

## ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

### Tabela de Vida Ecológica do Minador-dos-Citros, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae)

ADRIANA S.R. LIONI<sup>1</sup> E FRANCISCO J. CIVIDANES<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Usina Santa Rita S.A., Via Anhanguera, km 246, 13670-000, Santa Rita do Passa Quatro, SP, e-mail: aramos@netsite.com.br

<sup>2</sup>Depto. Fitossanidade, FCAV/UNESP, Via de Acesso Prof. Paulo D. Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, SP

*Neotropical Entomology* 33(4):407-415 (2004)

Ecological Life Table of the Citrus Leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae)

**ABSTRACT** - The construction of ecological life tables is a useful tool to understand the population dynamics of insects in the field. In this work, ecological life tables were developed for *Phyllocnistis citrella* (Stainton) in an orchard of *Citrus sinensis* situated in Santa Rita do Passa Quatro, Sao Paulo State, during 2002. The occurrence of generation overlay in the field was avoided by obtaining the eggs from infestation on young citrus plants (*Citrus limonia*) kept under controlled conditions. The samples were taken every other day and the number of live, dead, predated and parasitized individuals were recorded. The occurrence of arthropod predators was determined through visual search on the plants of the orchard. The key factors of mortality acting on *P. citrella* populations were: pupae parasitism caused by *Ageniaspis citricola* (Logvinovskaya), action of uncertain factors on prepupae and predation of 3<sup>rd</sup>-instar larvae. The most abundant arthropod predators belonged to the families Formicidae, Chrysopidae, Coccinellidae, Reduviidae e Araneae. In two of five generations of *P. citrella*, approximately 4% of *A. citricola* pupae were hyperparasitized by *Galeopsomyia fausta* (LaSalle) (Hymenoptera: Eulophidae).

**KEY WORDS:** *Citrus sinensis*, population dynamics, natural enemy, hiperparasitism, predator

**RESUMO** - Estudos relacionados com tabela de vida ecológica são úteis para o entendimento da dinâmica populacional de insetos no campo. Durante o ano de 2002 foram desenvolvidas tabelas de vida ecológicas para o minador-dos-citros, *Phyllocnistis citrella* (Stainton), em pomar de citros (*Citrus sinensis*) localizado em Santa Rita do Passa Quatro, SP. A ocorrência de sobreposição de gerações de *P. citrella* no campo foi evitada obtendo-se posturas da praga em cavaleiros de *Citrus limonia* mantidos em condições controladas. As amostragens foram efetuadas a cada dois dias aproximadamente, registrando-se o número de insetos vivos, mortos, predados e parasitados. A ocorrência de artrópodes predadores foi determinada por meio de procura visual em plantas do pomar de citros. Os fatores-chave de mortalidade que atuaram sobre as populações de *P. citrella* foram: o parasitismo de pupa por *Ageniaspis citricola* (Logvinovskaya) (Hymenoptera: Encyrtidae), a ação de fatores indeterminados em pré-pupa e a predação de larvas de 3<sup>o</sup> instar. Os artrópodes predadores mais abundantes encontrados pertenceram às famílias Formicidae, Chrysopidae, Coccinellidae, Reduviidae e Araneae. Em duas das cinco gerações estudadas de *P. citrella*, cerca de 4% das pupas de *A. citricola* sofreram hiperparasitismo por *Galeopsomyia fausta* (LaSalle) (Hymenoptera: Eulophidae).

**PALAVRAS-CHAVE:** *Citrus sinensis*, dinâmica populacional, inimigo natural, hiperparasitismo, predador

O Brasil é o maior produtor mundial de citros, sendo a citricultura paulista responsável por 70% da produção de frutas e 98% do total de suco produzido no país (Abecitrus 2002).

Várias pragas estão associadas com a cultura dos citros, entre as quais destaca-se o minador-dos-citros, *Phyllocnistis citrella* (Stainton). Essa praga é assim conhecida por fazer galerias em forma de serpentina nas folhas jovens das plantas

cítricas, causando a morte do tecido foliar e diminuição da área fotossintetizante (Prates *et al.* 1996, Hoy *et al.* 1997). Além disso, pode favorecer a ocorrência do cancro cítrico pois as galerias formadas pela larva nas folhas facilitam a penetração e instalação da bactéria *Xanthomonas campestris* (Heppner 1993).

O minador-dos-citros é originário do sudeste da Ásia e até o início da década de noventa esteve restrito ao norte da

Austrália e regiões do leste e oeste da África. Em 1993 foi introduzido nos Estados Unidos, dispersando-se posteriormente pela América Central (Heppner 1993, Prates *et al.* 1996), sendo detectado no estado de São Paulo em 1996 (Prates *et al.* 1996).

Apesar de existirem parasitóides nativos atuando no controle biológico natural do minador no Brasil (Penteado-Dias *et al.* 1997, Sá & Costa 1997, Costa *et al.* 1999), optou-se pela introdução do parasitóide *Ageniaspis citricola* (Logvinovskaya) (Hymenoptera: Encyrtidae) no estado de São Paulo, dada a sua alta eficiência de parasitismo e grande potencial de adaptação em diversos países (Neale *et al.* 1995, Argov & Rösleer 1996, Hoy *et al.* 1997). Após quatro anos da introdução, *A. citricola* encontra-se adaptada em praticamente todos os pomares do estado de São Paulo (Gravena 2002, Sá *et al.* 2000).

Os estudos relacionados com tabelas de vida e determinação do fator chave de mortalidade são fundamentais para a compreensão da dinâmica populacional de insetos (Southwood 1978, Varley *et al.* 1973, Price 1984). As tabelas de vida ecológicas obtidas para uma série de gerações do inseto-praga permitem determinar a mortalidade e o controle que inimigos naturais exercem no sistema hospedeiro-inimigo natural (Bellows Jr. *et al.* 1992). Por outro lado, os estudos de fator-chave permitem identificar os fatores de mortalidade que mais contribuem para as alterações na mortalidade entre as gerações do inseto estudado (Varley & Gradwell 1960, Bellows Jr. *et al.* 1992).

O presente trabalho teve como objetivo construir tabelas de vida ecológica de *P. citrella* e determinar os fatores chaves de mortalidade que atuaram sobre cinco gerações da praga.

## Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Ecologia de Insetos do Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Campus de Jaboticabal, e em pomar de citros, *Citrus sinensis* variedade Pêra Coroa, com oito anos de idade e formado por 1.000 plantas no espaçamento 8 x 6 m, localizado em Santa Rita do Passa Quatro, SP, no período de março a julho de 2002.

**Gerações de *P. citrella* Estudadas.** Os estudos de cinco gerações de *P. citrella* foram iniciados em 2 de março, 20 de março, 16 de abril, 19 de maio e 2 de julho. Os insetos utilizados foram obtidos junto à Gravena ManEcol Ltda. e no Laboratório de Biologia do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP.

Uma das principais dificuldades em aplicar a técnica de tabelas de vida em estudos de campo para insetos que apresentam sobreposição de gerações é separar as gerações. Esse problema foi resolvido iniciando-se as cinco gerações de *P. citrella* estudadas através de infestações artificiais obtidas em cavalinhos de limão cravo (*Citrus limonia*) com posturas da praga.

Os cavalinhos foram cultivados em tubetes de plástico preto com 3 cm de diâmetro por 15 cm de altura, sendo periodicamente podados a, aproximadamente, 1/3 do seu ápice

e recebendo, semanalmente, adubação foliar da formulação 5-8-8 (N-P-K), micronutrientes e matéria orgânica. Os tubetes ficaram acondicionados em caixas plásticas (28 tubetes/caixa) com dimensões de 25 x 20 cm, sendo irrigados diariamente.

Para obtenção dos ovos, cerca de 60 adultos de *P. citrella* foram liberados em duas gaiolas de madeira (dimensões de 60 x 80 x 70 cm), com a parte superior de vidro e a parte anterior contendo duas aberturas frontais envoltas por mangas de *voil* branco, contendo 252 tubetes (1 adulto para cada quatro cavalinhos). Os adultos foram mantidos nas gaiolas por dois dias consecutivos, sendo em seguida realizada a contagem de ovos.

Após a infestação, as caixas contendo os cavalinhos de limão cravo com posturas de *P. citrella* foram levadas para o campo, sendo mantidas, individualmente, a 1,5 m do solo sobre suportes de madeira fixados entre as plantas da linha de plantio, cujas folhas tiveram contato com as dos cavalinhos. A cada dois dias, três caixas (84 cavalinhos) eram retiradas aleatoriamente do pomar, sendo que as últimas três caixas permaneceram por mais cinco dias para possibilitar que todos os indivíduos de *P. citrella* atingissem a fase de pupa. Após a retirada dos cavalinhos do pomar, os insetos vivos, mortos e predados foram contados. A seguir, os cavalinhos foram mantidos no interior de uma gaiola (2 x 2 x 2 m) revestida de *voil* branco. Os insetos ao atingirem o estágio de pupa foram isolados em sacos plásticos (20 x 3 cm) e conduzidos ao laboratório, onde foram observados, por três dias, para se detectar a emergência de adultos de *P. citrella*, de parasitóides ou ocorrência de patógenos. Após aquele período, as pupas remanescentes foram dissecadas sob microscópio estereoscópico, visando a constatação de parasitismo. Desta forma, foi possível seguir o desenvolvimento do ciclo de vida do minador dos citros desde a primeira fase (oviposição) até a emergência dos adultos.

Para se determinarem as espécies de artrópodes predadores existentes nas plantas cítricas, realizou-se, semanalmente, um levantamento populacional durante os meses de abril a junho, totalizando 16 amostragens. Em cada amostragem a presença de artrópodes predadores foi avaliada por procura visual durante 2 min em 10 plantas escolhidas ao acaso no pomar. Os insetos predadores foram capturados e levados ao laboratório para catalogação e identificação.

**Tabela de Vida Ecológica.** Os dados obtidos no campo foram estimados para cada fase de desenvolvimento dos insetos utilizando-se o método indicado por Kobayashi (1968), pelo qual a densidade inicial de insetos deve ser conhecida e não há necessidade de se determinar independentemente a duração de cada fase de desenvolvimento. Através desse método, obtém-se a estimativa provisória da mortalidade em cada estágio de desenvolvimento, considerando uma taxa uniforme de mortalidade para todos os estágios durante um dado intervalo de amostragem, corrigindo posteriormente essas estimativas assumindo que a mortalidade é diferente nas diversas fases e constante em cada fase (Tabelas 1 a 5).

A identificação dos fatores de mortalidade foi feita de acordo com Varley & Gradwell (1960, 1970). Assim, por meio de tabelas de vida, calcularam-se os fatores de mortalidade

Tabela 1. Tabela de vida ecológica da 1ª geração estudada de *P. citrella*. Santa Rita do Passa Quatro, SP – 2002.

Estágios	nº indivíduos cada estágio	Fatores de mortalidade	Número de mortes	Taxa de mortalidade	Fatort k de mortalidade
X	lx	dxF	dx	dx/lx	fator k
Ovo	45,0	Outros	1,1	0,025	0,0108
L1	43,9	Outros	3,1	0,070	0,0314
L2	40,8	Predado	1,0	0,024	0,0109
		Outros	3,5	0,086	0,0391
L3	36,4	Predado	0,7	0,019	0,0260
		Outros	2,0	0,055	0,0090
Pp	33,6	Outros	7,9	0,234	0,1158
P	25,7	Predado	1,1	0,043	0,0230
		<i>A. citricola</i>	6,2	0,241	0,1288
		<i>G. fausta</i>	1,7	0,066	0,0353
A	16,7				

Tabela 2. Tabela de vida ecológica da 2ª geração estudada de *P. citrella*. Santa Rita do Passa Quatro, SP – 2002.

Estágios	nº indivíduos cada estágio	Fatores de mortalidade	Número de mortes	Taxa de mortalidade	Fatort k de mortalidade
x	Lx	dxF	dx	dx/lx	fator k
Ovo	30,0	Outros	1,5	0,049	0,0220
L1	28,5	Outros	1,9	0,067	0,0301
L2	26,6	Predado	0,7	0,026	0,0122
		Outros	0,2	0,008	0,0038
L3	25,7	Predado	0,4	0,016	0,0106
		Outros	0,6	0,023	0,0074
pp	24,6	Outros	2,6	0,106	0,0487
P	22,0	Predado	0,6	0,029	0,0190
		<i>A. citricola</i>	12,4	0,564	0,3924
		<i>G. fausta</i>	1,0	0,045	0,0316
A	7,9				

( $k_n$ ) de cada fase de desenvolvimento do inseto, considerando-se para isso a população inicial (N) e a população sobrevivente ( $N_s$ ) no final da referida fase, sendo o valor de  $k_n$  obtido conforme a fórmula:  $k_n = \log N - \log N_s$ .

Os valores obtidos foram usados para se selecionar o fator chave de mortalidade empregando-se dois métodos: a) Método gráfico: obtendo-se a curva da mortalidade total ( $K_t$ ) para cada geração e para cada fator de mortalidade encontrado ( $k_n$ ) - a seleção do fator chave foi feita pela semelhança entre as curvas dos fatores  $k_n$  com relação a  $K_t$ , conforme Varley & Gradwell (1960, 1970) e Varley *et al.* (1973); b) Regressão linear: obtida entre os fatores-chave  $k_n$  em  $K_t$  - a seleção do fator chave mais importante foi feita com base nos valores do coeficiente de correlação (r) e do coeficiente de regressão, sendo o fator de mortalidade de maior importância indicado pelos maiores valores daqueles coeficientes conforme Podoler & Rogers (1975).

A temperatura média e umidade relativa do ar que prevaleceram durante o período de estudo das cinco gerações de *P. citrella* foram registradas na estação meteorológica pertencente à Escola Técnico Agrícola (ETAESG) de Santa Rita do Passa Quatro, distante 3,8 km do pomar de *C. sinensis*.

## Resultados e Discussão

Na primeira amostra de cavalinhos de limão cravo efetuada no início de cada geração estudada, o número de ovos de *P. citrella* foi menor que o total de ovos antes da ação de fatores físicos e bióticos no pomar. Como não foi possível determinar a causa do desaparecimento desses ovos, atribuiu-se esse fato a um fator indeterminado de mortalidade ( $k_0$ , Tabela 6). Nas demais fases de desenvolvimento de *P. citrella*, também se constatou mortalidade de indivíduos sem que fosse possível a determinação do fator responsável, que foi denominado de fator indeterminado de mortalidade ( $k_1, k_2, k_4, k_6$  e  $k_8$ , Tabela 6).

Segundo Chagas (1999), na faixa de umidade relativa do ar de 50% a 90% a mortalidade de embriões de *P. citrella* foi inferior a 10%, enquanto Chagas & Parra (2000) observaram que a sobrevivência das diferentes fases de desenvolvimento de *P. citrella* mostrou-se pouco influenciada pela temperatura na faixa de 18°C a 32°C. No presente estudo, pode-se destacar que as causas de mortalidade indeterminadas relacionadas com o desaparecimento de ovos e a mortalidade de diferentes fases de desenvolvimento de *P. citrella* devem estar pouco relacionadas com tais fatores ambientais, pois, durante o

Tabela 3. Tabela de vida ecológica da 3ª geração estudada de *P. citrella*. Santa Rita do Passa Quatro, SP – 2002.

Estágios	Nº indivíduos cada estágio	Fatores de mortalidade	Número de mortes	Taxa de mortalidade	Fatot k de mortalidade
x	Lx	dxF	dx	dx/lx	fator k
Ovo	38,0	Outros	3,5	0,091	0,0417
L1	34,5	Outros	4,3	0,125	0,0581
L2	30,2	Predado	3,1	0,103	0,0482
		Outros	1,6	0,053	0,0248
L3	25,5	Predado	4,2	0,165	0,0307
		Outros	1,6	0,063	0,0803
pp	19,8	Predado	1,0	0,051	0,0244
		Outros	2,3	0,116	0,0556
P	16,5	Predado	0,8	0,046	0,0249
		<i>A. citricola</i>	5,3	0,324	0,1751
A	10,4				

Tabela 4. Tabela de vida ecológica da 4ª geração estudada de *P. citrella*. Santa Rita do Passa Quatro, SP – 2002.

Estágios	nº indivíduos cada estágio	Fatores de mortalidade	Número de mortes	Taxa de mortalidade	Fatot k de mortalidade
x	Lx	dxF	dx	dx/lx	fator k
Ovo	79,0	Outros	1,8	0,022	0,0098
L1	77,2	Outros	3,6	0,047	0,0208
L2	73,6	Predado	0,7	0,010	0,0154
		Outros	0,2	0,003	0,0046
L3	70,3	Predado	0,4	0,006	0,0571
		Outros	0,59	0,008	0,0429
pp	55,8	Putros	21,3	0,381	0,2086
P	34,5	Predado	0,43	0,012	0,0076
		<i>A. citricola</i>	16,38	0,474	0,2986
		<i>G. fausta</i>	2,08	0,060	0,0378
A	15,6				

Tabela 5. Tabela de vida ecológica da 5ª geração estudada de *P. citrella*. Santa Rita do Passa Quatro, SP – 2002.

Estágios	nº indivíduos cada estágio	Fatores de mortalidade	Número de mortes	Taxa de mortalidade	Fatot k de mortalidade
x	lx	dxF	dx	dx/lx	fator k
Ovo	35,0	Outros	2,7	0,077	0,0349
L1	32,3	Outros	3,0	0,094	0,0431
L2	29,3	Predado	1,8	0,062	0,0281
		Outros	0,7	0,024	0,0109
L3	26,8	Outros	1,6	0,060	0,0267
pp	25,2	Outros	0,3	0,013	0,0059
P	24,8	Predado	0,8	0,034	0,0178
		<i>A. citricola</i>	4,2	0,170	0,0889
		Outros	2,5	0,102	0,0533
A	17,2				

estudo das cinco gerações a temperatura média ambiental variou de 18,5°C a 28,2°C e a umidade relativa do ar de 84,8% a 92,0%.

Com relação aos inimigos naturais, ocorreram duas espécies de parasitóides: *A. citricola* e *Galeopsomyia fausta* (La Salle), sendo que a primeira causou maior mortalidade que a segunda. Pelo levantamento populacional de artrópodes predadores observaram-se nove famílias de predadores presentes nas plantas de citros (Tabela 7), sendo

as mais abundantes: Formicidae (com destaque para *Pheidole* spp. e *Camponotus* spp.), Chrysopidae (*Chrysoperla* sp.), Coccinellidae (*Azia luteipes* Muls.), Reduviidae (*Zelus* sp.) e Araneae. Esses inimigos naturais devem ter tido um papel importante na predação de *P. citrella*, podendo ser a causa do desaparecimento de ovos constatado na primeira amostra de cavalinhos de limão cravo. Insetos predadores pertencentes às famílias Formicidae, Reduviidae, Chrysopidae e Coccinellidae já foram relatados como predadores de *P.*

Tabela 6. Coeficiente de regressão (b) e correlação linear entre o fator de mortalidade total e os diferentes fatores de mortalidade atuando em cada fase de desenvolvimento, em cinco gerações de *P. citrella*. Santa Rita do Passa Quatro, SP – 2002.

Fase	Fator de mortalidade	Coeficiente de regressão (b)	Coeficiente de correlação(r)
Ovo	Indeterminado(k <sub>0</sub> )	-3,7657	0,3544
Larva 1	Indeterminado(k <sub>1</sub> )	-3,9136	0,3715
Larva 2	Indeterminado(k <sub>2</sub> )	-0,0371	0,3712
	Predação(k <sub>3</sub> )	-0,0099	0,0954
Larva 3	Indeterminado(k <sub>4</sub> )	0,0645	0,3248
	Predação(k <sub>5</sub> )	0,1147	0,7962
Pré pupa	Indeterminado(k <sub>6</sub> )	0,3632	0,6997
	Predação(k <sub>7</sub> )	0,0126	0,1744
	Indeterminado(k <sub>8</sub> )	-0,1212	0,7686
Pupa	<i>A. citricola</i> (k <sub>9</sub> )	0,6369	0,7651
	<i>G. fausta</i> (k <sub>10</sub> )	0,0647	0,5088
	Predação(k <sub>11</sub> )	-0,0213	0,4787

$r \geq 0,8783$ ,  $P < 0,05$  \* /  $r \geq 0,9587$ ,  $P < 0,01$ \*\*

*citrella* (Gravena 1994, Hoy *et al.* 1997, Legaspi *et al.* 2001).

A análise gráfica (Fig.1) indicou que os fatores indeterminados de mortalidade de ovo (k<sub>0</sub>), larva de 1º instar (k<sub>1</sub>), larva de 2º instar (k<sub>2</sub>), larva de 3º instar (k<sub>4</sub>) e pupa (k<sub>8</sub>), a predação de larva de 2º instar (k<sub>3</sub>), de pré-pupa (k<sub>7</sub>) e de pupa (k<sub>11</sub>) e o parasitismo de pupa por de *G. fausta* (k<sub>10</sub>) não apresentaram semelhança com a curva da mortalidade total

(K<sub>t</sub>). Por outro lado, as curvas da mortalidade causada por fatores indeterminados em pré-pupa (k<sub>6</sub>) e o parasitismo de pupa por *A. citricola* (k<sub>9</sub>) mostraram-se semelhantes àquela de K<sub>t</sub>, com destaque para a curva de k<sub>9</sub>. Esse fato evidencia que o parasitismo por *A. citricola* foi o fator chave de mortalidade causando alterações nas populações de *P. citrella*.

Com relação à regressão linear, quando foi considerada a ação conjunta dos fatores de mortalidade nas diferentes fases de desenvolvimento de *P. citrella* (Tabela 8), os maiores coeficientes de correlação, apesar de não significativos, ocorreram em larva de 3º instar (k<sub>3</sub>), pré-pupa (k<sub>pp</sub>) e pupa (k<sub>p</sub>), podendo indicar que nessas fases de desenvolvimento os fatores de mortalidade atuaram com maior intensidade que nas demais. Considerando-se os fatores de mortalidade atuando isoladamente (Tabela 6, Fig. 2), observou-se tendência à maior mortalidade nos fatores indeterminados de mortalidade atuando em pupa (k<sub>8</sub>), à predação de larvas de 3º instar (k<sub>5</sub>) e ao parasitismo de pupas por *A. citricola* (k<sub>9</sub>). Esses resultados evidenciam que tais fatores, principalmente k<sub>5</sub>, k<sub>8</sub> e k<sub>9</sub>, podem ter atuado como fatores dependentes de densidade. De acordo com Varley *et al.* (1973), fatores com essa característica agem como reguladores da densidade populacional de insetos.

Considerando-se conjuntamente os resultados obtidos através dos métodos gráfico e de regressão linear, pode-se concluir que os fatores chave de mortalidade para *P. citrella* foram, em ordem decrescente de importância, o parasitismo de pupa por *A. citricola*, a predação de larva de 3º instar e a ação de fator indeterminado em pupa.

Tabela 7. Número de artrópodes predadores observados por procura visual, durante 2 min, em plantas de citros. Santa Rita do Passa Quatro, SP - 2002.

Família / espécie	Datas de amostragens															Total		
	Abril					Maio				Junho				Julho				
	1	8	15	22	29	6	13	20	27	3	10	17	24	1	8		15	
Chrysopidae																		
<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens)			1									1	62	12	5	11	8	100
Coccinellidae																		
<i>A. luteipes</i>		2	1	1				1	2	1		3	4	5		1		21
<i>Coccidophilus citricola</i> (Brèthes)		1	1	2				1	1			1						7
<i>Scymnus</i> sp.						2		2		2	2	1						9
Formicidae																		
<i>Camponotus</i> spp.		42	53	40	81	31	55	43	55	43	32		16	2	12	7	10	522
<i>Crematogaster</i> sp.				10	14	7		22				1						54
<i>Dorymyrmex</i> sp.							2		2		1							5
<i>Pheidole</i> spp.		42		57			22	41	22	63	20	90	63	90	30	37	30	607
Hemerobiidae																		
<i>Hemerobius</i> sp.					1													1
<i>Nusalala tessellata</i> (Gerstaecker)			5			6												11
Phlaeothripidae		3	5		1		1											10
Reduviidae																		
<i>Zelus</i> sp.		1	3	1	6	6		4	6	4		1		2				34
Staphylinidae																		
<i>Paederus</i> sp.						1												1
Vespidae					1	1	1	3		2	1		1		1	1	1	12
Araneae		12	5	8	11	11	11	15	11	15	11	8	11	4	9	6	5	153
Total		103	74	120	114	63	94	130	98	130	68	103	157	115	61	62	55	1547

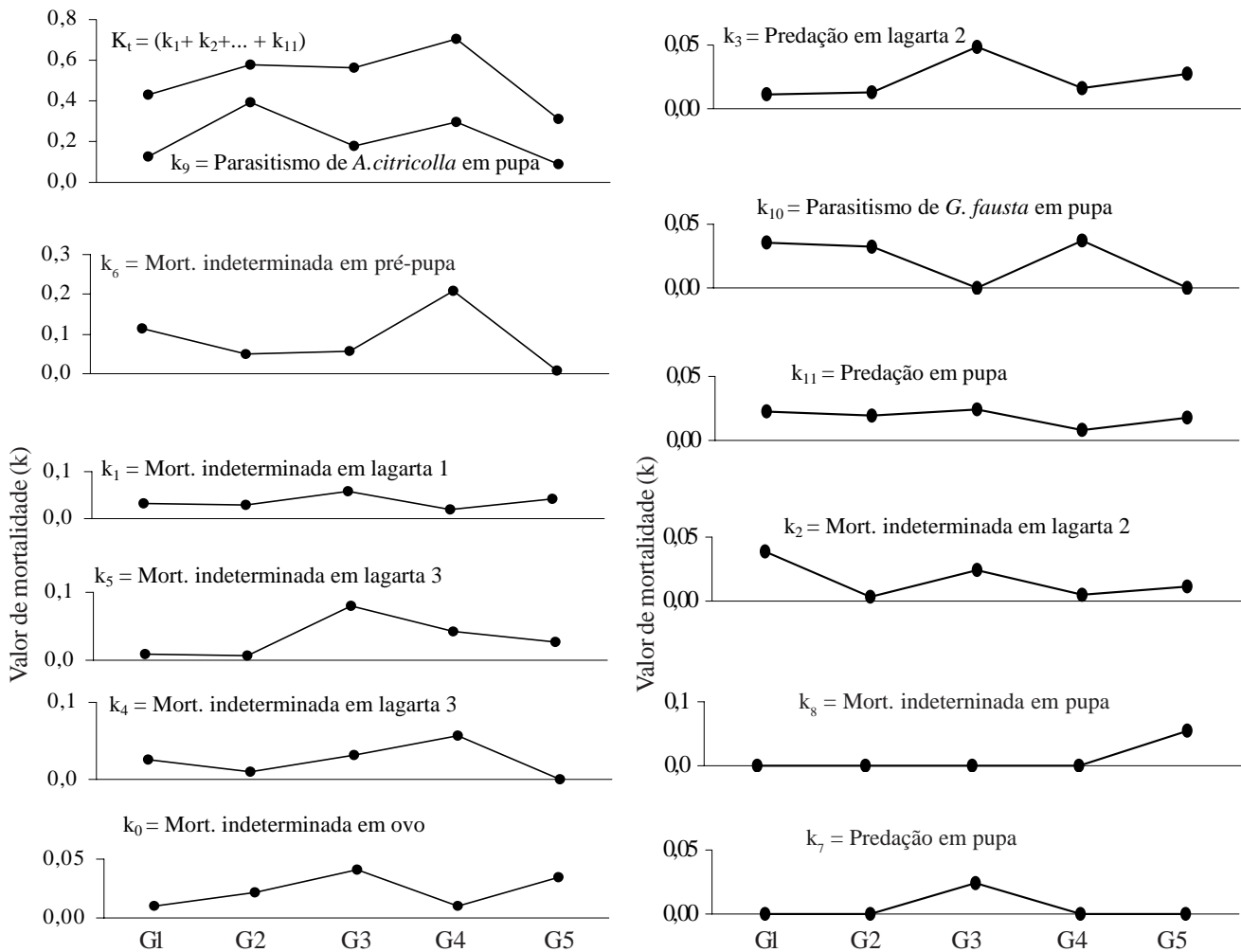


Figura 1. Análise gráfica dos fatores de mortalidade ( $k_n$ ) em cinco gerações de *P. citrella*. Santa Rita do Passa Quatro, SP - 2002.

Tabela 8. Coeficiente de regressão (b) e correlação linear entre o fator de mortalidade total ( $K_t$ ) e os fatores de mortalidade de cada fase de desenvolvimento, em cinco gerações de *P. citrella*. Santa Rita do Passa Quatro, SP - 2002.

Fase	Fator de mortalidade	Coeficiente de regressão (b)	Coeficiente de correlação(r)
Ovo	$k_{ovo}$	-0,0333	0,3544
Lagarta 1	$k_1$	-0,0353	0,3715
Lagarta 2	$k_2$	-0,0470	0,3040
Lagarta 3	$k_3$	0,1800	0,6202
Pré pupa	$k_{pp}$	0,3758	0,7399
Pupa	$k_p$	0,5597	0,6951

$r \geq 0,8783$ ,  $P < 0,05$  \* /  $r \geq 0,9587$ ,  $P < 0,01$  \*\*

Destaca-se que o parasitismo por *G. fausta*, apesar de não significativo ( $k_{10}$ , Tabela 6), alcançou elevado coeficiente de correlação, evidenciando que esse parasitóide pode apresentar potencial para controlar populações de *P. citrella*. Antes da introdução de *A. citricolla* no estado de São Paulo, vários autores (Costa *et al.* 1999, Sá *et al.* 2000) constataram que *G. fausta* representava mais de 92% do parasitismo sobre

*P. citrella*. No entanto, após a introdução de *A. citricolla*, este parasitóide predominou sobre os demais anteriormente existentes, resultado também observado por Sá *et al.* (2000). Evidências da maior eficiência de parasitismo *A. citricolla* com relação a *G. fausta* podem também ser encontradas em estudos de laboratório, em que aquele parasitóide causou cerca de 93% de parasitismo em *P. citrella* (Argov & Rössler 1998) e este apenas 18% (Llácer *et al.* 1998). Uma das causas do eficiente parasitismo de *A. citricolla* sobre *P. citrella* deve estar relacionada com o grande potencial reprodutivo do parasitóide, que por reproduzir-se por poliembrião, produz até 10 descendentes em uma pupa de *P. citrella*, enquanto as demais espécies de parasitóides produzem apenas um descendente por pupa (Argov & Rössler 1998). A eficiência de parasitismo de *A. citricolla* sobre *P. citrella* pode também estar associada ao fato de essa espécie pertencer ao grupo de parasitóides coinobiontes, os quais, de acordo com Godfray (1994), apresentam especificidade hospedeira. Por outro lado, *G. fausta* deve ser generalista por apresentar características de parasitóide idiobionte. Segundo Godfray (1994), parasitóides idiobiontes são generalistas.

Na 2ª e na 4ª gerações de *P. citrella* constatou-se cerca de 4% de pupas de *A. citricolla* parasitadas por *G. fausta*. Entre os fatores que podem ter contribuído para a ocorrência

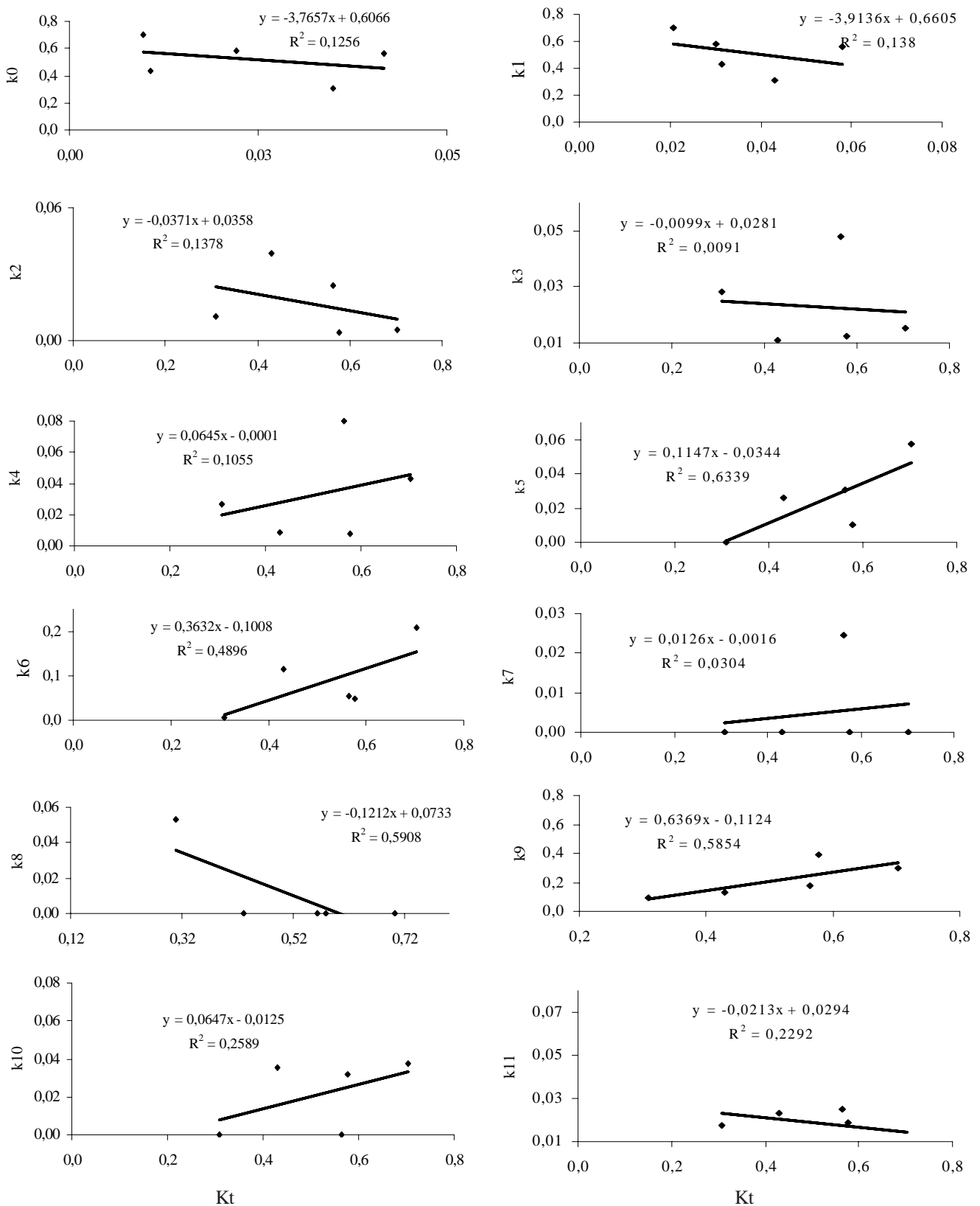


Figura 2. Curva de regressão linear entre os fatores de mortalidade ( $k_n$ ) e  $K_t$  em cinco gerações de *P. citrella*.  $k_0, k_1, k_2, k_4, k_6, k_8$  = mortalidade indeterminada em ovo, lagarta 1, lagarta 2, lagarta 3, pré-pupa e pupa;  $k_3, k_5, k_7, k_{11}$  = predação em lagarta 2, lagarta 3, pré-pupa e pupa;  $k_9, k_{10}$  = parasitismo de pupas por *A. citricolla* e *G. fausta*. Santa Rita do Passa Quatro, SP - 2002.

do hiperparasitismo destaca-se a competição que ocorre entre essas duas espécies de parasitóides, pois, de acordo com Price (1999), quando espécies de insetos utilizam recursos muito similares pode ocorrer uma competição muito severa entre eles e uma das espécies pode ficar limitada a uma pequena parte de seu nicho fundamental. Destaca-se também a característica de *G. fausta* atacar apenas pupas de *P. citrella* (Llácer 1998), enquanto *A. citricola* parasita as fases de ovo e larva de 1ª ínstar, emergindo na fase de pupa da praga (Argov & Rössler 1998). O fato de *G. fausta* pertencer ao grupo de parasitóides idiobiontes, cuja maioria das espécies é generalista (Godfray 1994), pode também ter favorecido o inseto a comportar-se como hiperparasitóide. Alguns autores (Argov & Rössler 1998, Urbaneja *et al.* 1998) observaram outras espécies de parasitóides de *P. citrella* desenvolverem hiperparasitismo, como *Cirrospilus* spp. (Hymenoptera: Eulophidae) em *Pnigalio pectinicornis* L. (Hymenoptera: Eulophidae) e espécies do mesmo gênero.

### Agradecimentos

Aos professores Dr. Santin Gravena e Dr. José Roberto Postali Parra, pelo fornecimento de indivíduos de *P. citrella* utilizados na condução dos experimentos, ao Dr. Valmir Antônio Costa, pela identificação do parasitóide *G. fausta* e de insetos da família Phaeothripidae e ao CNPq, pela bolsa concedida ao primeiro autor.

### Literatura Citada

- Abecitrus. Associação Brasileira dos Exportadores de Cítricos 2002.** A laranja no Brasil. Disponível em: <<http://www.abecitrus.com.br/>>. Acesso em: 25 abr. 2002.
- Argov, Y. & Y. Rössler. 1996.** Introduction, release and recovery of several exotic natural enemies for biological control of the Citrus Leafminer, *Phyllocnistis citrella*, in Israel. *Phytoparasitica* 24: 33-38.
- Argov, Y. & Y. Rössler. 1998.** Rearing methods for the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton and its parasitoids in Israel. *Biol. Control* 11: 18-21.
- Bellows, Jr, T.S., R.G. Van Driesche & J.S. Elkinton. 1992.** Life-table construction and analysis in the evaluation of natural enemies. *Annu. Rev. Entomol.* 37: 587-614.
- Chagas, M.C.M. 1999.** *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae): Bioecologia e relação com cancro cítrico. Tese de doutorado Piracicaba. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, 67p.
- Chagas, M.C.M. & J.R.P. Parra. 2000.** *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae): Técnica de criação e biologia em diferentes temperaturas. *An. Soc. Entomol. Brasil* 29: 227-235.
- Costa, V.A., L.A.N. de Sá, J. LaSalle, E.A.B. de Nardo, F. Arellano & L.C. Fuini. 1999.** Indigenous parasitoids (Hym. Chalcidoidea) of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep., Gracillariidae) in Jaguariuna, Sao Paulo state, Brazil: Preliminary results. *J. Appl. Entomol.* 123: 237-240.
- Godfray, H.C.J. 1994.** Behavioral and evolutionary ecology. Princeton, Princeton University Press, 473p.
- Gravena, S. 1994.** Minadora das folhas dos citros: a mais nova ameaça. *Laranja* 15: 397-404.
- Gravena, S. 2002.** *Ageniaspis*: Quarta safra de completo sucesso! *Coopercitrus* 187: 16.
- Heppner, J.B. 1993.** Citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*, in Florida (Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistinae). *Trop. Lepid.* 4: 49-64.
- Hoy, M.A., R. Nguyen, M.A. Pomerinke, R.A. Bullock, D.G. Hall, J.L. Knapp, J.E. Pena, H.W. Browning & P.A. Stansly. 1997.** Classical biological control of the citrus leafminer. *Citrus Veg. Proc.* 109: 20-25.
- Kobayashi, S. 1968.** Estimation of the individual number entering each developmental stage in a insect population. *Res. Popul. Ecol.* 10: 40-44.
- Legaspi, J.C., V.J. French, G.A. Zuninga & B. C. Jr Legaspi. 2001.** Population dynamics of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae), and its natural enemies in Texas and Mexico. *Biol. Control* 21: 84-90.
- Llácer, E., A. Urbaneja, J. Jacas & A. Garrido. 1998.** Introducción de *Galeopsomyia fausta* Lasalle, ectoparasitoide de pupas del minador de las hojas de los cítricos. *Levante Agric. Rev. Citricos* 343: 159-164.
- Neale, C., D. Smith, G.A.C. Beattie & M. Miles. 1995.** Importation host specificity testing rearing and release of three parasitoid of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) in Eastern Australia. *J. Aust. Entomol. Soc.* 34: 343-348.
- Pentead-Dias, A.M., S. Gravena, P.E.B. Paiva & R.A. Pinto. 1997.** Parasitóides de *Phyllocnistis citrella*, Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) no estado de São Paulo. *Laranja* 18: 79-84.
- Podoler, H. & D. Rogers. 1975.** A new method for the identification of key factors from life-table data. *J. Anim. Ecol.* 44: 85-114.
- Prates, H.S., O. Nakano & S.A. Gravena. 1996.** "Minadora das folhas dos citros" *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856. Campinas, CATI, 3p. (Comunicado Técnico, 129).
- Price, P.W. 1984.** *Insect ecology*. 2nd ed., New York, John Wiley, 607p.



- Price, P.W. 1999.** The concept of the ecosystem, p.19-52. In Huffaker, C.B. & A.P. Gutierrez (eds.), Ecological entomology. 2 ed. New York, John Wiley, 756p.
- Sá, L.A.N. de, V.A. da Costa, F.J. Tambasco, W.P. de Oliveira & G.R. de Almeida. 1999.** Parasitóides da larva minadora da folha dos citrus, *Phyllocnistis citrella* Stainton, estudos no laboratório de quarentena "Costa Lima" em Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 4p. (Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico, 2).
- Sá, L.A.N. de, V.A. Costa, W.P. de Oliveira & G.R. de Almeida. 2000.** Parasitoids of *Phyllocnistis citrella* in Jaguariúna, state of Sao Paulo, Brazil, before and after the introduction of *Ageniaspis citricola*. Sci. Agric. 57: 799-801.
- Southwood, T.R.E. 1978.** Ecological methods. 2<sup>nd</sup> ed. London, Chapman and Hall, 524p.
- Urbaneja, A., J. Jacas, M.J. Vernú & A. Garrido. 1998.** Dinamica e impacto de los parasitoides autoctonos de *Phyllocnistis citrella* Stainton, em la comunidad Valenciana. Invest. Agro.: Prod. Prot. Veg. 13: 409-423.
- Varley, G.C. & G.R. Gradwell. 1960.** Factors in insect population studies. J. Anim. Ecol. 29: 399-401.
- Varley, G.C. & G.R. Gradwell. 1970.** Recent advances in insect population dynamics. Annu. Rev. Entomol. 15: 1-24.
- Varley, G.C., G.R. Gradwell & M.P. Hassell. 1973.** Insect population ecology an analytical approach. California, University of California, 212p.

Received 01/08/03. Accepted 12/12/03.

---