

Este exemplar corresponde a redação final de tese
defendida pelo Candidato Benedito Ferreira de Amaral
e aprovada pela comissão julgadora.


02/10/86

ESTUDOS BIOLÓGICOS E PATOLÓGICOS DE
DOIS PIRALÍDEOS PRAGAS DE
PRODUTOS ARMAZENADOS

NT
Benedicto Ferreira do Amaral Filho

ESTUDOS BIOLÓGICOS E PATOLÓGICOS DE
DOIS PIRALÍDEOS PRAGAS DE
PRODUTOS ARMAZENADOS

Tese apresentada à Universidade
Estadual de Campinas, para a
obtenção do grau de Doutor em
Biologia (Ecologia)

Orientador: Prof. Dr. Mohamed E. M. Habib

Campinas

1986

U N I C A M P

Dedico este trabalho à
minha esposa, Eloisa e
ao meu filho Eduardo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, me auxiliaram neste trabalho e, em especial, às seguintes pessoas:

Prof. Dr. Mohamed Ezz El-Din Mostafa Habib, Departamento de Zoologia, UNICAMP, pela orientação e amizade, durante a realização desta tese;

Prof. Carlos Fernando S. de Andrade, pelos debates a respeito dos experimentos e elaboração do programa em Basic para a análise dos bioensaios;

À minha esposa, Profa. Eloisa H. Morgado do Amaral, pelo estímulo e sugestões durante todas as fases deste trabalho e minuciosa revisão do manuscrito;

Aos Professores Doutores Francisco A.M. Mariconi, José Roberto P. Parra e Sergio Batista Alves, da ESALQ - USP, e Profa. Dra. Hebe M. L. de Souza e Prof. Dr. Hilton S. Pinto do Instituto de Biologia - UNICAMP, pela participação na pré-banca examinadora, colaborando com valiosas discussões e sugestões;

Ao Prof. Dr. Frederico Wiendl, CENA - Piracicaba, pelo fornecimento de uma amostra de *Plodia interpunctella* para início da nossa criação;

Ao Moinho Duratex S.A., Campinas, pelo fornecimento do material que originou a criação de *Anagasta kuhniella* em nosso laboratório;

À ABBOTT Laboratórios do Brasil, SANDOZ S.A. e Indústrias Químicas ELETROCLORO S.A. pelo fornecimento de amostras dos produtos utilizados nos bioensaios;

Aos técnicos de laboratório, funcionários, estagiários do Departamento de Zoologia, pelo auxílio prestado durante o desenvolvimento deste trabalho;

Aos colegas do Departamento de Zoologia - UNICAMP, pela cooperação e amizade.

ÍNDICES

A - ÍNDICE DE ASSUNTOS

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO HISTÓRICA.....	04
2.1. <i>Anagasta kuhniella</i> (Zeller, 1879).....	04
(Lepidoptera, Pyralidae)	
2.1.1. Distribuição geográfica.....	04
2.1.2. Danos.....	05
2.1.3. Aspectos biológicos.....	07
2.2. <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner, 1813).....	10
(Lepidoptera, Pyralidae)	
2.2.1. Distribuição geográfica.....	10
2.2.2. Danos.....	11
2.2.3. Aspectos biológicos.....	12
2.3. Métodos de controle de populações de <i>Anagasta</i> <i>kuhniella</i> e <i>Plodia interpunctella</i>	16
2.3.1. Controle químico.....	17
2.3.2. Controle biológico.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1. Estudos de biologia e manutenção de criações...	23
3.1.1. <i>Anagasta kuhniella</i>	23
3.1.2. <i>Plodia interpunctella</i>	25
3.2. Estudos de patologia.....	27

	Página
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1. Estudos de biologia sob condições de laboratório	33
4.1.1. <i>Anagasta kuhniella</i>	33
4.1.1.1. Estágio de ovo.....	33
4.1.1.2. Estágio de larva.....	36
4.1.1.3. Estágio de pupa.....	44
4.1.1.4. Estágio adulto.....	47
A - Adultos acasalados.....	47
B - Adultos não acasalados.....	51
C - Comparação entre a longevidade de adultos acasalados e não acasalados.....	52
4.1.1.5. Ciclo total de vida.....	54
4.1.2. <i>Plodia interpunctella</i>	57
4.1.2.1. Estágio de ovo.....	57
4.1.2.2. Estágio de larva.....	60
4.1.2.3. Estágio de pupa.....	67
4.1.2.4. Estágio adulto.....	71
A - Adultos acasalados.....	71
B - Adultos não acasalados.....	75
C - Comparação entre a longevidade de adultos acasalados e não acasalados.....	76
4.1.2.5. Ciclo total de vida.....	78
4.2. Estudos de patologia dos dois piralídeos.....	80
4.2.1. Sintomatologia externa da bacteriose.....	80
4.2.2. Susceptibilidade a <i>B. thuringiensis</i>	84
4.2.2.1. <i>Anagasta kuhniella</i>	85

	Página
4.2.2.1.1. Susceptibilidade de larvas de 1ª es tádio.....	85
4.2.2.1.2. Susceptibilidade de larvas de 3ª es tádio.....	93
4.2.2.1.3. Susceptibilidade de larvas de 5ª es tádio.....	99
4.2.2.1.4. Susceptibilidade comparada de lar- vas de <i>Anagasta kuhniella</i> coletadas no moinho Duratex, S.A. e larvas da geração F ₁ de laboratório.....	103
4.2.2.1.5. Efeito da adaptação às condições de laboratório na susceptibilidade de larvas de <i>Anagasta kuhniella</i> ao so- rotipo H-3a:3b.....	110
4.2.2.2. <i>Plodia interpunctella</i>	112
4.2.2.2.1. Susceptibilidade de larvas de 1ª es tádio.....	113
4.2.2.2.2. Susceptibilidade de larvas de 3ª es tádio.....	119
4.2.2.2.3. Susceptibilidade de larvas de 5ª es tádio.....	127
5. CONCLUSÕES.....	135
6. RESUMO.....	139
7. SUMMARY.....	143

B - ÍNDICE DE TABELAS

Página

Tabela 1 - Período de incubação, em dias, percentagem de eclosão e dimensões de comprimento e largura de ovo de <i>Anagasta kuhniella</i> sob condições de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase = 12,0 horas.....	35
Tabela 2 - Comprimento e largura, em mm, da cápsula cefálica dos diferentes estádios larvais de <i>Anagasta kuhniella</i> mantidos sob condições de Temp. = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase = 12,0 horas.....	39
Tabela 3 - Índices de crescimento linear e índices médios de crescimento para larvas de <i>Anagasta kuhniella</i> (Temp. = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase = 12,0 horas).....	40
Tabela 4 - Tempo médio de duração (dias) dos estádios larvais de <i>Anagasta kuhniella</i> (Temp. = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; U.R. = $70 \pm 10\%$ e fotofase = 12,0 horas).	41
Tabela 5 - Médias de idades (dias) dos diferentes estádios larvais de <i>Anagasta kuhniella</i> sob as condições de Temp. = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase = 12,0 horas.....	43

Tabela 6 - Estágio de pupa de <i>Anagasta kuhniella</i> , com tempo de duração, percentagem de mortalidade e peso médio das pupas (Temp. = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; U.R. = $70 \pm 10\%$ e fotofase = 12,0 horas).....	46
Tabela 7 - Dados biológicos referentes ao estágio adulto de indivíduos acasalados e não acasalados de <i>Anagasta kuhniella</i> , mantidos em condições de Temp. = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase = 12,0 horas.....	48
Tabela 8 - Comparação entre a longevidade de adultos acasalados e não acasalados de <i>Anagasta kuhniella</i> (Temp. = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; U.R. = $70 \pm 10\%$ e fotofase = 12,0 horas).....	52
Tabela 9 - Tempo de duração do ciclo total de indivíduos acasalados e não acasalados de <i>Anagasta kuhniella</i> (Temp. = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; U.R. = $70 \pm 10\%$ e fotofase = 12,0 horas).....	54
Tabela 10 - Período de incubação, viabilidade e dimensões de ovos de <i>Plodia interpunctella</i> , mantidos sob condições de Temp. = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase = 12,0 horas.....	59
Tabela 11 - Dimensões da cápsula cefálica dos estádios larvais de <i>Plodia interpunctella</i> obtidos sob as condições de Temp. = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$	

U.R. e fotofase = 12,0 horas.....	61
Tabela 12 - Índices de crescimento linear e índices médios de crescimento larval por estágio de <i>Plodia interpunctella</i> (Temp. = 25 ± 2°C; U.R. = 70 ± 10% e fotofase = 12,0 horas).....	62
Tabela 13 - Média de idades dos diferentes estádios larvais de <i>Plodia interpunctella</i> sob condições de Temp. = 25 ± 2°C; 70 ± 10% U.R. e fotofase = 12,0 horas.....	64
Tabela 14 - Tempo médio de duração (dias) de cada estágio larval de <i>Plodia interpunctella</i> (Temp. = 25 ± 2°C; 70 ± 10% U.R. e fotofase = 12,0 horas).....	65
Tabela 15 - Tempo de duração, peso médio e percentagem de mortalidade de pupas de <i>Plodia interpunctella</i> (Temp. = 25 ± 2°C; U.R. = 70 ± 10% e fotofase = 12,0 horas).....	67
Tabela 16 - Períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, em dias, número de ovos e longevidade de adultos de <i>Plodia interpunctella</i> sob condições de Temp. = 25 ± 2°C; 70 ± 10% U.R. e fotofase = 12,0 horas.....	73
Tabela 17 - Comparação entre a longevidade de adultos acasalados e não acasalados de <i>Plodia in-</i>	

	<i>terpunctella</i> (Temp. = 25 ± 2°C; U.R. = 70 ± 10% U.R. e fotofase = 12,0 horas).....	76
Tabela 18 -	Duração do ciclo de vida de indivíduos acasalados e não acasalados de <i>Plodia interpunctella</i> (Temp. = 25 ± 2°C; U.R. = 70 ± 10% e fotofase = 12,0 horas).....	78
Tabela 19 -	Tempo letal mediano (TL ₅₀) e intervalo de confiança, de larvas de 1ª estágio de <i>Anagasta kuhniella</i> tratadas com 3 concentrações de 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b.	87
Tabela 20 -	Concentração letal mediana (CL ₅₀) e intervalo de confiança para larvas de 1ª estágio de <i>Anagasta kuhniella</i> após 3 tempos de exposição aos 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b.....	90
Tabela 21 -	Susceptibilidade média de larvas de 1ª estágio de <i>Anagasta kuhniella</i> , expressas por CL ₅₀ e TL ₅₀ , a 4 preparados à base de <i>B. thuringiensis</i> (H-3a:3b) determinada através do modelo matemático de THOMPSON (1947), adaptado por HABIB (1982).....	91
Tabela 22 -	Tempo letal mediano (TL ₅₀) e intervalo de confiança de larvas de 3ª estágio de <i>Anagasta kuhniella</i> tratadas com 3 concentra-	

ções de 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b.....	95
Tabela 23 - Concentração letal mediana (CL_{50}) e intervalo de confiança para larvas de 3º estágio de <i>Anagasta kuhniella</i> após 2 tempos de exposição aos 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b.....	97
Tabela 24 - Susceptibilidade média de larvas de 3º estágio de <i>Anagasta kuhniella</i> , expressa por CL_{50} e TL_{50} , a 4 preparados à base de <i>B. thuringiensis</i> (H-3a:3b) determinada através do modelo matemático de THOMPSON (1947), adaptado por HABIB (1982).....	98
Tabela 25 - Tempo letal mediano (TL_{50}) e intervalo de confiança, de larvas de 5º estágio de <i>Anagasta kuhniella</i> tratadas com 3 concentrações de 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b.....	100
Tabela 26 - Concentração letal mediana (CL_{50}) e intervalo de confiança para larvas de 5º estágio de <i>Anagasta kuhniella</i> após 2 tempos de exposição aos 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b.....	102

Tabela 27 - Susceptibilidade média de larvas de 5º estádio de *Anagasta kuhniella*, expressa por CL_{50} e TL_{50} , aos 4 preparados à base de *B. thuringiensis* (H-3a:3b) determinada através do modelo matemático de THOMPSON (1947), adaptado por HABIB (1982)..... 103

Tabela 28 - Tempo letal mediano (TL_{50}) e intervalo de confiança de larvas de 5º estágio de *Anagasta kuhniella* do campo e da geração F_1 tratadas com 3 concentrações de 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b..... 107

Tabela 29 - Concentração letal mediana (CL_{50}) e intervalo de confiança para larvas de 5º estágio de *Anagasta kuhniella* do campo e da geração F_1 após 2 tempos de exposição aos 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b..... 108

Tabela 30 - Susceptibilidade expressa em TL_{50} , de larvas de 5º estágio de *Anagasta kuhniella*, tratadas com 2 concentrações de Bactospeine em diferentes gerações..... 111

Tabela 31 - Tempo letal mediano (TL_{50}) e intervalo de confiança de larvas de 1º estágio de *Plodia interpunctella* tratadas com 3 concentrações de 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b. 114

- Tabela 32 - Concentração letal mediana (CL_{50}) e intervalo de confiança para larvas de 1º estágio de *Plodia interpunctella* após 3 tempos de exposição aos 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b..... 118
- Tabela 33 - Susceptibilidade média de larvas de 1º estágio de *Plodia interpunctella*, expressa por CL_{50} e TL_{50} , aos 4 preparados à base de *B. thuringiensis* (H-3a:3b), determinada através do modelo matemático de THOMPSON (1947), adaptado por HABIB (1982)..... 119
- Tabela 34 - Tempo letal mediano (TL_{50}) e intervalo de confiança de larvas de 3º estágio de *Plodia interpunctella* tratadas com 3 concentrações de 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b. 121
- Tabela 35 - Concentração letal mediana (CL_{50}) e intervalo de confiança para larvas de 3º estágio de *Plodia interpunctella* após 3 tempos de exposição aos 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b..... 124
- Tabela 36 - Susceptibilidade média de larvas de 3º estágio de *Plodia interpunctella*, expressa por CL_{50} e TL_{50} , aos 4 preparados à base de *B. thuringiensis* (H-3a:3b), determinada atra-

vês do modelo matemático de THOMPSON (1947) ,
adaptado por HABIB (1982)..... 128

Tabela 37 - Tempo letal mediano (TL_{50}) e intervalo de
confiança de larvas de 5º estágio de *Plodia
interpunctella* tratadas com 3 concentrações
de 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b. 129

Tabela 38 - Concentração letal mediana (CL_{50}) e interva
lo de confiança de larvas de 5º estágio de
Plodia interpunctella após 3 tempos de expo
sição aos 4 preparados à base do sorotipo
H-3a:3b..... 133

C - ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Frasco de vidro fechado com tecido de algodão utilizado para criação de <i>Anagasta kuhniella</i>	26
Figura 2 - Frasco de vidro fechado com tecido de algodão utilizado para criação de <i>Plodia interpunctella</i>	28
Figura 3 - Dimensões da cápsula cefálica e tempo de duração dos diferentes estádios larvais de <i>Anagasta kuhniella</i> (Temp. = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase = 12,0 horas).....	38
Figura 4 - Frasco de criação de <i>Anagasta kuhniella</i> mostrando os casulos de pupas.....	45
Figura 5 - Longevidade média de adultos (machos e fêmeas) acasalados e não acasalados de <i>Anagasta kuhniella</i> (Temp. = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase = 12,0 horas).....	53
Figura 6 - Tempo médio de duração (dias) das diferentes fases do ciclo evolutivo de <i>Anagasta kuhniella</i> (Temp. = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase = 12,0 horas).....	56
Figura 7 - Dimensões da cápsula cefálica e tempo de duração dos diferentes estádios larvais de	

Plodia interpunctella (Temp. = 25 ± 2°C; 70 ± 10% U.R. e fotofase = 12,0 horas)..... 63

Figura 8 - Frasco de criação de *Plodia interpunctella* mostrando os casulos de pupa..... 68

Figura 9 - Longevidade média de adultos (machos e fêmeas) acasalados e não acasalados de *Plodia interpunctella* (Temp. = 25 ± 2°C; 70 ± 10% U.R. e fotofase = 12,0 horas)..... 77

Figura 10 - Tempo de duração (dias) das diferentes fases do ciclo evolutivo de *Plodia interpunctella* (Temp. = 25 ± 2°C; 70 ± 10% U.R. e fotofase = 12,0 horas)..... 79

Figura 11 - Seqüência de sintomas externos em larvas de último estágio infectadas por *B. thuringiensis*
A - *Anagasta kuhniella* (aumento 1,7xx)
B - *Plodia interpunctella* (aumento 2,2xx).. 81

Figura 12 - Tempo letal mediano (TL₅₀), em horas, de larvas de 1º estágio de *Anagasta kuhniella*, expostas ao isolado Zoocamp-78, nas concentrações 0,188%, 0,708% e 2,659% (Escala Log. Prob.)..... 88

- Figura 13 - Concentração letal mediana (CL_{50}), em %, para larvas de 1ª estágio de *Anagasta kuhniella* após 3 períodos de exposição ao isolado Zoocamp-78 (Escala Log. Prob.)..... 92
- Figura 14 - Tempo letal mediano (TL_{50}), em horas, de larvas de 5ª estágio de *Anagasta kuhniella* da geração F_1 e do campo, expostas ao isolado Zoocamp-78 nas concentrações 0,708% e 2,659% (Escala Log. Prob.)..... 105
- Figura 15 - Concentração letal mediana (CL_{50}), em %, para larvas de 5ª estágio de *Anagasta kuhniella* da geração F_1 e do campo, após 90,0 hs e 126,0 hs de exposição ao isolado Zoocamp-78 (Escala Log. Prob.)..... 109
- Figura 16 - Tempo letal mediano (TL_{50}), em horas, de larvas de 1ª estágio de *Plodia interpunctella*, expostas ao preparado Bactospeine, nas concentrações 0,188%, 0,708% e 2,659% (Escala Log. Prob.)..... 115
- Figura 17 - Comparação de tempo letal mediano (TL_{50}), em horas, para larvas de 3ª estágio de *Plodia interpunctella*, expostas ao produto Dipel, nas concentrações 0,188%, 0,708% e 2,659% (Escala Log. Prob.)..... 123

- Figura 18 - Concentração letal mediana (CL_{50}), em %, para larvas de 3º estágio de *Plodia interpunctella* após 3 períodos de exposição ao isolado Zoocamp-78 (Escala Log. Prob.)..... 126
- Figura 19 - Comparação de tempo letal mediano (TL_{50}) em horas, para larvas de 5º estágio de *Plodia interpunctella*, expostas ao preparado isolado Zoocamp-78, nas concentrações 0,188%, 0,708% e 2,659% (Escala Log. Prob.)..... 130

1. INTRODUÇÃO

Metade da população mundial sofre de subnutrição, enquanto cerca de 30% do alimento produzido são perdidos devido a pragas, doenças e ervas daninhas. Somente na América Latina, a perda atinge 33%, sendo 10% devido a insetos, 15% a doenças e 8% a ervas daninhas, segundo dados fornecidos pela FAO " Food and Agriculture Organization", citados por GALVÃO & PIRES (1977 apud GRAVENA & LARA, 1982).

Para atender à crescente demanda de alimentos, o homem aumentou as áreas agrícolas, a produtividade e conseqüentemente os armazéns para estocagem dos produtos alimentícios. Com a crescente construção de locais de armazenagem, o número e a diversidade de insetos que danificam e exterminam produtos e subprodutos agrícolas aumentaram.

Pesquisa realizada pela FAO, estimou que a quantidade de grãos destruídos por gorgulhos e traças durante um ano, seria suficiente para o abastecimento de mais de cem milhões de pessoas. O Brasil produziu, em 1955, cerca de 13 milhões de toneladas de cereais, sendo que 20% foram devorados ou depreciados por gorgulhos e traças, correspondendo a uma perda de 2,6 milhões de toneladas (ANÔNIMO, 1957).

Atualmente no Brasil são colhidas cerca de 23 milhões de toneladas de milho, sendo uma parte armazenada em fazendas, para a alimentação humana e de animais. Um levantamento efetuado no Estado de Minas Gerais, em 1981, revelou que insetos como carunchos e traças já haviam danificado, em agos-

to, 20,8% dos grãos e, em novembro, já haviam alcançado 32%, isto sem levar em conta os danos causados por roedores, ocasionando um alto prejuízo à economia nacional (PEREIRA DOS SANTOS *et alii*, 1984).

Segundo SIMMONS (1964), a entomofauna de grãos e subprodutos é praticamente cosmopolita e ocorre em quase todos os países, causando altos níveis de prejuízo.

Para tentar reduzir os danos, compostos químicos têm sido utilizados para o controle dessas pragas, porém, como é de conhecimento geral, o uso exclusivo e inadequado de defensivos químicos prejudica o homem e o ambiente, devido aos efeitos colaterais desvantajosos que provocam, principalmente no que se refere a produtos alimentícios.

Em ambientes temperados, diversos pesquisadores já revelaram a possibilidade de utilização de métodos de controle microbiano, principalmente por bactérias, no combate a pragas de produtos armazenados. No Brasil, PALEARI *et alii* (1980) isolaram uma raça geográfica de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* além do protozoário *Mattesia dispora* (Sporozoa, Neogregarinida) de larvas de *Anagasta kuhniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera, Pyralidae), demonstrando grandes possibilidades de uso de agentes patogênicos no controle dessa praga.

Para que se possa introduzir outros métodos de controle de pragas de grãos armazenados, é necessário que se tenha informações detalhadas, tanto do desenvolvimento desses insetos, como dos diferentes fatores ecológicos que possam afetá-los.

Dada a diversidade de insetos que ocorrem em produtos estocados, o presente trabalho restringe-se a estudos biológicos e patológicos de *Anagasta kuhniella* e *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera, Pyralidae, Pycitinae), espécies cosmopolitas de grande importância econômica, que atacam alimentos mantidos em ambientes fechados (armazéns, moinhos, silos, embalagens etc.) utilizando, normalmente, mais de um substrato alimentar.

A primeira fase desta pesquisa teve por objetivo analisar o comportamento dessas duas espécies de microlepidópteros em condições climáticas, alimentares e espaciais constantes, com um estudo detalhado de seus ciclos biológicos (estágios de ovo, larva, pupa e adulto) em laboratório. Tais informações são altamente necessárias como pré-requisito para facilitar os estudos posteriores de patologia.

Na segunda fase, já de posse dos dados biológicos, pretendeu-se avaliar então, as respostas dessas populações à ação da bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* sorotipo H-3a:3b, em três formulações comerciais, Dipel, Thuricide e Bactospeine, além do isolado Zoocamp-78. Os níveis de susceptibilidade dos diferentes estádios larvais de *A. kuhniella* e *P. interpunctella*, a várias concentrações e diferentes tempos de exposição a esses produtos, foram determinados, assim como realizados estudos comparativos da virulência desses preparados.

2. REVISÃO HISTÓRICA

Anagasta kuhniella (Zeller, 1879) e *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) são consideradas importantes pragas de cereais e sub-produtos alimentícios estocados, e têm sido estudadas por diferentes autores quanto a aspectos de seus ciclos biológicos, ocorrências, danos e principalmente métodos de combate, numa tentativa de exterminar ou pelo menos reduzir suas populações a tais níveis que não causem danos econômicos.

2.1. *Anagasta kuhniella* (Zeller, 1879)

(Lepidoptera, Pyralidae)

2.1.1. Distribuição geográfica

A. kuhniella, conhecida como traça de farinha ou mariposa de farinha do Mediterrâneo, foi considerada como praga, provavelmente em 1840 na Europa. A partir de então, e devido ao intercâmbio comercial de produtos agrícolas, sua ocorrência foi registrada em diferentes países do mundo, sendo hoje considerada espécie cosmopolita (HABIB, 1968).

METCALF & FLINT (1981) afirmam que este inseto foi assinalado pela primeira vez na América do Norte em 1889, no Canadá, estando atualmente disseminado nos Estados Unidos e Canadá.

No Brasil foi registrada a ocorrência de *A. kuhniella* nos estados do Pará, Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul (MARICONI, 1963; SILVA *et alii*, 1968).

Entretanto, por se tratar de uma praga de produtos agrícolas armazenados e baseando-se em HABIB (1968) e METCALF & FLINT (1981), sobre a grande capacidade de disseminação dessa traça através dos países, acredita-se que, em termos de Brasil, *A. kuhniella* deva estar presente em outros Estados, além dos mencionados anteriormente.

2.1.2. Danos

A. kuhniella é considerada mais prejudicial às farinhas do que aos cereais que as produzem, atacando os grãos quando não encontra seu alimento preferencial (DUTRA, 1901). Segundo MARICONI (1963), as larvas dessa traça têm um comportamento muito voraz, ocasionando danos nos grãos armazenados de arroz, milho e trigo; têm entretanto preferência por farinhas e farelos. SICHMAN (1963) comenta que, embora as larvas dessa mariposa prefiram as farinhas, atacam também amendoim. De acordo com SILVA *et alii* (1968) *A. kuhniella* danifica sementes armazenadas de amendoim, arroz, milho, trigo e seus sub-produtos, assim como frutas secas, chocolate e inclusive carne.

Além disso, em países de clima quente, *A. kuhniella* pode ter gerações sucessivas de modo que a deposição de excrementos e insetos mortos nos produtos armazenados pode inutilizá-los, tornando-os inadequados ou até imprestáveis para

alimentação (DUTRA, 1901; MONTE, 1934; GALLO *et alii*, 1970).

MARANHÃO (1939) em seu trabalho sobre insetos destruidores de grãos estocados acrescenta aos estragos causados por *A. kuhniella*, o mau cheiro produzido pela deterioração e fermentação, que caracterizam esses produtos quando sofrem altas infestações.

De acordo com KOGAN (1963), essa traça é comum nas despensas de residências, atacando diferentes tipos de feijões, chocolate e outros alimentos.

Segundo MONTE (1934) e MARICONI (1963) essa mariposa tem por hábito construir galerias nas farinhas ou nos grãos, de modo que, ligando ou juntando estes materiais por fios de seda, consegue fazer um casulo onde passa a fase larval. Para o desenvolvimento do estágio de pupa, abandona o local onde passou a fase larval e procura pequenas fendas de caixotes, costuras das sacas de produtos ou locais abrigados dentro do depósito. Com esse comportamento *A. kuhniella* provoca um outro tipo de dano; METCALF & FLINT (1981) verificaram que essa traça causou sérios problemas nos moinhos dos Estados Unidos, obstruindo as tubulações e elevadores das fábricas com massas de farinhas formadas pelos fios de seda que as larvas tecem. Tal dano acaba reduzindo drasticamente o aproveitamento das máquinas, aumentando o custo do processamento além de servir como fonte de infestação de remessas recebidas pelos moinhos.

Tais danos são ainda encontrados em nossos dias, como pode ser observado no Moinho da Duratex, em Campinas, SP.

O entupimento dos canos e maquinários dos moinhos, provocados pelas larvas, obrigam a parada do moinho uma vez por mês, para limpeza e desobstrução das tubulações, causando grandes prejuízos.

2.1.3. Aspectos biológicos

O crescimento e desenvolvimento de *A. kuhniella* sob condições de temperatura e umidade relativa controladas, foram analisados por BRINDLEY (1930) que abordou também aspectos comportamentais da vida adulta desse inseto, com descrição da cópula e longevidade de adultos acasalados e não acasalados. O mesmo autor fornece ainda dados de peso de ovos, dados biológicos de larvas e adultos, assim como dimensões de cápsulas cefálicas.

MARANHÃO (1958) apresenta uma breve descrição dos estágios de larva e adulto, com alguns dados biológicos sobre a atividade de oviposição, registrando que a fêmea dessa traça coloca de 200 a 500 ovos, individualmente ou em grupos de 5 a 50 ovos.

A fêmea de *A. kuhniella* pode ovipor de 200 a 300 ovos, com um tempo de incubação de 4 ou 5 dias, à temperatura de 25°C, segundo YAMVRIAS (1962). Este autor acrescenta que o número de estádios larvais pode variar de acordo com as condições da criação, tendo obtido 9 ou 10 estádios, com uma duração média de 10 dias para o estágio de pupa.

Aspectos morfológicos e biológicos dessa traça, com descrição dos adultos, de seu sistema reprodutor e observa-

ções do estágio de ovo, estágio de larva (com 8 estádios), taxa de fecundidade e ritmo de desova, foram abordados por KURSTAK (1966a).

Segundo HABIB (1968) o ciclo de vida desse lepidoptero, sob condições controladas de laboratório (25°C e 70% U.R.), apresentou uma duração máxima de 53 e mínima de 44 dias, com uma média de 49,4 dias; o estágio larval compreendeu 5 estádios.

BENSON (1973) dedicou-se ao estudo de aspectos biológicos como fecundidade e fertilidade e das causas de mortalidade nos diferentes estágios do ciclo de vida de populações de lepidópteros que infestam grãos armazenados, dentre eles, *A. kuhniella*.

BELL (1975) observou o desenvolvimento de espécies de piralídeos que atacam produtos armazenados, sob diferentes temperaturas, demonstrando que o embrião de *A. kuhniella* não se desenvolve a 10°C. Por outro lado, a 30°C, o ciclo se completa, porém resultando em adultos inférteis, devido a alta temperatura.

A capacidade de crescimento de uma população de *A. kuhniella* estudada por SIDDIQUI & BARLOW (1973), foi maior em temperaturas constantes do que em temperaturas variáveis, pois a taxa de sobrevivência dos estágios imaturos, a taxa de desenvolvimento e a fecundidade diminuíram com o aumento de amplitude de variação térmica.

A taxa de sobrevivência e desenvolvimento de *A. kuhniella* pode, segundo BELL (1976), ser melhorada, augmentan

do-se a superfície de exposição de alimento às larvas, isto é, mantendo-se um volume de alimento constante embora em áreas maiores.

JACOB e COX (1977), verificando a influência da temperatura e da umidade relativa no ciclo de vida dessa traça (de 7,5° a 31°C e de 0 a 75% U.R., respectivamente), concluíram que este inseto prefere altas temperaturas para um desenvolvimento mais rápido e que a habilidade que têm para se desenvolver em alimento com baixíssimo teor de água é uma adaptação que favorece sua vida em moinhos.

Condições alternadas de luz e escuro constantes em criações de *A. kuhniella*, verificadas por CYMBOROWSKI & GIEBULTOWICZ (1976), provocaram uma diminuição do período larval de, em média, 3 dias quando comparadas com criações mantidas totalmente no escuro. Essas condições de fotoperíodo tiveram também influência na capacidade reprodutiva das fêmeas.

A influência da luz no ritmo de ovoposição de *A. kuhniella* foi também verificada por BELL (1981) que observou a ocorrência de um maior número de ovos nas primeiras horas do escurecer ou durante o período escuro. Cem adultos dessa traça, de idades e sexos indeterminados, mantidos no escuro depois de permanecerem por 18 horas expostos à luz de 400 a 1000 lux, colocaram 200 ovos no período de uma hora, sendo que 50% dos ovos foram ovipostos nas primeiras 4,0 horas de escuro.

Os ovos de *A. kuhniella* demonstraram ser, segundo

BRUN & MORAES (1977), um excelente hospedeiro para criação de *Trichogramma* em laboratório. STEIN (1985), trabalhando com técnicas de criação de *A. kuhniella* em laboratório para utilização desse lepidoptero como hospedeiro de *Trichogramma*, aborda aspectos biológicos dessa traça, verificando que, à temperatura de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14,0 horas, pode-se obter de 6 a 7 gerações dessa traça por ano.

O efeito da densidade populacional sobre o desenvolvimento de larvas de *A. kuhniella* foi estudado por SMITH (1969), em populações de 2, 4, 8, 16, 32 e 64 larvas mantidas em frascos do mesmo volume e com a mesma quantidade de alimento. Este autor demonstrou que o aumento do número de larvas provoca uma diminuição do tamanho do adulto e um aumento do tempo de duração do estágio larval e da taxa de mortalidade.

2.2. *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813)

(Lepidoptera, Pyralidae)

2.2.1. Distribuição geográfica

P. interpunctella é um inseto cosmopolita, ocorrendo em diferentes países, danificando produtos alimentícios armazenados (COSTA LIMA, 1950).

Segundo TZANAKAKIS (1959), *P. interpunctella* é nativa do velho mundo e tal como *A. kuhniella* tem sido disseminada pelo mundo através do comércio de produtos agrícolas con

taminados. Ocorre praticamente no mundo todo, nas Américas, África, Ásia e Austrália.

No Brasil, foi registrada nos Estados do Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso, Paraíba, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo (MARICONI, 1963 ; SILVA *et alii*, 1968).

LE CATO (1976) considera essa traça como uma das maiores pragas de produtos armazenados na Georgia, USA.

P. interpunctella, como *A. kuhniella*, é praga de produtos agrícolas estocados e é pertinente reafirmar que, de acordo com a literatura, a forma de dispersão desse lepidóptero permite acreditar que *P. interpunctella*, em termos de Brasil, já ocorra em outros locais, além dos até então registrados.

2.2.2. Danos

As larvas de *P. interpunctella* têm por hábito viver em grãos de cereais armazenados, demonstrando uma preferência alimentar pelo trigo (MARANHÃO, 1939).

COSTA LIMA (1950), considera as larvas de *P. interpunctella* onívoras, danificando produtos estocados como farinhas, cereais, frutos e doces secos, amêndoas ou sementes de diferentes espécies e chocolate.

RUSSELL (1961) registrou um ataque maciço dessa traça em nozes de pistacia, em Indiana, USA, durante o inverno de 1959.

Segundo SICHMAN (1963), essa traça danifica uma série de produtos armazenados, entre eles o amendoim; apesar da larva ter preferência alimentar por grãos quebrados, costuma atacar o amendoim em casca, formando com os fios de seda, teias em cima das vagens danificadas.

KOGAN (1963) classifica *P. interpunctella* como praga de todo o tipo de grão e sub-produtos e, ainda, de frutas secas, sendo que sua ocorrência é considerada maior em despensas domésticas do que em grandes armazéns.

Segundo SILVA *et alii* (1968), as larvas de *P. interpunctella* danificam grãos armazenados de arroz, milho, trigo, atacando seus sub-produtos como farinhas, farelos e fubás. Citam ainda que existem registros de danos em sementes estocadas de abóbora, babaçu, cumbaru, feijão branco, fava, gergelim, tortas de algodão, batatinha, nozes e peras.

2.2.3. Aspectos biológicos

HERMS (1971), estudando o desenvolvimento de *P. interpunctella* sob condições de temperatura de 22° a 26°C, verificou que a fêmea efetua a oviposição à noite. O período de incubação foi de 48 horas, o estágio de pupa, de 10 a 14 dias e o ciclo completo, 40 dias.

ESSIG (1920), fornecendo às larvas dessa traça, frutas secas como alimento, obteve, para o ciclo total, um tempo variando de 1 a 2 meses. HILL (1928), em criação também ali-

mentada com frutas secas, obteve, para o estágio de ovo, um tempo médio de 4,54 dias; 39,7 dias para o estágio de larva e 13,05 dias para o estágio de pupa, enquanto que ARKHANGEL'SKII (1931) conseguiu limites de 40 a 85 dias, para o ciclo total dessa espécie.

Esta traça, alimentada com arroz, à temperatura de 30°C teve um período de desenvolvimento de um mês (KAWANO, 1939).

MYERS (1928 apud WILLIAMS, 1964) verificou que o ciclo total no verão é, em média, de 31 dias. No inverno, por outro lado, o desenvolvimento dura muitos meses. TOSI (1929) trabalhando com criações de *P. interpunctella* em 3 diferentes temperaturas, 12,9°C, 13,48°C e 28,2°C, obteve os tempos de duração de 271-288, 216 e 30 dias, respectivamente.

HAMLIN *et alii* (1931), oferecendo diversos tipos de alimento para a manutenção de criações dessa traça, obtiveram diferentes limites para o período de desenvolvimento; criações tratadas com figo, mais de 27 dias; com ameixa seca, acima de 305 dias e com passas (uva seca) de 33 a 302 dias.

ZACHER (1939 apud WILLIAMS, 1964), para verificar a influência do alimento no tempo de desenvolvimento de *P. interpunctella* a 18° - 20°C, utilizou 3 tipos de dietas: noz, chícória seca e uvas passas e obteve tempos de duração do ciclo completo deste inseto, de 70, 122 e 155 dias respectivamente.

A influência da dieta alimentar sobre o tempo de crescimento das larvas dessa mariposa também foi investigado por WILLIAMS (1964), a 25°C de temperatura e 74% U.R.

SIMMONS *et alii* (1931) mantendo *P. interpunctella* em dieta de frutas secas, observaram que o tempo médio de desenvolvimento varia de acordo com a geração analisada; 1.^a geração apresentou um tempo médio de 49,3 dias; 2.^a geração = 47,4 dias; 3.^a geração = 63,3 dias; 4.^a geração = 204 dias e 5.^a geração = 201,3 dias.

Em criações de *P. interpunctella* mantidas em salas de temperatura ambiente, LEHMENSICK (1935) obteve um período de desenvolvimento de 52 dias com larvas alimentadas com pralina e MÜLLER (1938), de 53,5 dias, diminuindo para 35 a 40 dias na 3.^a geração, para larvas alimentadas com fruta seca e nozes.

LEHMENSICK & LIEBERS (1938), criando esta traça em temperaturas quentes, médias e frias, obtiveram, para o tempo de duração do ciclo, 27, 110 e 305 dias respectivamente.

MARANHÃO (1939) relatou que o ciclo evolutivo de *P. interpunctella* demora de 30 a 35 dias e que as larvas têm por hábito ligar com fios de seda os grãos de cereais que atacam, de modo a formar um abrigo entre estes, aonde passarão o estágio larval. Segundo COSTA LIMA (1950), a fêmea ovipõe de 100 a 400 ovos isoladamente ou em pequenos grupos e seu ciclo evolutivo completo demora um mês podendo, em determinadas condições desfavoráveis, estender-se até 300 dias.

TZANAKAKIS (1959) estudou possíveis ocorrências de diapausa em *P. interpunctella* assim como o desenvolvimento desa traça em diferentes condições de temperatura e umidade relativa.

KOGAN (1963) descreve que a larva tem por hábito procurar locais protegidos como frestas e fendas das paredes, para transformar-se em pupa e que a capacidade de oviposição de uma fêmea é de 150 a 400 ovos.

Segundo SILHACEK & MILLER (1972), em criações de *P. interpunctella* em sala de $30 \pm 5^{\circ}\text{C}$, com $70 \pm 5\%$ U.R. e 16,0 horas de fotofase, as larvas começaram a eclodir dos ovos coletados na primeira observação, 64 horas após a coleta, e apresentaram 5 estádios larvais.

MULLEN & ARBOGAST (1977), baseando-se no fato de que diversos fatores podem influenciar na oviposição de traças que atacam produtos armazenados, verificaram a influência do alimento ou ausência no estímulo de oviposição, oferecendo a 45 fêmeas adultas, amendoim, dieta artificial, tâmaras e deixando-as sem alimento (ausência de estímulo), obtendo um número médio de ovos de 326, 288, 220 e 256, respectivamente.

BELL (1981) estudou o efeito do tempo de exposição ao claro e escuro no ritmo de oviposição de fêmeas de *P. interpunctella*, verificando que as fêmeas colocam muitos ovos no claro e o número de ovos obtidos subsequentemente, durante as primeiras horas de escuro, não são influenciados pelo tempo de exposição à luz. Conclui que, para esta espécie, a luz de 400-1000 lux, tem um fraco efeito inibidor.

ALMEIDA & MANDELLI (1985) verificaram a influência das temperaturas de $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$, em umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, no ciclo de *P. interpunctella*. Para o estágio de ovo constataram que o aumen

to da temperatura, diminui o tempo de incubação. Para o estágio de larva, obtiveram 5 estádios a 20°C e 5 ou 6 estádios nas temperaturas de 25 a 30°C. Dados sobre o estágio de pré-pupa, pupa, longevidade de adultos e taxa de fecundidade, também são abordados nesse trabalho.

2.3. Métodos de controle de populações de *Anagasta kuhniella* e *Plodia interpunctella*

A partir do momento em que o homem passou a produzir seu próprio alimento surgiu a necessidade de armazenar os produtos de sua colheita para atender a alimentação durante a entre safra, pois a produção agrícola é descontínua e periódica, enquanto que as necessidades de alimentação são diárias.

No momento em que as pragas de produtos armazenados começaram a ser encaradas como concorrentes do homem no consumo do alimento, tornou-se fundamental um controle efetivo dessas pragas e diversos trabalhos têm sido desenvolvidos; STEINHAUS & BELL (1953); STRONG & SBUR (1964); MCGAUGHEY (1975); BURGESS & HURST (1977); BELL (1977); MCGAUGHEY (1976 e 1978b); MCGAUGHEY & DICKE (1980); BURKHOLDER & MA (1985) e muitos outros com as mais variadas linhas de pesquisa.

Apesar de estudos elaborando possíveis métodos de controle de *A. kuhniella* e *P. interpunctella*, a utilização de defensivos químicos continua sendo o método mais usado, principalmente no Brasil.

2.3.1. Controle químico

Em 1901, Dutra já se referia à problemática enfrentada pelos agricultores para proteger os grãos e seus subprodutos das diferentes pragas. Nessa época, segundo DUTRA (1901), era utilizado na Europa, contra insetos de produtos estocados, entre eles *A. kuhniella*, um inseticida líquido, muito poderoso. O produto, denominado Danysz, era simplesmente uma solução alcoólica de nicotina, adicionada de quasita e potassa cáustica.

Uma metodologia normalmente utilizada para prevenir e combater as pragas de produtos armazenados era, na verdade, uma combinação de métodos: medida cultural que consistia na limpeza do local onde seria estocado o produto, com um tratamento completo da área, à base de produtos químicos, e o expurgo direto dos produtos com bissulfeto de carbono, gás clorídrico e vapores de enxofre (MONTE, 1934; MARANHÃO, 1939 ; FERNALD & SHEPARD, 1942; ANÔNIMO, 1957). Tais gases não são mais usados (MARICONI, comunicação pessoal).

SICHMAN (1963) recomenda que, para o combate às pragas de amendoim armazenado, entre elas *P. interpunctella* e *A. kuhniella*, é necessário, na ocasião do armazenamento do produto, misturar ao amendoim um inseticida químico, Malagran (organofosforado à base de Malathion a 2%) na proporção de 1 g por quilo. Nas pilhas de sacarias aconselha polvilhamento nas camadas, além de uma aplicação final nas pilhas já prontas ; periodicamente é conveniente, segundo sugestão deste mesmo autor, repetir o polvilhamento nas sacarias.

A utilização de polvilhamento por produtos químicos como Malation 2%, no controle dessas pragas tem sido amplamente difundido (ANÔNIMO, 1957; MARICONI, 1963; GALLO *et alii*, 1970).

KANE *et alii* (1977) sugerem o uso de Diclorvos (organofosforado) na farinha para o controle de *A. kuhniella* e recomendam aplicações semanais, para a obtenção de bons resultados no combate a essa praga.

A utilização de expurgo dos produtos agrícolas, com fumigantes à base de fosfina, tem sido recomendada e empregada para o controle de populações de *A. kuhniella* e *P. interpunctella*, assim como de outros insetos que ocorrem nos locais de estocagem. Essa metodologia tem sido amplamente utilizada em propriedades agrícolas, em armazéns graneleiros, vagões de estrada de ferro e porões de navios (MARICONI, 1963; PUZZI, 1977; MERCH & GOMES, 1982).

2.3.2. Controle biológico

As tentativas iniciais de controle biológico das pragas de produtos armazenados, entre elas, *A. kuhniella* e *P. interpunctella* foram feitas pelos chineses, que levavam ninhos de formiga do faraó, *Monomorium pharaonis* (L.), aos depósitos de produtos agrícolas para que estas atacassem as larvas das pragas presentes nesses locais (HUFFAKER & MESSENGER, 1976).

Os locais de armazenagem de grãos são ambientes unificadas e estáveis para as pragas, de modo que fatores ecológicos

cos limitantes como temperatura, umidade, superfície de exposição e número de indivíduos podem controlar naturalmente as populações. Além disso, a ocorrência de epizootias nessa entomofauna (BENSON, 1973; PALEARI *et alii*, 1980) tem demonstrado a possibilidade de utilização de agentes biológicos no controle de *A. kuhniella* e *P. interpunctella*.

As primeiras observações de doenças bacterianas nos insetos datam do século passado quando PASTEUR, 1868; METCHNIKOFF, 1879 e KRASSILTSCHIK, 1893, já sugeriam a utilização de bactérias no controle de populações de insetos nocivos.

A bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner, gram positivo, aeróbio e formadora de esporo, da família Bacillaceae, foi isolada pela primeira vez por BERLINER (1911) de larvas de *A. kuhniella* e descrita por este autor em 1915. MATTES (1927) constatou que a infecção provocada em larvas de *A. kuhniella* ocorre por via oral e que o bacilo se multiplica no corpo do hospedeiro, matando-o.

STEINHAUS (1949) desenvolveu estudos sobre as relações dessa bactéria com diferentes insetos, tendo demonstrado claramente a eficiência deste bacilo no controle de insetos daninhos em um trabalho pioneiro, publicado em 1951.

Autores como TOUMANOFF & VAGO (1951), TALALAEV (1957a e b), HEIMPEL & ANGUS (1958), KRIEG *et alii* (1968) e PALEARI *et alii* (1980) têm efetuado trabalho com várias linhagens desse bacilo, isoladas de diferentes espécies de insetos hospedeiros.

ANGUS (1968) relata que, até 1968, cerca de 150 es-

pêcies de insetos eram susceptíveis a *B. thuringiensis*; FAUST (1974) refere-se à ocorrência desse bacilo em 184 espécies e HABIB (1982) supõe que, atualmente, o número de espécies susceptíveis seja bem maior.

No combate a *A. kuhniella* e *P. interpunctella* diversos autores têm demonstrado a possibilidade de utilização de *B. thuringiensis* como um meio de controle dessas traças.

KANTACK (1959), em testes de laboratório verificou que, para estas espécies, é possível, mesmo com baixa dosagem, obter alta eficiência do bacilo contra as larvas, desde que o tempo de exposição seja maior.

YAMVRIAS (1962), analisando o modo de ação de *B. thuringiensis*, principalmente em *A. kuhniella*, verificou uma maior susceptibilidade entre larvas de primeiros estádios do que em larvas de últimos estádios. Baseado nessas observações aconselha que se utilize preparações bacterianas para o controle de *A. kuhniella*, quando as fêmeas adultas efetuam as desovas ou quando há larvas recém eclodidas.

KURSTAK (1966b) estudou a relação de uma epizootia natural de *B. thuringiensis* em *A. kuhniella* e a presença de um importante parasito dessa traça, *Venturia canescens* (Gravenhorst, 1829) (Hymenoptera, Ichneumonidae). Conclui que o ovipositor do parasito, sob certas condições, é um vetor ecológico da infecção de *B. thuringiensis* e da dispersão desta bactéria.

HABIB (1968) e AFIFY *et alii* (1970) utilizaram *B. thuringiensis* em bioensaios de laboratório para o controle de

A. kuhniella e demonstraram que para as larvas de mais idade foi necessária uma dosagem maior.

AFIFY & MATTER (1969) testaram o efeito de quatro dosagens dessa bactéria no produto "Bioespere 2802" em larvas de *A. kuhniella* verificando que a redução de emergência de adultos e da fecundidade das fêmeas, e o prolongamento do tempo de desenvolvimento foram diretamente proporcionais à concentração do produto empregado.

McGAUGHEY (1978a) isolou de uma formulação comercial, cristais e esporos de *B. thuringiensis* var. *kurstaki* (HD-1) e testou sua toxicidade em várias combinações desses dois componentes, em larvas de *P. interpunctella*, demonstrando que o cristal, quando sozinho, foi três vezes mais tóxico do que o esporo e que uma mistura de esporo e cristal, em igual proporção, foi mais tóxica do que o cristal sozinho.

McGAUGHEY (1978c) demonstrou, com a utilização de Dipel, um produto comercial à base de *B. thuringiensis*, que as larvas de *P. interpunctella* são mais susceptíveis nos primeiros estádios do que no quarto estágio.

McGAUGHEY (1980) desenvolveu testes tratando a cama da superficial de trigo estocado com formulações comerciais para o controle de *P. interpunctella*, conseguindo reduzir em mais de 81% a população dessa traça.

HABIB (1982) analisou a susceptibilidade de larvas de *P. interpunctella* a *B. thuringiensis* em diferentes produtos comerciais, comparando a eficiência de cada produto no controle desse inseto. Demonstrou que a diminuição da efici-

ência do patógeno está correlacionada com a diminuição da concentração da bactéria aplicada no produto estocado.

A possibilidade de fermentação de *B. thuringiensis*, em escala industrial, mantendo um alto nível de virulência, estimulou a produção comercial de produtos à base desse patógeno.

Segundo BURGES & HUSSEY (1971) e COOPEL & MARTINS (1977), a produção industrial de produtos à base de *B. thuringiensis* está sendo realizada nos Estados Unidos, U.R.S.S., França, Iugoslávia e Checoslováquia, e consta no mercado, de cerca de 12 produtos.

BAILEY (1971); HEIMPEL (1971) e BENZ & ALIWEGG (1975) demonstraram que *B. thuringiensis* é totalmente inofensivo aos vertebrados, insetos benéficos e plantas. BURGES (1971); DEVRIENDT & MARTOURET (1976) e BOMAN (1981) apresentam uma outra qualidade dessa bactéria que é a dificuldade dos insetos desenvolverem resistência contra ela. Recentemente, entretanto, MCGAUGHEY (1985) revelou a ocorrência de resistência a *B. thuringiensis* em larvas de *P. interpunctella*.

Devido às reconhecidas vantagens de utilização de *B. thuringiensis* como controlador de pragas, diversos autores têm se dedicado à pesquisa de aplicações no campo, com resultados bastante satisfatórios. AMARAL (1982) e HABIB & AMARAL (1985) realizaram estudos de aplicações aéreas de um produto comercial à base desse bacilo, para o controle da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis* Huebner, 1818. Esses autores conseguiram resultados altamente satisfatórios com dosagens de 8000 UI/ha e vazão de 20 l/ha.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Estudos de biologia e manutenção de criações

As criações dos dois lepidópteros, *Anagasta kuhniella* e *Plodia interpunctella* necessárias para o desenvolvimento do presente trabalho, foram mantidas em sala sob condições controladas de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ U.R. e 12 horas de fotofase.

3.1.1. *Anagasta kuhniella*

Larvas de *A. kuhniella* utilizadas para iniciar a criação de estoque em julho de 1981, foram obtidas de farinha de trigo com impurezas do Moinho Duratex S.A., Rações Anhanguera, Campinas, São Paulo. Este material foi selecionado no laboratório de Entomologia do Departamento de Zoologia da UNICAMP e as larvas, juntamente com os flocos de farinha nos quais se encontravam, acondicionados em frascos de 24,0 cm de altura e 12,0 cm de diâmetro, fechados com tecido de algodão e elástico.

Após a emergência dos adultos, foram separados machos e fêmeas e cada casal foi colocado em frascos de acasalamento, com 10,0 cm de altura por 7,5 cm de diâmetro, fechados com malha sintética (náilon) e elástico, e contendo ao fundo uma pequena camada de farinha de trigo como estímulo de oviposição. Dentro do frasco foi colocado um pedaço de filó (8 x 12 cm) como sítio de oviposição.

Para a obtenção de ovos os frascos de reprodutores foram diariamente examinados; os ovos separados, contados e encaminhados ou para estudos biológicos ou para a criação de estoque.

Os estudos de biologia de *A. kuhniella*, sob condições de temperatura e umidade controladas, foram desenvolvidos no período de outubro de 1981 a abril de 1982.

Foram separados 200 ovos em 4 placas de Petri (50 por placa), para observação do estágio de ovo (tempo de incubação e viabilidade).

Para o estágio larval, foram separados cerca de 2000 ovos sendo 20 a 25 ovos por frasco de vidro com 4,5 cm de altura por 2,0 cm de diâmetro, totalizando 80 frascos. Estes frascos foram fechados com algodão hidrófilo e tinham ao fundo uma mistura de farinha de trigo (80%) e farelo de trigo (20%). Tal dieta mostrou-se adequada nos estudos preliminares do presente trabalho.

Diariamente, um dos frascos era aberto para separação das larvas (20 a 25) e medidas de cápsula cefálica (largura e comprimento).

Larvas de último estágio (150 a 180 de cada espécie) foram separadas e colocadas individualmente em frascos de 4,5 cm de altura por 2,0 cm de diâmetro, fechados com algodão hidrófilo, com uma quantidade mínima de alimento. Com estes insetos foram obtidos os dados biológicos de pupas, razão sexual e adultos acasalados e não acasalados.

Iniciada em julho de 1981, a criação estoque encontra-se atualmente na geração F₅₀, em condições controladas de

temperatura e umidade relativa.

Para cada geração, foram separados 200 ovos por frasco (10,0 cm de altura por 7,5 cm de diâmetro) contendo 150 gramas da dieta citada anteriormente, fechados com tecido de algodão e elástico (Fig. 01). Normalmente, para cada geração, eram separados de 5.000 a 6.000 ovos. A criação de estoque era mantida para fornecer o material necessários para os estudos de patologia.

3.1.2. *Plodia interpunctella*

A criação de *P. interpunctella* teve início em novembro de 1981, a partir de material (Linhagem 109) obtido do Prof. Dr. Frederico Wiendl, do CENA (Centro de Energia Nuclear na Agricultura) Piracicaba, São Paulo. Essas larvas foram criadas em dieta artificial denominada CENA P1 e constituída de:

Farinha de milho	250 gramas
Farinha de trigo	310 gramas
Fermento Biológico seco (Fleischmann)	400 gramas
Germe de trigo	50 gramas
Ração para cães (Papita)	250 gramas
Aveia	100 gramas
Glicose de milho (Karo)	500 ml

A biologia de *P. interpunctella* sob as condições de temperatura e umidade relativa mencionadas anteriormente, foi estudada de março a julho de 1982.



Figura 01 - Frasco de vidro fechado com tecido de algodão utilizado para a criação de *Anagasta kuhniella*.

A técnica usada na criação estoque e para o estudo do ciclo biológico foi a mesma empregada para *A. kuhniella*, com algumas modificações. Para a obtenção dos ovos de *P. interpunctella*, foi colocado, no interior do frasco, papel preto dobrado em leque como substrato de oviposição.

Para alimentação das larvas de criação estoque, foram usadas 160 gramas de dieta artificial, para cada 200 larvas por frasco (Fig. 02).

Cálculos matemáticos básicos para estudos de biologia divulgados por SILVEIRA NETO *et alii* (1976) e HABIB (1976b), foram utilizados para cálculos de tempos de duração, índices de crescimento e razão sexual nas duas espécies estudadas.

Testes estatísticos básicos de análise de variância foram utilizados para a comparação entre dados.

3.2. Estudos de patologia

Para os estudos de patologia realizados com as larvas de *Anagasta kuhniella* e *Plodia interpunctella* foram utilizados três produtos comerciais além de um isolado (Zoocamp-78) obtido por PALEARI *et alii* (1980).

Os quatro preparados são produzidos à base de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (sorotipo H-3a: 3b), em formulação de pó molhável. Os três produtos comerciais possuem um nível de virulência de 16.000 UI/mg. A virulência do preparado isolado Zoocamp-78 determinada em bioensaios com lar



Figura 02 - Frasco de vidro fechado com tecido de algodão utilizado para a criação de *Plodia interpunctella*.

vas de *Trichoplusia ni* (Hubner) (Lepid., Noctuidae) foi de 39.000 UI/mg (HABIB, 1982).

As amostras do primeiro produto (Dipel) foram fornecidas por "ABBOTT LABORATORIES", Illinois, Chicago, EUA, através de "ABBOTT LABORATORIES DO BRASIL". O segundo produto (Thuricide) por "SANDOZ INC", San Diego, Califórnia, EUA, através de "SANDOZ S.A. - Divisão Agro-química", Brasil. O terceiro produto (Bactospeine) foi fornecido por "BIOCHEM PRODUCTS S.A.", Brussels, Bélgica, através de "INDÚSTRIAS QUÍMICAS ELETRO-CLORO, S.A.", Brasil.

O isolado (Zoocamp-78) foi obtido por PALEARI *et alii* (1980), no Departamento de Zoologia, UNICAMP, sendo identificado pela Dr.^a De Barjac, Instituto Pasteur, Paris, como *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (sorotipo H-3a:3b) (HABIB, 1982).

Os estudos de patologia incluem, no presente trabalho, duas abordagens básicas. A primeira trata da sintomatologia da bacteriose, onde critérios de descrição estabelecidos por STEINHAUS (1963), HABIB (1968 e 1982), foram adotados. A segunda refere-se a avaliações da virulência dos diferentes preparados, além dos níveis de susceptibilidade das diferentes idades das larvas dos dois piralídeos.

Para a sintomatologia, foram usadas 40 larvas de último estágio de cada espécie para os bioensaios, onde concentrações letais medianas foram aplicadas para acompanhar os diferentes sintomas da bacteriose.

Para os estudos de virulência e susceptibilidade, foram analisadas as respostas de larvas das duas espécies, a infecções em bioensaios, onde o parâmetro usado foi a mortalidade provocada pelo patógeno. Tais respostas foram avaliadas tanto em função da concentração após um determinado tempo (CL_{50}), como em função do tempo para uma determinada concentração (TL_{50}).

A seqüência de concentrações de um mesmo produto, como a dos horários de avaliação seguiram sempre uma progressão geométrica. O número de indivíduos usados em cada tratamento e da testemunha era constante para cada experimento.

Os critérios matemáticos de THOMPSON (1947), adaptados por HABIB (1982) para cálculos de TL_{50} e CL_{50} , além dos intervalos de confiança, foram usados no presente trabalho como se segue:

Cálculos de TL_{50} :

Tempo	Mortalidade absoluta	mort. %	p	q
T_0			p_0	q_0
T_1			p_1	q_1
T_2			p_2	q_2
T_3			p_3	q_3

Onde: o tempo de avaliação segue uma progressão geométrica (q), e 50% de mortalidade localiza-se entre T_1 e T_2 .

$$p = \% / 100$$

e

$$q = 1 - p$$

$$\bar{p}_1 = \frac{p_0 + p_1 + p_2}{3}$$

$$\bar{p}_2 = \frac{p_1 + p_2 + p_3}{3}$$

$$F = \frac{0,5 - \bar{p}_1}{\bar{p}_2 - \bar{p}_1}$$

$$X_{50} = 1 + F$$

$$\text{Tempo letal mediano (TL}_{50}) = q^{X_{50}} \times T_0$$

Cálculos de intervalo de confiança (I.C.):

$$\sigma_f = 1 / p_3 - p_0 \sqrt{\frac{(1-F)^2 \cdot p_0 \cdot q_0 + p_1 \cdot q_1 + p_2 \cdot q_2 + p_3 \cdot q_3 \cdot F^2}{n-1}}$$

$$\text{potencial superior} = X_{50} + t \cdot \sigma_f$$

$$\text{potencial inferior} = X_{50} - t \cdot \sigma_f$$

$$\text{I.C.} = q^{\text{pot. super.}} \times T_0 \quad \text{e} \quad q^{\text{pot. infer.}} \times T_0$$

O mesmo procedimento foi utilizado para cálculos de concentrações letais medianas.

Os dados são apresentados, além de tabelas, em gráficos (escala log. prob.) após a correção dos valores de probite com o uso das tabelas de FISHER & YATES (1963), através de programa BASIC elaborado por ANDRADE*(1985, não publicado) e rodado em microcomputador Itautec I. 7.000.

A susceptibilidade de larvas de *A. kuhniella* foi avaliada no presente trabalho, durante 15 gerações para se verificar possíveis efeitos de adaptação da população às condições da criação, ou até possível seleção de indivíduos mais

* Prof. Depto. Zoologia, UNICAMP

ou menos susceptíveis ao patógeno. A susceptibilidade de larvas da geração F₁ foi ainda comparada com a de material coletado em moinho.

Por outro lado, como a criação de *P. interpunctella* foi simplesmente manutenção de material totalmente homogêneo, já criado há varios anos no CENA, sob as mesmas condições de temperatura, umidade e dieta alimentar, acredita-se que não haja possibilidade de ocorrência de um processo de seleção. Com isso, os estudos de patologia dessa espécie foram realizados apenas com indivíduos da geração F₂₀ da criação da UNICAMP.

Os bioensaios foram montados em concentrações equivalentes a 0,130 g, 0,50 g, 1,88 g, 7,08 g e 26,59 g de cada preparado formulado, completadas para 1.000 g de dieta, correspondendo a 0,013%, 0,050%, 0,188%, 0,708% e 2,659%.

Tais concentrações foram estabelecidas através de experimentos preliminares, através dos quais foram eliminadas as sub e super doses.

Cada concentração foi oferecida a 40 larvas distribuídas em 2 placas de Petri (20 por placa), cada uma com 9,0cm de diâmetro e 1,5 cm de altura, contendo 1 a 2 g de dieta, o mesmo número de larvas foi usado para controle (testemunha).

Todos os bioensaios foram realizados nas mesmas condições de temperatura ($25 \pm 2^{\circ}\text{C}$) e U.R. ($70 \pm 10\%$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Estudos de biologia sob condições de laboratório

Conforme verificado pela literatura referente a *Anagasta kuhniella* e *Plodia interpunctella*, qualquer variação em um dos parâmetros, seja climático, alimentício, espacial ou linhagem do inseto coletado, pode alterar sensivelmente o ciclo biológico dessas traças (BELL, 1975, 1976, 1981; CYMBOROWSKI & GIEBULTOWICZ, 1976). Com as informações biológicas portanto, os dados de patologia poderão ser mais precisos quando associados com as diferentes fases do desenvolvimento larval.

4.1.1. *Anagasta kuhniella*

4.1.1.1. Estágio de ovo

Demonstrando não ter preferência por local para ovipor, a fêmea de *A. kuhniella* efetuava oviposições tanto na malha sintética (náilon), como nas paredes e fundo do frasco. Foi verificado ainda que os ovos podem ser colocados indivi-

dualmente ou em pequenos grupos, coincidindo com as observações feitas por BRINDLEY (1930) e MARANHÃO (1958).

Na Tabela 1 são apresentados os dados referentes ao período de incubação, viabilidade e as dimensões médias de comprimento e de largura do ovo.

O período médio de incubação ($4,01 \pm 0,01$ dias) coincide com o encontrado por BRINDLEY (1930) e BELL (1975) embora tenham utilizado temperatura mais alta, de 30°C . Apesar de ALTAHTAWY *et alii* (1973) trabalharem com a mesma temperatura (25°C), obtiveram um período médio de incubação inferior (3,7 dias). O mesmo fenômeno ocorreu com JACOB & COX (1977), pois à temperatura de 28°C , obtiveram uma média de 3,9 dias para o mesmo período. Isto indica que, além das condições físicas da criação, já que a dieta é a mesma, as características genéticas da linhagem podem ter um papel significativo no desenvolvimento dos indivíduos. Os tempos médios de 4,75 (com dieta de farinha de trigo) e 4,94 dias (com dieta de Savannah), obtidos por STEIN (1985) sob as mesmas condições de temperatura e umidade relativa do presente trabalho, aproxima-se do limite superior aqui encontrado, fortalecendo esta hipótese.

YAMVRIAS (1962) conseguiu limites inferiores e superiores para esse período, quase iguais aos limites aqui apresentados, porém ALTAHTAWY *et alii* (1973); BRUN & MORAES (1977) e STEIN (1985) obtiveram tempos mínimos e máximos que os ultrapassam.

JACOB & COX (1977) demonstraram que o tempo de incubação varia de acordo com a temperatura e a umidade relati-

Tabela 1 - Período de incubação, em dias, percentagem de eclosão e dimensões de comprimento e largura de ovo de *Anagasta kuhniella* sob condição de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase = 12,0 horas

n	Período de incubação 149	Percentagem de eclosão 161	Dimensões (mm)	
			Comprimento 20	Largura 20
$\bar{x} \pm \text{e.p.}$	4,01	92,54	0,519	0,270
	\pm 0,01	\pm 0,87	\pm 0,040	\pm 0,006
Mínimo	4,00	82,35	0,476	0,252
Máximo	5,00	100,00	0,560	0,280

n = número de indivíduos usados

\bar{x} = média

e.p. = erro padrão

va, pois a 12°C e 40% U.R. obtiveram um tempo de 28,6 dias e a 31°C e 75% U.R., de 3,0 dias.

As taxas de viabilidade de ovos de *A. kuhniella* obtidos neste estudo ($92,54 \pm 0,87\%$), foram superiores as apresentadas por STEIN (1985) (84,86% e 84,47%). NORRIS (1933) registrou uma taxa de viabilidade de 71 a 82%, abaixo do limite inferior apresentado na Tabela 1.

Os valores médios de comprimento e largura do ovo aproximam-se mais dos limites mínimos obtidos por BRINDLEY (1930), do que de sua média, que está acima do limite superior dos 20 ovos aqui considerados.

4.1.1.2. Estágio de larva

As larvas de *A. kuhniella* vivem em abrigos construídos com partículas de farinha e fios de seda que a larva produz. Este hábito dificulta o acompanhamento da ontogênese dos indivíduos, principalmente quando em grandes números. Também foi verificado que larvas retiradas desses abrigos para fins de exame e devolvidas para os recipientes de criação sofrem perturbações prolongando com isso o seu desenvolvimento larval. Diante desse fato e, para conseguir informações mais precisas, adotou-se o procedimento de sacrificar diariamente cerca de 20 a 25 indivíduos. As medidas das cápsulas cefálicas foi o parâmetro através do qual, o número de estádios larvais foi determinado e o tempo de duração de cada um, avaliado.

O estágio larval de *A. kuhniella*, sob condições de

25° ± 2°C e 70 ± 10% U.R., passou por 6 estádios, e apresentou uma taxa média de mortalidade de 2%.

Tal número de estádios larvais coincide com as observações de BRINDLEY (1930) e STEIN (1985), enquanto que ALTAHTAWY *et alii* (1973), BRUN & MORAES (1977) e STEIN (1985) concluem que as larvas de *A. kuhniella* passam por 5 estádios para completar o estágio larval, ao passo que YAMVRIAS (1962) e KURSTAK (1966a) obtiveram 8 estádios.

Estes resultados demonstram uma variabilidade do número de estádios dessa espécie de traça, devido possivelmente às condições da criação, à própria linhagem, ou até ao método utilizado em cada estudo.

As medidas do comprimento e largura da cápsula cefálica de todos os estádios larvais de *A. kuhniella* constam da Tabela 2 e Figura 3.

As médias que BRINDLEY (1930) obteve das medidas de largura da cápsula cefálica (1ª est. = 0,19; 2ª est. = 0,26; 3ª est. = 0,34; 4ª est. = 0,57; 5ª est. = 0,82 e 6ª est. = 1,11 mm) aproximam-se dos valores aqui apresentados.

YAMVRIAS (1962); KURSTAK (1966a) e ALTAHTAWY *et alii* (1973) conseguiram dimensões de largura de cápsula cefálica de 8, 8 e 5 estádios larvais respectivamente, inferiores aquelas obtidas no presente trabalho (Tabela 2). YAMVRIAS (1962) e KURSTAK (1966a) apresentam ainda medidas de comprimento de cápsula cefálica também inferiores as mostradas na Tabela 2. Entretanto, calculando-se a relação comprimento/largura das medidas de cápsula cefálica, encontra-se um fator de 1,181,

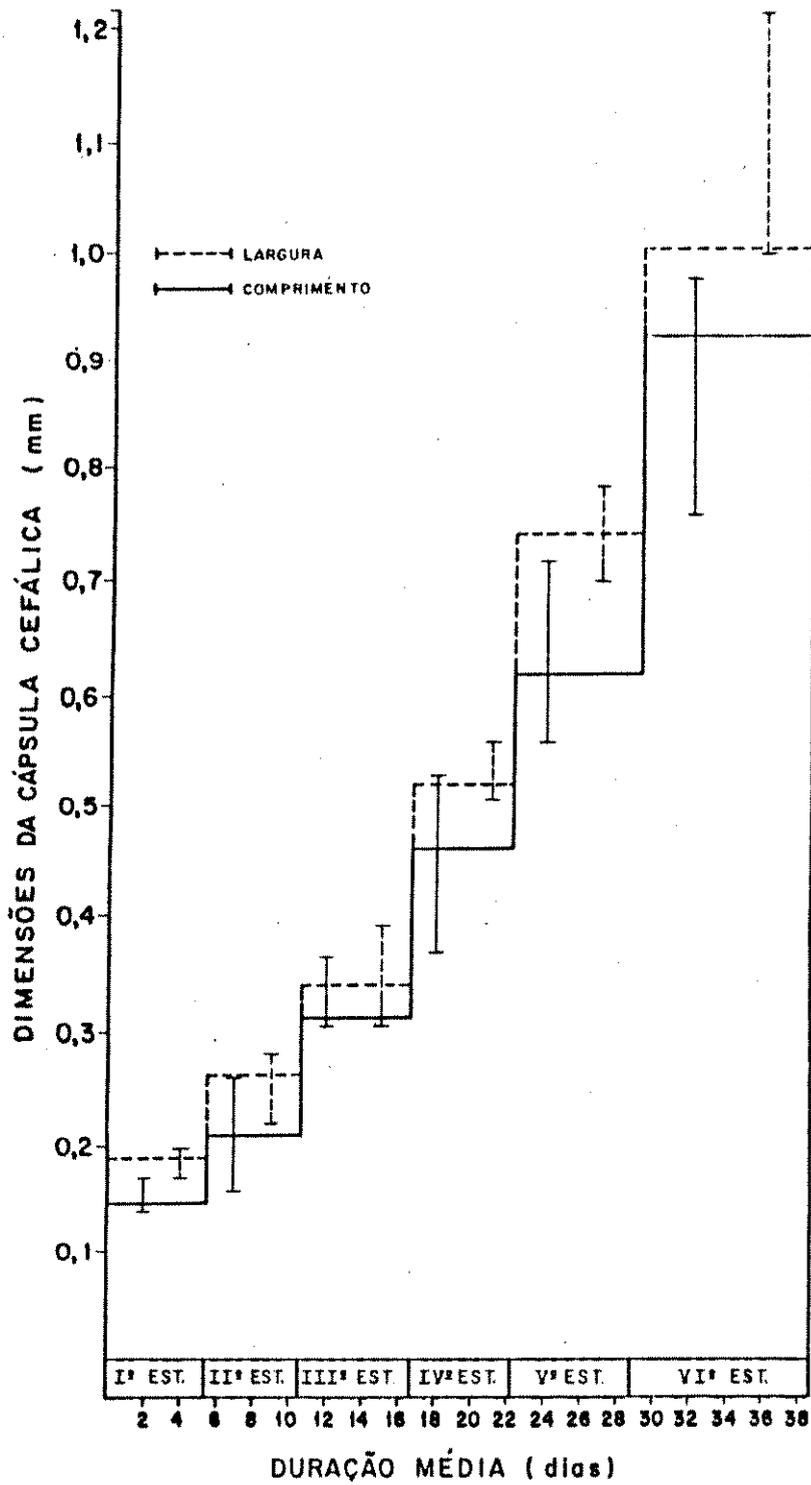


Figura 03 - Dimensões da cápsula cefálica e tempo de duração dos diferentes estádios larvais de *Anagasta kuhniella* (Temp. = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase = 12,0 horas).

Tabela 2 - Comprimento e largura, em mm, da cápsula cefálica dos diferentes estádios larvais de *Anagasta kuhniella* mantidos sob condições de Temp = 25 ± 2°C; 70 ± 10% U.R. e fotofase = 12,0 horas.

Estádios Larvais	n	Comprimento			Largura		
		$\bar{x} \pm \text{e.p.}$	Mínimo	Máximo	$\bar{x} \pm \text{e.p.}$	Mínimo	Máximo
1º	130	0,144 ± 0,0018	0,140	0,168	0,192 ± 0,0003	0,168	0,196
2º	110	0,211 ± 0,0035	0,168	0,252	0,255 ± 0,0028	0,224	0,280
3º	116	0,313 ± 0,0050	0,308	0,364	0,355 ± 0,0041	0,308	0,392
4º	92	0,459 ± 0,0061	0,364	0,532	0,527 ± 0,0042	0,504	0,560
5º	104	0,620 ± 0,0024	0,560	0,728	0,743 ± 0,0018	0,700	0,784
6º	158	0,928 ± 0,0266	0,756	0,978	1,044 ± 0,0056	1,008	1,232

n = número de indivíduos examinados

\bar{x} = média

e.p. = erro padrão

praticamente igual a 1,177 e ao 1,187 encontrados por KURSTAK (1966a) e YAMVRIAS (1962), respectivamente.

STEIN (1985) obteve em criações de *A. kuhniella* com 6 estádios, alimentadas com farinha de trigo integral ou com a dieta modificada de Savannah, medidas de largura de cápsula cefálica superiores as apresentadas na Tabela 2, exceto as do 6º estádio, em que a largura média se encontra dentro dos limites inferiores e superiores aqui obtidos.

Os índices de crescimento linear e índice médio de crescimento larval por estádio, baseados nas medidas de comprimento e largura de cápsula cefálica, encontram-se na Tabela 3). O índice médio de crescimento via largura está dentro dos limites do intervalo de variação estabelecido por DYAR (1980 apud METCALF & FLINT, 1981) de 1,1 a 1,9.

Tabela 3 - Índices de crescimento linear e índices médios de crescimento para larvas de *Anagasta kuhniella* (Temp = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase = 12,0 horas)

Estádio	Índice linear de crescimento		Índice médio de crescimento	
	Via Compr.	Via Larg.	Via Compr.	Via Larg.
1º				
2º	1,46	1,33		
3º	1,48	1,39	1,45	1,40
4º	1,47	1,48		
5º	1,35	1,41		
6º	1,50	1,41		

O índice médio de crescimento via largura, aproximase do obtido por STEIN (1985) (1,43 e 1,44) para larvas de *A. kuhniella* que efetuaram 6 estádios, em dietas de farinha de trigo e dieta modificada de Savannah, respectivamente, mas difere obviamente do índice de 1,53 de larvas que passaram por 5 estádios nesses dois tipos de alimentos.

O tempo médio de duração dos estádios larvais de *A. kuhniella* estão representados na Tabela 4 e Figura 3.

Tabela 4 - Tempo médio de duração (dias) dos estádios larvais de *Anagasta kuhniella*
(Temp = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; U.R. = $70 \pm 10\%$ e fotofase = 12,0 horas)

Estádios	1º	2º	3º	4º	5º	6º
n	130	110	116	92	104	158
\bar{x}	5,68	4,82	6,27	5,76	6,94	9,44

n = número de larvas

\bar{x} = média

A duração dos estádios larvais de *A. kuhniella* encontrados por BRINDLEY (1930) são inferiores aos apresentados na Tabela 4, exceto a do 1º estágio que ocorreu em um tempo maior. Inferiores são também os dados apresentados por KURSTAK (1966a) quanto ao tempo de duração de cada um dos 8 estádios larvais que obteve.

Um tempo quase equivalente ao mostrado na Tabela 4 foi obtido por ALTAHTAWY *et alii* (1973), embora com 5 estádios, enquanto que o tempo de duração do último estágio mostrou-se maior que os demais. BRUN & MORAES (1977) também relatam a ocorrência de um último estágio mais longo, com 12 dias, em relação aos demais, com duração constante de 6 dias.

Esse último estágio mais longo, por preceder o estágio de pupa, permite supor que o inseto necessitaria de um período de tempo maior para acumular reservas e recursos suficientes para enfrentar a fase de metamorfose durante a qual não se alimenta.

A Tabela 5 apresenta o tempo de duração de vida da larva, desde a eclosão até o estágio em questão, possibilitando assim determinar, de acordo com a idade da criação, o estágio em que se encontram as larvas.

STEIN (1985) obteve para o estágio larval total de larvas criadas com farinha de trigo integral, um tempo de 35,65 dias e, para as tratadas com dieta Savannah, de 30,13 dias, tempos inferiores aos apresentados na Tabela 5. KURSTAK (1966a), embora em 8 estádios larvais, encontrou um tempo de 38,3 dias, não diferindo estatisticamente do obtido no presente trabalho.

ALTAHTAWY *et alii* (1973) registraram, para o tempo de duração do estágio larval, um tempo médio de 28,4 dias, com intervalos de 26-35 dias, resultados semelhantes aos aqui apresentados.

Tabela 5 - Médias de idades (dias) dos diferentes estádios larvais de *Anagasta kuhniella* sob as condições de Temp = 25 ± 2°C; 70 ± 10% U.R. e fotofase = 12,0 horas.

Estádio larval	Idade (dias)			
	n	$\bar{x} \pm e.p.$	Mínimo	Máximo
1º estágio	130	5,68 ± 0,22	5	14
2º estágio	110	10,50 ± 0,46	6	20
3º estágio	116	16,77 ± 0,54	12	24
4º estágio	92	22,03 ± 0,68	16	31
5º estágio	104	28,97 ± 0,73	22	42
6º estágio	158	38,41 ± 0,92	27	52

n = número de indivíduos examinados

\bar{x} = média

e.p. = erro padrão

JACOB & COX (1977), variando a temperatura e a umidade relativa, obtiveram, à temperatura de 12°C e umidade relativa de 30%, um tempo de duração do estágio de larva de 221,7 dias e a 28°C e 70% U.R., um período de 72,2 dias, revelando a influência desses fatores na duração desse estágio do ciclo de vida. Comparando-se os dados desses autores, de 63,5 dias a 25°C e 70% U.R. aos aqui apresentados, verifica-se um tempo médio do estágio de larva superior ao mostrado na Tabela 5.

4.1.1.3. Estágio de pupa

No final do estágio larval, a maioria das larvas de *A. kuhniella* apresentou o comportamento de migrar da farinha para a parte superior do frasco de criação, junto ao tecido de cobertura, a procura de um sítio para tecer o seu casulo antes da transformação em pupa. Tal comportamento é facilmente reconhecido em uma criação pois normalmente, nesses movimentos, as larvas tecem uma película de seda na parede interna do frasco, entre a farinha e o tecido de cobertura.

A formação de casulos transparentes na parede interna dos vidros permitiu realizar as observações referentes ao estágio de pupa (Fig. 04). As larvas que efetuam esse comportamento tecem seu casulo no meio da farinha ou na superfície, junto à parede interna do frasco, confirmando as observações de MONTE (1934) e MARICONI (1963), sobre o comportamento das larvas ao empupar.



Figura 04 - Frasco de criação de *Anagasta kuhniella* mostrando os casulos de pupas.

O tempo de duração da pré-pupa foi incluído na duração do estágio de pupa, pois qualquer tentativa de examinar o material representaria alto grau de perturbação que chegaria a resultar em dados irreais referentes ao resto do ciclo do inseto. O mesmo critério foi usado por outros autores como HABIB (1968) e STEIN (1985), provavelmente pela mesma razão.

O tempo de duração do estágio de pupa, peso médio das pupas e taxa de mortalidade para esse período do ciclo, encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6 - Estágio de pupa de *Anagasta kuhniella*, com tempo de duração, percentagem de mortalidade e peso médio das pupas.

(Temp = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; U.R. = $70 \pm 10\%$ e fotofase = 12,0 horas)

	Tempo de duração (dias)	Peso médio das pupas (g)	% de mortalidade
n	137	137	137
$\bar{x} \pm \text{e.p.}$	$11,47 \pm 1,91$	$0,0154 \pm 0,0002$	3
Mínimo	9	0,0147	
Máximo	18	0,0171	

n = número de pupas; e.p. = erro padrão; \bar{x} = média

O tempo de duração do estágio de pupa registrado por BRINDLEY (1930) está abaixo do limite inferior, enquanto que os dados de BELL (1975) e BRUN & MORAES (1977) aproximam-se da média mostrada na Tabela 6.

Os dados de YAMVRIAS (1962) = 9,5 dias; de KURSTAK (1966a) = 10 dias; de ALTAHTAWY *et alii* (1973) = 10,3 dias e de STEIN (1985) = 10,35 dias estão dentro dos limites obtidos no presente trabalho.

O peso médio das pupas (Tab. 6) está próximo dos limites obtidos por STEIN (1985) em larvas criadas com farinha de trigo integral e dieta de Savannah.

STEIN & PARRA (1986) desenvolvendo pesquisas com o objetivo de estabelecer critérios para criações em grande escala de *A. kuhniella*, necessárias por serem seus ovos hospedeiros de tricogramatídeos, chegaram a conclusão de que a dieta à base de farinha de trigo integral é mais adequada para esta finalidade do que aquela de "Savannah".

4.1.1.4. Estágio adulto

A - Adultos acasalados

Durante o período de observação de adultos acasalados, sob condições de laboratório, a média de longevidade de fêmeas acasaladas de *A. kuhniella* foi de 5,9 dias, enquanto que para os machos dessa espécie também acasalados, foi de 7,5 dias (Tab. 7).

Tabela 7 - Dados biológicos referentes ao estágio adulto de indivíduos acasalados e não acasalados de *Anagasta kuhniella*, mantidos em condições de Temp = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase = 12,0 horas.

Informação	n	$\bar{x} \pm \text{e.p.}$	Mínimo	Máximo
Duração (em dias) do período de pré-oviposição	20	2,1 \pm 0,1435	2	3
Duração (em dias) do período de oviposição	20	2,25 \pm 0,3341	1	4
Duração (em dias) do período de pós-oviposição	20	1,8 \pm 0,4688	1	4
Número de ovos colocados por fêmeas	20	260,5 \pm 36,388	65	355
Número de ovos colocados por desova	40	115,8 \pm 26,326	3	272
Longevidade das fêmeas acasaladas	20	5,9 \pm 0,8275	4	9
Longevidade dos machos acasalados	20	7,50 \pm 0,8627	5	10
Longevidade das fêmeas não acasaladas	74	9,0 \pm 0,5207	9	14
Longevidade dos machos não acasalados	61	9,13 \pm 0,6237	4	26

n = número de exemplares examinados

\bar{x} = média

e.p. = erro padrão

Os valores de longevidade obtidos foram praticamente iguais aos de BRINDLEY (1930) e se encaixam no intervalo apresentado por KURSTAK (1966a) e ALTAHTAWY *et alii* (1973).

Um intervalo máximo de 12 e um mínimo de 3 dias foi encontrado por SIDDIQUI & BARLOW (1973), o que difere dos obtidos neste trabalho. STEIN (1985) registrou para fêmeas cujas larvas foram alimentadas com farinha de trigo integral, um período médio de 6 dias, praticamente igual ao relacionado na Tabela 7 e, para as alimentadas com dieta Savannah, um tempo de 6,65 dias, superior à média obtida neste estudo, porém dentro dos limites.

Comparando-se a longevidade entre machos e fêmeas (Tab. 07) obteve-se uma diferença altamente significativa ($t_{38} = 2,79$) a favor dos machos. Estes dados coincidem com os de BRINDLEY (1930), ALTAHTAWY *et alii* (1973) e STEIN (1985).

A longevidade de machos e fêmeas de *A. kuhniella* está intimamente relacionada à temperatura, umidade relativa, número de cópulas e mobilidade dos adultos, como comprovado por OZER (1953), YAMVRIAS (1962) e KURSTAK (1966a).

A razão sexual entre machos e fêmeas de *A. kuhniella* foi de 0,54, aproximando-se dos dados de SIDDIQUI & BARLOW (1973) e STEIN (1985).

O tempo de duração do período de pré-oviposição apresentou uma média superior a fornecida por ALTAHTAWY *et alii* (1973), SIDDIQUI & BARLOW (1973) e STEIN (1985). Os dados referentes ao período de oviposição mostram-se inferiores aos apresentados por BRINDLEY (1930), ALTAHTAWY *et alii* (1973),

SIDDIQUI & BARLOW (1973) e STEIN (1985) e o período de pós-oviposição foi maior ao obtido por ALTAHTAWY *et alii* (1973).

Apesar das diferenças em relação ao tempo de duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição (Tab. 07), quando comparados aos apresentados por diversos autores, pode-se verificar que o maior período em todos os casos, é o de oviposição, o que se justifica pelo fato de ser este o período em que a fêmea deixará sua progênie.

O número de desovas por fêmea (período de 24 horas de observação) foi variável, sendo verificado no entanto, que o número de ovos por desova diminui no final do período de oviposição, confirmando os dados obtidos por BRINDLEY (1930), ALTAHTAWY *et alii* (1973) e KURSTAK (1966a).

Em 40 desovas observadas, o número médio de ovos colocados por desova, foi de 115, com um máximo de 272 e um mínimo de 3 ovos (Tab. 07).

O número de ovos por fêmea, durante o período de oviposição, não mostra nenhuma diferença significativa com o obtido por ALTAHTAWY *et alii* (1973) ($\bar{x} = 262,8$). Pode-se constatar que os dados referentes ao número de ovos por fêmea, obtidos por diversos autores, estão dentro dos limites apresentados na Tabela 7; 167 ovos por BRINDLEY (1930); 200 a 300 ovos por YAMVRIAS (1962); e 292 ovos por KURSTAK (1966a). STEIN (1985) obteve médias que variavam de 314,67 a 350,69 ovos por fêmea, dependendo do tipo de dieta e da exclusão ou não de desovas inviáveis. MARANHÃO (1958) relata um intervalo de 200 a 500 ovos por fêmea o que ultrapassa o limite superior obti-

do no presente estudo.

O número de ovos depositados por fêmea de *A. kuhniella* é variável pois depende da linhagem do inseto, do número de acasalamentos, da alimentação, além das condições físicas da criação, como constatado por NORRIS (1933), VOUTE (1935), OZER (1953), GOLEBIEWSKA (1956), YAMVRIAS (1962) e KURSTAK (1966a).

SCHMIDT *et alii* (1986), na tentativa de estabelecer técnicas laboratoriais e utilização de certos equipamentos, para criações em grande escala de *A. kuhniella*, como substrato biológico de criações de tricogramatídeos, apresentam um modelo de criação capaz de oferecer uma quantidade diária de ovos que varia de 2.218 a 63.360. Tal intervalo, além de muito amplo, não foi associado no trabalho desses autores, com dados referentes ao número de fêmeas utilizadas para este fim, dificultando com isso determinar a capacidade reprodutiva do inseto naquelas condições de criação.

B - Adultos não acasalados

Dos adultos de *A. kuhniella* observados, 74 fêmeas não acasaladas apresentaram uma longevidade média de 9 dias, enquanto que os 65 machos também não acasalados, alcançaram uma longevidade média de 9,13 dias (Tab. 7).

Comparando-se a longevidade entre machos e fêmeas, verifica-se uma diferença não significativa ($t_{133} = 0,31$),

coincidindo com os resultados fornecidos por BRINDLEY (1930), de 11 e 10 dias, para machos e fêmeas respectivamente.

C - Comparação entre a longevidade de adultos acasalados e não acasalados

Analisando-se os dados apresentados na Tabela 07 e Figura 05 sobre a longevidade de adultos acasalados e não acasalados, verifica-se que os adultos não acasalados tiveram uma longevidade maior que os adultos acasalados. A comparação entre essas longevidades, demonstrando uma diferença significativa está representada na Tabela 08.

Tabela 8 - Comparação entre a longevidade de adultos acasalados e não acasalados de *Anagasta kuhniella* (Temp = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; U.R. = $70 \pm 10\%$ e fotofase = 12,0 horas)

Sexo	LONGEVIDADE (dias)		
	Acasalados $\bar{x} \pm \text{e.p.}$	Virgens $\bar{x} \pm \text{e.p.}$	"t"
Fêmeas	$5,9 \pm 0,827$	$9,0 \pm 0,520$	5,66**
Machos	$7,5 \pm 0,862$	$9,13 \pm 0,623$	2,71**

\bar{x} = média

e.p. = erro padrão

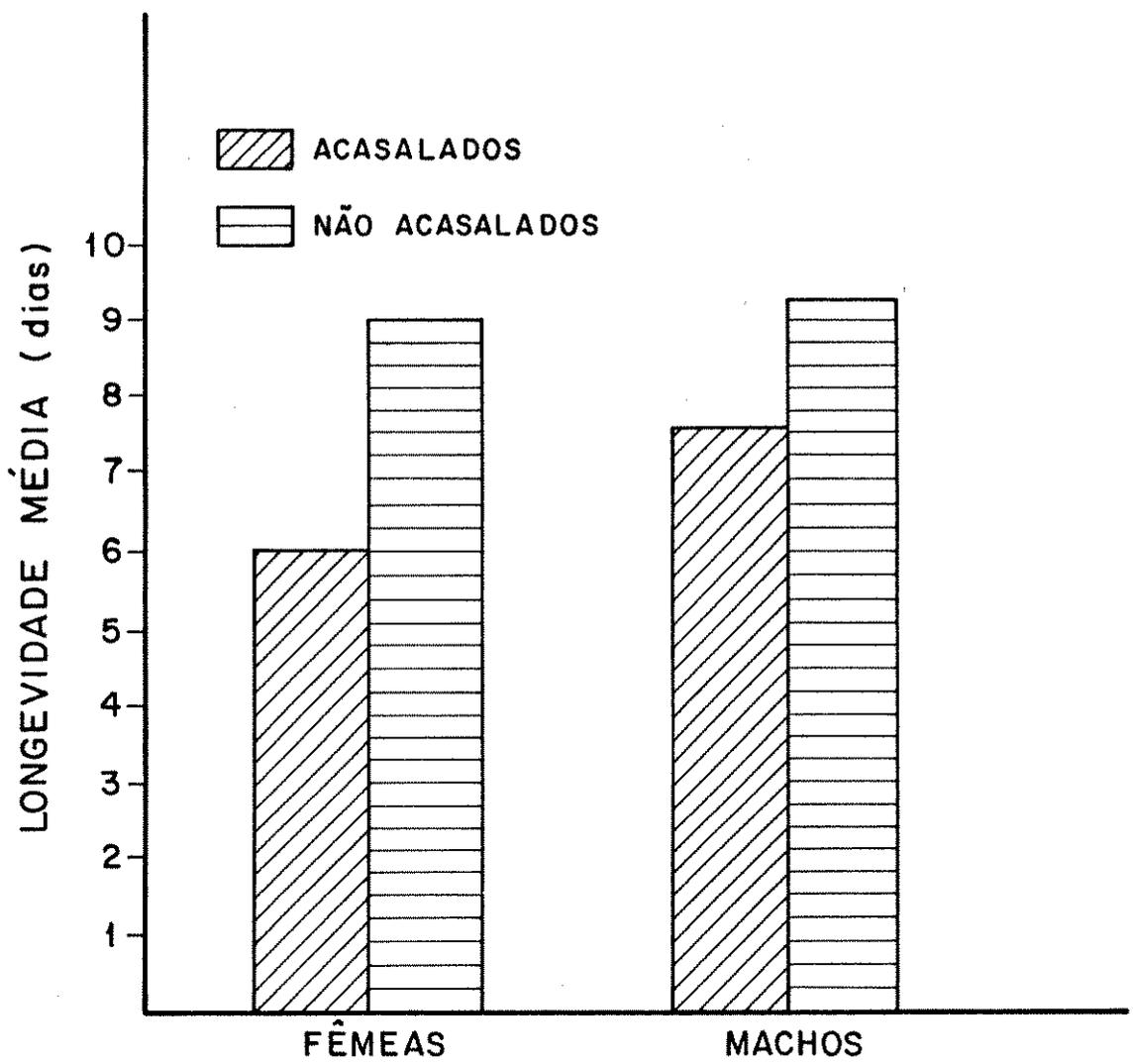


Figura 05 - Longevidade média de adultos (machos e fêmeas) acasalados e não acasalados de *Anagasta kuhniella* (Temp. = 25 °C; 70-10% U.R. e fotofase = 12,0 horas).

Tais resultados já eram esperados, pois OZER (1953), YAMVRIAS (1962), KURSTAK (1966a) e HABIB(1976a) acreditam que um dos fatores que influencia na longevidade do adulto é a energia gasta tanto durante o acasalamento, onde o macho responsabiliza-se pela espermatogênese, como durante a reprodução, onde a fêmea responsabiliza-se pela oogênese, fenômenos que não ocorrem com os adultos não acasalados dessa espécie.

4.1.1.5. Ciclo total de vida

O ciclo de vida (desde o ovo até a morte do adulto), calculado a partir de 76 indivíduos (machos e fêmeas) não acasalados, foi em média de 65,57 dias e para 40 (machos e fêmeas) acasalados, foi de 62,27 dias (Tab. 9).

Tabela 9 - Tempo de duração do ciclo total de indivíduos acasalados e não acasalados de *Anagasta kuhniella* (Temp = 25 ± 2°C; U.R. = 70 ± 10% e fotofase = 12,0 horas)

	Duração do ciclo total (dias)		
	Não acasalados	Acasalados	"t"
n	76	70	
$\bar{x} \pm e.p.$	65,67 ± 1,02	62,27 ± 0,39	4,41**
Mínimo	54	59	
Máximo	72	65	

n = número indivíduos examinados

\bar{x} = média

e.p. = erro padrão

A diferença entre a duração do ciclo de vida de adultos acasalados e não acasalados de *A. kuhniella* demonstrou ser altamente significativa. Tal diferença ocorreu em função exclusiva da diferença de longevidade dos adultos das duas categorias, acasalados e não acasalados.

Segundo FRAENKEL & BLEWETT (1946), a alimentação é um dos fatores mais importantes para o estágio larval e conseqüentemente para um adulto normal, influenciando na duração do ciclo. Como as larvas que originaram os adultos, tanto acasalados como não acasalados, foram submetidas às mesmas condições alimentares e climáticas, supõe-se que a diferença na duração dos ciclos esteja realmente relacionada às atividades sexuais e reprodutivas desses indivíduos.

Na Figura 06 está representada a duração de cada fase do ciclo de vida de *A. kuhniella*, considerando ainda a longevidade detalhada de adultos.

RODRIGUES F^o *et alii* (1986) verificaram o efeito de duas dietas à base de milho, germe de trigo e levedura, no desenvolvimento deste inseto, através de parâmetros de custo e de facilidade de manuseio, concluindo que a dieta seca é mais vantajosa do que a úmida, embora a nível biológico as duas dietas tenham o mesmo desempenho.

ALMEIDA & SIERRA MONCADA (1986) avaliando o efeito do tipo de alimento no desenvolvimento dessa espécie de traça, com dietas a base de farinhas de trigo, de milho e de soja, concluíram que a dieta de farinha de milho foi bem mais nutritiva que a de trigo e que a de soja mostrou total inadequação,

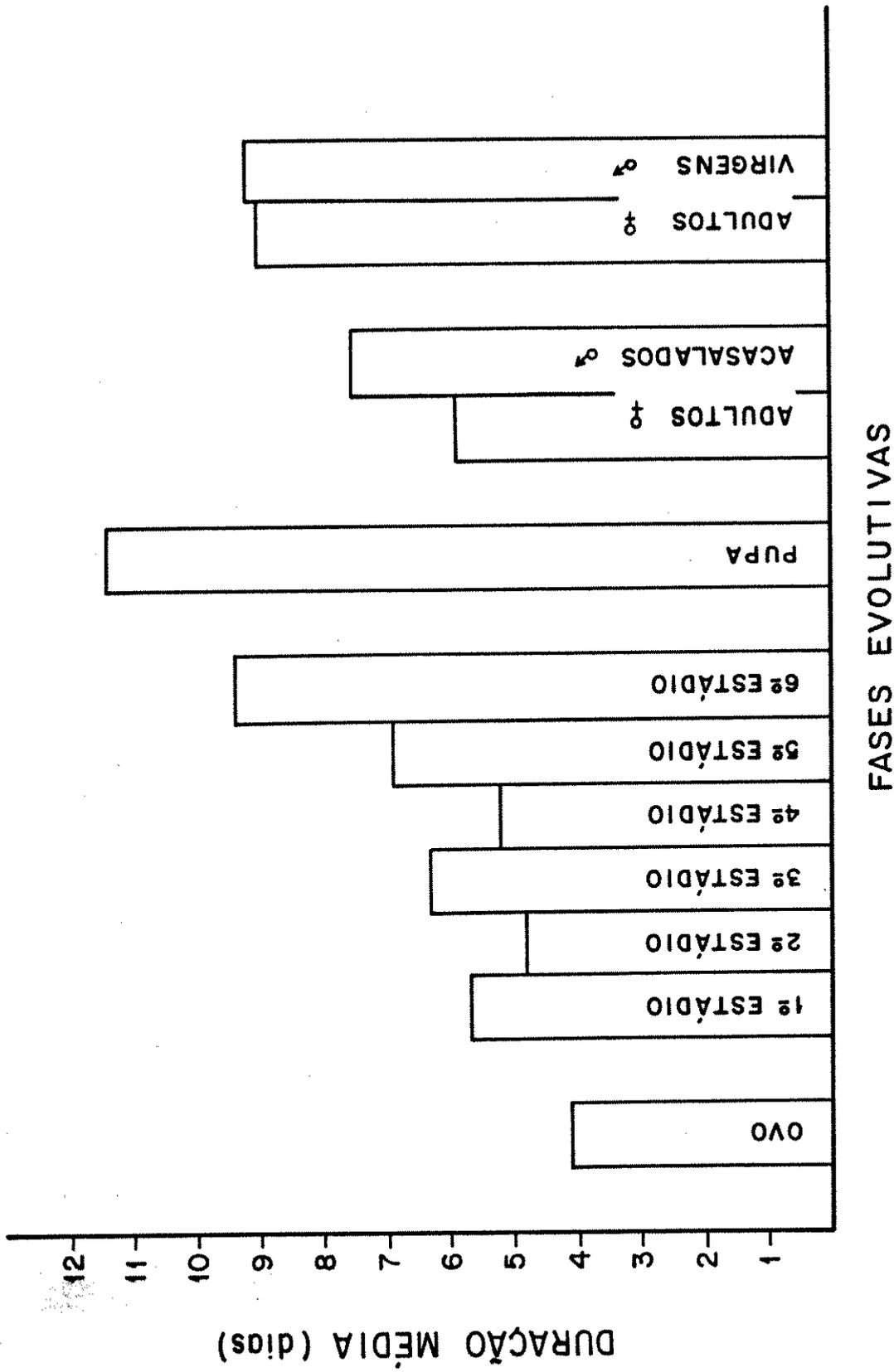


Figura 06 - Tempo médio de duração (dias) das diferentes fases do ciclo evolutivo de *Anagasta kuhniella* (Temp. = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase = 12,0 horas)

uma vez que resultou em 100% de mortalidade no estágio larval.

Dados de ciclos de vida, próximos aos obtidos no presente trabalho são encontrados em BRINDLEY (1930), BUSNEL (1937), GOLEBIEWSKA (1956), YAMVRIAS (1962), KURSTAK (1966a), ALTAHTAWY *et alii* (1973) e STEIN (1985).

4.1.2. *Plodia interpunctella*

4.1.2.1. Estágio de ovo

As fêmeas de *P. interpunctella* mostraram preferência para ovipor nas dobras do papel preto, em forma de leque, colocado dentro do recipiente, do que em qualquer outro local do frasco.

PODOLER (1974b) observou que as fêmeas colocam mais ovos sobre o alimento e, somente uma pequena proporção, sobre a parede da caixa de criação. Isto pode ser perfeitamente explicado, pois a fêmea procura efetuar a oviposição sobre ou próximo do alimento que irá nutrir suas larvas, para que haja continuidade da espécie.

Neste trabalho, para facilitar a separação e contagem dos ovos, no frasco de criação foi colocado uma quantidade mínima de alimento, apenas como estímulo para a oviposição, e um papel preto em leque, que teve por finalidade imitar as dobras e reentrâncias da embalagem do produto estocado. A cor preta do papel foi escolhida para facilitar a obten

ção e a contagem dos ovos.

O período de incubação, a viabilidade e as médias de comprimento e largura dos ovos constam na Tabela 10.

O período de incubação ($4,51 \pm 0,07$ dias) coincide totalmente com o obtido por HILL (1928), TZANAKAKIS (1959), MORÈRE & Le BERRE (1967) e BELL (1975), todos trabalhando a mesma temperatura de 25°C . Entretanto, TOSI (1929) sob as mesmas condições de temperatura e HERMS (1917) sob condições de 22 a 26°C , obtiveram tempo de incubação significativamente inferior ao obtido no presente trabalho. Como é esperado que a alta temperatura acelere o desenvolvimento dos insetos, SILHACEK & MILLER (1972) obtiveram um período médio de incubação de $2,7$ dias para ovos mantidos a $30 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, enquanto que LAGO (1986) obteve uma média de $6 \pm 2,8$ dias, trabalhando sob condições de $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

ALMEIDA & MANDELLI (1985) demonstraram que o período de incubação está intimamente relacionado à variação da temperatura, pois a 20 , 25 e 30°C este período foi de $8,09$, $4,41$ e $3,2$ dias respectivamente, o que confirma as afirmações e observações de BELL (1975) sobre a influência de fatores climáticos nos processos biológicos dessa traça.

A média do número de ovos viáveis apresentada na Tabela 10 está abaixo da obtida por MORÈRE & Le BERRE (1967), exceto para os indivíduos mantidos à temperatura de $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$, enquanto que os resultados de MORÈRE (1970) e BROWER & TILTON (1973) estão próximos ao limite superior aqui obtido. LAGO (1986) obteve maior viabilidade de ovos, em comparação com os

Tabela 10 - Período de incubação, viabilidade e dimensões de ovos de *Plodia interpunctella*, mantidos sob condições de Temp = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase = 12,0 horas.

	Período de incubação (dias)	Viabilidade (%)	Dimensões (mm)	
			Comprimento	Largura
n	189	299	20	20
$\bar{x} \pm \text{e.p.}$	$4,51 \pm 0,07$	$63,20 \pm 0,40$	$0,411 \pm 0,019$	$0,266 \pm 0,006$
Mínimo	4	36,58	0,308	0,252
Máximo	5	92,00	0,476	0,280

n = número de ovos

\bar{x} = média

e.p. = erro padrão

dados aqui apresentados.

Segundo BENSON (1973) a viabilidade pode ser alterada por ovos estéreis e pela ocorrência de canibalismo. O aparecimento de ovos estéreis estaria intimamente ligado à fertilidade da fêmea, influenciada pela dieta que recebeu quando do larva, pelo número de adultos por unidade de área e pela variação de fatores ambientes.

Neste trabalho verificou-se que o cório, após a saída da larva, torna-se transparente e a abertura da emergência pode ser vista claramente; quando a larva não eclode torna-se enrugado e amarelado, facilitando inclusive a contagem de ovos inférteis. Essas observações coincidem com as de HASSAN *et alii* (1962b).

HAMLIN *et alii* (1931), RICHARD & THOMPSON (1932) e HASSAN *et alii* (1962b) apresentam dimensões de comprimento e largura de ovos de *P. interpunctella*, com valores médios próximos ao limite superior (Tab. 10), enquanto que MORÈRE & Le BERRE (1967) obtiveram resultados superiores (comprimento = 0,5 mm e diâmetro = 0,31).

4.1.2.2. Estágio de larva

O estágio larval de *P. interpunctella* durante o presente estudo, passou por 5 estádios; resultados semelhantes foram obtidos por MORÈRE & Le BERRE (1967), SILHACEK & MILLER (1972) e ALMEIDA & MANDELLI (1985).

Segundo ALMEIDA & MANDELLI (1985), o número de es-

Tabela 11 - Dimensões da cápsula cefálica dos estádios larvais de *Plodia interpunctella* obtidos sob as condições de Temp = 25 ± 2°C; 70 ± 10% U.R. e foto-fase = 12,0 horas.

Estádios Larvais	n	Comprimento		Largura	
		$\bar{x} \pm e.p.$	Mínimo Máximo	$\bar{x} \pm e.p.$	Mínimo Máximo
1º	78	0,1367 ± 0,0020	0,112 0,140	0,1636 ± 0,0022	0,140 0,168
2º	51	0,2245 ± 0,0083	0,168 0,280	0,2522 ± 0,0525	0,232 0,392
3º	50	0,3511 ± 0,0131	0,308 0,448	0,4575 ± 0,0154	0,420 0,588
4º	68	0,5577 ± 0,0140	0,476 0,644	0,7119 ± 0,0169	0,616 0,784
5º	134	0,7005 ± 0,1057	0,672 0,784	0,8667 ± 0,0006	0,812 0,980

n = número de indivíduos examinados

\bar{x} = média

e.p. = erro padrão

tádios larvais está relacionado a diferentes fatores, como temperatura; obtiveram 5 estádios em criação mantida a 20°C e 5 ou 6 estádios em criações mantidas a 25° e 30°C.

Na Tabela 11 e Figura 07 estão indicados o comprimento e a largura da cápsula cefálica de larvas de cada estádio.

MORÈRE & Le BERRE (1967) determinaram somente o comprimento da cápsula cefálica de larvas machos e fêmeas, separadamente. Comparando-se seus resultados com os do presente trabalho, verifica-se haver grandes semelhanças, exceto em relação aos do 3º estádio dos machos e os do 3º e 4º estádios das fêmeas, que mostraram valores inferiores. Os índices de crescimento linear e os índices médios de crescimento larval encontram-se na Tabela 12 e estão dentro dos limites estabelecidos por DYAR (1890 apud METCALF & FLINT, 1981) para largura.

Tabela 12 - Índices de crescimento linear e índices médios de crescimento larval por estádio de *Plodia interpunctella*

(Temp = 25 ± 2°C; U.R. = 70 ± 10% e fotofase = 12,0 horas)

Estádios	Índice linear de crescimento		Índice médio de crescimento	
	Via comprimento	Via largura	Via comprimento	Via largura
1♀	1,79	1,54		
2♀	1,56	1,81	1,54	1,53
3♀	1,58	1,55		
4♀	1,25	1,21		
5♀				

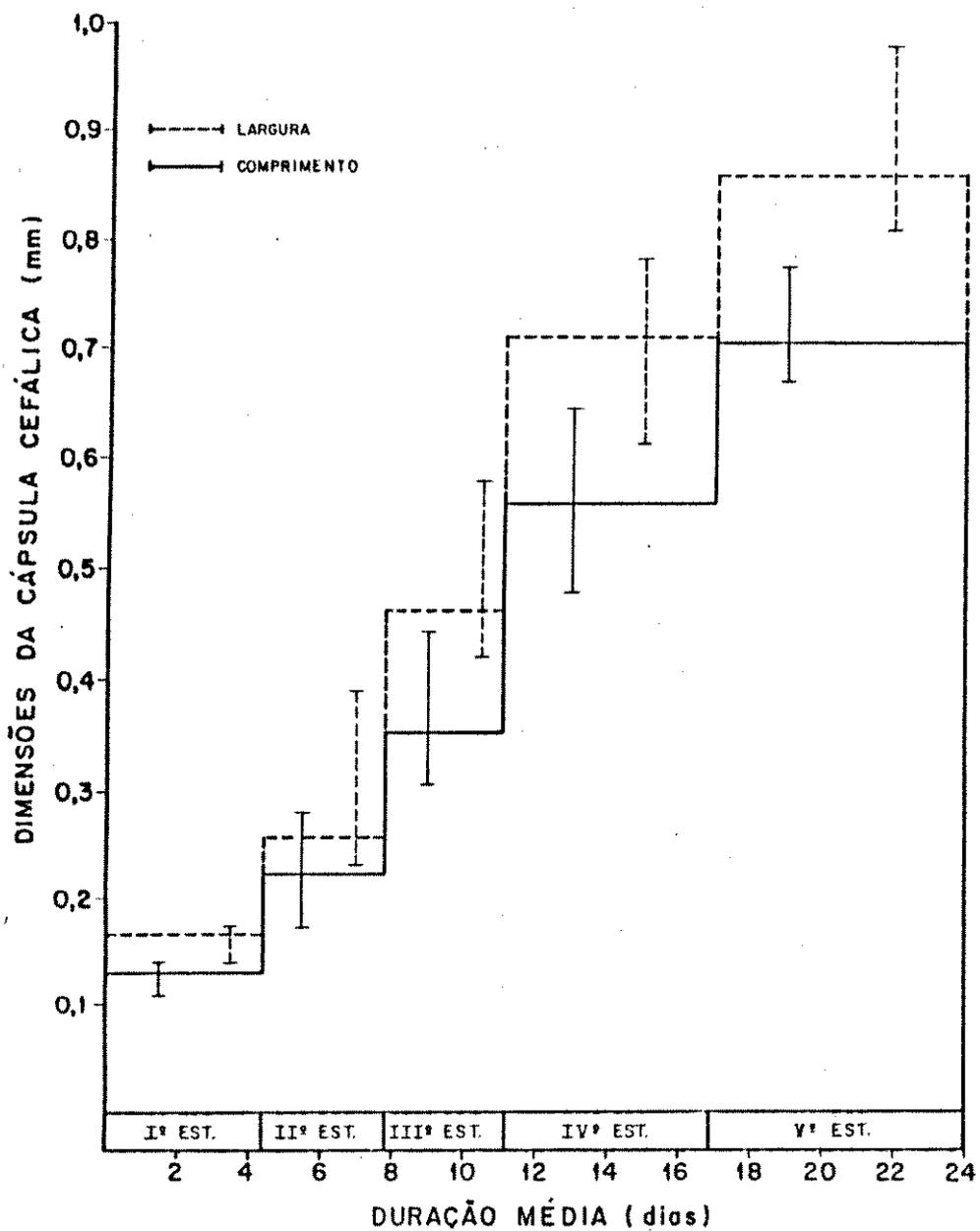


Figura 07 - Dimensões da cápsula cefálica e tempo de duração dos diferentes estádios larvais de *Plodia interpunctella* (Temp. = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase = 12,0 horas).

Tabela 13 - Média de idades dos diferentes estádios larvais de *Plodia interpunctella* sob condições de Temp = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase = 12,0 horas.

Estádio larval	n	$\bar{x} \pm \text{e.p.}$	Mínimo	Máximo
1º estágio	78	4,34 ± 0,33	4	9
2º estágio	51	7,82 ± 0,68	4	14
3º estágio	50	11,10 ± 0,82	8	16
4º estágio	68	16,92 ± 0,94	12	27
5º estágio	134	24,00 ± 1,04	14	37

n = número de indivíduos examinados

\bar{x} = média

e.p. = erro padrão

O estágio larval apresentou uma taxa média de mortalidade natural de 1% bem inferior à obtida por WILLIAMS (1964). HABIB (comunicação pessoal) considera até 12% de mortalidade natural, durante todo o estágio larval, como aceitável; mortalidades inferiores seriam indicadoras de maior adaptação do inseto às condições da criação ou até maior adequação à dieta. BENSON (1973) discute o efeito da capacidade máxima de suporte (recurso alimentar), além do efeito de superpopulações, como fatores provocadores de altas mortalidades, canibalismo e alterações biológicas, morfológicas e comportamentais em populações de lepidópteros que ocorrem em produtos alimentícios armazenados.

A mortalidade natural de 1%, obtida no presente trabalho, indica portanto, uma alta adaptação dessa linhagem de *P. interpunctella* às condições da criação, adequação à dieta alimentar e provavelmente a uma pequena variabilidade genética.

A idade média dos estádios larvais constam na Tabela 13, enquanto que o tempo médio de duração de cada estágio de *P. interpunctella* encontra-se na Tabela 14.

Tabela 14 - Tempo médio de duração (dias) de cada estágio larval de *Plodia interpunctella*
(Temp = 25 ± 2°C; 70 ± 10% U.R. e fotofase = 12,0 horas)

Estádio	1º	2º	3º	4º	5º
n	78	51	50	68	134
\bar{x}	4,34	3,48	3,28	5,82	7,08

n = número de larvas; \bar{x} = média

HILL (1928) apresenta, para a duração total do estágio larval, um tempo próximo ao limite máximo obtido neste estudo, revelando um desenvolvimento mais lento apesar de trabalhar sob as mesmas condições de temperatura.

SILHACEK & MILLER (1972) obtiveram para o 4º estágio, um tempo de 2 dias e para o 5º estágio, 4 dias, períodos estes inferiores aos registrados para os referidos estádios na Tabela 14. Para o estágio larval completo também observaram um período mais curto do que o apresentado na Tabela 13, dados já esperados como efeito da alta temperatura ($30 \pm 0,5^\circ\text{C}$).

Na criação de *P. interpunctella* repetiu-se o fato de ser o último estágio larval, mais longo que os demais, reafirmando as premissas elaboradas na discussão sobre o ciclo biológico de *A. kuhniella*.

Os resultados do estágio larval total apresentados por ALMEIDA & MANDELLI (1985) a diferentes temperaturas, encontram-se acima da média, quando comparados aos dados da Tabela 13, exceto à temperatura de 30°C , onde apresentaram valores inferiores.

As larvas de *P. interpunctella*, durante todos os anos em que foram mantidas sob condições de laboratório, não apresentaram diapausa. Segundo TSUJI (1958; 1959), TZANAKAKIS (1959) e MORÈRE & Le BERRE (1967) as larvas dessa traça só entram em diapausa quando em super populações dentro do frasco de criação, quando a temperatura é alta ou quando a dieta alimentar não é satisfatória.

4.1.2.3. Estágio de pupa

As larvas de *P. interpunctella* não demonstram um comportamento específico de escolha de local para empupar, pois foram encontrados casulos de seda com pupa, tanto junto do tecido de cobertura do frasco de criação, assim como na dieta artificial, junto à superfície e na parede interna do frasco, assemelhando-se ao comportamento de *A. kuhniella* nesta fase (Fig. 08).

As observações sobre o tempo de duração deste estágio, peso de pupas e a percentagem de mortalidade natural estão representados na Tabela 15.

Tabela 15 - Tempo de duração, peso médio e percentagem de mortalidade de pupas de *Plodia interpunctella*
(Temp = 25 ± 2°C; U.R. = 70 ± 10% e fotofase = 12,0 horas)

	Tempo de duração (dias)	Peso médio das pupas (g)	% de mortalidade
n	94	100	
$\bar{x} \pm e.p.$	12,46 ± 0,56	0,0136 ± 0,0005	2,0%
Mínimo	2	0,0125	
Máximo	18	0,0183	

n = número de pupas observadas

\bar{x} = média

e.p. = erro padrão

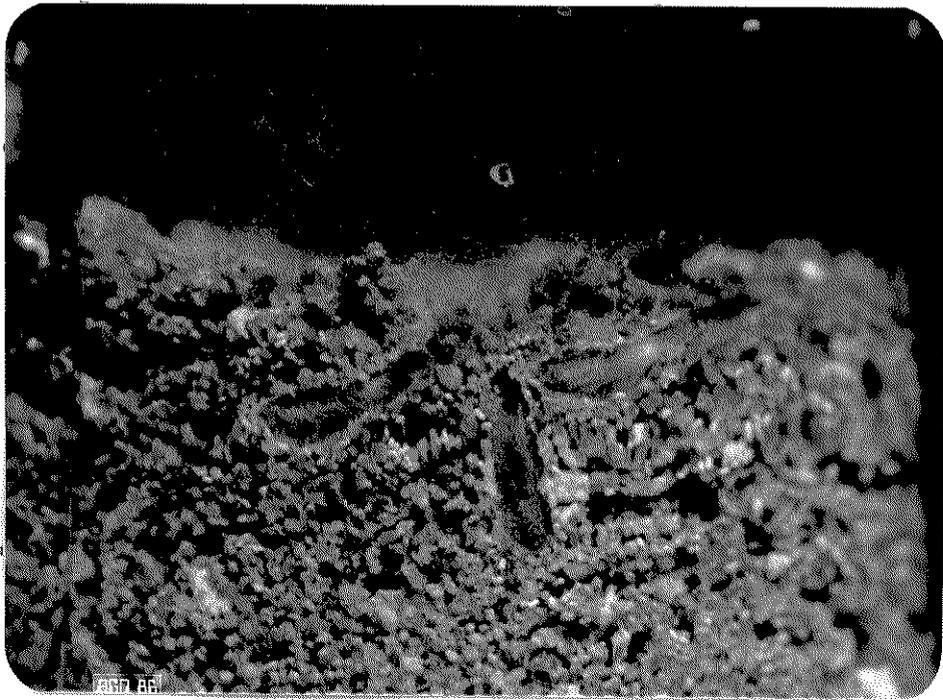


Figura 08 - Frasco de criação *Plodia interpunctella* mostrando os casulos de pupas.

A duração média do estágio de pupa encontra-se dentro dos limites citados por HERMS (1917) em condições de 22 a 26°C, enquanto que a temperaturas inferiores (15 a 19°C), os dados de HERMS ultrapassam o limite superior aqui obtido. Tais resultados demonstram a influência da temperatura no tempo de duração desse estágio; quanto mais alta, mais acelerado o desenvolvimento.

HILL (1928) registrou para este estágio uma duração média bem próxima à média apresentada na Tabela 15, também sob as mesmas condições climáticas utilizadas neste estudo.

ALMEIDA & MANDELLI (1985), verificando a influência das temperaturas (20, 25 e 30°C) no tempo de duração do estágio de pupa, obtiveram um período médio de 9,28 dias para a pupa e 2,3 dias para pré-pupa a 25°C. Somadas estas duas médias, obtém-se um valor próximo ao do presente trabalho, onde as duas fases estão incluídas.

Na literatura são encontrados, com maior frequência, dados referentes à média de duração da fase de desenvolvimento larva-pupa. Dessa forma, se forem somadas as médias do estágio larval (24,0 dias) e do estágio de pupa (12,46 dias), obtém-se um período médio de 36,46 dias, que se aproxima ao apresentado por HERMS (1917); MYERS (1928 apud WILLIAMS, 1964), em criação mantida no verão, HAMLIN *et alii* (1931), em criação alimentada com figo, ARKHANGEL'SKII (1931); MÜLLER (1938), com a 3.^a geração de laboratório; MARANHÃO (1939); KAWANO (1939); TZANAKAKIS (1959), em criação mantida a 25°C e 53% U.R.; WILLIAMS (1964) e BELL (1981).

TOSI (1929), LEHMENSICK & LIEBERS (1938) e TZANAKAKIS (1959), trabalhando com criações submetidas a diferentes temperaturas, demonstraram que quanto mais baixa a temperatura mais longo é o período de desenvolvimento.

SIMMONS *et alii* (1931) constataram que o tempo de desenvolvimento de *P. interpunctella* aumenta com o passar das gerações, em contraposição às observações efetuadas por MÜLLER (1938) que registrou uma redução do tempo de desenvolvimento da 3.^a geração em relação à 1.^a.

A criação de *P. interpunctella* mantida há cinco anos em nosso laboratório, sob condições climáticas, volume de alimento, tipo de dieta, tamanho do frasco criadouro e número de indivíduos por recipientes, constantes, não mostraram qualquer aumento ou diminuição no tempo de desenvolvimento, fora dos limites apresentados.

HOPPE (1981) avaliando o efeito de diferentes tipos de dietas naturais: avelãs, amêndoas, sementes de cacau e passas, como alimento para larvas dessa traça, oferecido de quatro formas diferentes; cru intacto, cru moído, torrado intacto e torrado moído (com exceção das passas), verificou que as amêndoas, independentemente do modo como foi oferecida, e as avelãs intactas mostraram maior adequação do que as demais dietas. A dieta de amêndoas cruas moídas resultou em um tempo de desenvolvimento (40,5 dias) igual ao obtido no presente trabalho (4,51 dias para ovo + 36,46 para larva-pupa).

4.1.2.4. Estágio adulto

A - Adultos acasalados

De acordo com a Tabela 16, a longevidade média de fêmeas acasaladas de *P. interpunctella* foi de 11,21 dias. Os machos acasalados, por outro lado, apresentaram uma média de 12,47 dias, aparentemente superior à das fêmeas. TZANAKAKIS (1959) e ALMEIDA & MANDELLI (1985) obtiveram valores superiores apesar de não especificarem se os adultos eram ou não acasalados.

A diferença entre a longevidade de fêmeas e de machos acasalados não se mostrou significativa ($t_{36} = 1,42$) ao nível de 95%. Porém, tal diferença foi significativa a nível de 90%, com um valor "t" = 1,36. TZANAKAKIS (1959) e ALMEIDA & MANDELLI (1985) obtiveram uma diferença significativa na longevidade de adultos, a favor dos machos.

Com 89 adultos de *P. interpunctella* observados, a razão sexual foi de 0,55, aproximando-se dos dados apresentados por HASSAN *et alii* (1962a), PODOLER (1974b) e HOPPE (1981). BROWER (1980), entretanto, apresenta uma razão sexual de 1 macho: 2,56 fêmeas, para esta mesma espécie, bem inferior à encontrada no presente trabalho (1 macho: 1,22 fêmeas).

SNYMAN (1969) e PODOLER (1974a) demonstraram que a razão sexual pode ser afetada por certas condições como mortalidade larval ocasionada pela alta ou baixa densidade de indivíduos em relação à quantidade de alimento disponível, causando vários efeitos sobre as larvas machos ou fêmeas.

Os períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, assim como o número de ovos que uma fêmea coloca durante sua vida e o número de ovos por desova estão relacionados na Tabela 16.

O período de pré-oviposição ($4,7 \pm 0,98$ dias) foi aqui considerado como sendo o período compreendido entre a emergência do adulto e a primeira desova. Para HAMLIN *et alii* (1931) este período está compreendido entre a primeira cópula e a primeira oviposição, razão pela qual a média obtida por estes autores foi de 3 dias, inferior a apresentada no presente trabalho.

TOSI (1929) apresenta um intervalo de 2 a 5 dias para o período de oviposição e TZANAKAKIS (1959) um intervalo de 1 a 18 dias, mas não oferecem médias, dificultando dessa forma, a comparação com os valores obtidos no presente trabalho. LAGO (1986), trabalhando sob condições de 20°C e 82%U.R., obteve uma média de $4,0 \pm 2,3$ dias para este mesmo período, inferior a aqui apresentada. Maior índice de oviposição foi verificado nos primeiros dias desse período, observação em coincidência com a de TZANAKAKIS (1959).

MORÈRE & Le BERRE (1967) obtiveram, para o período de oviposição, um tempo de 1 a 3 dias, bem abaixo do tempo médio obtido com as 20 fêmeas observadas. Estes mesmos autores revelam ainda que a fêmea dessa espécie coloca um número de ovos que varia de 120 a 190, mas também não apresentam médias que possam ser comparadas com a apresentada na Tabela 16 ($169,5 \pm 40,98$).

Tabela 16 - Períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, em dias, número de ovos e longevidade de adultos de *Plodia interpunctella* sob condições de Temp = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase = 12,0 horas.

Informação	n	$\bar{x} \pm \text{e.p.}$	Mínimo	Máximo
Duração (em dias) do período de pré-oviposição	20	4,70 ± 0,98	2	11
Duração (em dias) do período de oviposição	20	5,10 ± 1,42	1	15
Duração (em dias) do período de pós-oviposição	19	1,84 ± 0,72	1	7
Número de ovos colocados por fêmeas	20	169,50 ± 40,98	2	352
Número de ovos colocados por desova	94	34,25 ± 4,36	1	180
Longevidade das fêmeas acasaladas	19	11,21 ± 1,52	7	19
Longevidade dos machos acasalados	19	12,47 ± 1,05	6	15
Longevidade das fêmeas não acasaladas	48	16,41 ± 0,79	4	26
Longevidade dos machos não acasalados	39	16,84 ± 1,66	4	31

n = número de exemplares examinados

\bar{x} = média

e.p. = erro padrão

De acordo com os dados que constam da Tabela 16, a fêmea de *P. interpunctella* coloca um número de ovos bastante variável, de 2 a 352 ovos. Este limite inferior não coincide com os limites inferiores (acima de 40 ovos por fêmea) apresentados por COSTA LIMA (1950), KOGAN (1963) e TZANAKAKIS (1959), enquanto que o limite superior aproxima-se do obtido por estes autores. HERMS (1917) refere-se a fêmeas que ovipõem de 12 a 15 ovos, não deixando claro, no entanto, se este número de ovos corresponde a cada desova ou ao número total colocado por fêmea.

ALMEIDA & MANDELLI (1985) verificaram que o número de ovos varia com a temperatura, tendo registrado a 20°C uma média de 331 ovos, a 25°C de 462 ovos e a 30°C de 267 ovos, com uma maior percentagem de ovos férteis à 20°C. O resultado a 25°C é bem superior ao aqui apresentado que, no entanto, concorda com os dados a 20 e 30°C.

MULLEN & ARBOGAST (1977) verificaram a influência do tipo de alimento oferecido, como estímulo à oviposição, na capacidade reprodutiva das fêmeas, obtendo médias de 326, 288, 356 e 220 ovos/fêmea, respectivamente para larvas alimentadas com amendoim, dieta artificial, sem alimento e tâmaras, concluindo que o amendoim foi o mais estimulante à oviposição.

PODOLER (1974a) refere-se a uma correlação entre o peso da fêmea e o número de ovos colocados, sendo que as fêmeas mais pesadas colocaram mais ovos, o que está diretamente relacionado a reservas alimentares adquiridas quando larva, de modo a produzir adultos com maior capacidade reprodutiva.

Outro fator que pode controlar a quantidade de ovos deixados por uma fêmea é a condição de luz em que o macho foi criado. Segundo LUM & FLAHERTY (1969) fêmeas acasaladas com machos criados em condições de luz contínua, colocam menos ovos do que fêmeas acasaladas com machos criados com alternância de luz e escuro, indicando que a luz tem um efeito fisiológico sobre o macho. No presente trabalho utilizou-se 12 h de fotoperíodo, de modo que este fenômeno não pode ser detectado.

MORÈRE & Le BERRE (1967) registraram de 2 a 70 ovos/fêmea/dia. Como pode ser observado na Tabela 16, em 94 oviposições diárias observadas obteve-se uma média de 34,25 ovos/fêmea/dia, com um mínimo de 1 e um máximo de 180 ovos.

B - Adultos não acasalados

A longevidade média de fêmeas não acasaladas, calculada a partir de 48 indivíduos, foi de 16,41 dias, enquanto que a dos 39 machos da mesma categoria, observados, de 16,84 dias (Tab. 16). Comparando-se a longevidade de machos e fêmeas não acasalados não houve uma diferença significativa ($t_{85} = 0,37$).

Como anteriormente referido no item adultos acasalados (longevidade), a grande maioria dos autores não especifica se os dados de longevidade referem-se a adultos acasalados ou não, de forma que se torna difícil estabelecer comparações. Pode-se no entanto verificar, que machos criados por ALMEIDA

& MANDELLI (1985), à temperatura de 20°C, tiveram uma longevidade superior quando comparados aos dados apresentados na Tabela 16. TZANAKAKIS (1959), por outro lado, obteve uma menor longevidade para machos e fêmeas, do que os aqui apresentados.

C - Comparação entre a longevidade de adultos acasalados e não acasalados

De acordo com os dados obtidos, adultos de *P. interpunctella* acasalados e não acasalados apresentaram longevidades diferentes (Fig. 09), que comprovaram ser significativas através de teste "t" (Tab. 17).

Tabela 17 - Comparação entre a longevidade de adultos acasalados e não acasalados de *Plodia interpunctella* (Temp = 25 ± 2°C; U.R. = 70 ± 10% e fotofase = 12,0 horas)

Sexo	LONGEVIDADE (dias)		
	Acasalados $\bar{x} \pm e.p.$	Não acasalados $\bar{x} \pm e.p.$	"t"
Fêmeas	11,21 ± 1,52	16,41 ± 0,79	3,88**
Machos	12,47 ± 1,05	16,84 ± 1,66	3,56**

\bar{x} = média

e.p. = erro padrão

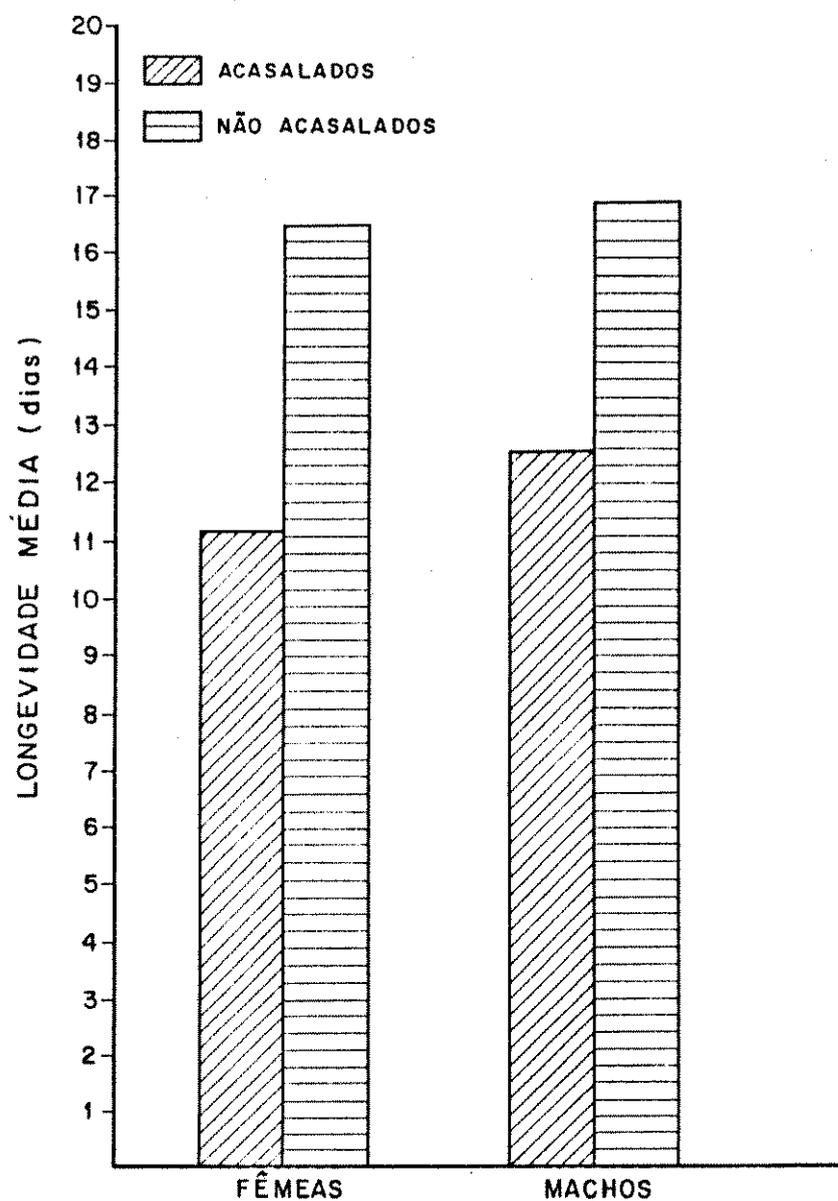


Figura 09 - Longevidade média de adultos (machos e fêmeas) acasalados e não acasalados de *Plodia interpunctella* (Temp. = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase = 12,0 horas).

Estes dados revelam o mesmo fenômeno que ocorreu com os adultos de *A. kuhniella*, onde os adultos não acasalados tiveram maior longevidade em relação aos acasalados, fortalecendo ainda mais a hipótese de que a energia gasta nas atividades sexuais e reprodutivas reduz a longevidade dos adultos desses dois piralídeos.

4.1.2.5. Ciclo total de vida

O tempo médio de duração do ciclo total de *Plodia interpunctella*, para indivíduos acasalados e não acasalados, foi de 51,09 e 46,89 dias, respectivamente (Tab. 18 e Fig. 10).

Tabela 18 - Duração do ciclo de vida de indivíduos acasalados e não acasalados de *Plodia interpunctella* (Temp = 25 ± 2°C; U.R. = 70 ± 10% e fotofase = 12,0 horas)

	Tempo de duração do ciclo total (dias)		
	Não Acasalados	Acasalados	"t"
n	87	38	
$\bar{x} \pm \text{e.p.}$	51,09 ± 0,15	46,89 ± 0,39	12,3**
Mínimo	49	43	
Máximo	53	52	

n = número observado

\bar{x} = média

e.p. = erro padrão

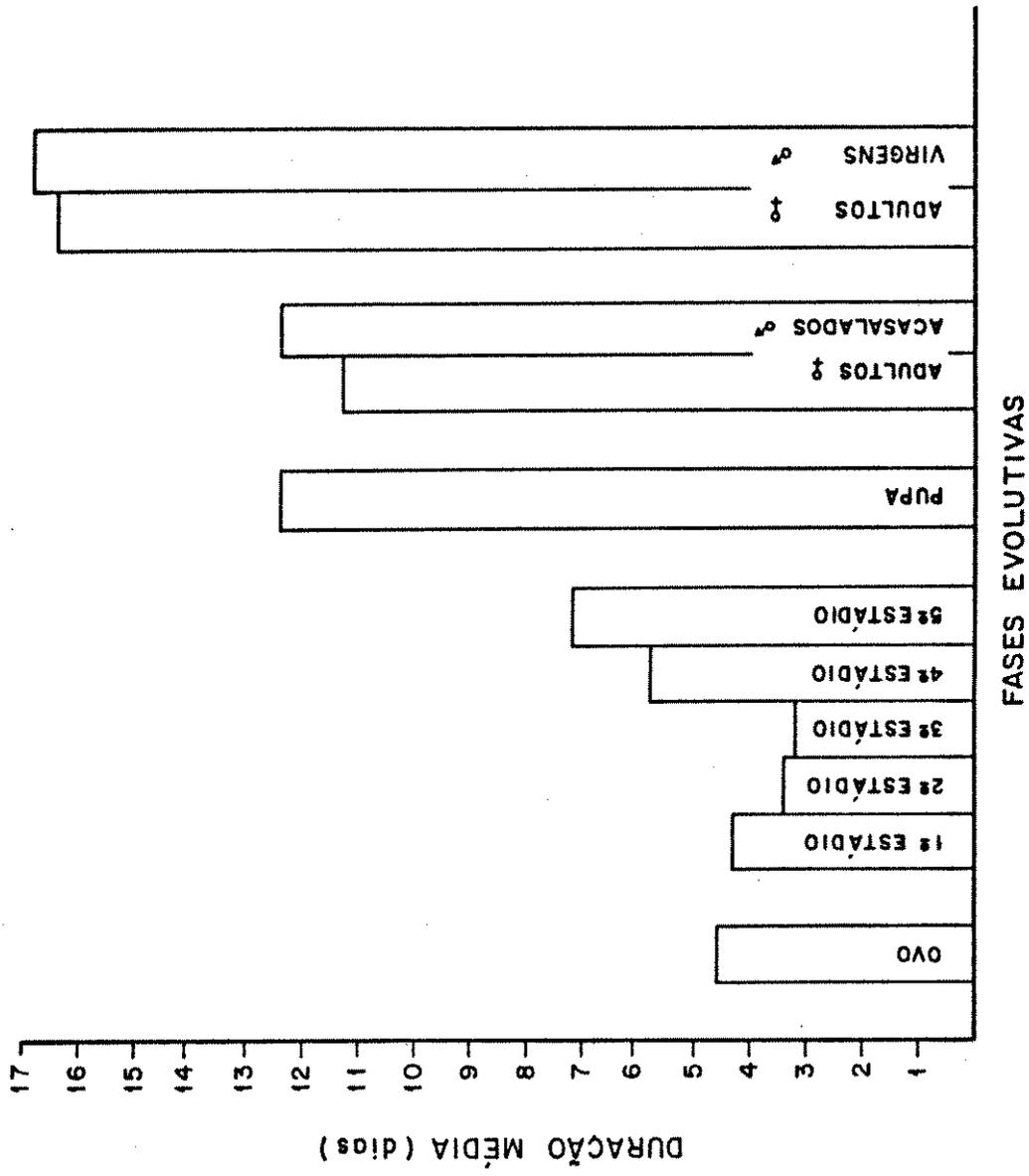


Figura 10 - Tempo de duração (dias) das diferentes fases do ciclo evolutivo de *Plodia interpunctella* (Temp. = $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R. e fotofase = 12,0 horas).

De acordo com os dados da Tabela 18, os adultos não acasalados tiveram um ciclo de vida mais longo do que o dos adultos acasalados, com diferença altamente significativa. Tal diferença já era esperada em função da maior longevidade dos adultos não acasalados (Tab. 17).

Os resultados referentes à duração do ciclo total aqui apresentado são difíceis de serem comparados aos dados, muito fragmentados, encontrados na literatura.

4.2. Estudos de patologia dos dois piralídeos

Larvas de 1ª, 3ª e 5ª estádios larvais de *A. kuhniella* e *P. interpunctella* foram utilizadas para o desenvolvimento dos estudos de patologia. As respostas de larvas dessas espécies a infecções por diferentes dosagens de *B. thuringiensis* var. *kurstaki* (H-3a:3b) foram avaliadas tanto através de sintomas externos da bacteriose, como através do grau de susceptibilidade expresso em tempos e concentrações letais.

4.2.1. Sintomatologia externa da bacteriose

Durante os bioensaios realizados para esta finalidade, as larvas das duas espécies responderam ao patógeno através de um mesmo quadro sintomatológico, mostrando cronologicamente a mesma seqüência de alterações morfológicas e comportamentais (Figs. 11A e 11B).

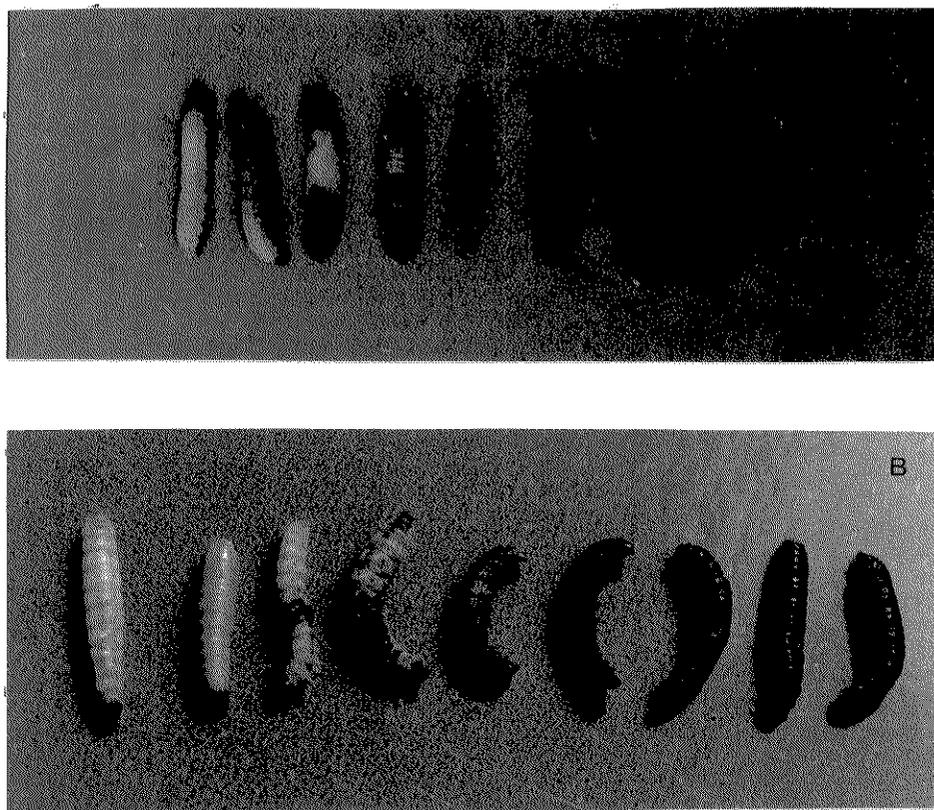


Figura 11 - Seqüência de sintomas externos em larvas de último estágio infectadas por *B. thuringiensis*.

A - *Anagasta kuhniella* (aumento de 1,7xx)

B - *Plodia interpunctella* (aumento de 2,2xx)

As larvas de 5º estágio revelaram os primeiros sintomas após 6,0 horas de ingestão, com uma concentração de 0,708% do produto Dipel. Tais sintomas consistiram em abandono do alimento, embora esporadicamente se alimentassem, e início de regurgitação. Após cerca de 10,0 horas, as larvas se movimentavam mais lentamente, começaram a apresentar diarreia e uma regurgitação mais acentuada.

Durante o período de 12,0 a 18,0 horas, a maioria das larvas não mais se alimentava; o corpo adquiriu o aspecto flácido com manchas escuras no tegumento. Ainda nesta fase, a diarreia tornou-se mais acentuada e as larvas pararam de se movimentar, não respondendo facilmente, na maioria das vezes, aos toques de estilete.

Após 18,0 horas, evidenciaram-se os últimos sintomas pré-mortais, incluindo total escurecimento do tegumento, que adquiriu uma coloração entre creme escuro e marrom claro e flacidez bastante acentuada. A morte ocorria a partir de 18,0 horas e se estendia até mais de quatro dias após a ingestão. Após a morte, as larvas adquiriam rapidamente a coloração preta, sem no entanto liberar qualquer odor de putrefação.

As larvas dessas duas espécies não mostraram evidências de paralisias, seja geral ou intestinal, durante o desencadeamento da bacteriose.

De acordo com os sintomas apresentados pelas larvas de *A. kuhniella* e *P. interpunctella*, estas espécies podem ser incluídas no Tipo III da classificação de lepidópteros suscep

tíveis a *B. thuringiensis*, estabelecida por HEIMPEL & ANGUS (1959). Esta categoria refere-se segundo estes autores, a espécies de lepidópteros cujas larvas não sofrem nenhuma das paralisias anteriormente mencionadas.

As larvas de *A. kuhniella* foram indicadas como exemplo da categoria III pelos autores dessa classificação e a categorização da espécie foi posteriormente confirmada por HABIB (1968). O enquadramento de *P. interpunctella* nesta mesma categoria, aqui proposto, confirma a sugestão de HABIB (1982).

Sintomas semelhantes aos observados no presente trabalho foram detectadas por KANTACK (1959) e HABIB (1982) em *P. interpunctella* e por YAMVRIAS (1962), KURSTAK (1966b) e HABIB (1968) em *A. kuhniella*.

Tanto a perda de apetite como a parada alimentar detectadas no presente trabalho, podem ser explicadas pela ação da δ -endotoxina a nível da membrana peritrófica e epitélio intestinal médio. YAMVRIAS (1962) e HABIB (1982) revelaram que o cristal protéico do complexo esporo-cristal, quando ingerido por larvas susceptíveis, sofre uma dissolução no líquido intestinal alcalino, característico dessas larvas, com seqüente liberação de δ -endotoxina.

De acordo com MARTOURET *et alii* (1965), ANGUS (1968), TRAVERS *et alii* (1976), BURGESS (1981) e HABIB (1982), δ -endotoxina começa a sua atuação nas células epiteliais do intestino médio, principalmente nas mitocôndrias e nas membranas celulares. Com isso tais células tornam-se sujeitas a auto-

digestão pelas enzimas proteolíticas do próprio inseto. Assim, em decorrência de parcial destruição do epitélio, o inseto entra numa fase de desconforto digestivo, revelado pela queda do apetite ou pela parada de alimentação. A regurgitação seria simplesmente um comportamento de defesa através do qual o inseto tenta se livrar do agente etiológico, conforme sugerido por STEINHAUS (1963).

O escurecimento do tegumento pode ser explicado pelas alterações histológicas que ocorrem a nível de hemolinfa e de epiderme do tegumento (HABIB, 1982). A flacidez, por outro lado deve ocorrer, segundo STEINHAUS (1963), HABIB (1968 e 1982) e AMARAL (1982), devido à degeneração do tecido adiposo e a alterações histológicas nos músculos da larva, que se manifestam durante a bacteriose. De acordo com HEIMPEL & ANGUS (1959), a morte lenta indicaria uma morte por septicemia e não por toxemia que conduziria a uma morte rápida como a que ocorre, por exemplo, com *Bombyx mori* L.

4.2.2. Susceptibilidade a *B. thuringiensis*

No presente trabalho, a susceptibilidade de larvas de diferentes idades de *A. kuhniella* e *P. interpunctella* foi avaliada através de experimento com os 3 produtos comerciais, além do isolado Zoocamp-78, todos à base do mesmo sorotipo H-3a:3b.

4.2.2.1. *Anagasta kuhniella*

As larvas de 1ª, 3ª e 5ª estádios de *A. kuhniella* pertencentes a geração F₁, utilizadas neste estudo, possuíam um peso médio de 1,72mg, 7,62mg e 28,15mg, respectivamente. A susceptibilidade das larvas de cada estágio foi determinada através de bioensaios com diferentes concentrações do patógeno na dieta, e expressa em termos de tempos e concentrações letais medianas (TL₅₀ e CL₅₀).

4.2.2.1.1. Susceptibilidade de larvas de 1ª estágio

Os resultados do tempo letal mediano (TL₅₀) de larvas de 1ª estágio de *A. kuhniella* submetidas a diferentes concentrações dos 4 preparados são apresentados na Tabela 19. Verifica-se que, à medida em que se aumentava a concentração, diminuía o tempo letal mediano, com diferenças significativas entre os tratamentos de cada preparado. Dados semelhantes foram obtidos por KANTACK (1959) e HABIB (1982) com larvas de *P. interpunctella*.

Na concentração 0,188%, o isolado Zoocamp-78 teve o menor TL₅₀, indicando maior virulência em relação aos demais produtos, vindo em 2ª lugar o produto Bactospeine, em 3ª Dipel e em último Thuricide.

O isolado Zoocamp-78 demonstrou uma diferença significativa (TL₅₀ = 74,73 h) em relação aos demais produtos (Bactospeine = 88,54 h ; Dipel = 109,15 h e Thuricide = 129,39 h). Entre os produtos Dipel e Thuricide, embora com tempos

letais medianos numericamente diferentes para a mesma concentração, não houve diferença significativa quanto a eficiência.

A resposta das larvas de 1ª estágio de *A. kuhniella* à concentração de 0,708%, demonstra que o isolado Zoocamp-78 continua sendo o mais eficiente, com o menor tempo letal, significativamente diferente dos obtidos com os demais produtos. Bactospeine manteve o 2º lugar, com uma diferença significativa em relação aos resultados obtidos com Dipel e Thuricide. O produto Dipel ocupa a 3ª posição, com uma diferença significativa com Thuricide, na última colocação.

Os resultados se mantiveram praticamente iguais na concentração 2,659%; o isolado Zoocamp-78 em 1º lugar, seguido por Bactospeine, Dipel e Thuricide (Tab. 19). Estatisticamente, não houve diferença significativa quanto ao tempo letal obtido com o isolado Zoocamp-78 e Bactospeine. No entanto, houve diferença significativa quando comparados com os tempos letais obtidos com Dipel e Thuricide. Entre os produtos Dipel e Thuricide também houve diferença significativa.

A Figura 12 mostra as respostas das larvas (TL_{50}) de 1ª estágio de *A. kuhniella* tratadas com o isolado Zoocamp-78, nas concentrações 0,188%, 0,708% e 2,659%.

A grande variação dos valores de b , observados na Figura 12, sem relação lógica com as concentrações utilizadas, indicaria uma grande variabilidade genética dos indivíduos. A alta susceptibilidade de larvas de 1ª estágio dessa traça a esse isolado, pode ser explicada pelo fato deste patógeno ter sido isolado de larvas de *A. kuhniella* obtidas desse mesmo moinho, Duratex, S.A.

Tabela 19 - Tempo letal mediano (TL₅₀) e intervalo de confiança, de larvas de 1º estágio de *Anagasta kuhniella* tratadas com 3 concentrações de 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b.

Preparado	0,188%		0,708%		2,659%	
	TL ₅₀ (h)	Intervalo	TL ₅₀ (h)	Intervalo	TL ₅₀ (h)	Intervalo
Zoocamp-78	74,73	68,71- 81,29	49,18	43,02- 56,22	46,44	44,27 - 48,73
Bactospeine	88,54	68,46-114,53	62,16	57,99- 66,62	47,08	44,05 - 50,32
Dipel	109,15	55,32-215,33	87,30	80,68- 94,47	57,50	52,19 - 63,36
Thuricide	129,39	96,21-174,01	95,51	78,95-115,54	62,23	61,38 - 72,69

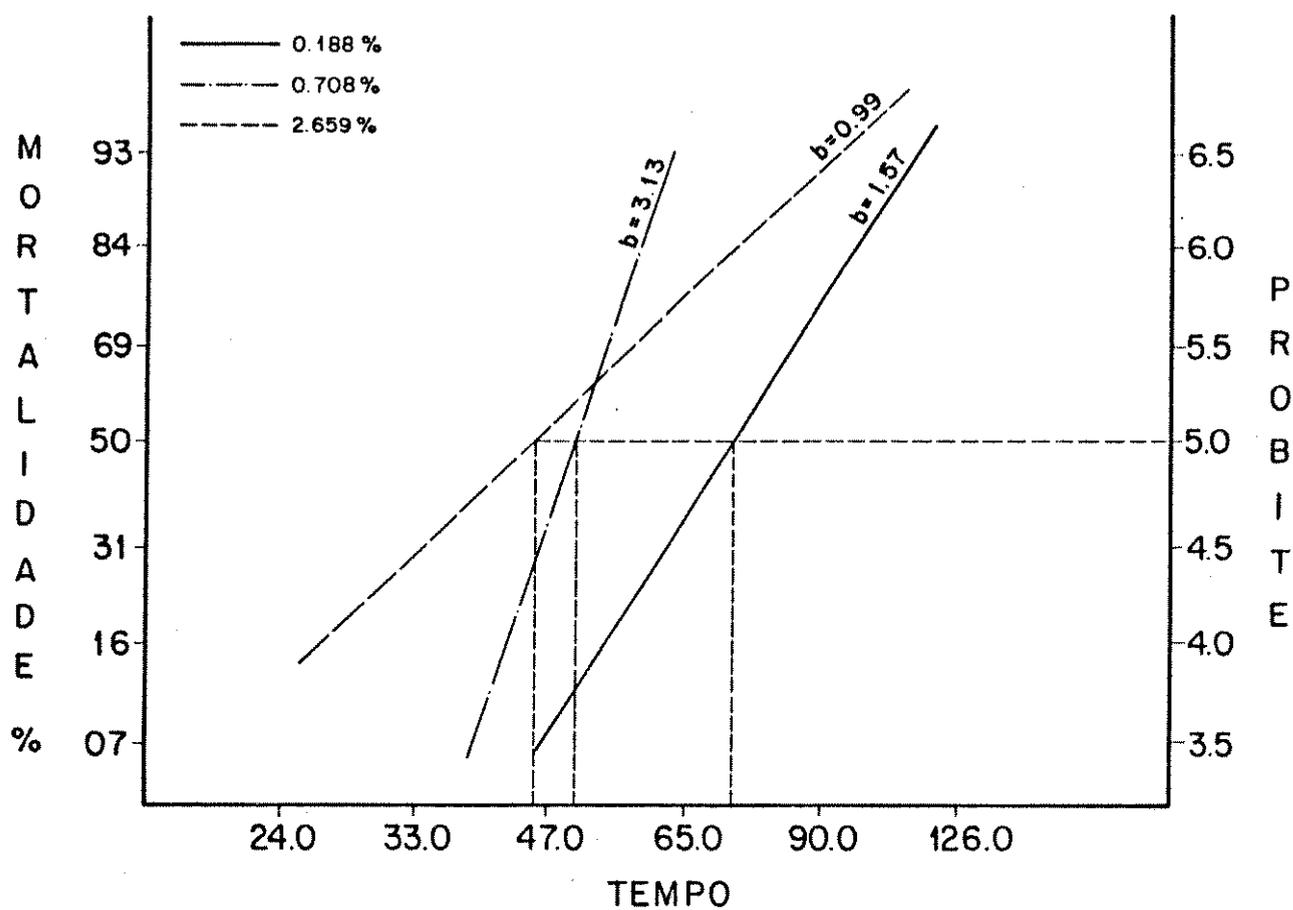


Figura 12 - Tempo letal mediano, em horas, de larvas de 1ª estãdio de *Anagasta kuhniella*, expostas ao isolado Zoocamp-78, nas concentrações 0,188%, 0,708% e 2,659% (Escala Log. Prob.).

Para a determinação da concentração letal mediana (CL_{50}) para larvas de 1º estágio, foram utilizados os mesmos preparados, Bactospeine, Dipel, Thuricide e o isolado Zoocamp-78, em 5 concentrações (0,013%, 0,050%, 0,188%, 0,708% e 2,659%).

As larvas de 1º estágio de *A. kuhniella* responderam ao aumento do tempo de exposição ao patógeno com uma diminuição da CL_{50} , como esperado (Tab. 20).

Os valores da CL_{50} para cada produto a diferentes períodos de exposição apresentaram uma diferença significativa, exceto quanto ao isolado Zoocamp-78, entre o tempo de exposição de 90,0 h ($CL_{50} = 0,046\%$) e 126,0 h ($CL_{50} = 0,022\%$).

Em relação à eficiência dos produtos, pode-se verificar que, após 65,0 h de exposição, o isolado Zoocamp-78 apresentou a menor concentração letal mediana (0,227%), sem diferença significativa com a de Bactospeine (0,266%), porém significativa com os outros dois produtos.

Em 2º lugar, Bactospeine mostrou diferença significativa em relação aos produtos Dipel e Thuricide, que ocuparam o 3º e 4º lugar respectivamente. Entre estes dois produtos, apesar de Thuricide apresentar uma CL_{50} de 3,096% e Dipel CL_{50} de 1,773%, não houve diferença significativa.

Após 90,0 horas de exposição, a ordem de eficiência dos produtos manteve-se a mesma, inclusive o isolado Zoocamp-78 mostrando-se o mais eficiente em relação aos demais.

Com 126,0 horas de exposição, os resultados obtidos para CL_{50} demonstram a permanência da mesma ordem, sendo que

Tabela 20 - Concentração letal mediana (CL₅₀) e intervalo de confiança para larvas de 1º estágio de *Anagasta kuhniella* após 3 tempos de exposição aos 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b.

Preparado	65,0 h		90,0 h		126,0 h	
	CL ₅₀ (%)	Intervalo	CL ₅₀ (%)	Intervalo	CL ₅₀ (%)	Intervalo
Zoocamp-78	0,227	0,097- 0,533	0,046	0,021-0,101	0,022	0,005-0,091
Bactospeine	0,266	0,127- 0,559	0,095	0,065-0,138	0,049	0,025-0,095
Dipel	1,773	0,274-11,465	0,396	0,220-0,713	0,081	0,029-0,225
Thuricide	3,096	1,568- 6,116	0,520	0,369-0,734	0,200	0,079-0,505

a CL_{50} de Bactospeine (0,049%) e a de Dipel (0,081%), não apresentaram diferença significativa.

As respostas de larvas de 1º estágio ao patógeno, expressas em CL_{50} , após diferentes tempos de exposição, encontram-se na Figura 13. Pode-se observar que, apesar da alta susceptibilidade das larvas, há uma grande variação dos valores de b , o que sugere heterogeneidade genética dos indivíduos.

Embora a aplicação do modelo matemático de THOMPSON (1947), adaptado por HABIB (1982), não possa ter sido empregado em alguns casos nos ensaios de susceptibilidade, os dados obtidos por este modelo não mostraram diferenças significativas quando comparados ao método de Regressão Linear. Na Tabela 21 são apresentados como exemplos valores de CL_{50} e TL_{50} de larvas de 1º estágio de *A. kuhniella*, obtidos por este método e que podem facilmente ser comparados com os respectivos dados das Tabelas 19 e 20.

Tabela 21 - Susceptibilidade média de larvas de 1º estágio de *Anagasta kuhniella*, expressas por CL_{50} e TL_{50} , a 4 preparados à base de *B. thuringiensis* (H-3a: 3b) determinada através do modelo matemático de THOMPSON (1947), adaptado por HABIB (1982).

Preparado	Zoocamp-78	Bactospeine	Dipel	Thuricide
CL_{50} após 90,0 h	0,051%	0,118%	0,515%	0,556%
TL_{50} de 0,708%	49,35 h	64,07 h	84,44 h	-

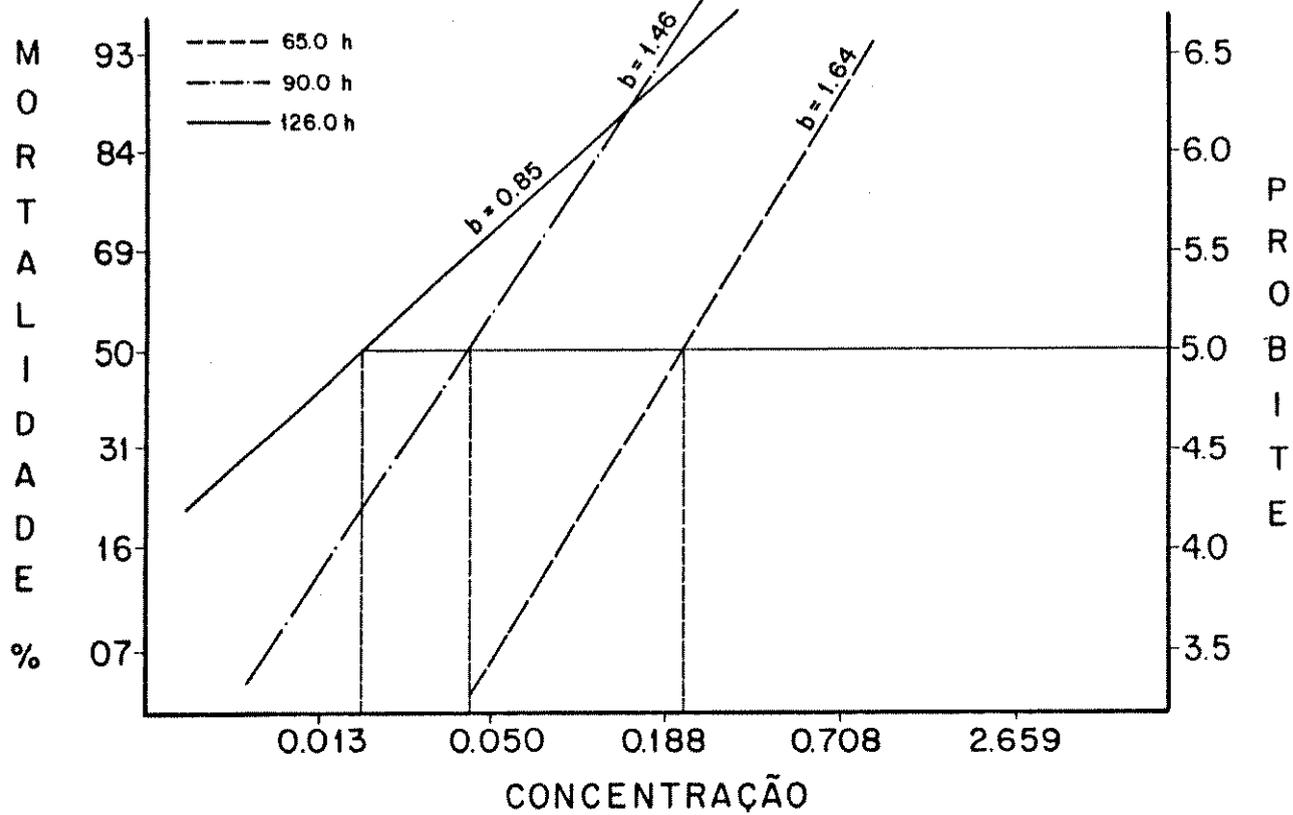


Figura 13 - Concentração letal mediana em %, para larvas de 1º estágio de *Anagasta kuhniella*, após 3 períodos de exposição ao isolado Zoocamp-78 (Escala Log. Prob.).

4.2.2.1.2. Susceptibilidade de larvas de 3º estágio

Utilizando o critério de tempo letal mediano, as larvas de 3º estágio de *A. kuhniella* tiveram o mesmo comportamento nas suas respostas às duas concentrações (0,188% e 0,708%) dos quatro preparados. Isto é, tais larvas mostraram maior susceptibilidade ao produto Bactospeine, nas duas concentrações (Tab. 22), apesar de diferenças numéricas, não houve diferença significativa entre os outros três preparados que ocuparam o 2º lugar.

Para a terceira concentração (2,659%), Bactospeine continuou ocupando o 1º lugar com o menor TL_{50} . Entretanto, houve maior diferenciação do produto Dipel que passou a ocupar sozinho, o 2º lugar. Entre o isolado Zoocamp-78 e Thuricide, não houve mais diferença significativa, ocupando juntos o último lugar.

Enquanto que as larvas de 1º estágio mostraram-se mais susceptíveis ao isolado Zoocamp-78 (Tab. 19), as de 3º estágio demonstraram maior susceptibilidade ao produto Bactospeine, em comparação com os demais preparados. Este comportamento indica a importância de se determinar o estágio larval para estudos de susceptibilidade, principalmente aqueles que visam a padronização de produtos microbianos, para obtenção de critérios de comparação mais precisos.

Normalmente, as larvas de 1º estágio são recomendadas para esta finalidade por responderem ao patógeno de forma mais homogênea que as larvas de idades mais avançadas (STEINHAUS, 1963; BURGERJON, 1964; DULMAGE, 1973 e HABIB, 1982).

As larvas de 1ª e 3ª estádios tiveram praticamente as mesmas respostas aos produtos Dipel e Thuricide, nas duas concentrações utilizadas. Cada concentração do produto Dipel, por exemplo, resultou no mesmo tempo letal para as larvas dos dois estádios (Tabelas 19 e 22).

YAMVRIAS (1962), HABIB (1968), AFIFY *et alii* (1970) e McGAUGHEY (1978c) acreditam que as larvas de 1ª estágio sejam as mais susceptíveis em comparação com as larvas de estádios subsequentes, motivo pelo qual sugerem que as operações de combate devam ser dirigidas principalmente contra este estágio. Entretanto, alguns pesquisadores acreditam que a idade não interfira na resposta comparativa do inseto a diferentes linhagens do mesmo patógeno (AFIFY & MERDAN, 1969 ; BEEGLE *et alii*, 1981).

As larvas de *A. kuhniella* mostraram maior susceptibilidade ao isolado Zoocamp-78 no 1ª estágio em comparação com as de 3ª estágio. Porém, para o Bactospeine a situação foi invertida, onde o 3ª estágio mostrou-se mais susceptível que o 1ª.

As larvas de 1ª e 3ª estádios não revelaram diferença significativa quanto à susceptibilidade aos produtos Dipel e Thuricide, ocorrendo portanto, uma situação intermediária em relação a que foi observada com o isolado Zoocamp-78 e Bactospeine.

O comportamento das respostas das larvas de *A. kuhniella* às diferentes linhagens de *B. thuringiensis* observado no presente trabalho, mostrou-se aparentemente variável. En-

Tabela 22 - Tempo letal mediano (TL_{50}) e intervalo de confiança, de larvas de 3º estágio de *Anagasta kuhniella* tratadas com 3 concentrações de 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b.

Preparado	0,188%		0,708%		2,659%	
	TL_{50} (h)	Intervalo	TL_{50} (h)	Intervalo	TL_{50} (h)	Intervalo
Bactospeine	58,61	56,61- 60,69	44,30	40,24- 48,76	36,31	34,36 - 38,38
Dipel	105,30	86,71-127,88	87,17	69,08-109,98	62,27	55,60 - 69,74
Zoocamp-78	118,92	85,09-166,20	88,05	69,14-112,13	73,80	70,81 - 76,90
Thuricide	126,52	100,19-159,77	82,28	72,73- 93,08	73,54	65,57 - 82,47

tretanto, acredita-se que esta variação possa ser explicada tanto pelo histórico de cada linhagem (inseto hospedeiro do qual foi isolada, adequação fisiológica em cada espécie de inseto tratado e características fisiológicas do patógeno), como também pela variação nos processos de fermentação e formulação de cada um dos produtos usados.

Utilizando o critério de concentração letal, as larvas do 3º estágio, após 90,0 horas de exposição, tiveram o mesmo comportamento observado nas concentrações 0,188% e 0,708%, onde o produto Bactospeine ocupou o 1º lugar, com a menor concentração letal mediana, enquanto que os outros três preparados ocuparam juntos o 2º lugar, sem diferença significativa entre as concentrações letais medianas (Tab. 23).

Após 126,0 horas de exposição, Bactospeine continuou em 1º lugar com a menor concentração letal mediana. O isolado Zoocamp-78 diferenciou-se dos demais produtos, ocupando o 2º lugar, enquanto que Dipel e Thuricide, sem diferença significativa ocuparam o 3º lugar.

O tempo de exposição de 90,0 horas mostrou-se mais adequado para os estudos de susceptibilidade, do que o período de 126,0 horas. Após períodos de exposição prolongados, assim como após aplicações de sub-concentrações, as respostas das larvas começam a mostrar um comportamento atípico e situações originais podem ser invertidas, dificultando com isso as comparações desejadas.

Dados de susceptibilidade de larvas de 3º estágio,

Tabela 23 - Concentração letal mediana (CL_{50}) e intervalo de confiança para larvas de 3º estágio de *Anagasta kuhniella* após 2 tempos de exposição aos 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b.

Preparado	90,0 h		126,0 h	
	CL_{50} (%)	Intervalo	CL_{50} (%)	Intervalo
Bactospeine	0,059	0,046 - 0,075	0,044	0,028 - 0,069
Zoocamp-78	0,340	0,158 - 0,735	0,086	0,061 - 0,120
Dipel	0,343	0,209 - 0,563	0,155	0,107 - 0,225
Thuricide	0,515	0,337 - 0,788	0,197	0,130 - 0,300

calculados através do modelo de THOMPSON (1947), encontram-se na Tabela 24. Ainda por este modelo as larvas mostraram um comportamento idêntico ao detectado pela Regressão Linear, pois através dos critérios de TL_{50} e CL_{50} os 4 preparados mantiveram a mesma ordem. A precisão do modelo pode ser verificada pela ausência de diferença significativa entre os dados por ele obtidos e aqueles de Regressão Linear. Apenas no de Bactospeine houve diferença significativa quanto ao tempo letal mediano, onde o modelo de THOMPSON (1947) resultou em 39,54 horas enquanto que o de Regressão Linear em 44,3 horas. Entretanto, a mesma ordem foi mantida, e Bactospeine ocupou o 1º lugar pelos dois modelos matemáticos.

Tabela 24 - Susceptibilidade média de larvas de 3º estágio de *Anagasta kuhniella*, expressa por CL_{50} e TL_{50} , a 4 preparados à base de *B. thuringiensis* (H-3a: 3b) determinada através do modelo matemático de THOMPSON (1947), adaptado por HABIB (1982).

Preparado Parâmetro	Bactospeine	Zoocamp-78	Dipel	Thuricide
CL_{50} (90,0 h)	0,0417%	0,514%	0,396%	0,507%
TL_{50} (0,708%)	39,54 h	91,17 h	85,24 h	79,47 h

4.2.2.1.3. Susceptibilidade de larvas de 5º estágio

As larvas do 5º estágio de *A. kuhniella*, em bioensaios com três diferentes concentrações (0,188%, 0,708% e 2,659%), utilizando-se o critério de tempo letal mediano, mostraram um comportamento nítido de correlação negativa entre a concentração e o tempo letal, para cada preparado (Tab. 25), com a única exceção do Dipel que não demonstrou diferença significativa entre as duas concentrações menores.

O produto Bactospeine mostrou-se de maior virulência para as larvas deste estágio, indicada pelo menor tempo letal mediano nas três concentrações usadas. Em 2º lugar encontram-se juntos Dipel e o isolado Zoocamp-78, sem diferença significativa entre eles. O Thuricide ocupou, também nas três concentrações, o último lugar, evidenciado por um tempo letal mediano mais prolongado.

Comparando-se os dados das Tabelas 23 e 25 verificou-se menor susceptibilidade das larvas de 5º estágio do que das de 3º estágio ao Bactospeine nas três concentrações utilizadas. Enquanto as larvas de 5º estágio tiveram um tempo letal mediano de 94,36 horas, para a concentração 0,188%, as de 3º estágio tiveram um TL_{50} de 58,61 horas, para a mesma concentração.

Para a concentração 0,708%, o mesmo fenômeno se repete, com um tempo letal mediano de 84,19 horas para o 5º estágio e de 44,30 horas para o 3º. Para a concentração mais alta (2,659%), o 5º estágio apresentou um tempo letal mediano de 68,23 horas enquanto que o 3º estágio, de 36,31 horas. Es-

Tabela 25 - Tempo letal mediano (TL₅₀) e intervalo de confiança, de larvas de 5º estágio de *Anagasta kuhniella* tratadas com 3 concentrações de 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b.

Preparado	0,188%		0,708%		2,659%	
	TL ₅₀ (h.)	Intervalo	TL ₅₀ (h.)	Intervalo	TL ₅₀ (h.)	Intervalo
Bactospeine	94,36	83,99-106,02	84,19	82,39- 86,03	68,23	65,86- 70,67
Zoocamp-78	121,30	84,68-173,76	88,98	71,78-110,30	74,18	68,45- 80,39
Dipel	122,09	94,15-158,32	98,57	78,68-123,49	78,58	71,85- 85,92
Thuricide	352,79	37,36-3330,9	121,09	99,56-147,28	91,16	75,38-110,24

tes dados indicam que o 3º estágio é 1,88 vezes mais susceptível do que o 5º estágio na concentração mais elevada, 1,90 vezes na concentração mediana e 1,61 vezes na menor concentração.

Utilizando o critério de concentração letal mediana após dois tempos de exposição ao patógeno, Bactospeine reafirma sua maior virulência para larvas do 5º estágio, através de menores concentrações letais (Tab. 26) em relação aos demais preparados.

O isolado Zoocamp-78 não apresentou diferença significativa com Bactospeine após tratamento de 90,0 horas. Por outro lado, após 126,0 horas houve diferença significativa colocando este isolado em 2º lugar.

O produto Dipel, apesar das diferenças numéricas, não foi estatisticamente diferente do preparado Zoocamp-78, nos dois horários de exposição. O Thuricide, pelo critério de concentração letal mediana, confirma sua colocação em último lugar (Tab. 26).

O modelo matemático de THOMPSON (1947) mostrou-se tão eficiente quanto o de Regressão Linear, para os cálculos do tempo letal mediano e da concentração letal mediana. A Tabela 27 mostra dados obtidos por este modelo para a concentração de 2,659% e para o tempo de 90,0 horas de exposição, onde não foi verificada nenhuma diferença significativa entre esses dados e os obtidos pela Regressão Linear. A única dificuldade aparente da utilização desse modelo, refere-se à necessidade de dados de mortalidade cobrindo uma faixa acima de 70%

Tabela 26 - Concentração letal mediana (CL₅₀) e intervalo de confiança para larvas de 5º estágio de *Anagasta kuhniella* após 2 tempos de exposição aos 4 preparos dos à base do sorotipo H-3a:3b.

Preparado	90,0 h		126,0 h	
	CL ₅₀ (%)	Intervalo	CL ₅₀ (%)	Intervalo
Bactospeine	0,249	0,161 - 0,384	0,037	0,026 - 0,053
Zoocamp-78	0,320	0,132 - 0,772	0,109	0,049 - 0,239
Dipel	0,566	0,293 - 1,00	0,159	0,067 - 0,375
Thuricide	2,776	0,924 - 8,338	1,067	0,853 - 1,333

de mortalidade total distribuídas em dois pontos de cada lado da posição de equilíbrio médio. Este tipo de dado não é sempre fácil de ser obtido, principalmente em animais com grande variabilidade genética.

Tabela 27 - Susceptibilidade média de larvas de 5º estágio de *Anagasta kuhniella*, expressa por CL_{50} e TL_{50} , aos 4 preparados à base de *B. thuringiensis* (H-3a: 3b) determinada através do modelo matemático de THOMPSON (1947), adaptado por HABIB (1982).

Preparado	Bactospeine	Zoocamp-78	Dipel	Thuricide
Parâmetro				
CL_{50} (90,0 h)	0,287%	0,495%	0,650%	2,765%
TL_{50} (2,659%)	70,05 h	70,53 h	76,64 h	89,00 h

4.2.2.1.4. Susceptibilidade comparada de larvas de *Anagasta kuhniella* coletadas no moinho Duratex, S.A. e larvas da geração F_1 de laboratório

A susceptibilidade de larvas coletadas em moinho foi verificada em indivíduos de 5º estágio. Tais larvas foram submetidas a bioensaios com os mesmos preparados e as mesmas concentrações anteriormente mencionadas.

Os dados de susceptibilidade dessas larvas, expres-

sa em TL_{50} , encontram-se na Tabela 28, juntamente com dados referentes ao 5º estágio da geração F_1 .

Apesar de serem da mesma idade, as larvas coletadas do moinho mostraram-se mais susceptíveis do que as da criação de laboratório. O isolado Zoocamp-78, nas duas concentrações 0,708% e 2,659%, resultou no menor tempo letal mediano (58,25 horas e 48,72 horas, respectivamente). Esta situação assemelha-se com o comportamento das larvas de 1º estágio (F_1), anteriormente observado, onde o isolado Zoocamp-78 foi o mais virulento.

Bactospeine, nas mesmas duas concentrações usadas, ocupou o 2º lugar, enquanto que Dipel e Thuricide, a 3ª e 4ª posição, respectivamente. Na concentração de 0,188% (concentração relativamente baixa), Bactospeine teve um tempo letal mediano de 74,4 horas, inferior ao obtido pelo isolado Zoocamp-78 (109,53 horas), na mesma concentração.

De um modo geral, as larvas coletadas no moinho mostraram-se mais susceptíveis a todos os preparados em suas diferentes concentrações, do que as da criação. Tal susceptibilidade pode ser interpretada, pela perturbação das mesmas desde a coleta no moinho até a realização dos bioensaios no laboratório, já que perturbações a níveis inferiores resultam em prolongamento do tempo de desenvolvimento além da redução no peso das larvas, como pode ser observado nos estudos de biologia.

O efeito do isolado Zoocamp-78 em larvas do moinho e larvas da criação, pode ser observado na Figura 14. Nota-se

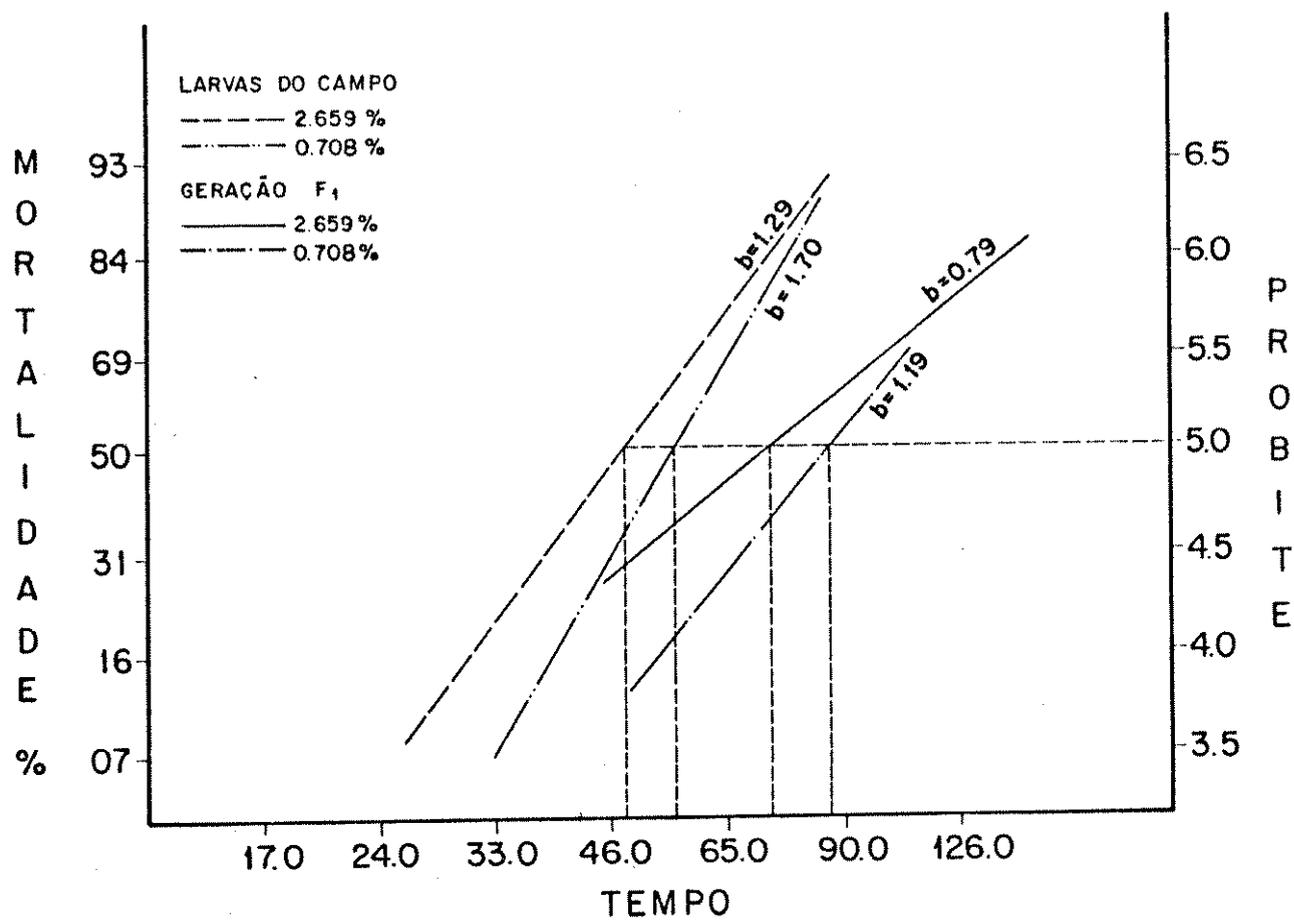


Figura 14 - Tempo letal mediano, em horas, de larvas de 5º estágio de *Anagasta kuhniella* da geração F₁ e do campo, expostas ao isolado Zoocamp-78 nas concentrações 0,708% e 2,659% (Escala Log. Prob.).

que as larvas coletadas no moinho mostraram a sua maior susceptibilidade, indicada pelos baixos valores de TL_{50} , quando comparadas às larvas da criação de laboratório.

Os dados de concentração letal mediana, após dois períodos de exposição (Tab. 29) revelam que não houve diferença significativa entre Bactospeine e o isolado Zoocamp-78 após 90,0 horas de exposição, ocupando juntos o 1º lugar. Após 126,0 horas, Bactospeine apresentou a menor concentração letal mediana dentre os demais produtos. De um modo geral, Di-pel e Thuricide ocuparam, mais uma vez, a terceira e última colocação, respectivamente.

Comparando os dados da Tabela 28 e 29 verifica-se que o critério de tempo letal mediano mostra-se mais preciso do que o de concentração letal mediana, provavelmente devido aos tempos de exposição escolhidos terem sido relativamente prolongados. Dessa forma, após 90,0 horas de exposição, em todos os casos, a concentração letal mediana para as larvas coletadas no moinho, foi bem inferior a das larvas da criação, confirmando os dados apresentados na Tabela 28. Entretanto, após 126,0 horas de exposição, a susceptibilidade das larvas de campo foi praticamente semelhante à da criação, motivo pelo qual é preferível efetuar comparações após tempos de exposição mais curtos.

A menor adequação do critério de CL_{50} pode ser verificado na Figura 15, onde não foram separadas as concentrações letais entre o material do moinho e o do laboratório. O critério de tempo letal mediano é usado amplamente por HABIB

Tabela 28 - Tempo letal mediano (TL₅₀) e intervalo de confiança de larvas de 5º estágio de *Anagasta kuhniella* do campo e da geração F₁ tratadas com 3 concentrações de 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b.

Geração	Bactospeine		Dipel		Zoocamp-78		Thuricide		
	TL ₅₀ (h)	Intervalo							
0,188%	Campo	74,40	58,81-94,12	105,95	94,20-119,17	109,53	98,54-121,75	211,15	146,58-304,15
	F ₁	94,36	83,99-106,02	112,09	94,15-158,32	121,30	84,68-173,76	352,79	37,36-3330,9
0,708%	Campo	72,36	69,42-75,42	75,92	67,15-85,82	58,05	52,82-63,81	140,41	92,37-213,43
	F ₁	84,19	82,39-86,03	98,57	78,68-123,49	88,98	71,78-110,30	121,09	99,56-147,28
2,659%	Campo	57,27	50,51-64,85	68,50	64,17-73,12	48,72	46,71-50,82	81,68	74,16-89,97
	F ₁	68,23	65,86-70,67	78,58	71,85-85,93	74,18	68,45-80,39	91,16	75,38-110,24

Tabela 29 - Concentração letal mediana (CL₅₀) e intervalo de confiança para larvas de 5ª estágio de *Anagasta kuhniella* do campo e da geração F₁ após 2 tempos de exposição aos 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b.

Geração	Bactospeine		Zoocamp-78		Dipel		Thuricide		
	CL ₅₀ (%)	Intervalo							
90,0 h	Campo	0,119	0,066-0,214	0,138	0,096-0,197	0,298	0,159-0,559	1,397	0,566-3,451
	F ₁	0,249	0,161-0,384	0,320	0,132-0,772	0,566	0,293-1,000	2,776	0,924-8,338
126,0 h	Campo	0,028	0,010-0,082	0,085	0,063-0,114	0,098	0,058-0,165	0,542	0,314-0,936
	F ₁	0,037	0,026-0,053	0,109	0,049-0,239	0,159	0,067-0,375	1,067	0,853-1,333

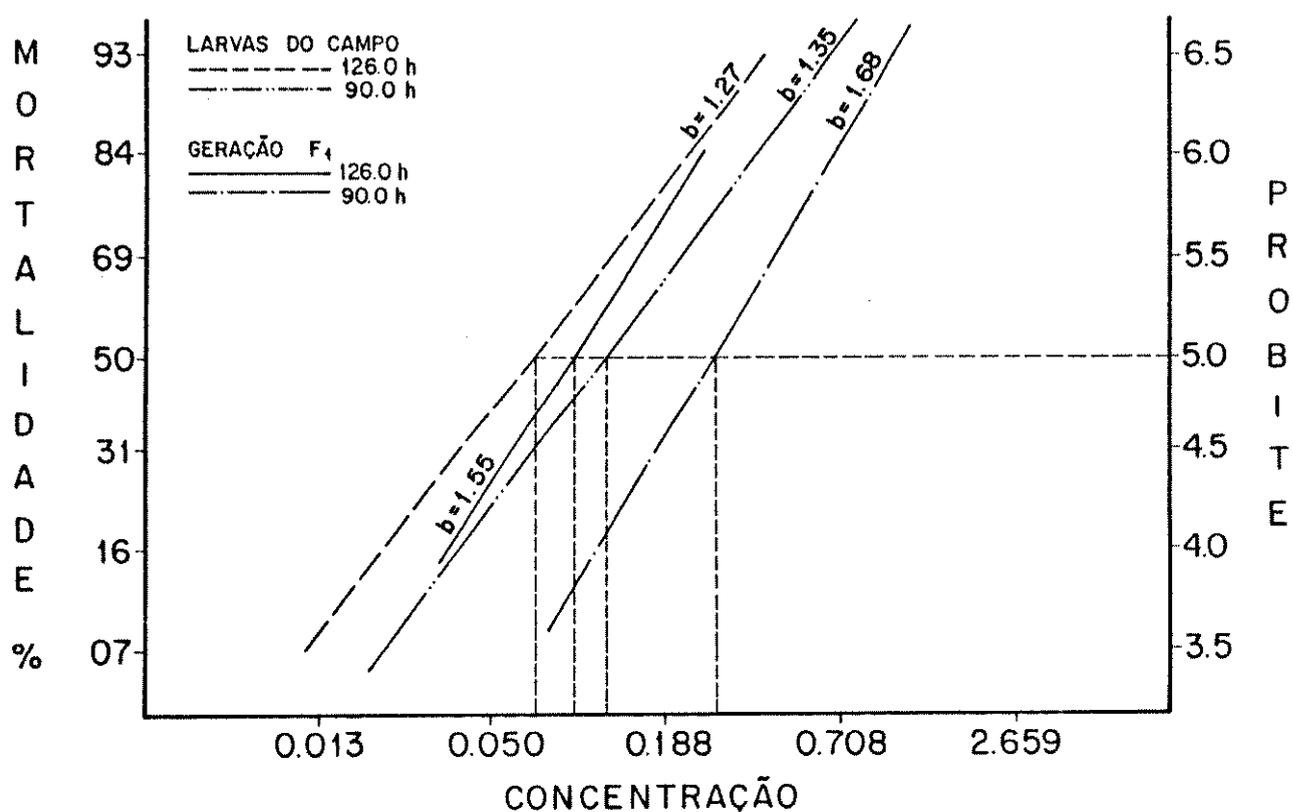


Figura 15 - Concentração letal mediana, em %, para larva de 5º estágio de *Anagasta kuhniella* da geração F_1 e do campo, após 90,0 horas e 126,0 horas de exposição ao isolado Zoocamp-78 (Escala Log. Prob.).

(1982 e 1983) e HABIB & ANDRADE (1984).

4.2.2.1.5. Efeito da adaptação às condições de laboratório na susceptibilidade de larvas de *Anagasta kuhniella* ao sorotipo H-3a:3b

Apesar da grande semelhança entre o habitat de um moinho e as condições de criação em laboratório, a velocidade de adaptação de *A. kuhniella* às condições controladas de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12,0 horas de fotofase e o seu efeito na susceptibilidade das larvas deste inseto foram verificadas no presente trabalho.

O produto escolhido para os bioensaios foi Bactospeine, nas concentrações 0,708% e 2,659% por ter demonstrado maior virulência durante os estudos realizados com larvas da geração F_1 .

A susceptibilidade das larvas de *A. kuhniella* ao Bactospeine foi avaliada durante 15 gerações sucessivas, e os dados de maior significado são apresentados na Tabela 30.

Utilizando as larvas da geração F_1 como padrão, ou seja, como parâmetro comparativo, verifica-se que as respostas das larvas da terceira a quinta geração revelaram o mesmo nível de susceptibilidade, porém um pouco inferior ao da geração F_1 .

A partir da sexta geração a susceptibilidade permaneceu constante até a décima quinta geração, apesar de se manter um pouco inferior àquela da quinta geração. Em outras palavras, foram detectadas durante essas 15 gerações, 3 níveis

Tabela 30 - Susceptibilidade expressa em TL₅₀, de larvas de 5º estágio de *Anagasta kuhniella* tratadas com 2 concentrações de Bactospeine em diferentes gerações.

Concentração	0,708%		2,659%		
	Geração	TL ₅₀ (h)	Intervalo	TL ₅₀ (h)	Intervalo
	F ₁	84,19	82,39 - 86,03	68,23	65,86 - 70,67
	F ₃	75,74	71,65 - 80,06	52,85	48,75 - 57,29
	F ₅	73,92	65,25 - 83,75	51,13	47,34 - 55,22
	F ₆	63,62	57,63 - 70,24	46,22	40,13 - 53,23
	F ₁₁	66,56	61,50 - 72,04	58,57	55,77 - 61,51
	F ₁₅	58,83	47,45 - 72,94	49,16	46,62 - 51,85

de susceptibilidade:

- 1º nível da geração F_1 com o maior TL_{50} ;
- 2º nível da 3.^a a 5.^a geração, com susceptibilidade pouco superior ao 1º nível e
- 3º nível da 6.^a a 15.^a geração, mostrando alta e constante susceptibilidade, indicada pelos menores valores de TL_{50} .

Apenas na concentração 2,659%, as larvas da geração F_{11} mostraram um comportamento atípico, indicado por um tempo letal mediano relativamente alto e próximo ao 2º nível, em vez de pertencer ao 3º.

Esses dados indicam claramente a estabilidade da criação a partir da 6.^a geração, permitindo sugerir que, para estudos de susceptibilidade é preferível trabalhar com larvas a partir desta geração, para que se possa obter dados mais precisos e comparações mais coerentes.

4.2.2.2. *Plodia interpunctella*

Os estudos de susceptibilidade com *P. interpunctella* foram realizados com larvas de 1º, 3º e 5º estádios pertencentes à geração F_{20} . Como indicador da qualidade da dieta utilizada, tais larvas mostraram pesos médios de 0,71, 3,05 e 16,38 mg, para os três estádios, respectivamente.

As avaliações de susceptibilidade foram feitas a partir de aplicações das mesmas concentrações utilizadas com *A. kuhniella*, para os cálculos de tempo letal mediano, e após

os mesmos tempos de exposição, para os cálculos de concentração letal mediana.

4.2.2.2.1. Susceptibilidade de larvas de 1º estágio

A Tabela 31 mostra os dados de susceptibilidade das larvas de 1º estágio, indicada por valores de tempo letal mediano durante bioensaios com as três concentrações dos quatro diferentes preparados.

Tais dados revelam mais uma vez que as concentrações mais elevadas resultaram em menores tempos letais medianos. A diferença entre os valores do tempo letal mediano nas 3 concentrações, foi significativa para cada produto utilizado (detalhes na Tabela 31), fenômeno anteriormente observado com as larvas de *A. kuhniella*. A Figura 16 mostra a relação tempo/concentração, utilizando o produto Bactospeine como exemplo.

Além do comportamento homogêneo dos indivíduos de cada tratamento, indicado pelos baixos valores do intervalo de confiança, os dados obtidos permitem a determinação do grau de susceptibilidade dessas larvas a cada um dos produtos. O produto Bactospeine, nas três concentrações utilizadas revelou o mais alto potencial em comparação com os demais produtos, resultando nos menores valores de tempo letal mediano.

Apesar da diferença numérica dos valores de tempo letal mediano, que favorece o produto Dipel, não houve diferença significativa entre o mesmo e o isolado Zoocamp-78, que ocuparam juntos o 2º lugar. As larvas de *P. interpunctella* re

Tabela 31 - Tempo letal mediano (TL₅₀) e intervalo de confiança de larvas de 1º estágio de *Plodia interpunctella* tratadas com 3 concentrações de 4 preparados à base de sorotipo H-3a:3b.

Preparado	0,188%		0,708%		2,659%	
	TL ₅₀ (h.)	Intervalo	TL ₅₀ (h.)	Intervalo	TL ₅₀ (h.)	Intervalo
Bactospeine	44,93	39,56-51,02	31,74	26,42-38,12	27,72	25,74-29,86
Dipel	76,67	66,59-88,28	45,18	43,08-47,38	28,63	22,89-35,81
Zoocamp-78	93,01	69,54-124,40	43,63	39,75-47,88	30,68	27,78-33,95
Thuricide	239,60	171,01-335,71	70,34	52,80-93,71	36,69	28,85-46,67

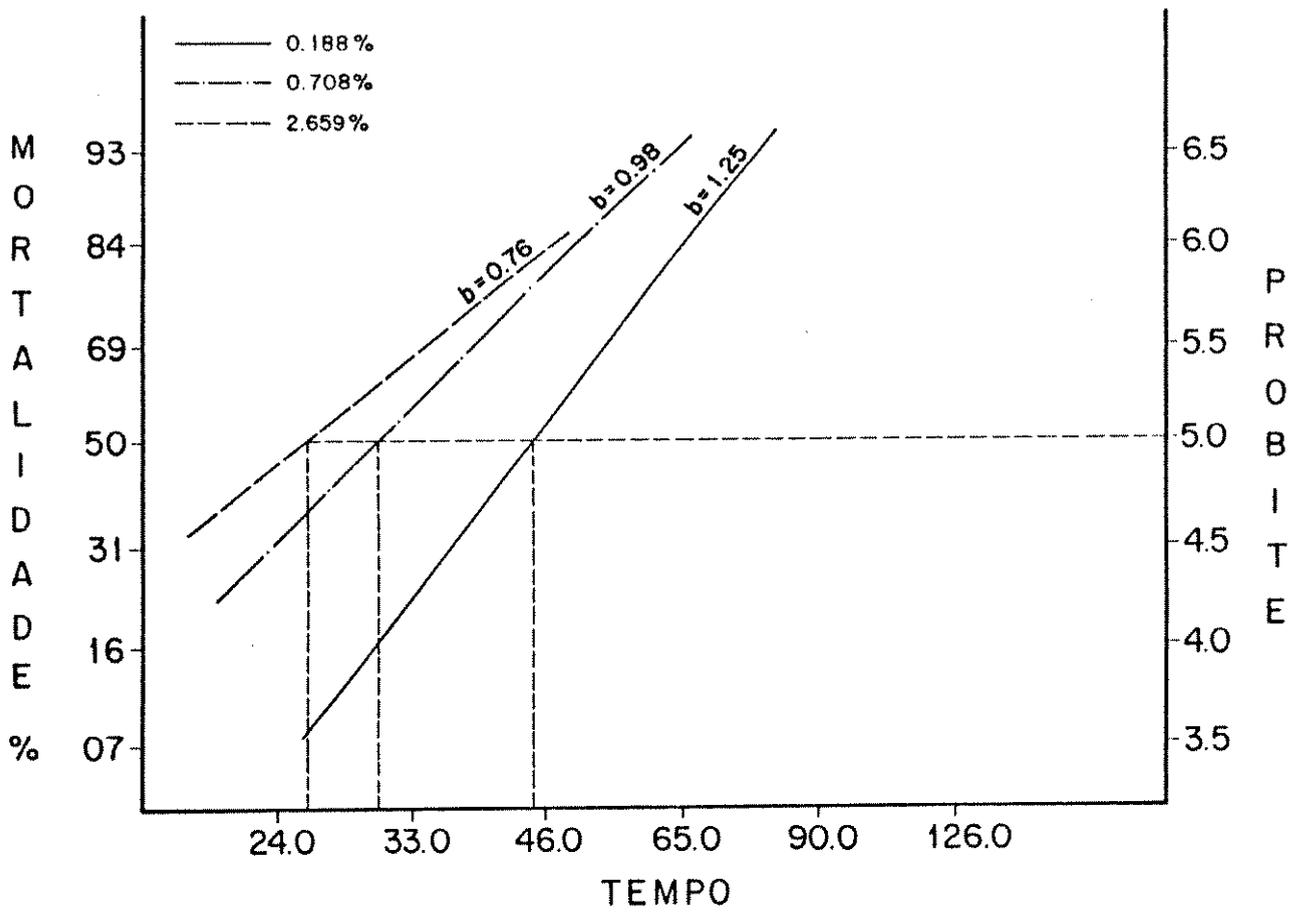


Figura 16 - Tempo letal mediano, em horas, de larvas de *Plodia interpunctella*, expostas ao preparado Bactospeine, nas concentrações 0,188%, 0,708% e 2,659 (Escala Log. Prob.).

velaram tempos letais medianos mais prolongados quando tratadas com o produto Thuricide, colocando-o na terceira posição.

Os dados obtidos aparentemente estimulariam a recomendação de utilização do produto Bactospeine na concentração 0,708%, para o controle de larvas de 1º estágio de *P. interpunctella*. Tal concentração resultou em um tempo letal mediano de 31,74 horas, satisfatório para obtenção de mortalidades significativas, causadas por *B. thuringiensis*. A concentração 2,659% dos dois produtos, Dipel e isolado Zoocamp-78, apesar de elevada causou, sem diferenças significativas, o mesmo efeito da concentração aqui recomendada para o produto Bactospeine. Entretanto, para viabilizar tal recomendação seria necessária uma avaliação antecipada da susceptibilidade em larvas que ocorrem naturalmente em armazéns, para que se possa verificar possíveis diferenças em relação a populações de laboratório.

O critério de concentração letal mediana (Tab. 32) para avaliar a susceptibilidade de larvas de 1º estágio de *P. interpunctella*, mostrou-se menos preciso do que o critério de tempo letal mediano, situação revelada pelos valores afastados dos limites dos intervalos de confiança. Esta situação pode ser justificada pelos prolongados tempos de exposição, pois devido a alta susceptibilidade das larvas dessa espécie, verificada pelo critério de tempo letal mediano, foi necessária neste trabalho, a utilização de baixas concentrações para a determinação da CL_{50} nos três períodos estabelecidos. E, como foi observado com as larvas de *A. kuhniella*, aplicações de subconcentrações resultam sempre em grandes intervalos de con

fiança (efeito de subdose).

Ainda assim, o critério de concentração letal media na não deixou de ser eficiente na categorização do potencial dos diferentes produtos e conseqüentemente da susceptibilidade das larvas de 1ª estágio desse piralídeo. Bactospeine continuou a ocupar o 1º lugar por esse critério, principalmente, após 65,0 horas de exposição. Entretanto, nos dois tempos mais prolongados Dipel dividiu essa primeira posição com Bactospeine (detalhes na Tabela 32), devido ao efeito de períodos prolongados, conforme esperado.

O isolado Zoocamp-78 ocupou o 3º nível após os 3 tempos de exposição, com diferença significativa tanto com o produto Dipel, como com o produto Thuricide, este último ocupando portanto, o quarto lugar, com os maiores valores de concentração letal mediana.

É importante salientar a total inadequação do produto Thuricide para o controle de larvas de *P. interpunctella*. Pois, como é de se esperar que a população utilizada no presente trabalho seja muito mais susceptível que a população que ocorre naturalmente em armazéns, esse produto teria ainda maior deficiência na sua atuação de controle.

A aplicação do modelo matemático de THOMPSON (1947), para os cálculos de tempo letal mediano e concentração letal mediana mostrou-se tão eficiente quanto o de Regressão Linear. A Tabela 33 apresenta alguns dados de susceptibilidade de larvas de 1ª estágio de *P. interpunctella* calculados a partir de THOMPSON (1947), demonstrando a grande semelhança na qualida-

Tabela 32 - Concentração letal mediana (CL₅₀) e intervalo de confiança para larvas de 1º estágio de *Plodia interpunctella* após 3 tempos de exposição aos preparados à base do sorotipo H-3a:3b.

Preparado	65,0 h		90,0 h		126,0 h	
	CL ₅₀ (%)	Intervalo	CL ₅₀ (%)	Intervalo	CL ₅₀ (%)	Intervalo
Bactospeine	0,063	0,038-0,105	0,042	0,018-0,097	0,039	0,016-0,095
Dipel	0,153	0,102-0,228	0,074	0,027-0,199	0,050	0,015-0,164
Zoocamp-78	0,254	0,225-0,287	0,173	0,152-0,197	0,138	0,123-0,153
Thuricide	0,777	0,590-1,022	0,678	0,516-0,890	0,450	0,326-0,621

de dos dois modelos.

Após 65,0 horas de exposição, não houve nenhuma diferença significativa entre os dados obtidos pelos dois modelos. Apenas com a concentração 2,659% do produto Thuricide, a aplicação do modelo de THOMPSON (1947) resultou em um tempo letal mediano de 28,55 horas, significativamente inferior ao de 36,69 horas obtido pela Regressão Linear.

Tabela 33 - Susceptibilidade média de larvas de 1ª estágio de *Plodia interpunctella*, expressa por CL_{50} e TL_{50} , aos 4 preparados à base de *B. thuringiensis* (H-3a:3b), determinada através do modelo matemático de THOMPSON (1947), adaptado por HABIB (1982).

Preparado	Bactospeine	Dipel	Zoocamp-78	Thuricide
CL_{50} (65,0 h)	0,074%	0,199%	0,258%	0,638%
TL_{50} (2,659%)	28,02 h	25,78 h	29,51 h	28,55 h

4.2.2.2.2. Susceptibilidade de larvas de 3ª estágio

As respostas de larvas de 3ª estágio de *P. interpunctella* às diferentes concentrações dos 4 preparados, expressas em tempo letal mediano encontram-se na Tabela 34. Ob-

serva-se que, com exceção do produto Bactospeine, as maiores concentrações resultaram mais uma vez nos menores tempos letais medianos. Entretanto, no caso do produto Bactospeine, apesar de algumas diferenças numéricas não houve diferença significativa entre o tempo letal mediano obtido das três concentrações.

Em relação à categorização dos preparados, as larvas de 3º estágio mostraram maior susceptibilidade ao Bactospeine, nas três concentrações usadas. O produto Dipel ocupou a 2.^a posição nas concentrações 0,188% e 2,659% e dividiu a 1.^a posição com Bactospeine na concentração 0,708%. A terceira posição foi ocupada pelo produto Thuricide. O isolado Zoocamp-78, na 4.^a categoria nas concentrações 0,708% e 2,659%, dividiu a 3.^a com o Thuricide na concentração 0,188%.

Apesar de poucas exceções, o comportamento das larvas de *P. interpunctella* seguiu o mesmo padrão de comportamento das do 1º estágio, tanto em relação as concentrações como em relação aos produtos. Ainda pelo critério de tempo letal mediano, observa-se claramente que as larvas do 3º estágio mostraram uma menor susceptibilidade ao bacilo do que as do 1º estágio. Esta menor susceptibilidade, apesar de esperada, não se concretizou, tanto em alguns casos de baixas concentrações quanto em casos de preparados de baixa eficiência. Observa-se que enquanto Bactospeine e o isolado Zoocamp-78, na concentração 0,188%, tiveram igual impacto nas 2 idades larvais, Thuricide mostrou maior efeito nas larvas de 3º estágio, nas duas concentrações mais baixas.

Tabela 34 - Tempo letal mediano (TL₅₀) e intervalo de confiança de larvas de 3º estágio de *Plodia interpunctella* tratadas com 3 concentrações de 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b.

Preparado	0,188%		0,708%		2,659%	
	TL ₅₀ (h)	Intervalo	TL ₅₀ (h)	Intervalo	TL ₅₀ (h)	Intervalo
Bactospeine	40,08	33,46-48,01	40,58	34,17-48,19	34,59	29,13-41,07
Dipel	82,96	73,87-93,17	44,01	37,81-51,23	38,51	35,69-41,56
Zoocamp-78	122,55	86,34-173,94	67,56	61,96-73,67	52,96	50,08-56,00
Thuricide	131,46	75,91-227,65	59,66	51,60-69,00	48,38	41,47-56,46

Estes dados revelam maior variação na resposta das larvas de 3º estágio ao bacilo do que na de 1º estágio. As respostas de larvas de 3º estágio às 3 concentrações do produto Dipel encontram-se na Figura 17, mostrando a relação inversa, mas esperada, entre a concentração e o tempo letal mediano.

Na Tabela 35 são apresentados os dados de concentração letal mediana para larvas de *P. interpunctella* de 3º estágio, submetidas a aplicações dos 4 preparados após 3 tempos de exposição. Mais uma vez, o critério de CL_{50} mostra-se menos preciso do que o de TL_{50} , fato indicado pela maior heterogeneidade dos dados.

Enquanto que o tempo de exposição de 65,0 horas resultou em concentrações letais medianas, significativamente superiores às do tempo de 90,0 horas para os 3 preparados, Bactospeine, Dipel e o isolado Zoocamp-78, o tempo de exposição de 126,0 horas resultou em concentração letal significativamente inferior ao de 90,0 horas apenas no caso do isolado Zoocamp-78. Em relação aos outros dois produtos a concentração letal mediana após 126,0 horas mostrou diferença significativa, apenas com o período de 65,0 horas.

No caso do Thuricide, um produto que demonstrou baixa eficiência, detectou-se diferença significativa nos valores de concentração letal mediana apenas entre 65,0 horas e 126,0 horas (detalhes na Tabela 35).

Classificando os produtos, através do critério de concentração letal mediana, as larvas de 3º estágio mostraram-se mais susceptíveis ao produto Bactospeine após os 3 tempos

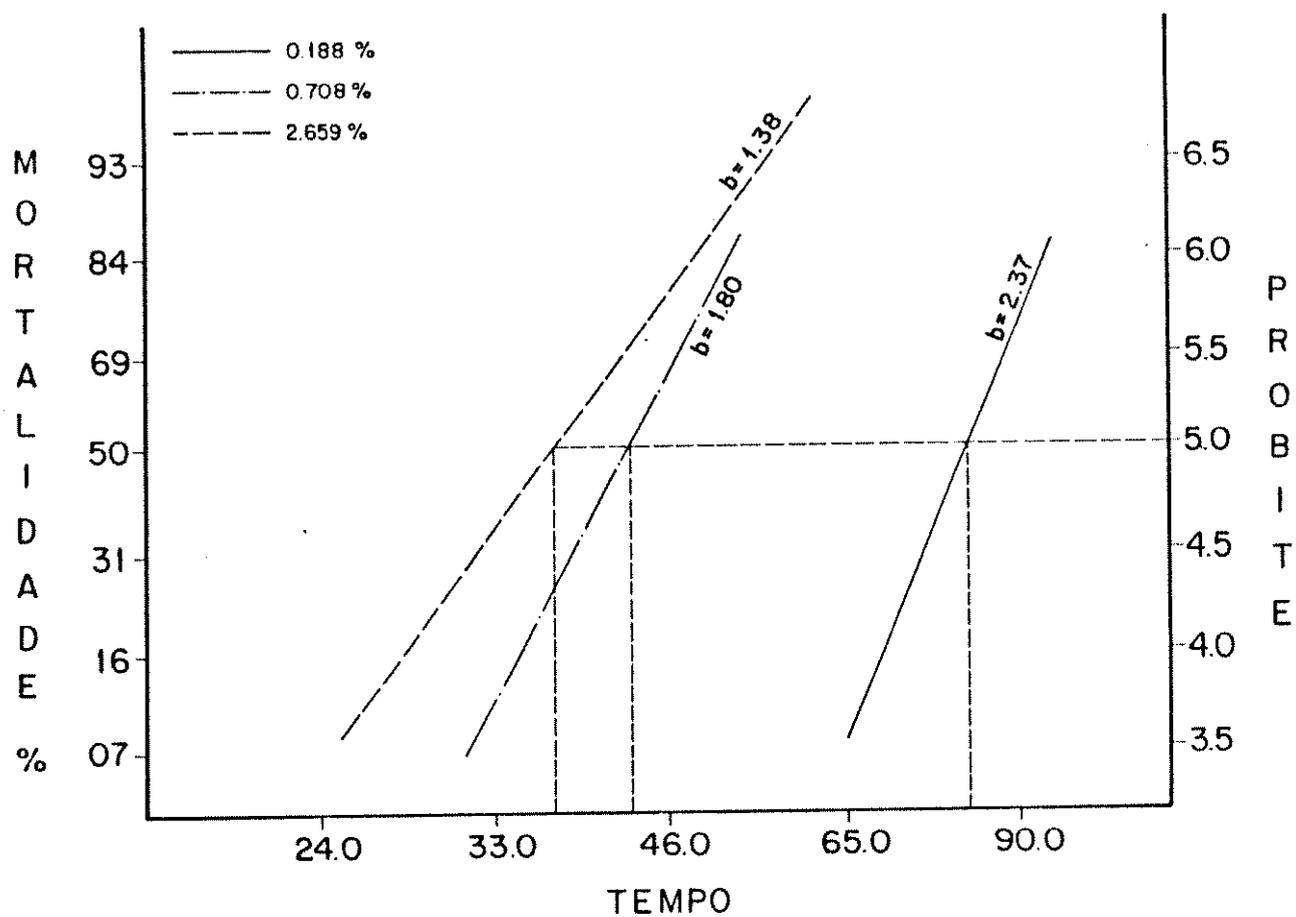


Figura 17 - Comparação de tempo letal mediano, em horas, para larvas de 3º estágio de *Plodia interpunctella* expostas ao produto Dipel na concentração 0,188%, 0,708% e 2,659% (Escala Log. Prob.).

Tabela 35 - Concentração letal mediana (CL_{50}) e intervalo de confiança para larvas de 3º estágio de *Plodia interpunctella* após 3 tempos de exposição aos preparados à base do sorotipo H-3a:3b. 4

Preparado	65,0 h		90,0 h		126,0 h	
	CL_{50} (%)	Intervalo	CL_{50} (%)	Intervalo	CL_{50} (%)	Intervalo
Bactospeine	0,079	0,054-0,114	0,049	0,023-0,102	0,028	0,014-0,054
Dipel	0,135	0,089-0,206	0,059	0,040-0,088	0,044	0,027-0,072
Zoocamp-78	0,728	0,516-1,028	0,337	0,223-0,508	0,211	0,185-0,241
Thuricide	0,879	0,509-1,520	0,590	0,328-1,058	0,413	0,212-0,80

de exposição. O produto Dipel ocupou a 2.^a posição no tempo de 65,0 horas e compartilhou a 1.^a posição com Bactospeine nos 2 tempos mais prolongados. O isolado Zoocamp-78, por sua vez, ocupou o 3.^o lugar após 65,0 horas e o 2.^o lugar após 90,0 e 126,0 horas de exposição; Thuricide permaneceu no 3.^o e último lugar, nos três períodos de exposição.

Como Zoocamp-78 foi o único preparado que apresentou diferença significativa entre a concentração letal mediana dos 3 períodos de exposição, as respostas das larvas de 3.^o estágio a este produto encontram-se na Figura 18, onde é mais evidente o efeito do tempo de 65,0 horas.

A adequação do modelo de THOMPSON (1947) para avaliar a susceptibilidade foi confirmada mais uma vez neste trabalho. Após 65,0 horas de exposição (Tab. 36) as larvas de 3.^o estágio de *P. interpunctella* demonstraram a mesma categorização dos preparados, obtida pela Regressão Linear (Tab. 35) onde o Bactospeine ocupou o 1.^o lugar, Dipel o 2.^o e Zoocamp-78 e Thuricide dividiram o 3.^o lugar. O grau de precisão pode ser verificado pelo valor da concentração letal mediana do produto Dipel, após 65,0 horas, que foi de 0,135% pelos dois modelos matemáticos (Tabelas 35 e 36).

A aplicação do modelo matemático de THOMPSON (1947) para os cálculos de tempo letal mediano, no caso da concentração de 2,659%, não foi tão sensível quanto o modelo de Regressão Linear. O modelo de THOMPSON agrupa Bactospeine e Dipel na 1.^a posição e Zoocamp-78 e Thuricide na 2.^a posição. A Regressão Linear (Tab. 34) por outro lado, provavelmente por utilizar maior número de pontos de avaliação, conseguiu dife-

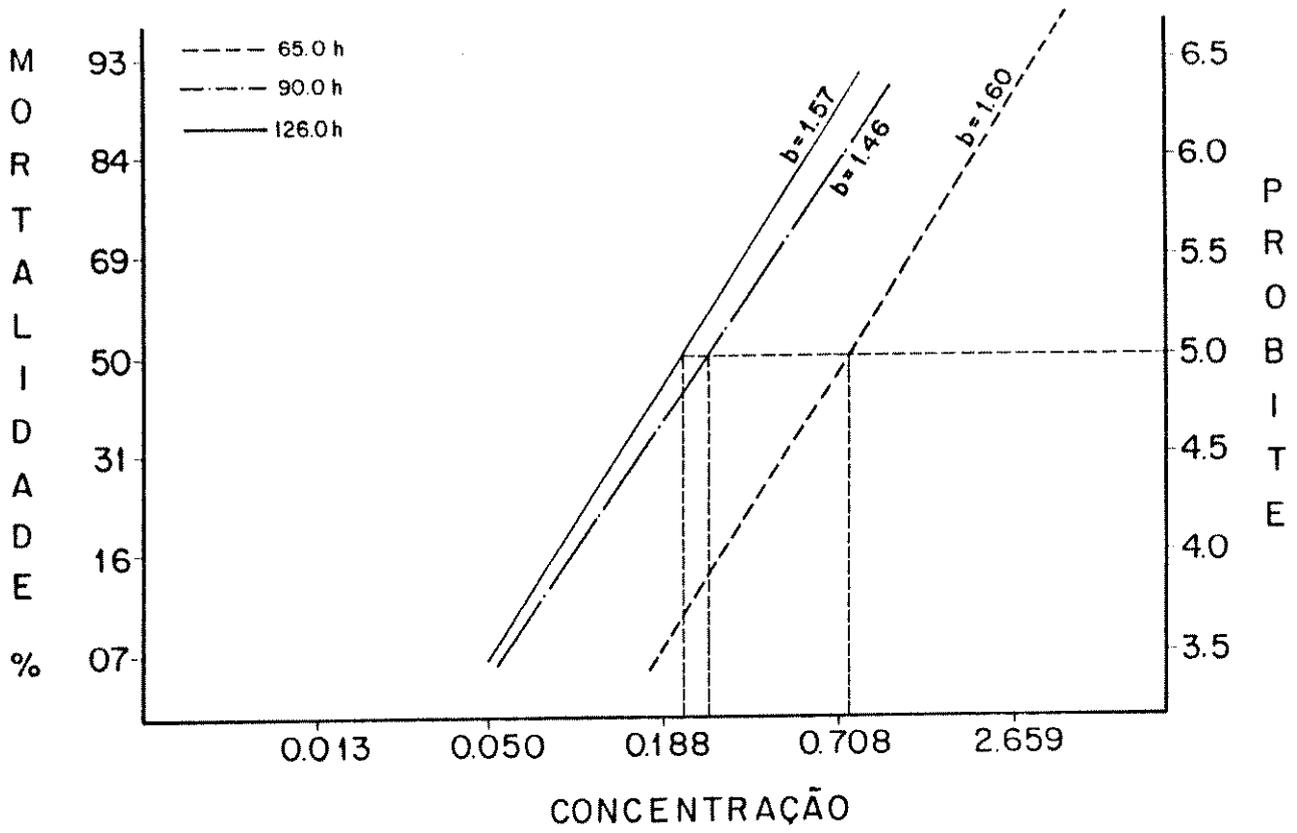


Figura 18 - Concentração letal mediana, em %, para larvas de 3º estágio de *Plodia interpunctella* após 3 períodos de exposição ao isolado Zoocamp-78 (Escala Log. Prob.).

reenciar com mais precisão as respostas das larvas.

Comparando-se os dados aqui apresentados com os de HABIB (1982), que investigou o efeito dos mesmos 4 preparados em larvas de 4º estágio desse piralídeo, verifica-se que, em nove casos (n=12) houve diferença significativa, enquanto que os três restantes foram totalmente semelhantes. Em 6 dos 9 casos que revelaram diferença, o tempo letal mediano obtido por HABIB (1982) foi superior ao obtido neste estudo. Essa diferença pode ser explicada pelo fato de Habib ter usado larvas de 4º e não de 3º estágio. Os valores de CL_{50} obtidos no presente trabalho após 65, 90 e 126 horas de exposição ao produto Dipel, transformados em UI/mg, foram de 21,60, 9,44 e 7,04 UI/mg. Em comparação, HABIB (1982) com o mesmo produto e após os mesmos tempos de exposição obteve para larvas de 4º estágio valores de concentração letal mediana de 48,64, 19,65 e 14,65 UI/mg respectivamente, confirmando o possível efeito da idade indicada pelo aumento tanto do tempo letal mediano como da concentração letal mediana.

4.2.2.2.3. Susceptibilidade de larvas de 5º estágio

Os dados da susceptibilidade de larvas de 5º estágio de *P. interpunctella*, indicados pelo tempo letal mediano, a 3 concentrações dos 4 preparados utilizados, encontram-se na Tabela 37.

Observa-se inicialmente a grande amplitude dos intervalos de confiança dos diferentes valores de tempo letal mediano, o que indica menor homogeneidade nas respostas des-

Tabela 36 - Susceptibilidade média de larvas de 3º estágio de *Plodia interpunctella* expressa por CL_{50} e TL_{50} , aos 4 preparados à base de *B. thuringiensis* (H-3a:3b), determinado através do modelo matemático de THOMPSON (1947), adaptado por HABIB (1982).

Preparado Parâmetro	Bactospeine	Dipel	Thuricide	Zoocamp-78
CL_{50} (65,0 h)	0,063%	0,135%	0,526%	0,707%
TL_{50} (2,659%)	35,60 h	38,34 h	41,46 h	48,72 h

sas larvas, em relação às de 1º e 3º estádios, fenômeno anteriormente detectado por HABIB (1968) em estudos de susceptibilidade de larvas de *A. kuhniella*.

Ainda assim, essas larvas responderam a todos os produtos, através de uma relação nitidamente inversa entre a concentração usada e o valor do tempo letal mediano. Nos casos onde não houve diferença estatisticamente significativa, a diferença numérica foi totalmente satisfatória (Tab. 37 e Fig. 19). Essa relação inversa entre a concentração e os valores de tempo letal mediano (Tab. 37), indica uma mistura totalmente homogênea do patógeno na dieta artificial do inseto, e que a aparente heterogeneidade nas respostas não chega a mascarar a qualidade da mistura, em todos os tratamentos

Tabela 37 - Tempo letal mediano (TL₅₀) e intervalo de confiança de larvas de 5º estágio de *Plodia interpunctella* tratadas com 3 concentrações de 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b.

Preparados	0,188%		0,708%		2,659%	
	TL ₅₀ (h)	Intervalo	TL ₅₀ (h)	Intervalo	TL ₅₀ (h)	Intervalo
Bactospeine	51,64	41,52- 64,22	33,09	22,55- 48,56	23,60	3,85-144,43
Dipel	58,65	48,70- 70,62	38,56	25,27- 58,86	23,11	8,88- 60,18
Zoocamp-78	60,77	48,43- 76,27	52,82	40,85- 68,29	36,64	24,50- 54,79
Thuricide	155,81	115,71-209,79	121,43	103,42-142,58	41,01	29,52- 56,97

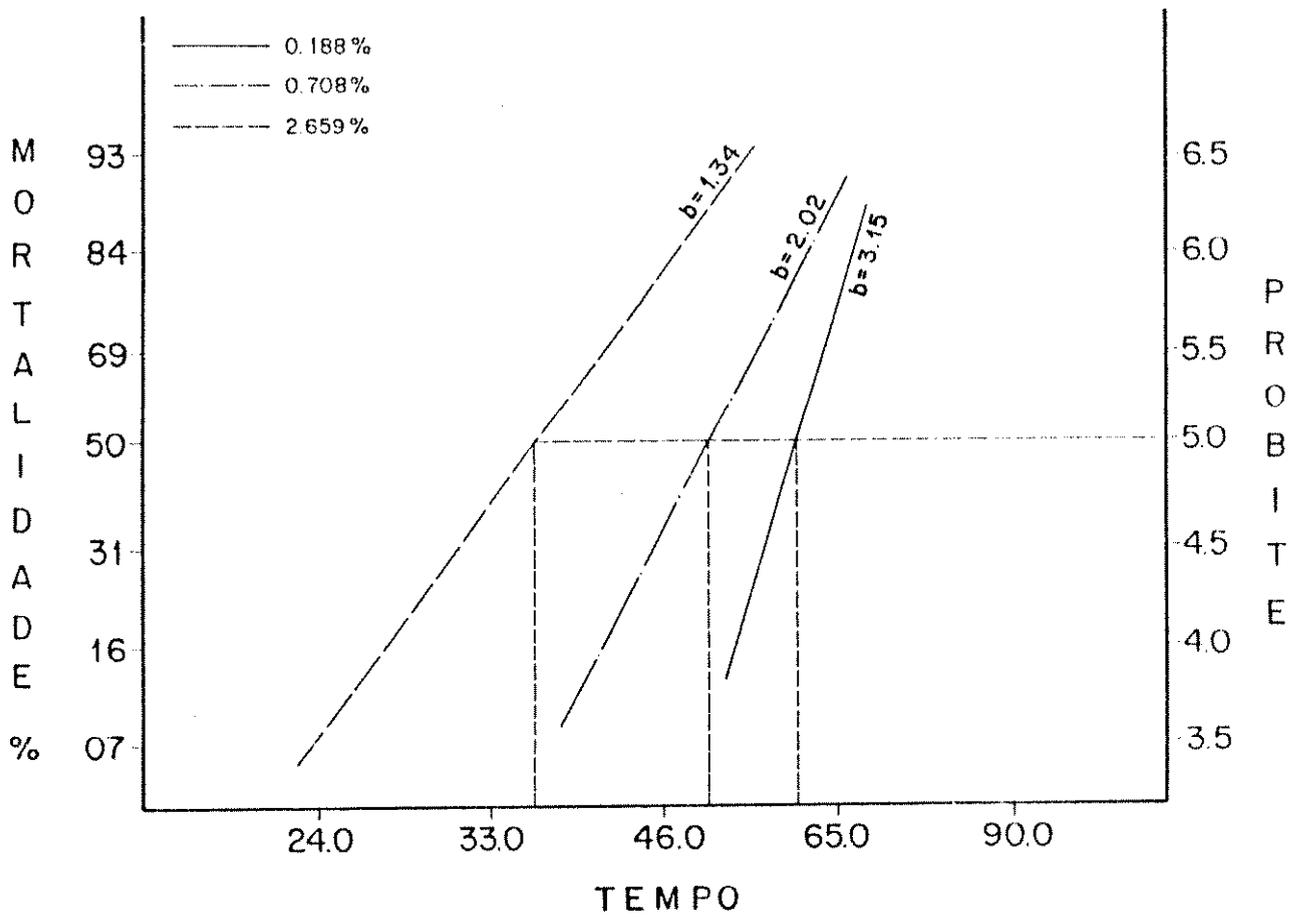


Figura 19 - Comparação de tempo letal mediano, em horas, para larvas de 5º estágio de *Plodia interpunctella*, expostas ao preparado isolado Zoo-camp-78, nas concentrações 0,188%, 0,708% e 2,659% (Escala Log. Prob.).

realizados.

O efeito da menor homogeneidade nas respostas das larvas desse estágio pode ser verificado ainda pela deficiência das respostas na categorização dos produtos. Por exemplo, a aplicação da concentração superior (2,659%) resultou em apenas duas categorias, incluindo Dipel e Bactospeine na 1.^a e Zoocamp-78 e Thuricide na 2.^a. No outro extremo a aplicação da concentração mais baixa (0,188%) não conseguiu diferenciar o impacto de cada um dos 3 preparados Bactospeine, Dipel e Zoocamp-78, agrupando-os em uma única categoria superior e deixando Thuricide para a última colocação.

Na tentativa de comparar a susceptibilidade das larvas de 5º estágio deste piralídeo, com as do 1º e 3º estádios, observa-se que os valores de tempo letal mediano, principalmente nas concentrações mais altas, foram inferiores para as larvas de 5º estágio. Tal comparação, a grosso modo, pode indicar maior susceptibilidade dessas larvas em comparação com aquelas do 1º e 3º estádios, contrariando com isso o que foi observado no presente trabalho com larvas de *A. kuhniella* além de discordar das observações de YAMVRIAS (1962), HABIB (1968) e AFIFY *et alii* (1970).

Entretanto, convém lembrar que as larvas de *P. interpunctella* passam por apenas 5 estádios, e que larvas do último estágio sempre têm grande voracidade, acumulando reservas necessárias aos processos de metamorfose, histogênese e reprodução no estágio adulto. Este fato implica também na obtenção de grandes quantidades do patógeno misturado na dieta, resultando em mortalidades mais rápidas nos bioensaios com es

te estágio.

Por este motivo, acredita-se que as idades iniciais da larva sejam mais susceptíveis à bacteriose do que as mais avançadas, com exceção do último estágio.

Essa interpretação pode ser apoiada pelas observações de HABIB (1982 e 1983), que detectou maior susceptibilidade ao sorotipo H-14 do mesmo bacilo, na fase inicial do último estágio larval de *Culex declarator* do que na fase final do mesmo estágio. Como a mortalidade das larvas desse culicídeo ocorre em pouco tempo (1 a 2 horas), esse autor conseguiu verificar o efeito nas diferentes fases do mesmo estágio, na susceptibilidade do inseto. Obviamente, as larvas no início do último estágio ingerem maior quantidade de alimento e portanto, do patógeno, do que na fase final.

Com isso, deve-se salientar que, tanto pela heterogeneidade nas respostas como pela alta voracidade, as larvas de último estágio não devem ser utilizadas em investigações de efeito da idade larval na susceptibilidade do inseto.

A Tabela 38 contém dados referentes as respostas de larvas do último estágio (5♀) de *P. interpunctella*, indicadas por valores de concentração letal mediana, aos 4 preparad_{os} após 3 diferentes tempos de exposição.

Tais dados revelam que apenas com o produto Dipel houve diferença significativa entre os valores de concentração letal mediana nos 3 tempos de exposição, seguindo a esperada relação inversa entre o tempo de exposição e a concentração letal mediana.

Tabela 38 - Concentração letal mediana (CL₅₀) e intervalo de confiança de larvas de 5º estágio de *Plodia interpunctella* após 3 tempos de exposição aos 4 preparados à base do sorotipo H-3a:3b.

Preparado	65,0 h		90,0 h		126,0 h	
	CL ₅₀ (%)	Intervalo	CL ₅₀ (%)	Intervalo	CL ₅₀ (%)	Intervalo
Bactospeine	0,081	0,046-0,142	0,064	0,033-0,120	0,045	0,017-0,116
Dipel	0,123	0,069-0,219	0,069	0,041-0,116	0,033	0,011-0,094
Zoocamp-78	0,336	0,207-0,546	0,212	0,115-0,300	0,155	0,092-0,263
Thuricide	0,729	0,347-1,523	0,547	0,264-1,132	0,261	0,111-0,615

Tanto no caso do produto Bactospeine como naquele de Thuricide, houve diferença significativa apenas entre os valores de CL_{50} dos tempos 65,0 e 126,0 horas. A concentração letal mediana obtida com o isolado Zoocamp-78, após 65 horas de exposição diferiu estatisticamente da de 90 e 126 horas, cujos valores entretanto não diferiram entre si.

Categorizando o impacto dos 4 preparados, pelo critério de concentração letal mediana, nas larvas de último estágio dessa traça, observa-se (Tab. 38) que a ordem foi a mesma nos 3 tempos de exposição. Deste modo, Bactospeine e Dipel ocuparam, sem diferença significativa, o 1º lugar, resultando nos menores valores de concentração letal mediana, enquanto que o isolado Zoocamp-78 reagindo de uma forma intermediária ocupou o 2º lugar e Thuricide mais uma vez permaneceu em último lugar.

5. CONCLUSÕES

Os dados obtidos no presente trabalho permitem as seguintes conclusões:

- 5.1. A baixa mortalidade natural obtida nas criações de *Anagasta kuhniella* e *Plodia interpunctella*, além do peso médio de indivíduos, tempo de duração e capacidade reprodutiva das fêmeas, indicam a alta adequação das condições estabelecidas para manutenção dessas duas espécies em laboratório.
- 5.2. Sob as condições de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ U.R. e 12 horas de fotofase, as larvas de *A. kuhniella* passaram por 6 estádios, enquanto que as de *P. interpunctella* por 5 estádios.
- 5.3. A longevidade dos adultos não acasalados e conseqüentemente o ciclo total de vida foram mais prolongados que os dos indivíduos acasalados, nas duas espécies estudadas. As atividades sexuais e reprodutivas, devido à energia gasta, têm um papel principal na redução do tempo de vida dos indivíduos acasalados.
- 5.4. Os dados referentes ao tempo de duração do ciclo total de *A. kuhniella* e de *P. interpunctella* obtidos no presente trabalho, indicam que, enquanto a primeira espécie

pode ter 6 a 7 gerações por ano, a segunda passaria por 7 a 9 gerações.

- 5.5. As larvas das duas espécies de Piralidae mostram-se susceptíveis ao sorotipo H-3a:3b de *Bacillus thuringiensis*, mantendo sempre a relação inversa entre a concentração do patógeno e o tempo necessário para causar a morte do inseto tratado.
- 5.6. A susceptibilidade é variável, tanto em função da idade como em função da linhagem do bacilo. Larvas de estádios iniciais mostram-se mais susceptíveis ao mesmo preparado do que larvas de estádios finais.
- 5.7. As respostas das larvas de 1º estágio de *A. kuhniella*, revelam uma ordem decrescente de virulência entre os preparados Zoocamp-78, Bactospeine, Dipel e finalmente Thuricide, em todas as concentrações usadas.
- 5.8. Para as larvas de 3º e 5º estádios de *A. kuhniella*, o produto Bactospeine apresenta maior virulência em relação aos demais produtos, substituindo com isso a posição do isolado Zoocamp-78, detectada nas larvas de 1º estágio.
- 5.9. Para as larvas de *P. interpunctella*, o Bactospeine mostrou o maior efeito nas 3 concentrações usadas, tanto no 1º como no 3º estágio, fortalecendo com isso a sugestão de utilizar este produto no controle deste piralídeo.

Entretanto, a concentração recomendada dependerá de estudos de avaliação do nível de susceptibilidade de larvas dessa espécie, coletadas em armazéns.

- 5.10. As larvas de *P. interpunctella* de último estágio, provavelmente devido a sua grande voracidade, mostram-se aparentemente mais susceptíveis que as larvas de estádios anteriores.
- 5.11. As larvas de *A. kuhniella* coletadas em Moinho da Duratex, S.A., por estarem estressadas no processo de encaminhamento aos bioensaios, mostraram-se mais susceptíveis ao patógeno, do que as da geração F_1 da mesma espécie.
- 5.12. Para utilizar larvas de *A. kuhniella* como inseto teste, os ensaios devem ser feitos com indivíduos da 6ª geração em diante.
- 5.13. Como o isolado Zoocamp-78 não é um produto comercial, a concentração de 2,659% de Bactospeine pode ser sugerida para o controle de larvas de 1º estágio de *A. kuhniella*.
- 5.14. Devido ao alto grau de homogeneidade nas respostas das larvas de 1º estágio das duas espécies estudadas, tal estágio seria ideal para bioensaios que visem comparações entre produtos ou para casos de padronização industrial.

- 5.15. A avaliação de susceptibilidade através do critério de tempo letal mediano mostrou-se mais prática em comparação com o critério de concentração letal mediana.
- 5.16. O modelo matemático de THOMPSON (1947) adaptado por HABIB (1982) mostrou-se tão eficiente quanto o modelo de regressão linear para os cálculos de tempo letal mediano e concentração letal mediana.

6. RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo estudos biológicos e patológicos de duas espécies de lepidópteros da família Pyralidae, pragas de produtos agrícolas armazenados.

A biologia de *Anagasta kuhniella* (Zeller, 1879) e *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) foi estudada sob condições de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ U.R. e 12 horas de fotofase. As larvas da primeira espécie foram alimentadas com dieta composta por farinha de trigo (80%) e farelo de trigo (20%), enquanto que as da segunda receberam a dieta CENA P-1. Para os estudos de patologia foram realizados experimentos com *Bacillus thuringiensis* Berliner var. *kurstaki* (sorotipo H-3a:3b) em três formulações comerciais (Dipel, Bactospeine e Thuricide) e o isolado Zoocamp-78.

Dados referentes ao tempo de duração e mortalidade natural de cada uma das fases evolutivas de cada espécie, assim como o peso médio dos indivíduos, capacidade reprodutiva e a razão sexual foram determinados.

Através de parâmetros biológicos convencionais, tanto a dieta oferecida para as larvas, como as condições da criação mostraram-se totalmente favoráveis à manutenção das criações dos dois piralídeos.

O ciclo total de vida dos indivíduos não acasalados das duas espécies foi mais prolongado do que o dos indivíduos acasalados. Tal diferença ocorreu devido a menor longevidade

dos adultos acasalados. Acredita-se que o gasto de energia nas atividades sexuais e reprodutivas acabam reduzindo a longevidade desses adultos.

Pelo tempo de duração do ciclo total de *A. kuhniella* (59 - 65 dias) acredita-se que essa espécie passaria por 6 a 7 gerações por ano. *P. interpunctella*, por outro lado, passaria por 7 a 9 gerações anuais, já que o seu ciclo de vida necessita de 43 a 52 dias.

Os estudos de patologia realizados com larvas dessas duas espécies de piralídeos, incluíram tanto a descrição dos sintomas externos da bacteriose, como também avaliações de susceptibilidade e virulência.

Os sintomas externos da doença foram totalmente semelhantes nas larvas das duas espécies. O quadro sintomatológico incluiu regurgitação, diarreia, flacidez, parada alimentar, escurecimento do tegumento e finalmente a morte.

A morte causada pelo bacilo começa a atingir um número acentuado de indivíduos tratados a partir de 18 horas após a ingestão do patógeno.

Como as larvas doentes dessas duas espécies não sofreram paralisias intestinal e geral, tais espécies devem pertencer ao Tipo III da classificação de HEIMPEL & ANGUS (1959).

Tanto as larvas de *A. kuhniella* como as de *P. interpunctella*, mostraram-se susceptíveis ao sorotipo H-3a:3b, de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*. Em todos os estádios larvais investigados as altas concentrações do bacilo causaram sempre morte mais rápida do que as concentrações mais bai

xas.

A susceptibilidade das larvas das duas espécies variou em função tanto da linhagem do patógeno como da idade da larva. O bacilo mostrou maior virulência sempre nas larvas mais jovens.

O preparado mais virulento para larvas de 1º estágio de *A. kuhniella* foi o isolado Zoocamp-78, seguido por Bactospeine, Dipel e finalmente Thuricide. Este quadro foi modificado nas larvas de 3º e 5º estágio da mesma espécie, que revelaram maior susceptibilidade a Bactospeine.

As larvas de *P. interpunctella* sofreram maior impacto nos bioensaios com Bactospeine, fenômeno repetido em todas as concentrações usadas, tanto para o 1º como para o 3º estágio, por isso este produto seria o agente promissor no controle microbiano dessa traça.

A susceptibilidade das larvas de *A. kuhniella* começou a se estabilizar a partir da geração F_6 . A homogeneidade nas respostas foi mais acentuada nos bioensaios realizados com as larvas de 1º estágio. Por este fato, além da sua maior susceptibilidade, sugere-se que tanto os programas de controle como os procedimentos de bioensaios devam se basear sempre em indivíduos pertencentes ao 1º estágio larval.

A utilização do critério de tempo letal mediano (TL_{50}) tanto para categorizar produtos como para comparação entre níveis de susceptibilidade, mostrou-se mais preciso do que o critério de concentração letal mediana (CL_{50}) para as larvas desses dois piralideos.

A aplicação do modelo matemático de THOMPSON (1947) adaptado por HABIB (1982) mostrou-se tão funcional quanto ao modelo de Regressão Linear.

7. SUMMARY

During the present work, biological aspects and pathological approaches were investigated among two pyralid species.

The biology of *Anagasta kuhniella* as well as that of *Plodia interpunctella* was studied under constant laboratory conditions of $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ and 12 hours of photoperiod. The larvae of the 1st species were fed on a diet composed of wheat flour + wheat bran (4:1), while that of the second were fed on a special semi-artificial diet (CENA-P1).

The development of the two species was investigated under the above mentioned conditions, obtaining data concerning egg stage (incubation period and viability), larval stage (duration time and natural mortality), pupal stage (duration time and viability), adult stage (sex ratio, longevity and reproductive capacity), in addition to the whole life cycle.

Conventional biological indicators, revealed that the rearing conditions established in the present work, showed to be of great suitability for maintaining cultures of these two species in the laboratory.

The whole life cycle of the unmated individuals lasted more than the mated ones, due to the greater longevity of the unmated adults. It is probable that the longevity of mated adults is reduced due to the energy spent during the reproductive activities.

As the whole life cycle of *A. kuhniella* varied between 59 and 65 days, 6 to 7 generations can be reared yearly. *P. interpunctella*, on the other hand, passes through 7 to 9 generations a year, since its life cycle lasted from 43 to 52 days.

High susceptibility to serotype H-3a:3b of *Bacillus thuringiensis* was detected among the larvae of these two species. The pathological studies included description of external symptoms in diseased larvae, as well as, evaluation of susceptibility and virulence. The external symptoms were identical among the infected larvae of the two species, including regurgitation, diarrhea, flaccidity, loss of appetite, darkness of integument and death. Death began to occur 18 hours after infection.

No intestinal nor general paralysis was detected among the diseased larvae, indicating that these two species can be considered as members of the Type III of HEIMPEL & ANGUS (1959) classification.

The susceptibility tests revealed that, the higher concentrations resulted in lower median lethal times. Such a susceptibility varied significantly, according to the larval age as well as the origin of the pathogen.

For the 1st instar larvae of *A. kuhniella*, Zoocamp-78 showed to be the most virulent, followed by Bactospeine, Dipel, and finally Thuricide. The 3rd and 5th instar larvae, however, showed to be more susceptible to Bactospeine, instead of Zoocamp-78.

P. interpunctella larvae suffered higher mortalities when treated with Bactospeine, than with any other product. This situation was repeated frequently among the 1st and 3rd instar larvae, with all the concentrations administered. Therefore, such a product can be recommended for the microbial control of this pyralid species.

After repeated applications of *B. thuringiensis* in various generations of *A. kuhniella*, the susceptibility of the larvae began to stabilize after the 6th generation.

The higher susceptibility observed, in addition to the more homogeneous responses to the infections, observed among the 1st instar larvae, indicate that this instar is more adequate for microbial control programs, as well as for bioassay procedures.

The LT_{50} criterium showed to be more functional than of LC_{50} , during all of the bioassays realized with larvae of these two species. Applications of the mathematic model of THOMPSON (1947) adapted by HABIB (1982) showed to be as efficient as that of Linear Regression.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFIFY, A.M. & MATTER, M.M. - 1969 Retarded effect of *Bacillus thuringiensis* Berliner on the fecundity of *Anagasta kuhniella* (Zell.). Entomophaga, 14: 447-456.
- AFIFY, A.M. & MERDAN, A.I. - 1969 On tracing the response of some egyptian cotton worms in different larval ages to *Bacillus thuringiensis* Berliner. Z. ang. Entomol., 63: 263-267.
- AFIFY, A.M.; EL-SAWAF, S.; HAMMAD, S.M. & HABIB, M.E.M. - 1970 Increase of tolerance to bacterial insecticides with larval development of *Anagasta kuhniella* Z., in relation to its microbial control. Z. ang. Entomol., 65: 14-19.
- ALMEIDA, A.A. & MANDELLI, M.A. - 1985 Ciclo de vida de *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera, Phycitidae) em três temperaturas. Resumos do XII Congresso Brasileiro de Zoologia, Campinas, SP. :98.
- ALMEIDA, A.A. & SIERRA MONCADA, C.L. - 1986 Influência da dieta larval na capacidade reprodutiva de *Ephestia kuhniella* Zeller, 1879 (Lep. Pyralidae). Resumos do XIII Congresso Brasileiro de Zoologia, Cuiabá, MT. :72.

- ALTAHTAWY, M.M.; HAMMAD, S.M. & HABIB, M.E.M. - 1973 Bio-
nomics of *Anagasta kuhniella* Zeller (Lepidoptera: Phyci-
tidae). Indian J. agric. Sci., 43(10): 905-908.
- AMARAL, M.E.C. - 1982 Controle Biológico Natural e Aplicado
de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera, Noc-
tuidae) em campos de soja. Tese de Mestrado, Instituto
de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 198pp.
- ANGUS, T.A. - 1968 The use of *Bacillus thuringiensis* as a
microbial insecticide. World. Rev. Pest Control, 7: 11 -
26.
- ANÔNIMO - 1957 Pragas dos produtos armazenados. Bol. Campo,
R. Janeiro, 13(101): 11-14.
- ARKHANGEL'SKII, P.P. - 1931 Data on pests of dried fruit in
Central Asia. Sr. Az. Inst. Zastch. Rast. Tashkent (22):
1-43.
- BAILEY, L. - 1971 The safety of pest-insect pathogens for ben-
eficial insects. In Microbial Control of Insects and Mi-
tes, Burges, H.D. & Hussey, N.M. eds., London & New York,
Academic Press: 491-505.
- BEEGLE, C.C.; LEWIS, L.C.; LYNCH, R.E. & MARTINEZ, A.J. - 1981
Interaction of larval age and antibiotic on the suscepti-
bility of three insect species to *Bacillus thuringiensis*.

- J. Invertebr. Pathol., 37: 143-153.
- BELL, C.H. - 1975 Effects of temperature and humidity on development of four pyralid moth pests of stored products. J. Stored Prod. Res., 11: 167-175.
- BELL, C.H. - 1976 Effect of cultural factors on the development of four stored product moths. J. Stored Prod. Res., 12: 185-193.
- BELL, C.H. - 1977 Toxicity of phosphine to the diapausing stages of *Ephestia elutella*, *Plodia interpunctella* and other Lepidoptera. J. Stored. Prod. Res., 13: 149-158.
- BELL, C.H. - 1981 The influence of light cycle and circadian rhythm on oviposition in five pyralid moth pests of stored products. Physiological Entomology, 6: 231-239.
- BENSON, J.F. - 1973 The biology of Lepidoptera infesting stored products, with special reference to population dynamics. Biol. Rev., 48: 1-26.
- BENZ, G. & ALTWEGG, A. - 1975 Safety of *Bacillus thuringiensis* for earthworms. J. Invertebr. Pathol., 26: 125-126.
- BERLINER, E. - 1911 Uber die Schlaffsucht der Mehlmottenraupe. Z. ges. Getreidewesen, 3: 63-70.

- BERLINER, E. - 1915 Über die Schlaffsucht der Mehlmottenraupe (*Ephestia kuhniella* Zell.) und ihren Erreger *Bacillus thuringiensis* n.sp. Z. ang. Entomol., 2: 29-56.
- BOMAN, H.G. - 1981 Insect responses to microbial infections. In Microbial Control of Pests and Plants Diseases, 1970-1980, Burges, H.D. ed., Academic Press, London: 769-784.
- BRINDLEY, T.A. - 1930 The growth and development of *Ephestia kuhniella* Zeller (Lepidoptera) and *Tribolium confusum* Duval (Coleoptera) under controlled conditions of temperature and relative humidity. Ann. Entomol. Soc. Am., 23: 741-757.
- BROWER, J.H. - 1980 Irradiation of diapausing and nondiapausing larvae of *Plodia interpunctella*: effects on larval and adult fertility. Ann. Entomol. Soc. Am., 73: 420-426.
- BROWER, J.H. & TILTON, E.W. - 1973 Development and fecundity of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Hubner) reared on diets of irradiated nutmeats. Inst. J. Appl. Rad. Isot., 24: 327-331.
- BRUN, G.P. & MORAES, G.W.G. - 1977 Criação em laboratório de *Ephestia kuhniella* Zell. para produção em massa de ovos. Supl. Ciência e Cultura, 29(7): 802-803.

- BURGERJON, A - 1964 Les méthodes de titrage et la standardisation des préparations de *Bacillus thuringiensis* Berliner. Entomophaga, Mém., 2: 255-262.
- BURGES, H.D. - 1971 Possibilities of pest resistance to microbial control agents. In Microbial Control of Insects and Mites, Burges, H.D. & Hussey, N.W. eds., Academic Press, London & New York: 445-457.
- BURGES, H.D. - 1981 Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980. Academic Press, London & New York, 949pp.
- BURGES, H.D. & HUSSEY, N.W. - 1971 Microbial Control of Insects Mites. Academic Press, London & New York, 861pp.
- BURGES, H.D. & HURST, J.A. - 1977 Ecology of *Bacillus thuringiensis* in storage moths. J. Invertebr. Pathol., 30: 131-139.
- BURKHOLDER, W.E. & MA, M. - 1985 Pheromones for monitoring and control of stored products insects. Ann. Rev. Entomol., 30: 257-272.
- BUSNEL, R. - 1937 Contribution à l'étude anatomique et physiologique de la chenille d'*Epehestia kuhniella* Zell (Teigne de la farine). R. Path. vég. Entomol. agric. Fr., 24: 137-162.

- COOPEL, H.C. & MARTINS, J.W. - 1977 Biological Insect Pest Suppression. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York, 314pp.
- COSTA LIMA, A.M. - 1950 Insetos do Brasil: 6º Tomo: Lepidopteros, 2ª parte. Rio de Janeiro, Esc. Nac. Agron. Série Didática, nº 8, 420pp.
- CYMBOROWSKI, B. & GIEBULTOWICZ, J.M. - 1976 Effect of photoperiod on development and fecundity in the moth *Ephestia kuhniella*. J. Insect Physiol., 22: 1213-1217.
- DEVRIENDT, M. & MARTOURET, D. - 1976 Absence de résistance a *Bacillus thuringiensis* chez la teigne de crucifères, *Plutella maculipennis* (Lepid., Hyponomeutidae). Entomophaga, 21: 189-199.
- DULMAGE, H.T. - 1973 Assay and standardization of microbial insecticides. Ann. N.Y. Acad. Sci., 217: 187-199.
- DUTRA, G.R.P. - 1901 Os insetos destruidores dos grãos. Bol. Agric., São Paulo, 2(1): 1-21.
- DYAR, H.G. - 1890 The number of molts of lepidopterous larvae. Psyche, Cambridge, 5: 420-422. Apud Metcalf, C.L. & Flint, W.P. 1981.

- ESSIG, E.O. - 1920 Important dried fruit insects in California. Mon. Bull. Calif. State Dept. Agric. Sacramento, 9 (Supplement): 199-125.
- FAUST, R.M. - 1974 Bacterial diseases. In Insects Diseases Cantwell, G.E. ed., vol I, Marcel Dekker, New York: 87-183.
- FERNALD, H.T. & SHEPARD, H.H. - 1942 Applied Entomology; an Introductory Textbook of Insects and their Relation to Man. Mc Graw-Hill Book Company, INC., New York & London, 400pp.
- FISHER, R.A. & YATES, F. - 1963 Statistical tables for agriculture, biological and medical research. Oliver & Boyd, London, 6^a ed, 146pp.
- FRAENKEL, G. & BLEWETT, N. - 1946 Linoleic acid, vitamin E and other fat soluble substance in the nutrition of certain insects: *Ephestia kuhniella*, *cautella* and *Plodia interpunctella*. J. exper. Biol., 22: 102-190.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; WIENDL, F.M.; NETO, S.S. & CARVALHO, R.P.L. - 1970 Manual de Entomologia; Pragas de Plantas e seu Controle. Ed. Agronômica Ceres, São Paulo, 858pp.
- GALVÃO, D.M. & PIRES, E.A. - 1977 Catálogo dos defensivos agrícolas. Ministério de Agricultura, 427pp. Apud Grave-

na, S. & Lara, F.M. 1982.

GOLEBIEWSKA, Z. - 1956 Mklik maczny (*Ephestia kuhniella* Zell)
Biologia i zwalezanie. Rocz. Nauk. Rol., 73, A(2): 167-
244.

GRAVENA, S. & LARA, F.M. - 1982 Controle integrado de pragas
e receituário agrônômico In Uso de Agrotóxicos e Recei-
tuário Agrônômico, Graziano Neto, F. Coord., Agroedições,
São Paulo, 194pp.

HABIB, M.E.M. - 1968 Histopathological studies on the Effect
of *Bacillus thuringiensis* Berliner, on the Mediterranean
Flour Moth, *Anagasta kuhniella* Zeller. Tese de Mestrado,
Faculdade de Agric. Universidade de Alexandria, Egito:
196pp.

HABIB, M.E.M. - 1976a Estudos biológicos sobre *Zelus leuco-
gramus* Perty, 1834 (Hemiptera, Reduviidae, Zelinae). Anais
da S.E.B., 5(2): 120-129.

HABIB, M.E.M. - 1976b Estudos Biológicos e Anatômicos Sobre
Alabama argillacea (Hübner, 1818) (Lepidoptera, Noctuidae).
Tese de Doutorado, Instituto de Biologia, Universidade
Estadual de Campinas, Campinas, SP., 117pp.

HABIB, M.E.M. - 1982 Patogenicidade de duas Variedades de *Ba-
cillus thuringiensis* Berliner para Larvas de Lepidoptera

e Diptera. Tese de Livre-Docência, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, SP., 163pp.

HABIB, M.E.M. - 1983 Potency of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* against some aquatic dipterous insects. Z. ang. Entomol., 95: 368-376.

HABIB, M.E.M. & ANDRADE, C.F.S. - 1984 Patogenicidade de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (H:3a-3b) para o curuquêre de algodão, *Alabama argillacea* (Huebner, 1818) (Lepid., Noctuidae). Rev. Agric., Piracicaba, 59(3): 263-282.

HABIB, M.E.M. & AMARAL, E.C. - 1985 Aerial application of *Bacillus thuringiensis* against the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis* Huebner in soybean fields. Rev. Agric., Piracicaba, 60(2): 141-149.

HAMLIN, J.C.; REED, W.D. & PHILLIPS, M.E. - 1931 Biology of the Indian meal - moth on dried fruit in California. U.S. Dept. Agric. Tech. Bull., 242: 1-26.

HASSAN, A.A.G.; HASSANEIN, M.H. & KAMEL, A.H. - 1962a Biological studies on the Indian meal-moth *Plodia interpunctella* Hbn. Bull. Soc. ent. Égypt., 46: 233-256.

HASSAN, A.A.G.; HASSANEIN, M.H. & KAMEL, A.H. - 1962b Morphological studies on the Indian meal-moth *Plodia interpunctella*. Bull. Soc. ent. Égypt., 46: 257-269.

- HEIMPEL, A.M. - 1971 Safety of insect pathogens for man and vertebrates. In Microbial Control of Insects and Mites, Burges, H.D. & Hussey, N.W., eds., Academic Press, London & New York: 469-489.
- HEIMPEL, A.M. & ANGUS, T.A. - 1958 The taxonomy of insect pathogens related to *Bacillus cereus* Frankland and Frankland. Can. J. Microbiol., 4: 531-541.
- HEIMPEL, A.M. & ANGUS, T.A. - 1959 The site of action of crystalliferous bacteria in Lepidoptera larvae. J. Insect Pathol., 1: 152-170.
- HERMS, B.W.M. - 1917 The indian meal-moth *Plodia interpunctella* Hubn, in candy and notes on its life-history. J. Econ. Entomol., 10: 563.
- HILL, G.F. - 1928 Notes on *Plodia interpunctella* (Indian meal-moth). J. Coun. sci. industr. Res., 1: 330-340.
- HOPPE, V.T. - 1981 Nahrungswahl, Eiablage und Entwicklung der Dörrobstmotte (*Plodia interpunctella* Hübner) an verschiedenen Rohstoffen und Fertigprodukten der Schokoladenindustrie. Z. ang. Entomol., 91: 170-179.
- HUFFAKER, C.P. & MESSENGER, P.S. - 1976 Theory and Practice of Biological Control. Academic Press, New York, 788pp.

- JACOB, T.A. & COX, P.A. - 1977 The influence of temperature and humidity on the life cycle of *Ephestia kuhniella* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae). J. Stored Prod. Res., 13: 107-118.
- KANE, J.; FISHWICK, F.B.; GREEN, A.A. & WARRE, P.R. - 1977 Automatic dispensing of Dichlorvos to control *Ephestia kuhniella* Zell (Lepidoptera, Phycitidae) in flour mills. J. Stored Prod. Res., 13: 59-64.
- KANTACK, B.H. - 1959 Laboratory studies with *Bacillus thuringiensis* Berliner and its possible use for control of *Plodia interpunctella* (Hbn). J. Econ. Entomol., 52(6): 1226-1227.
- KAWANO, T. - 1939 Studies on a new method of rice storage. J. agric. Sci. Tokyo Diagaku, 1(2): 101-143.
- KOGAN, M. - 1963 Pragas dos produtos armazenados e seu reconhecimento. Bol. Campo, R. Janeiro, 19(165): 19-32.
- KRASSILTSCHIK, I.M. - 1893 La graphitose et la septicémie chez les insects. Mémoire Soc. Zool. Fr., 6: 245.
- KRIEG, A.; de BARJAC, H. & BONNEFOI, A. - 1968 A new serotype of *Bacillus thuringiensis* isolated in Germany: *Bacillus thuringiensis* var. *daemstadiensis*. J. Invertebr. Pathol., 10: 428-430.

KURSTAK, E.S. - 1966a Le rôle de *Nemeritis canescens* Gravenhorst dans l'infection a *Bacillus thuringiensis* Berliner chez *Ephestia kuhniella* Zeller. Première partie. Étude biologique du parasite "*Nemeritis canescens*" Gravenhorst (Ichneumonidae) et son hôte "*Ephestia kuhniella*" Zeller (Pyralidae). Ann. Épiphyties, 17(3): 335-383.

KURSTAK, E.S. - 1966b Le rôle de *Nemeritis canescens* Gravenhorst dans la infection a *Bacillus thuringiensis* Berliner chez *Ephestia kuhniella* Zeller. Deuxième partie - Étude des relations entre l'infection a *Bacillus thuringiensis* Berliner et le parasitisme par *Nemeritis canescens* Gravenhorst (Ichneumonidae) chez *Ephestia kuhniella* Zeller (Pyralidae). Ann. Épiphyties, 17(4): 451-508.

LAGO, I.C.S. - 1986 Longevidade de adultos e capacidade de postura de *Plodia interpunctella* (Hüb, 1813) (Lepidoptera, Pyralidae). Resumos do X Congresso Brasileiro de Entomologia, Rio de Janeiro, :44.

Le CATO, G.L. - 1976 Yield, development, and weight of *Cadra cautella* (Walkner) and *Plodia interpunctella* (Hubner) on twenty-one diets derived from natural products. J. Stored Prod. Res., 12: 13-47.

LEHMENSICK, R. - 1935 Beiträge sur Bekämpfung und Begutachtung der Dorrobstmotte (*Plodia interpunctella*) und der Kakao-motte (*Ephestia elutella*). Anz. Schadlingsk., 2: 137-139.

- LEHMENSICK, R. & LIEBERS, R. - 1938 Beiträge zur Biologie der Mikrolepidopteren (Untersuchungen an *Plodia interpunctella* Hb.) Z. angew. Entomol., 24: 582-643.
- LUM, P.T.M. & FLAHERTY, B.R. - 1969 Effect of mating with males reared in continuous light or in light-dark cycles on fecundity in *Plodia interpunctella* Hubner (Lepidoptera, Phycitidae). J. Stored Prod. Res., 5: 89-94.
- MARANHÃO, Z.C. - 1939 Carunchos, gorgulhos, traças e outros insetos destruidores dos grãos leguminosos cultivados, cereais e seus sub-produtos. Rev. Agric., Piracicaba, 14 (12): 55-75.
- MARANHÃO, Z.C. - 1958 Insetos nocivos aos cereais. V - Traças. Rev. Brasil-oeste, ano III, 28: 11-12.
- MARICONI, M.A.F. - 1963 Inseticidas e seu Emprego no Combate às Pragas. Ed. Agronômica Ceres, São Paulo, 2.^a ed., 607 pp.
- MARTOURET, D.; L'HOSTE, J. & ROCHE, A. - 1965 Action sur le mesenteron de *Pieris brassicae* L. de la toxine de l'inclusion parasoprale de *Bacillus thuringiensis*. Entomophaga, 10: 349-365.
- MATTES, O. - 1927 Parasitarë Krankheiten der Mehlmottenlarven und Versuche Über ihre Verwendbarkeit als biologisches Be-

kämpfungs mittel. Sber. Ges. Beford. ges. Naturw. Marburg., 62: 381-417.

McGAUGHEY, W.M.H. - 1975 Compatibility of *Bacillus thuringiensis* and granulosis virus treatments of stored grain with four grain fumigants. J. Invertebr. Pathol., 26: 247-250.

McGAUGHEY, W.M.H. - 1976 *Bacillus thuringiensis* for controlling three species of moths in stored grain. Can. Ent., 108: 105-112.

McGAUGHEY, W.M.H. - 1978a Response of *Plodia interpunctella* and *Ephestia cautella* larvae to spores and parasporal crystals of *Bacillus thuringiensis*. J. Econ. Entomol., 71: 687-688.

McGAUGHEY, W.M.H. - 1978b Moth control in stored grain: Efficacy of *Bacillus thuringiensis* on Corn and method of evaluation using small bins. J. Econ. Entomol., 71: 835-839.

McGAUGHEY, W.M.H. - 1978c Effects of larval age on the susceptibility of almond moths and Indianmeal moths to *Bacillus thuringiensis*. J. Econ. Entomol., 71: 923-925.

McGAUGHEY, W.M.H. - 1980 *Bacillus thuringiensis* for moth control in stored wheat. Can. Ent., 112: 327-331.

- McGAUGHEY, W.M.H. - 1985 Insect resistance to the biological insecticide *Bacillus thuringiensis*. Science, 229:193-195.
- McGAUGHEY, W.M.H. & DICKE, E.B. - 1980 Methods of applying *Bacillus thuringiensis* to stored corn for moth control. J. Econ. Entomol., 73: 228-229.
- MERCH, R.F. & GOMES, N.K. - 1982 Beneficiamento e Armazenamento de Grãos. Companhia Estadual de Silos e Armazéns, Porto Alegre, 104pp.
- METCALF, C.L. & FLINT, W.P. - 1981 Insects Destructivos e Insects Utiles. Sus Costumbres y su Control. Comp. Ed. Cont., S.A., Mexico, 1208pp.
- METCHNIKOFF, E. - 1879 Diseases of the larva of the grain weevil. Insects harmful to agriculture. Odessa: 1-32.
- MONTE, O. - 1934 Borboletas que vivem em plantas cultivadas. Bol. Agric. Zoot. Vet., Minas Gerais, 7(10): 241-264.
- MORÈRE, J.L. - 1970 Développement et reproduction de *Plodia interpunctella* (Hbn) (Lépidoptère, Pyralidae) sur un régime méridique (=semi-synthétique) à base d'acides aminés. C. r. hebd. Séanc., Acad. Sci. Paris, 271: 1019-1022.
- MORÈRE, J.L. & Le BERRE, J.R. - 1967 Étude au laboratoire du développement de la pyrale *Plodia interpunctella* (Hub-

- ner) (Lep. Phycitidae). Bull. Soc. ent. Fr., 72:157-166.
- MULLEN, M.A. & ARBOGAST, R.T. - 1977 Influence of substrate on oviposition by two species of stored product moths. Environ. entomol., 6: 641-642.
- MÜLLER, K. - 1938 Histologische untersuchungen über den Entwicklungsbeginn bei einem Kleinschmetterling (*Plodia interpunctella*). Z. wiss. Zool. (A), 151: 192-242.
- MYERS, J.G. - 1928 Report on insect infestation of Dried Fruit. Empire Marketing Board. Rep. n^o 12, London: H.M.S. O. Apud Williams, C.G. 1964.
- NORRIS, M.J. - 1933 II. Experiments on the factors influencing fertility in *Ephestia kuhniella*. Proc. Zool. Soc. London, 1: 903-934.
- OZER, M. - 1953 Étude anatomique et biologique d' *Ephestia kuhniella* Zell. Ann. Épiphyties, 4: 479-509.
- PALEARI, L.M.; HABIB, M.E.M. & GARCIA, M.A. - 1980 Isolamento, purificação e bioensaios de uma linhagem de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*. Resumos do VI Congresso Brasileiro Entomologia. Campinas, SP.:356.
- PASTEUR, L. - 1868 Note sur la maladie des vers à soie désignés vulgairement sous le nom des morts-blancs ou morts-

flats. C.R. Acad. Sci. Fr., 66: 1289.

PEREIRA DOS SANTOS, J.; CRUZ, I. & FONTES, R.A. - 1984 Ar-
mazenamento e Controle de Pragas do Milho. EMBRAPA/CNPMS,
Doc. 1, 30pp.

PODOLER, H. - 1974a Effects of intraspecific competition in
the Indian meal-moth (*Plodia interpunctella* Hubner) (Le-
pidoptera: Phycitidae) on populations of the moth and its
parasite *Nemeritis canescens* (Gravenhorst) (Hymenoptera,
Ichneumonidae). J. Anim. Ecol., 43: 641-651.

PODOLER, H. - 1974b Analysis of life tables for a host and
parasite (*Plodia-Nemerites*) ecosystem. J. Anim. Ecol.,
43: 653-670.

PUZZI, D. - 1977 Manual de Armazenamento de Grãos - Armazéns
e Silos. Ed. Agronômica Ceres, São Paulo, 405pp.

RICHARD, O.W. & THOMPSON, W.S. - 1932 A contribution to the
study of the genera *Ephestia* (Lep. Phycitidae) and *Plodia*
with notes on parasites of the larvae. Trans. R. ent. Soc.
London, 80(2): 169-248.

RODRIGUES FILHO, I.L.; PARRA, J.R.P. & STEIN, C.P. - 1986
Comparação de dietas úmidas e secas para criação de *Ana-*
gasta kuhniella (Zeller, 1879). Resumos do X Congresso
Brasileiro de Entomologia, Rio Janeiro: 66.

- RUSSEL, P.M. - 1961 A simple rearing medium for the Indian-meal moth, *Plodia interpunctella*. J. Econ. Entomol., 54 (1): 812-813.
- SCHMIDT, F.G.V.; SÁ, L.A.N. & NAVES, M.A. - 1986 Método de criação de *Anagasta kuhniella* (Lep. Pyralidae) em laboratório. Resumos do X Congresso Brasileiro de Entomologia, Rio Janeiro: 61.
- SICHMAN, W. - 1963 Pragas do amendoim armazenado. Bol. Campo, R. Janeiro, 19(173): 32-35.
- SIDDIQUI, W.H. & BARLOW, C.A. - 1973 Population growth of *Anagasta kuhniella* (Lepidoptera, Pyralidae) at constant and alternating temperatures. Ann. Entomol. Soc. Am., 66: 579-585.
- SILHACEK, D.L. & MILLER, G.L. - 1972 Growth and development of the Indian meal moth *Plodia interpunctella* (Lepidoptera, Phycitidae) under laboratory mass-rearing conditions. Ann. Entomol. Soc. Am., 65: 1084-1087.
- SILVA, A.G.A.; GONÇALVES, C.R.; GALVÃO, D.M.; GONÇALVES, A.J. L.; GOMES, J.; SILVA, M.N. & SIMONI, L.de - 1968 Quarto Catálogo dos Insetos que vivem nas Plantas do Brasil. Seus Parasitos e Predadores. Ministério Agricultura, Rio de Janeiro, Tomo 1, pt. 2, 622pp.

- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D. & VILLA NOVA, N.A.
- 1976 Manual de Ecologia dos Insetos. Ed. Agronômica
Ceres, Rio de Janeiro :419pp.
- SIMMONS, P. - 1964 An outline of recent progress in stored-
products entomology. J. Econ. Entomol., 57(1): 29-31.
- SIMMONS, P.; REED, W.D. & MCGREGOR, E.A. - 1931 Fig insects
in California. Circ. U.S. Dept. Agric. (157): 1-72.
- SMITH, S.D. - 1969 The effects of crowding on larvae of the
meal moth, *Ephestia kuehniella*. J. Exp. Zool., Philadel-
phia, 170: 193-204.
- SNYMAN, A. - 1969 The influence of population densities on
the development and oviposition of *Plodia interpunctella*
Hubner (Lepidoptera). J. Ent. Soc. sth. Afr., 12:137-171.
- STEIN, P.C. - 1985 Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*
(Zeller, 1879) para Estudos com *Trichogramma*. Tese de Mes-
trado, Área de Entomologia, Escola Superior de Agricultu-
ra "Luiz de Queiróz", Piracicaba, 89pp.
- STEIN, P.C. & PARRA, J.R.P. - 1986 Biologia de *Anagasta kueh-*
niella (Zeller, 1879) em dois substratos alimentares. Re-
sumos do X Congresso Brasileiro de Entomologia, Rio Janei-
ro:36.

- STEINHAUS, E.A. - 1949 Principles of Insect Pathology. Mc Graw-Hill Book Co., Inc., New York, 757pp.
- STEINHAUS, E.A. - 1951 Possible use of *Bacillus thuringiensis* Berliner as an aid in the biological control of the alfafa cartepillar. Hilgardia, 20: 359-381.
- STEINHAUS, E.A. - 1963 Insect Pathology - An advanced Treatise. Academic Press, New York, Vol. 1, 661pp.; Vol. 2, 689pp.
- STEINHAUS, E.A. & BELL, C.R. - 1953 The effect of certain microorganisms and antibiotics on Stored - Grain Insects. J. Econ. Entomol., 46: 582-598.
- STRONG, R.G. & SBUR, D.E. - 1964 Influence of Grain moisture and storage temperature on the effectiveness of five insecticides as grain protectants. J. Econ. Entomol., 57(1): 45-57.
- TALALAEV, E.V. - 1957a Eine kunstlich induzierte epizootic der soptikamie von *Dendrolimus sibiricus* Raupen. Ent. Obozr., 36: 845-859.
- TALALAEV, E.V. - 1957b Bacteriologische Bekämpfungsmethoden der sibirischeu Arvenspinner (*Dendrolimus sibiricus*). Lesn. Choz., 10: 36-37.

- THOMPSON, W.R. - 1947 Use of moving average and interpolation to estimate median effective dose. Bacter. Rev., 11: 115-145.
- TOSI, R. - 1929 Contributo alla conoscenza di due tignole del grano (*Plodia interpunctella* Hb. e *Tinea granella*). Boll. Lab. ent. Bologna, 2: 292-300.
- TOUMANOFF, C. & VAGO, C. - 1951 L'agent pathogene de la flasherie des vers à soie endémique dans la région des Cévennes: *Bacillus cereus* var. *alesti*, var. nov. Compt. Rend. Acad. Sci., Paris, 233: 1054-1507.
- TRAVERS, R.S.; FAUST, R.M. & REICHELDERFER, C.F. - 1976 Effects of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* endotoxin on isolated lepidopteran mitochondria. J. Invertebr. Pathol., 28: 351-354.
- TSUJI, H. - 1958 Study on the diapause of the Indian meal-moth *Plodia interpunctella*(Hb.). I. The influence of temperature on the diapause and the type of diapause. Jap. J. appl. Ent. Zool., 2: 17-23.
- TSUJI, H. - 1959 Study on the diapause of the Indian meal-moth *Plodia interpunctella*(Hb.). II. The effect of population density on the induction of diapause. Jap. J. appl. Ent. Zool., 3: 33-40.

- TZANAKAKIS, M.E. - 1959 An ecological study of the Indian meal-moth *Plodia interpunctella* (Hubner) with emphasis on diapause. Higardia, 29: 205-246.
- VOUTE, A.D. - 1935 Die Entwicklung der Mehmmotte *Ephestia kuhniella* Z. bei konstanten und schwankenden temperaturen, Part II. Z. Angew. Entomol., 22: 165-184.
- WILLIAMS, C.G. - 1964 The life history of the Indian meal-moth *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lep., Phycitidae) in a warehouse in Britain and on different foods. Ann. Appl. Biol., 53: 459-475.
- YAMVRIAS, C. - 1962 Contribution a l'étude du mode d'action de *Bacillus thuringiensis* Berliner vis-a-vis de la teigne de la farine *Anagasta (Ephestia) kuhniella* Zeller (Lépidoptere). Entomophaga, 7: 101-159.
- ZACHER, F. - 1939 Die Dörrosbstmotte als Schädling in Lebensmittelhandel und industrie. Dtsch. Lebensmitt. Rdsch. 9.
Apud Williams, C.G. 1964.