHAFFER, 1997), bem como foram tomadas medidas em seu maior comprimento.

O ajuste da distribuição de ovos e lagartas (incluindo pupas) nos níveis de broto (número médio de folhas com ovos e lagartas por broto) e folhas (número médio de ovos e lagartas por folha) foi testado para a distribuição de Poisson. Para tal, utilizou-se o aplicativo Ecological Methodology (KREBS, 2000).

A dispersão foi avaliada através da Lei da Potência de Taylor que expressa a relação entre a variância (s^2) e a média (\bar{X}). Realizou-se a regressão linear entre as médias e as variâncias das séries de dados transformadas para $\log(\bar{X} + 1)$ e $\log(s^2 + 1)$ respectivamente. Obteve-se, desta forma, o valor de b (índice de agregação) da reta $\log y = bx + \log a$, o qual descreve uma graduação contínua de distribuições (ELLIOTT, 1983).

RESULTADOS

Em ambos os pomares, lagartas e ovos de *P. citrella* evidenciaram padrão de distribuição agregado na maioria das ocasiões de amostragem (tab. I) tanto no nível de brotos quanto no de folhas, ou seja, alguns brotos foram mais atacados que outros, e, algumas folhas destes brotos abrigaram um maior número de indivíduos. Apenas no pomar convencional é que se constatou uma maior proporção de ocasiões nas quais a distribuição de ovos entre os brotos foi aleatória (tab. I).

A análise através da Lei de Potência de Taylor para o pomar orgânico resultou em índices de agregação (*b*) significativamente maiores que 1 e coeficientes de determinação altos em todos os níveis de distribuição analisados para lagartas e ovos, evidenciando distribuição agregada para todo o período (tab. II). O mesmo foi observado no pomar convencional.

No pomar orgânico, 80% dos ovos foram encontrados em folhas das posições 1 a 12, com comprimento médio de $1,5 \pm 0,9$ cm e moda 1,5 cm (fig. 1).

A proporção de ovos depositados na face abaxial foi um pouco maior que a proporção depositada na adaxial: 60% (fig. 1). Tanto na face abaxial quanto na adaxial, a maior parte dos ovos foi depositada no terço mediano: 54% e 58%, respectivamente (fig. 2).

No pomar convencional 82% dos ovos encontravam-se da folha 1 a 12, com comprimento médio de $1,75 \pm 0,95$ cm e moda 1,5 cm (fig. 3).

Sessenta por cento dos ovos estavam depositados na face abaxial, sendo que 53% destes, no terço mediano da folha (fig. 4). Na face adaxial 58% dos ovos também estavam localizados no terço mediano (fig. 4).

Oitenta e seis por cento das lagartas registradas, no pomar orgânico, da 1ª a 15ª folha, cujo comprimento médio era de $2,5 \pm 1,3$ cm e moda 1,5 cm (fig. 5).

Na face abaxial foram registradas 74% do total das lagartas. Destas, 38% se encontravam no terço mediano e 45% no terço proximal (fig. 6). Na face adaxial, a maioria das lagartas (46%) ocorreu no terço mediano da folha (fig. 6).

No pomar convencional 85% das lagartas foram registradas da 6ª à 20ª folha, cujo comprimento médio foi de $3,19 \pm 1,4$ cm e moda 2,5 cm. Do total de lagartas, 74% encontravam-se na face abaxial, das quais, 41% no terço mediano e 44% no terço proximal (fig. 8). Na face adaxial 45% foram registradas no terço mediano e 34% no terço proximal (fig. 8).

A maioria das pupas no pomar orgânico (83%) foi registrada da 3ª à 14ª folha, cujo comprimento médio era de $4,9 \pm 1,7$ cm e moda 4,5 cm (fig. 9).

Na face abaxial foram encontradas 77% das pupas, das quais 43% ocorreram no terço mediano e 36% no terço proximal, seguindo a tendência de distribuição observada na fase larval (fig. 10). Na face adaxial 42% das pupas foram observadas no terço mediano (fig. 10).

Oitenta e sete por cento das pupas no pomar convencional foram registradas em folhas 3 a 17, com comprimento médio de $4,3 \pm 1,6$ cm e moda 4 cm (fig. 11). A maior parte, 84%, ocorreu na face abaxial, das quais 46% encontravam-se no terço proximal (fig. 12). Na face adaxial, 57% das pupas ocorreram no terço mediano (fig. 12).

DISCUSSÃO

A distribuição agregada de ovos nas folhas deve-se ao fato da oviposição de *P. citrella* ocorrer apenas nas folhas mais jovens das brotações, conforme relatado por GARIJO & GARCIA, 1994; WILLINK *et al.*, 1996; PEÑA & SCHAFFER, 1997. No entanto, parece haver também uma escolha dentre estas folhas, já que o padrão de distribuição entre brotos também foi agregado. Diversos fatores podem influenciar a escolha da folha pela fêmea para oviposição, como a posição da folha no dossel (folhas mais próximas da periferia têm maior

chance de ser minadas), a incidência do sol na folha (quanto maior a incidência, maior a probabilidade de abscisão e maior o risco de morte das lagartas por dessecação), a presença de dano por outros herbívoros (folhas sem dano tendem a ter mais minas do que folhas com dano por outros herbívoros) e a distribuição assimétrica de compostos secundários entre as folhas, aspectos apontados por SIMBERLOFF & STILING (1987), FAETH (1990) e HESPENHEIDE (1991). Outro fator que pode acarretar em agregação é a falta de sincronia entre os eventos de brotação e a emergência dos adultos: se no momento em que deveria ocorrer a oviposição existe pouca disponibilidade de recursos, os ovos acabam dispostos de forma agregada.

A distribuição agregada das lagartas é causada pelo padrão de distribuição agregado dos ovos. A deposição agregada dos ovos, a qual favorece a incidência de fontes de mortalidade dependentes da densidade, como a abscisão foliar (diretamente relacionada a intensidade do ataque às folhas) e a competição intraespecífica, pode ser explicada pela incapacidade das fêmeas de detectarem a presença de outros ovos nas folhas (FAETH, 1990), ou pelo fato de que os benefícios acumulados pela oviposição em determinadas folhas superam os efeitos do incremento da mortalidade (AUERBACH & SIMBERLOFF, 1989).

RAO *et al.* (2002), analisando a distribuição de *P. citrella* em Meghalaya, na Índia, observaram que a infestação do minador em densidades baixas, segue a distribuição contagiosa e em altas, a distribuição de Poisson. Provavelmente isto ocorra porque quando os níveis populacionais tornam-se muito elevados, o recurso (folhas) deva ser utilizado totalmente, não havendo possibilidade de escolha pelos melhores locais para oviposição, por exemplo. Comparando estes resultados com os obtidos pelo presente trabalho, pode-se inferir que os níveis populacionais de *P. citrella* nos pomares orgânico e convencional não foram suficientemente altos para que o recurso fosse utilizado de maneira mais homogênea, o que resultaria em uma distribuição aleatória.

A partir dos resultados obtidos não se pôde verificar diferença entre os dois pomares no que diz respeito ao padrão de distribuição dos estágios imaturos de *P. citrella* nas folhas e nos brotos.

Os resultados mostraram uma grande sobreposição na distribuição de ovos, lagartas e pupas quanto à posição das folhas nos brotos. Em relação ao comprimento das folhas, percebe-se uma tendência de que ovos ocorram em folhas de comprimento menor que lagartas e estas por sua vez, em folhas menores do que pupas. Isto ocorre devido ao crescimento natural das brotações. Assim, conclui-se que, em laranja Valência, o comprimento das folhas é um fator mais informativo sobre a distribuição das fases imaturas do que a posição da folha no broto, fator que deve ser considerado prioritariamente em programas de amostragem.

PEÑA & SCHAFFER (1997), analisando a distribuição intraplanta de *P. citrella* em limão, verificaram que as três primeiras folhas do broto concentram a maioria dos ovos e das lagartas pequenas. Através da comparação entre os resultados destes autores e os do presente trabalho, confirma-se a importância de estudos da distribuição do minador nas diversas variedades de citros, já que estas apresentam fenologia e desenvolvimento diferentes, o que pode resultar em padrões de distribuição também diversos.

Em ambos pomares, a oviposição foi pouco maior na face abaxial, diferença ocasionada pela oviposição quase exclusiva nesta face em folhas com comprimentos entre 0,1 e 1,3 cm. Isto é explicado pelo fato de que nas folhas menores, a face adaxial não se encontrar exposta, impedindo a oviposição aí. Resultados semelhantes foram encontrados por VIVAS & LÓPEZ (1995), quando analisaram a distribuição de *P. citrella* em folhas de três variedades de citros (Navel, Fortune e Clementina). Registraram oviposição principalmente na face abaxial em folhas com menos de 5 mm de comprimento nas variedades Navel e Fortune, e nas folhas com menos de 10 mm na variedade Clementina. Já nas folhas com mais de 45 mm de comprimento em Navel, 25 mm em Fortune e 30 mm em Clementina, houve preferência por

oviposição na face adaxial. Os autores concluíram que *P. citrella* elege o substrato de oviposição a partir de uma dimensão determinada de folha, realizando a postura indistintamente nas faces abaxial e adaxial. Da mesma forma, no presente estudo verificou-se que a oviposição foi pouco maior na face abaxial nas folhas em que apenas esta face está exposta, ou seja, folhas muito pequenas. Em folhas maiores, esta diferença não foi observada, o que leva a concluir que não existe preferência de oviposição quanto à face da folha.

A proporção de lagartas e de pupas registradas na face abaxial foi maior do que a proporção de ovos constatados na mesma face, provavelmente devido aos maiores valores verificados, na face adaxial, para a mortalidade sem causas definidas. No pomar orgânico, 58% das lagartas encontradas na face adaxial estavam mortas, sem que a causa pudesse ser definida, enquanto que na face abaxial, esta proporção foi de 34%. Também no convencional houve maior mortalidade sem causa definida na face adaxial: 75%. A proporção de mortas na face abaxial nas folhas do pomar convencional foi de 55%. Quanto a outros fatores de mortalidade, como predação e parasitismo, não se pôde observar diferença de ocorrência entre as faces. VIVAS & LÓPEZ (1995) observaram que ao longo do desenvolvimento de *P. citrella*, ocorre diminuição do número de indivíduos na face adaxial, e atribuíram este fato a incidência de luz solar, que pode produzir maior evaporação e elevação da temperatura. FAETH (1991) também verificou que as densidades de *Cameraria* sp. Chapman, 1902 (Lepidoptera: Gracillariidae), minando folhas de carvalho (*Quercus emoryi* Torr.) foram maiores em regiões sombreadas da planta. De fato, a temperatura da superfície de uma folha exposta ao sol pode ser vários graus maior do que a do ar circundante (EDWARDS & WRATTEN, 1981). Além disso, insetos que se alimentam dos brotos das plantas são expostos a extremos tanto de temperatura quanto de umidade, e submetidos diretamente à ação do vento e da chuva (EDWARDS & WRATTEN, 1981). A maior sobrevivência do minador na face abaxial pode então ser explicada

pelo fato de que aí os indivíduos encontram um ambiente mais constante e favorável ao seu desenvolvimento, do que na face adaxial.

Em relação à distribuição dos indivíduos entre as regiões distal, mediana e proximal da superfície da folha, era de se esperar que uma maior proporção de ovos fosse depositada no terço mediano, já que esta é a parte mais ampla de folha. Da mesma forma, a tendência ao deslocamento das lagartas do terço mediano em direção ao terço proximal é explicada pelo mesmo fator: o terço proximal é mais amplo que o distal, representando uma maior fonte de recurso alimentar. Provavelmente isto ocorreu porque a porção proximal da folha é mais ampla em relação à parte distal, fornecendo maior quantidade de recurso. FAETH (1990) também observou que as lagartas de *Cameraria* sp. nov. ocorreram preferencialmente na porção proximal da folha.

Por fim, destaca-se a importância da definição dos fatores que determinam a deposição agregada dos ovos. Seja por escolha da fêmea ou por fator ambiental, como a fenologia das plantas, a deposição agregada dos ovos faz com que o dano não seja uniformemente distribuído. Conhecendo-se os fatores que determinam esta distribuição, poder-se-á direcionar as medidas de controle, tornando-o mais efetivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUERBACH, M. J.; CONNOR, E. F.; MOPPER, S. 1995. Minor miners and major miners: population dynamics of leaf-mining insects. *In*: CAPPUCCINO, N.; PRICE, P. W. eds. **Population dynamics**. London, Academic Press, p.83-105
- AUERBACH, M. & SIMBERLOFF, D. 1989. Oviposition site preference and larval mortality in a leaf-mining moth. **Ecological Entomology**, London, **14**:131-140.
- BERNAYS, E. A. & CHAPMAN, R. F. 1994. **Host-plant selection by phytophagus insects**. Chapman & Hall, London, 312p.
- CÔNSOLI, F. L.; ZUCCHI, R. A. & LOPES, J. R. S. 1996. *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistinae) - A lagarta minadora dos citros. FEALQ, Piracicaba, 39p.
- EDWARDS, P. J. & WRATTEN, S. D. 1981. **Ecologia das interações entre insetos e plantas**. São Paulo, EDUSP, v. 27, 71p.
- ELLIOTT, J. M. 1983. **Some methods for the statistical analysis of sampling of benthic invertebrates**. Cumbria, Freshwater Biological Association, 176 p.
- FAETH, S. H. 1990. Aggregation of a leafminer, *Cameraria* sp. nov. (Davis): consequences and causes. **Journal of Animal Ecology**, London, **50**:569-586.
- FAETH, S. H. 1991. Effect of oak leaf size on abundance, dispersion, and survival of the leaf miner *Cameraria* sp. (Lepidoptera: Gracillariidae). **Environmental Entomology**, Lanham, **20**(1):196-204.
- GARIJO, C. & GARCÍA, E. J. 1994. *Phyllocnistis citrella* (Stainton, 1856) (Insecta: Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistinae) en los cultivos de cítricos de Andalucía (Sur España): Biología, ecología y control de la plaga. **Boletín de Sanidad Vegetal - Plagas**, Madrid, **20**(4):815-826.
- HESPENHEIDE, H. A. 1991. Bionomics of leaf-mining insects. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, **36**:535-560.
- KREBS, C. J. 2000. *Programs for Ecological Methodology*, 2nd ed.
- PEÑA, J. E. & SCHAFFER, B. 1997. Intraplant distribution and sampling of the citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) on lime. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, **90**(2):458-464.
- POTTER, D. A. 1985. Population regulation of the native holly leafminer, *Phytomyza ilicicola* Loew (Diptera: Agromyzidae), on american holly. **Oecologia**, **66**:499-505.
- RAO, R. K.; PATHAK, K. A. & SHYLESHA, S. A. 2002. Spatio-temporal changes in the infestation of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton in Meghalaya. **Entomon**, Kariavattom, **27**(2):169-178.
- SHIBATA, S.; ISHIDA, T. A.; SOEYA, F.; MORINO, N.; YOSHIDA, K., SATO, H. & KIMURA, M.T. 2001. Within-tree variation in density and survival of leafminers on oak *Quercus dentata*. **Ecological Research**, Higashi-Hiroshima, **16**:135-143.

- SIMBERLOFF, D. & STILING, P. 1987. Larval dispersion and survivorship in a leaf-mining moth. **Ecology**, Washington, **68**(6):1647-1657.
- VIVAS, A. G. & LOPÉZ, I. G. 1995. Distribución de fases inmaduras de *Phyllocnistis citrella* Stainton, según el tamaño de la hoja. **Boletín de Sanidad Vegetal - Plagas**, Madrid, **21**:559-571.
- WILLINK, E.; SALAS, H. & COSTILLA, M. A. 1996. El minador de la hoja de los cítricos, *Phyllocnistis citrella* en el NOA. **Avance Agroindustrial**, Tucúman, **16**(65):15-20.

Legendas das figuras

Figs 1-4. Distribuição de ovos de *Phyllocnistis citrella* em folhas de *Citrus sinensis* var. Valência: 1, posição relativa dos ovos no broto e proporção dos mesmos em cada face da folha, no pomar orgânico; 2, distribuição dos ovos nos terços distal, mediano e proximal nas faces abaxial e adaxial das folhas no pomar orgânico; 3, posição relativa dos ovos no broto e proporção dos mesmos em cada face da folha, no pomar convencional; 4, distribuição dos ovos nos terços distal, mediano e proximal nas faces abaxial e adaxial das folhas no pomar convencional.

Fig. 5-8. Distribuição de lagartas de *Phyllocnistis citrella* em folhas de *Citrus sinensis* var. Valência: 5, posição relativa das lagartas no broto e proporção das mesmas em cada face da folha, no pomar orgânico; 6, distribuição das lagartas nos terços distal, mediano e proximal nas faces abaxial e adaxial das folhas no pomar orgânico; 7, posição relativa das lagartas no broto e proporção das mesmas em cada face da folha, no pomar convencional; 8, distribuição das lagartas nos terços distal, mediano e proximal nas faces abaxial e adaxial das folhas no pomar convencional.

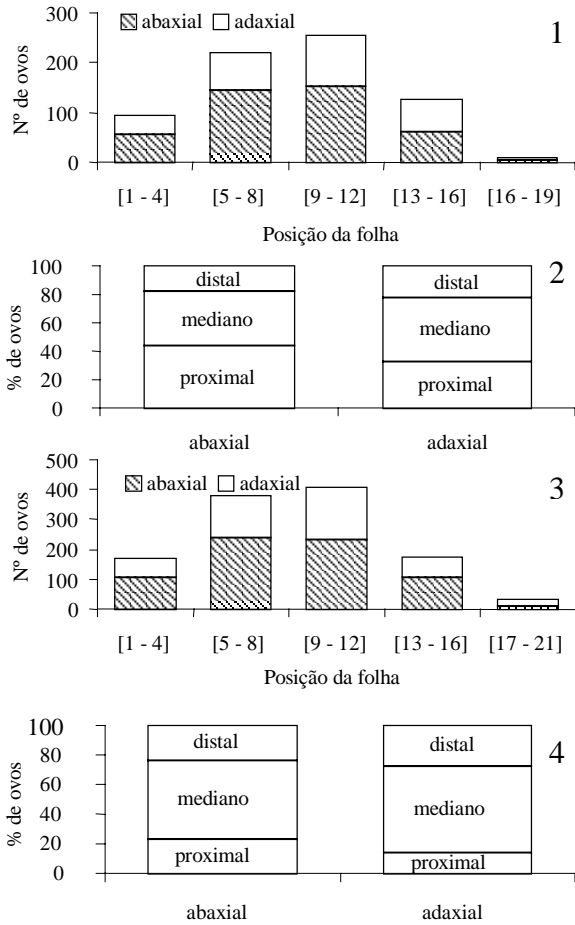
Fig. 9-12. Distribuição de pupas de *Phyllocnistis citrella* em folhas de *Citrus sinensis* var. Valência: 9, posição relativa das pupas no broto e proporção das mesmas em cada face da folha, no pomar orgânico; 10, distribuição das pupas nos terços distal, mediano e proximal nas faces abaxial e adaxial das folhas no pomar orgânico; 11, posição relativa das pupas no broto e proporção das mesmas em cada face da folha, no pomar convencional; 12, distribuição das pupas nos terços distal, mediano e proximal nas faces abaxial e adaxial das folhas no pomar convencional.

Títulos das tabelas

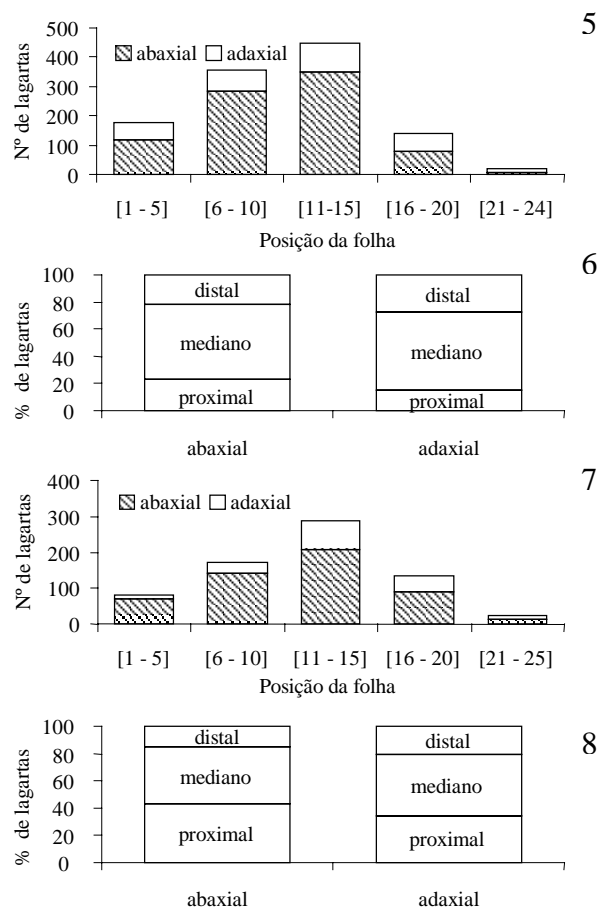
Tabela I. Proporções e número das ocasiões de amostragem em que a distribuição de lagartas e ovos de *Phyllocnistis citrella* foi agregada ou aleatória, em pomares orgânico e convencional de *Citrus sinensis* var. Valência, junho/2002 a julho/2003, Montenegro, RS.

Tabela II. Resultados da regressão de Taylor, para distribuição de lagartas e ovos de *Phyllocnistis citrella* nos pomares orgânico e convencional de *Citrus sinensis* var. Valência (* diferença significativa a 0,05; b , índice de agregação da equação $\log y = bx + \log a$; r^2 , coeficiente de determinação).

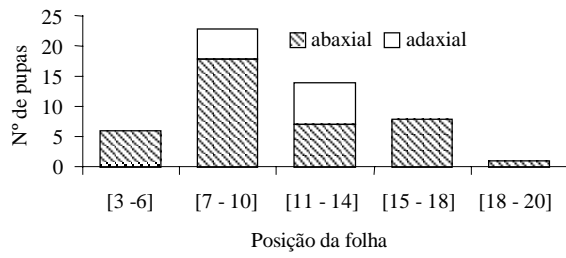
Figs 1-4



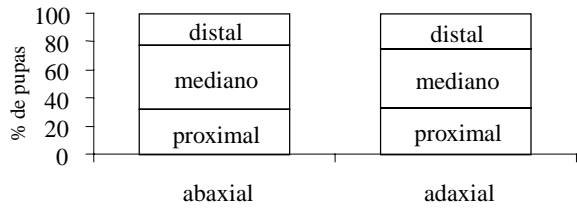
Figs 5-8



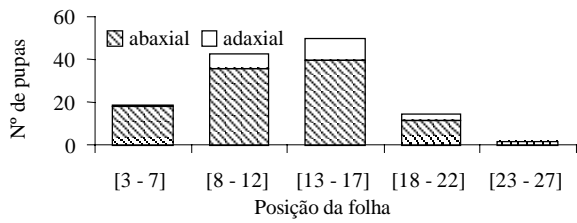
Figs 9-12



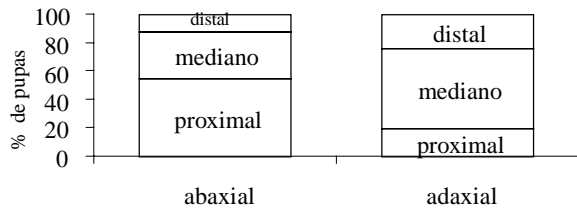
9



10



11



12

Tabela I

	Orgânico		Convencional	
	Agregada % (n)	Aleatória % (n)	Agregada % (n)	Aleatória % (n)
Folhas com lagartas nos brotos	63,6 (7)	36,4 (4)	78,6 (11)	21,4 (3)
Lagartas nas folhas	90,9 (10)	9,1 (1)	42,86 (6)	57,14 (8)
Folhas com ovos nos brotos	100 (12)	0	73,3 (11)	26,7 (4)
Ovos nas folhas	81,8 (9)	18,2 (2)	60 (9)	40 (6)

	Lei da Potência de Taylor			
	Orgânico		Convencional	
	<i>b</i>	<i>r</i> ²	<i>b</i>	<i>r</i> ²
Folhas com lagartas nos brotos	1,28*	0,7	1,8*	0,96
Lagartas nas folhas	2,13*	0,97	1,88*	0,88
Folhas com ovos nos brotos	1,48*	0,87	1,58*	0,84
Ovos nas folhas	1,88*	0,94	2,37*	0,95

7. SÍNTESE DOS RESULTADOS

7. SÍNTESE DOS RESULTADOS

7.1. Resultados gerais

Foram realizadas 30 amostragens, com coleta de 6.036 folhas no pomar convencional e de 3.839 no pomar orgânico. Minas causadas por *Phyllocnistis citrella* foram encontradas em 28% das folhas analisadas do pomar orgânico, e em 20% destas do pomar convencional, sendo o dano significativamente maior no pomar orgânico ($\chi^2 = 8,5$; gl=1; $P < 0,001$).

O período de ocorrência do minador nos pomares correspondeu às brotações de verão e de outono. Durante os meses de julho de 2002 a setembro de 2002, no pomar orgânico, e de julho de 2002 a outubro 2002, no pomar convencional, não houve registro de atividade do minador, apesar da existência de folhas novas, correspondentes às brotações do fim do inverno/início da primavera.

Observou-se que os fatores climáticos e a disponibilidade de recursos têm grande influência sobre o tamanho da população de *P. citrella*. Verificou-se existir, para todo o período, correlação positiva significativa entre o número médio de lagartas por folha e as temperaturas máxima, mínima e média, e o número médio de folhas por broto, em ambos os pomares. Quando os fatores correlacionados significativamente foram considerados em conjunto, observou-se que apenas a temperatura média exerce influência significativa sobre a variação observada na população de lagartas de *P. citrella* no pomar orgânico ($F = 35,05$; gl = 23; $P < 0,0001$), sendo que a equação resultante $Y = -3,73582 + 0,27684 X$ (onde Y = número médio de lagartas e X = temperatura média), foi o melhor modelo obtido a partir dos dados analisados.

No pomar convencional, verificou-se que a temperatura média ($F = 5,16$; gl = 22; $P = 0,0332$) e o número médio de folhas ($F = 7,85$; gl = 22; $P = 0,0104$) foram os fatores que influenciaram significativamente a variação populacional registrada. A equação obtida foi $Y =$

$-3,24517 + 0,12579 X_1 + 0,17709 X_2$ (onde Y = número médio de lagartas, X_1 = temperatura média e X_2 = número médio de folhas por broto).

Constataram-se pré-pupas e pupas de *P. citrella* parasitadas no pomar orgânico entre dezembro de 2002 e abril de 2003, com taxa média de parasitismo para todo o período de 21,2%. A proporção total de pré-pupas e pupas parasitadas foi de 31,1%. O parasitismo no pomar convencional foi no mês de julho de 2002 e entre janeiro de 2003 e maio de 2003. Em diversas ocasiões de amostragem a taxa de parasitismo foi obtida a partir de um pequeno número amostral, resultando em proporções altas de indivíduos parasitados. A taxa média de parasitismo para o período foi de 20,6 e a taxa total, de 20,2%. A proporção de indivíduos parasitados no pomar orgânico foi maior do que a no pomar convencional ($\chi^2 = 4,536$; gl = 1; P = 0,0332).

Nos dois pomares foram registradas as mesmas espécies de parasitóides: *Galeopsomyia fausta* La Salle & Peña, 1997, *Cirrospilus* sp. C, *Elasmus* sp. 1, *Elasmus* sp. 2 (Eulophidae) e *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya, 1983 (Encyrtidae). As quatro primeiras são espécies autóctones e a última espécie é exótica e tem o mesmo centro de origem do minador. Pôde-se observar que em ambos os pomares, com o decorrer do período, houve aumento da frequência de *A. citricola*. As espécies nativas, que eram encontradas em maior proporção quando o parasitismo começou a ser registrado, foram registradas apenas até a segunda metade de março de 2003 no pomar orgânico e até o final de fevereiro de 2003 no pomar convencional.

A predação, no pomar orgânico foi verificada de novembro de 2002 a abril de 2003, com uma tendência de aumento da taxa ao longo deste período. A taxa média de predação foi 14,2% no pomar orgânico. Do total de indivíduos registrados durante todo o período, 25,3% estavam predados. No pomar convencional predação foi constatada de novembro de 2002 a junho de 2003. A taxa média de predação registrada para o período foi de 30,1%. A proporção

total de indivíduos predados foi de 33,7%. A proporção de indivíduos predados no pomar convencional foi maior do que no pomar orgânico ($\chi^2 = 22,927$; gl = 1; $P < 0,01$).

A mortalidade sem causa definida (MCD) começou a ser detectada no pomar orgânico a partir de novembro de 2002 e foi registrada pela última vez no mês de abril de 2003, quando atingiu a maior taxa, 87,2%. A taxa média de mortalidade para o período foi de 17,8%. A proporção total de lagartas mortas, sem causa definida, para o período foi de 43,5%. No pomar convencional a MCD ocorreu de novembro de 2002 a junho de 2003. A taxa média de MCD para o período no pomar convencional foi de 34,8%. A proporção total de lagartas mortas sem causa definida foi de 62,8%. A proporção de indivíduos mortos sem causa definida foi maior no pomar convencional ($\chi^2 = 160,183$, gl = 1, $P < 0,01$).

A partir dos resultados obtidos, não se pôde verificar diferença entre os dois pomares no que diz respeito ao padrão de distribuição dos estágios imaturos de *P. citrella* nas folhas e nos brotos. Em ambos os pomares, lagartas e ovos evidenciaram um padrão de distribuição agregado na maioria das ocasiões de amostragem tanto no nível de brotos quanto no de folhas, apenas no pomar convencional é que se constatou uma maior proporção de ocasiões nas quais a distribuição de ovos entre os brotos foi aleatória.

A análise através da Lei de Potência de Taylor para o pomar orgânico resultou em índices de agregação (*b*) significativamente maiores que 1 e coeficientes de determinação altos em todos os níveis de distribuição analisados para lagartas e ovos, evidenciando distribuição agregada para todo o período. O mesmo foi observado no pomar convencional.

Percebeu-se uma tendência de que ovos ocorram em folhas de comprimento menor que lagartas e estas por sua vez, em folhas menores do que pupas.

Os ovos foram registrados em maior proporção no terço mediano das folhas, ocorrendo pouco mais frequentemente na face abaxial (60%), em relação à face adaxial, em ambos os pomares.

Já lagartas e pupas foram registradas com mais frequência nos terços mediano e proximal das folhas, e ocorreram em proporção notadamente maior na face abaxial: 74% das lagartas e 77% das pupas no pomar orgânico, e 74% das lagartas e 84% das pupas no convencional.

7.2. Considerações finais

A partir dos resultados obtidos, pôde-se verificar que a população de *P. citrella* é influenciada por um complexo de fatores, que, combinados, podem afetar com maior ou menor intensidade os processos populacionais.

Para o manejo e combate a *P. citrella* Vale do Caí é importante considerar o fato de que aí o minador permanece inativo durante as épocas com menores temperaturas, sendo importante o acompanhamento pelo produtor do aumento das temperaturas, principalmente das temperaturas médias, que pelo presente estudo, mostrou-se fator determinante para o estabelecimento e crescimento da população.

O ataque ocorre nas brotações de verão e de outono, com maior intensidade na primeira, provavelmente devido à ação de inimigos naturais somada a condições ambientais desfavoráveis, aumentam no outono.

A partir dos resultados obtidos, observou-se que diversos fatores causam importantes níveis de mortalidade na população de *P. citrella* nos pomares com manejo orgânico ou convencional. Merece destaque, no entanto, a ação dos predadores, que, além de apresentarem taxas de ataque consistentes, podem agir em estágios iniciais do desenvolvimento das lagartas, impedindo a progressão do dano ocasionado pelo minador, ao contrário dos parasitóides até o momento conhecidos, que permitem o desenvolvimento do minador até o estágio de pupa.

Os fatores que causam a mortalidade sem causa definida devem ser mais bem conhecidos, para que através do manejo, os mesmos possam ser aumentados.

Por fim, destaca-se a importância da definição dos fatores que determinam a deposição agregada dos ovos. Seja por escolha da fêmea ou por fator ambiental, como a fenologia das plantas, a deposição agregada dos ovos faz com que o dano não seja uniformemente distribuído. Conhecendo-se os fatores que determinam esta distribuição, poder-se-á direcionar as medidas de controle, tornando-o mais efetivo.

8. ANEXOS

ANEXO 1

Neotropical Entomology

Política editorial

A **Neotropical Entomology** foi criada em 1972, pela Sociedade Entomológica do Brasil com o propósito de publicar resultados originais de estudos nas diversas especialidades da entomologia, como, bionomia, sistemática, morfologia, fisiologia, comportamento, ecologia, controle biológico, proteção de plantas, e da acarologia. Revisões extensivas ou artigos sobre tópicos atuais na entomologia são publicados na seção Fórum, a convite. Comunicações à comunidade científica, como: novas técnicas, a ocorrência de novas espécies ou de novas interações, serão publicadas preferencialmente no formato de **Comunicação Científica**.

Artigos originais, que representem contribuição significativa para o conhecimento da entomologia podem ser aceitos, desde que não estejam publicados ou submetidos a outra revista. Os manuscritos podem ser encaminhados em inglês, português ou espanhol, sendo que o emprego de outros idiomas ficará a critério da Corpo Editorial. A decisão do aceite do manuscrito para publicação se pautará nas recomendações dos editores-adjuntos e revisores *ad hoc*.

Forma e preparação de manuscritos

Os trabalhos devem ser escritos em fonte Times New Roman em páginas de tamanho A4, com margem esquerda 2,5 cm e direita de 1,5 cm, em espaço duplo. Podem ser enviados por e-mail ou impressos em papel (três vias). Envie os trabalhos em disquete somente após a revisão final, quando solicitado. Use o programa Word 97 para o texto e preferencialmente o programa Excel para gráficos.

Será cobrada a taxa de R\$15,00 (quinze reais) por página impressa quando o primeiro autor do manuscrito for sócio da SEB e R\$20,00 (vinte reais) para não sócios. Figuras coloridas poderão ser aceitas, quando necessárias, sendo cobrados, adicionalmente, R\$50,00 (cinquenta reais) por página colorida. Artigos em português podem ser traduzidos para o inglês, havendo para isso, um acréscimo de R\$ 12,00 (doze reais) por página do texto original. Os autores receberão gratuitamente 50 separatas.

Enviar manuscrito para:

Neotropical Entomology /

Editora Chefe Sueli Souza Martinez

IAPAR – Área de Proteção de Plantas Caixa postal 481 86001-970

Londrina, PR

Telefone/Fax: (43) 342-3987 e (43) 376-2262

E-mail: suemart@sercomtel.com.br

Normas para publicação

Na elaboração do trabalho siga as seguintes normas:

1. Faça duas páginas de rosto. Na primeira, indique no canto direito superior o nome e o endereço completos do autor a quem enviar a correspondência. Abaixo coloque o

título do trabalho em letras minúsculas (apenas a inicial de cada palavra maiúscula); nomes científicos deverão ser em minúsculas e itálico. Use apenas o nome do autor classificador do inseto e não use o ano. Acrescente a ordem e a família para as espécies de artrópodos. Abaixo do título, nome do(s) autor(es) do trabalho em maiúsculas pequenas (*small capitals*), usando apenas o primeiro nome e o sobrenome de cada autor por extenso. Abaixo do nome dos autores, mencione a instituição e endereço completo de cada autor com chamada numérica. Na segunda página de rosto, coloque somente o título do trabalho.

2. Se o artigo for em inglês, inicie a página 3 com o **Resumo**. Em primeiro lugar coloque o título do trabalho em português ou espanhol em letras minúsculas, com as iniciais em maiúsculas. Abaixo coloque a palavra RESUMO em maiúsculas junto à margem esquerda seguida de hífen, continuando com o texto do **Resumo** em parágrafo único, não ultrapassando 250 palavras. Deixe espaço e mencione a seguir a palavra PALAVRAS-CHAVE em maiúsculas. Use no máximo cinco *palavras-chave*, diferentes das palavras usadas no título do trabalho, separadas por vírgula e com ponto final na última palavra. Inicie a página 4 com a palavra ABSTRACT em maiúsculas junto à margem esquerda seguida de hífen, continuando com o texto em parágrafo único. Não repita o título do trabalho. No final do **Abstract**, deixe espaço, e mencione as *key-words*, seguindo as instruções mencionadas para o **Resumo**.

3. Se o artigo for em português ou espanhol, inicie a página 3 com o **Abstract**, incluindo o título em inglês e inicie a página 4 com o **Resumo** ou **Resumen**, sem incluir o título. As demais orientações que constam nos dois itens anteriores também se aplicam.

4. Da página 5 em diante, inicie com a **Introdução** sem colocar a palavra introdução. Seguir com **Material e Métodos** e **Resultados e Discussão** (os dois últimos itens podem aparecer juntos ou de forma independente). Os títulos devem ser escritos em minúsculas, com as iniciais em maiúsculas, centralizados e negritados. Evite incluir o item Conclusões em separado. As conclusões devem ser mencionadas dentro do item **Resultados e Discussão**. Em seguida coloque o item **Agradecimentos**, se houver. Inicie página nova para mencionar a **Literatura Citada**.

Nota: Escreva o(s) nomes(s) científico(s) por extenso, seguido do autor descritor, quando mencionados pela primeira vez no Resumo, Abstract e na Introdução. Ex.: *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). No restante do trabalho e nas legendas das figuras e cabeçalhos das tabelas, use o nome genérico abreviado. Ex.: *S. frugiperda*.

5. Referências. Ao longo do trabalho mencione os autores das referências bibliográficas em minúsculas seguido do ano, observando a ordem cronológica e, em caso de artigos de mesmo ano, a ordem alfabética. P. ex.: (Martins 1986, Soares 1987, Garcia 1990, Rhode 1990). Para dois autores use o símbolo &. P. ex.: Robinson & Smith (1982). Para mais de dois autores use *et al.* em itálico. P. ex.: Almeida *et al.* (1981). Em **Literatura Citada**, as referências devem seguir ordem alfabética usando o(s) nome(s) do(s) autor(es) em minúsculas, em negrito. Também em negrito o ano da referência. Cite apenas o número do volume. Não use o número do fascículo. Use vírgula para separar os nomes dos autores e não use ponto e vírgula. Cite o primeiro autor pelo sobrenome e após as iniciais dos nomes. Do segundo autor em diante use primeiro as iniciais do nome e após o sobrenome por extenso. Use o símbolo & antes de citar o último autor. Abrevie os títulos das fontes bibliográficas, sempre iniciando com letras maiúsculas. Optou-se pelo padrão de abreviaturas conforme lista publicada

em Current Contents - Journal Coverage as of January 1995. Por não contarmos com uma lista oficial dos títulos nacionais, estes deverão ser abreviados conforme indicado no respectivo periódico.

Evite citar teses e não cite resumos. Veja exemplos de citação de artigo, livro e capítulo de livro.

Lomônaco, C. & E. Germanos. 2001. Phenotypic variation of *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) as a response to larval competition for food. *Neotrop. Entomol.* 30: 223-231.

Clarke, G.M., B.P. Oldroyd & P. Hunt. 1992. The genetic basis of developmental stability in *Apis mellifera*: heterogosity versus genetic balance. *Evolution* 46: 753-762.

Price, P.W., T.M. Lewinson, G.W. Fernandes & W.N. Benson. 1992. (eds.) Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions. New York, Willey, 639p.

Zucchi, R.A. & R.C. Monteiro. 1997. O gênero *Trichogramma* na América do Sul, p. 41-66. In J.R.P.Parra & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba, FEALQ, 324p.

6. Após a lista de referências bibliográficas, inicie página nova com as tabelas. Coloque uma tabela por página e use tabelas verdadeiras, sem tabulação. Cada tabela deverá ser numerada com algarismo arábico, seguido de ponto. P. ex.:

Tabela 1. Médias (\pm EP) de duração e sobrevivência das fases larval e pupal de *T. absoluta* mantida em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: 70% e fotofase: 14h.

As notas de rodapé nas tabelas deverão ter chamada numérica. Não use letras ou asteriscos.

7. Após as tabelas, inicie página nova com a lista de legendas das figuras. Escreva a palavra Figura, apenas com inicial maiúscula, seguida do número da figura e ponto. P. ex.:

Figura 3. Total de ninhos fundados pelas abelhas solitárias em ninhos-armadilha, nas dunas de Abaeté, Salvador, BA.

ATENÇÃO: As referências às figuras no texto devem se abreviadas. P. ex.: Fig.1. As referências às tabelas devem ser por extenso. P. ex.: Tabela 1. Nas Tabelas e Figuras utilizar a fonte Times New Roman e, quando se referir a valores médios, incluir o erro padrão da média e o n (número de observações), usando para a média uma casa decimal e para o erro padrão duas. Após as legendas das figuras inclua as figuras originais (preferencialmente impressas a laser ou desenhadas em papel cartão branco), uma por página, indicando no canto superior direito o número da figura e o sobrenome do primeiro autor, a lápis. Limite o tamanho da figura a duas vezes o tamanho que ela dever ser publicada Faça o mesmo na cópia das figuras que acompanham a segunda e terceira vias do trabalho. Evite o uso de fotografias.

8. Nas Comunicações Científicas inclua o Abstract e o Resumo seguidos das KEY WORDS e PALAVRAS-CHAVE. Faça o texto corrido sem dividi-lo em Introdução, Material e Métodos, etc.

ANEXO 2

Revista Brasileira de Biologia

Finalidade e normas gerais

A **Revista Brasileira de Biologia** publica resultados de pesquisa original em qualquer ramo das ciências biológicas. Estará sendo estimulada a publicação de trabalhos nas áreas de biologia celular, sistemática, ecologia (auto-ecologia e sinecologia) e biologia evolutiva, e que abordem problemas da região neotropical.

A **Revista** publica somente artigos em inglês. Artigos de revisões de temas gerais também serão publicados desde que previamente propostos e aprovados pela Comissão Editorial.

Informações Gerais: Os originais deverão ser enviados à Comissão Editorial e estar de acordo com as Instruções aos Autores, trabalhos que não se enquadrem nesses moldes serão imediatamente devolvidos ao(s) autor(es) para reformulação.

Os trabalhos que estejam de acordo com as Instruções aos Autores, serão enviados aos assessores científicos, indicados pela Comissão Editorial. Em cada caso, o parecer será transmitido anonimamente aos autores. Em caso de recomendação desfavorável por parte de um assessor, será usualmente pedida a opinião de um outro. Os trabalhos serão publicados na ordem de aceitação pela Comissão Editorial, e não de seu recebimento. Serão fornecidas gratuitamente 25 separatas de cada artigo.

Preparação de originais

O trabalho a ser considerado para publicação deve obedecer às seguintes recomendações gerais:

Ser digitado e impresso em um só lado do papel tipo A4 e em espaço duplo com uma margem de 3 cm à esquerda e 2 cm à direita, sem preocupação de que as linhas terminem alinhadas e sem dividir palavras no final da linha. Palavras a serem impressas em itálico podem ser sublinhadas.

O título deve dar uma idéia precisa do conteúdo e ser o mais curto possível. Um título abreviado deve ser fornecido para impressão nas cabeças de página.

Nomes dos autores – As indicações Júnior, Filho, Neto, Sobrinho etc. devem ser sempre antecedidas por um hífen. Exemplo: J. Pereira-Neto. Usar também hífen para nomes compostos (exemplos: C. Azevedo-Ramos, M. L. López-Rulf). Os nomes dos autores devem constar sempre na sua ordem correta, sem inversões. Não usar, nunca, como autor ou co-autor nomes como Pereira-Neto J. Usar *e*, *y*, *and*, *et* em vez de *&* para ligar o último co-autor aos antecedentes.

Os trabalhos devem ser redigidos de forma concisa, com a exatidão e a clareza necessárias para sua fiel compreensão. Sua redação deve ser definitiva a fim de evitar modificações nas provas de impressão, muito onerosas e cujo pagamento ficará sempre a cargo do autor. Os trabalhos (incluindo ilustração e tabelas) devem ser submetidos em triplicata (original e duas cópias).

Serão considerados para publicação apenas os artigos redigidos em inglês. Todos os trabalhos deverão ter resumos em inglês e português. Esses resumos deverão constar no início do trabalho e iniciar com o título traduzido para o idioma correspondente. O

Abstract e o Resumo devem conter as mesmas informações e sempre resumir resultados e conclusões.

Em linhas gerais, as diferentes partes dos artigos devem ter a seguinte seriação:

1^a página – Título do trabalho. Nome(s) do(s) autor(es). Instituição ou instituições, com endereço. Indicação do número de figuras existentes no trabalho. Palavras-chave em português e inglês (no máximo 5). Título abreviado para cabeça das páginas. Rodapé: nome do autor correspondente e endereço atual (se for o caso).

2^a página e seguintes – Abstract (sem título). Resumo: em português (com título); Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements.

Em separado – References, Legends to the figures, Tables and Figures.

O trabalho deverá ter, *no máximo*, 25 páginas, incluindo tabelas e figuras.

A seriação dos itens de Introduction e Acknowledgements só se aplica, obviamente, a trabalhos capazes de adotá-la. Os demais artigos (como os de Sistemática) devem ser redigidos de acordo com critérios geralmente aceitos na área.

Referências Bibliográficas – No texto, será usado o sistema *autor-ano* para citações bibliográficas, utilizando-se ampersand (&) no caso de 2 autores. As referências, datilografadas em folha separada, devem constar em ordem alfabética. Deverão conter nome(s) e iniciais do(s) autor(es), ano, título por extenso, nome da revista (abreviado e sublinhado), volume e primeira e última páginas. Citações de livros e monografias deverão também incluir a editora e, conforme citação, indicar o capítulo do livro. Deve(m) também ser referido(s) nome(s) do(s) organizador(es) da coletânea. Exemplos:

OZORIO DE ALMEIDA, M., 1946, Sur les reflexes labyrinthiques chez la grenouille. *Rev. Brasil. Biol.*, 6: 355-363.

REIS, J., 1980, Microbiologia, pp. 3-31. In: M. G. Ferri & Shozo Motoyama (orgs.), *História das Ciências no Brasil*, 2^o vol., 468p., EDUSP e EPU, São Paulo.

MROSOVSKY, N. & YNTEMA, C. L., 1981, Temperature dependence of sexual differentiation in sea turtles: implications for conservation practices. In: K. A. Bjorndal (ed.), *Biology and Conservation of Sea Turtles*, Smithsonian, Inst. Press in Coop. World, Wildlife Fund. Inc., Washington, D.C.

RIZZINI, C. T., 1979, *Tratado de Fitogeografia do Brasil. Aspectos Sociológicos e Florísticos*. HUCITEC, São Paulo, 2 vol., 374p.

KUHLMAN, J. G., OCCHIONI, P. & FALCÃO, J. I. A., 1947, Contribuição ao estudo das plantas ruderais do Brasil. *Arq. Jard. Bot.*, 7: 43-131.

Para outros pormenores, veja as referências bibliográficas deste fascículo.

A Revista publicará um Índice inteiramente em inglês, para uso das revistas internacionais de referência.

As provas serão enviadas aos autores para uma revisão final (restrita a erros e composição) e deverão ser devolvidas imediatamente. As provas que não forem

devolvidas no tempo solicitado – 5 dias – terão sua publicação postergada para uma próxima oportunidade, dependendo de espaço.

Material Ilustrativo – Os autores deverão limitar as tabelas e as figuras (ambas numeradas em arábicos) ao **estritamente necessário**. No texto do manuscrito, o autor indicará os locais onde elas deverão ser intercaladas.

As tabelas deverão ter seu próprio título e, em rodapé, as demais informações explicativas. Símbolos e abreviaturas devem ser definidos no texto principal e/ou legendas.

Na preparação do material ilustrativo e das tabelas, deve-se ter em mente o tamanho da página útil da REVISTA (22 cm x 15,0 cm); (coluna: 7 cm) e a idéia de conservar o sentido vertical. Desenhos e fotografias exageradamente grandes poderão perder muito em nitidez quando forem reduzidos às dimensões da página útil. As pranchas deverão ter no máximo 30 cm de altura por 25 cm de largura e incluir barra(s) de calibração.

As ilustrações devem ser agrupadas, sempre que possível. A Comissão Editorial reserva-se o direito de dispor esse material do modo mais econômico, sem prejudicar sua apresentação.

Todos os desenhos devem ser feitos à tinta da China e apresentados de tal forma que seja possível sua reprodução sem retoques. As fotografias devem vir em papel brilhante. Nas fotos, desenhos e tabelas deve-se escrever, a lápis, no verso, o nome do autor e o título do trabalho.

Disquete – Os autores são encorajados a enviar a versão final (e somente a final), **já aceita**, de seus manuscritos em disquete. Textos devem ser preparados em Word for Windows e acompanhados de uma cópia idêntica em papel.

Recomendações Finais: Antes de remeter seu trabalho, preparado de acordo com as instruções anteriores, deve o autor relê-lo cuidadosamente, dando atenção aos seguintes itens: correção gramatical, correção datilográfica (apenas uma leitura sílaba por sílaba a garantirá), correspondência entre os trabalhos citados no texto e os referidos na bibliografia, tabelas e figuras em arábicos, correspondência entre os números de tabelas e figuras citadas no texto e os referidos em cada um e posição correta das legendas.

ANEXO 3

Iheringia, Série Zoologia

O periódico IHERINGIA, SÉRIE ZOOLOGIA, editado pelo Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, destina-se a publicar trabalhos originais em Zoologia. É distribuído a instituições congêneres em regime de permuta.

RECOMENDAÇÕES AOS AUTORES

1. Encaminhar o trabalho, com exclusividade, ao editor, via ofício, assinado pelos autores, incluindo o original mais duas cópias, incluso as figuras.
2. Os manuscritos serão analisados por, no mínimo, dois consultores. A aprovação do trabalho, pela comissão editorial, será baseada no conteúdo científico, respaldado pelos pareceres dos consultores e no atendimento às normas. Alterações substanciais serão solicitadas aos autores, mediante a devolução dos originais acompanhados das sugestões.
3. O teor científico do trabalho é de responsabilidade dos autores, assim como a correção gramatical.
4. O manuscrito, redigido em português, inglês, espanhol ou francês, deve ser impresso em papel A4 ou ofício, em fonte "Times New Roman" tamanho 12, com páginas numeradas e espaçamento duplo entre linhas.
5. Os trabalhos, sempre que possível, seguem os tópicos: título; nomes dos autores (nome e sobrenome por extenso e demais preferencialmente abreviados); endereço completo dos autores; abstract (em inglês); keywords (no máximo cinco); introdução; material e métodos; resultados e discussão; agradecimentos e referências bibliográficas.
6. Não usar notas de rodapé.
7. Para os nomes genéricos e específicos usar itálico e, ao serem citados pela primeira vez no texto, incluir onome do autor e o ano da publicação. Expressões latinas devem estar grafadas em itálico.
8. Citar as instituições depositárias dos espécimes que fundamentam a pesquisa, preferencialmente com tradição e infra-estrutura para manter coleções científicas e com políticas de curadoria bem definidas.
9. Dispor as referências bibliográficas (trabalhos não publicados não são aceitos) em ordem alfabética e cronológica, com os autores em Versalete (caixa alta reduzida) e o nome dos periódicos por extenso. Alinhar à margem esquerda com deslocamento de 0,6 cm. Exemplos:

BERTCHINQER, R. B. E. & THOMÉ, J. W. 1987. Contribuição à caracterização de *Phyllocaulis soleiformis* (Orbigny, 1835) (Gastropoda, Veronicellidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, 4(3):215-223.

BRYANT, J. P. 1915. Woody plant-mammals interactions. *In*: ROSENTHAL, G. A. & BEREMBAUM, M. R. eds. **Herbívoros: their interactions with secondary plants metabolites**. San Diego, Academic. v. 2, p.344-365.

HOLME, N. A. & MCINTYRE, A. D. 1971. **Methods for the study of marine benthos**. Oxford, Blackwell Scientific. 334p.

10. As ilustrações (desenhos, fotografias, gráficos e mapas) são tratadas como figuras, numeradas com algarismos arábicos sequenciais e dispostas adotando o critério de rigorosa economia de espaço e considerando a área útil da página (16,5 x 24 cm) e da coluna (8 x 24 cm). A Comissão Editorial reserva-se o direito de efetuar alterações na montagem das pranchas ou solicitar nova montagem aos autores. As legendas devem ser auto-explicativas e impressas em folha à parte. Ilustrações a cores implicam em custos a cargo dos autores.

11. As tabelas devem permitir um ajuste para uma (8 cm) ou duas colunas (16,5 cm) de largura, ser numerada com algarismos romanos e apresentar título conciso e auto-explicativo.

12. A listagem do material examinado deve dispor as localidades de Norte a Sul e de Oeste a Leste e as siglas das instituições compostas de até 4 letras, segundo o modelo abaixo:

VENEZUELA, **Sucre**: San Ant3nio dei Golfe, 5 9, 8.VI.1942, S. Karpinski col. (MNHN 2547). PANAMÁ, **Chiriquí**: Bugaba (Volcán de Chiriquí), 3 d¹, 3 9, 24.VI. 1901, Champion col. (BMNH 1091). BRASIL, **Goiás**: Jataí (Fazenda Aceiro), 3 d¹, 15.XI.1915, C. Bueno col. (MZSP); **Paraná**: Curitiba, 9, 10.XII.1925, F. Silveira col. (MNRJ); **Rio Grande do Sul**: Viamão, 5 d, 17.XI. 1943, S. Carvalho col. (MCNZ 2147).

13. Enviar cópia em meio digital (disquete, zip disk ou CDROM devidamente identificado) junto com a versão final do manuscrito em arquivo para Microsoft Word (*.doc) ou em formato "Rich Text" (*.rtf). Para as imagens digitalizadas, utilizar resolução mínima de 300 dpi e arquivos Bitmap TIFF (*.tif). Enviar as imagens nos arquivos originais (não em arquivos de edição de texto), rotulados de forma auto-explicativa (e. g. figura01.tif). Gráficos e tabelas devem ser inseridos em arquivos separados (Microsoft Word ou Excel). Para arquivos vetoriais utilizar formato Corel Draw (*.cdr).

14. As provas não serão enviadas aos autores, exceto em casos especiais.

15. Para cada artigo serão fornecidas, gratuitamente, 50 separatas, sem capa, que serão enviadas preferencialmente para o primeiro autor.