

**DETERMINAÇÃO DAS EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE**  
*Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE)  
**EM CULTURA DE MILHO**

**MARIA CLARICE VASCONCELOS DIAS FERRAZ**  
ENGENHEIRO AGRÔNOMO

**Orientador: Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Entomologia.

**PIRACICABA**  
Estado de São Paulo - Brasil  
Julho, 1982

Aos meus pais e irmãos,  
e em especial,  
ao meu esposo e filhos,

DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

Ao Dr. José Roberto Postali Parra, Professor Adjunto do Departamento de Entomologia, ESALQ-USP, pela indispensável, segura e valiosa orientação em todas as fases de elaboração deste trabalho;

Aos Professores do Departamento de Entomologia, ESALQ-USP, pelos exemplos e conhecimentos transmitidos;

À Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia, EPABA, e em particular à Diretoria Executiva, pela oportunidade e facilidades concedidas para a realização do Curso de Pós-Graduação;

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, pelo auxílio financeiro, através da concessão de bolsa de estudos;

Ao Dr. Nilson A. Villa Nova, Professor Adjunto do Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ-USP, pelo fornecimento dos dados climáticos;

Ao Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> M.S. Francisco Ivaldo de Oliveira Melo, pela amizade e orientação na análise estatística dos dados;

À Professora Orghêda Luiza A.D. Zucchi, pela elaboração de programas estatísticos;

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, ESALQ-USP, pelas atenções recebidas;

À Srta. Neide Bombeiro Filet e Sr. Luís Carlos Veríssimo, pelo auxílio na revisão da literatura consultada;

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação, pelo companheirismo e sugestões;

Aos colegas de trabalho, Bióloga Zuleika Freire d'Aguiar Ferraz Santos e Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Joselito Souza Correia, pelo apoio e amizade;

Ao Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Edmir C. de Almeida Ferraz, companheiro no lar e no trabalho, pelo carinho, sugestões e efetiva colaboração;

Estendemos nosso reconhecimento a todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram na execução deste trabalho.

## Í N D I C E

	Página
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE APÊNDICE.....	xiv
RESUMO.....	xv
SUMMARY.....	xviii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Distribuição geográfica.....	3
2.2. Prejuízos causados à cultura do milho.....	5
2.3. Bioecologia de <i>S. frugiperda</i> .....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
1. Biologia em laboratório.....	16
3.1.1. Criação estoque.....	16
3.1.2. Biologia em diferentes temperaturas..	20
3.1.3. Tabela de vida de fertilidade.....	22
3.1.4. Biologia em plantas de diferentes idades.....	23
3.2. Biologia em condições de campo.....	24
3.3. Análise estatística.....	28
3.4. Determinação da constante térmica.....	28
3.5. Comparação do modelo de laboratório com os dados de campo.....	28

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1. Biologia em laboratório, em meio artificial, a diferentes temperaturas.....	30
4.1.1. Fase de ovo.....	30
4.1.2. Fase de lagarta.....	32
4.1.2.1. Duração, peso e viabilidade.	32
4.1.2.2. Número e duração de instares larvais.....	35
4.1.3. Fase de pré-pupa.....	38
4.1.3.1. Duração e viabilidade.....	38
4.1.4. Fase de pupa.....	39
4.1.4.1. Duração, peso e viabilidade.	39
4.1.4.2. Razão sexual.....	41
4.1.5. Fase adulta.....	42
4.1.5.1. Longevidade e período de pré- -oviposição.....	42
4.1.5.2. Postura.....	44
4.1.6. Ciclo total.....	47
4.2. Tabela de vida de fertilidade.....	47
4.3. Biologia, em laboratório, em plantas de mi- lho de diferentes idades.....	53
4.3.1. Fase de lagarta.....	53
4.3.2. Fase de pré-pupa e pupa.....	54
4.4. Biologia em condições de campo.....	56

4.5. Determinação da constante térmica de comparação do modelo de laboratório com os dados de campo.....	59
5. CONCLUSÕES.....	64
6. LITERATURA CITADA.....	67
7. APÊNDICE.....	76

## LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Composição da dieta para <i>S. frugiperda</i> (KASTEN <i>et alii</i> , 1978).....	18
2	Período de incubação e viabilidade dos ovos obtidos em uma criação estoque de <i>S. frugiperda</i> , em quatro temperaturas diferentes UR: 70 ± 10% e fotoperíodo: 14 horas.....	31
3	Duração média e peso no máximo desenvolvimento de lagartas de <i>S. frugiperda</i> criadas em dieta artificial, a diferentes temperaturas, com a respectiva viabilidade e contaminação por tratamento. UR: 70 ± 10% e fotoperíodo.....	32
4	Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração de cada instar de 15 lagartas de <i>S. frugiperda</i> , criadas em dieta artificial à 20°C. UR: 70 ± 10%; fotoperíodo: 14 horas.....	36
5	Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração de cada instar de 15 lagartas de <i>S. frugiperda</i> , criadas em dieta artificial à 25°C. UR: 70 ± 10%, fotoperíodo: 14 horas.....	36

Tabela		Página
6	Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração de cada ínstar de 15 lagartas de <i>S. frugiperda</i> , criadas em dieta artificial à 30°C. UR: 70 ± 10%, fotoperíodo: 14 horas.....	37
7	Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração de cada ínstar de 15 lagartas de <i>S. frugiperda</i> , criadas em dieta artificial à 35°C. UR: 70 ± 10%, fotoperíodo: 14 horas.....	37
8	Duração média da fase de pré-pupa de <i>S. frugiperda</i> , criada em dieta artificial, em quatro temperaturas diferentes com as respectivas viabilidades. UR: 70 ± 10%, fotoperíodo: 14 horas.....	38
9	Duração e peso de pupas de <i>S. frugiperda</i> , criadas em dieta artificial, com as respectivas viabilidades, em quatro temperaturas constantes. UR: 70 ± 10%, fotoperíodo: 14 horas.....	40
10	Razão sexual de <i>S. frugiperda</i> , criada em dieta artificial, para quatro temperaturas diferentes. UR: 70 ± 10% e fotoperíodo: 14 horas.....	41

Tabela	Página
11	Longevidade de adultos, período de pré-oviposição, número de posturas por fêmea e total de ovos colocados por <i>S. frugiperda</i> , mantida em dieta artificial, em quatro temperaturas constantes. UR: $70 \pm 10\%$ , fotoperíodo: 14 horas ..... 43
12	Duração média das fases de lagarta, pre-pupa, pupa, adulto e período de incubação de ovos de <i>S. frugiperda</i> , criada em dieta artificial em diferentes temperaturas. UR: $70 \pm 10\%$ , fotoperíodo: 14 horas..... 48
13	Tabela de vida de fertilidade para <i>S. frugiperda</i> mantida em dieta artificial, à temperatura de $20^{\circ}\text{C}$ . UR: $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo: 14 horas..... 50
14	Tabela de vida de fertilidade para <i>S. frugiperda</i> mantida em dieta artificial, a temperatura de $25^{\circ}\text{C}$ . UR: $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo: 14 horas ..... 51
15	Duração média e peso no máximo desenvolvimento de lagartas de <i>S. frugiperda</i> , criadas em folhas de milho 'HMD 7974', de diferentes idades, com a respectiva viabilidade por tratamento. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ; UR: $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo: 14 horas..... 53

Tabela	Página
16 Duração média das fases de pré-pupa e pupa, e peso médio e viabilidade pupal de <i>S. frugiperda</i> , criadas em folhas de milho 'HMD 7974' de diferentes idades. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ; UR: $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo: 14 horas.....	55
17 Duração e viabilidade das fases do ciclo biológico de <i>S. frugiperda</i> , em condições de campo, no período de 18/2 a 23/3/82 e de 27/5 a 2/6/82. PiraCicaba, SP.....	57
18 Temperaturas bases ( $T_b$ ) e constantes térmicas (K) das fases do ciclo biológico de <i>S. frugiperda</i> , obtidas em laboratório e constante térmica (K) registrada em condições de campo.....	59

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Recipientes para criação de <i>S. frugiperda</i> , em laboratório.....	19
2	Gaiola utilizada para estudo do período de incubação e dos dois primeiros instares larvais de <i>S. frugiperda</i> , em condições de campo.....	26
3	Gaiolas utilizadas para estudos biológicos de <i>S. frugiperda</i> a partir do 3º instar até a emergência do adulto, em condições de campo.....	27
4	Posturas e viabilidades diárias de <i>S. frugiperda</i> mantida em dieta artificial, à 20 e 25°C. UR: 70 ± 10%, fotoperíodo: 14 horas.....	45
5	Duração de cada fase do ciclo de vida de <i>S. frugiperda</i> em diferentes temperaturas. UR: 70 ± 10%, fotoperíodo: 14 horas.....	49
6	Relação entre temperatura de desenvolvimento (-o-) e velocidade de desenvolvimento (-x-) de cada fase do ciclo biológico de <i>S. frugiperda</i> .....	62

## Figura

## Página

- 7      Comparação da constante térmica de *S. frugiperda* em condições de campo e laboratório. A: fase de ovo; B: fase de lagarta ; C: fase de pré-pupa e D: fase de pupa..... 63

## LISTA DE APÊNDICE

Apêndice		Página
I	Graus dias acima da temperatura base da fase de ovo ( $10,0^{\circ}\text{C}$ ) de <i>S. frugiperda</i> , registrados no período de estudo, em condições de campo, tomando-se por base a temperatura média. Piracicaba, SP .....	77
II	Graus dias acima da temperatura base da fase de lagarta ( $10,7^{\circ}\text{C}$ ) de <i>S. frugiperda</i> , registrados no período de estudo, em condições de campo, tomando-se por base a temperatura média. Piracicaba, SP .....	78
III	Graus dias acima da temperatura base da fase de pré-pupa ( $6,4^{\circ}\text{C}$ ) de <i>S. frugiperda</i> , registrados no período de estudo, em condições de campo, tomando-se por base a temperatura média. Piracicaba, SP .....	79
IV	Graus dias acima da temperatura base da fase de pupa ( $12,5^{\circ}\text{C}$ ) de <i>S. frugiperda</i> , registrados no período de estudo, em condições de campo, tomando-se por base a temperatura média. Piracicaba, SP .....	80
V	Exigências térmicas, expressas em graus dias, das fases do ciclo biológico de <i>S. frugiperda</i> , registradas em condições de campo no período de 18/2 a 22/3/82 e de 27/5 a 2/6/82. Piracicaba, SP.....	81

DETERMINAÇÃO DAS EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE  
*Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797)  
(LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE) EM CULTURA DE MILHO

Autor: Maria Clarice Vasconcelos  
Dias Ferraz

Orientador: Dr. José Roberto  
Postali Parra

## RESUMO

Com o objetivo de fornecer subsídios ao manejo integrado de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), estudou-se a sua biologia (em dieta artificial) em quatro temperaturas constantes (20, 25, 30 e 35°C), em condições de laboratório, visando a determinação das suas exigências térmicas. Paralelamente, foi estudada a biologia em condições de campo, com a finalidade de avaliar se o modelo de temperatura, obtido em laboratório, era aplicável a estas condições. Para determinar se esta comparação poderia ser feita em qualquer estágio de desenvolvimento da cultura, estudou-se, em laboratório, a influência da fenologia do milho no desenvolvimento da lagarta-do-cartucho.

A temperatura influiu marcadamente em todas as

fases do ciclo biológico da praga, alongando-as nas temperaturas mais baixas. A duração da fase larval foi decrescente com a elevação térmica, na faixa de 20-35°C. A duração das fases de ovo, pré-pupa, pupa e o peso das lagartas no máximo desenvolvimento foram inversamente proporcionais à elevação da temperatura na faixa de 20-30°C. O peso das pupas, para ambos os sexos, foi maior a 20°C. As dietas contendo lagartas, tiveram maior contaminação fúngica nas temperaturas mais elevadas. O número de ínstaes foi maior a 20°C. A viabilidade das fases de ovo, lagarta e pupa foi decrescente com a elevação da temperatura, no intervalo de 20-35°C. As temperaturas estudadas afetaram igualmente os sexos. A longevidade dos adultos foi decrescente com o aumento de temperatura, sendo que, em todas as condições térmicas, os machos viveram mais do que as fêmeas. O período de pré-oviposição não foi afetado pela temperatura, sendo que a capacidade de postura foi semelhante a 20 e 25°C. A 35°C não ocorreu postura, sendo que embora os ovos tenham sido depositados a 30°C, estes não foram viáveis. Baseando-se na razão finita de aumento ( $\lambda$ ) a temperatura de 25°C foi a mais favorável ao desenvolvimento do inseto. A idade das plantas de milho não afetou a duração de nenhuma fase imatura de *S. frugiperda*; entretanto, as viabilidades larval e pupal foram superiores para insetos que se alimentaram de folhas com 45 dias de idade.

A metodologia utilizada para acompanhamento da biologia em campo se mostrou satisfatória, pois os resulta-

dos foram semelhantes aos obtidos em condições controladas de laboratório.

As exigências térmicas das fases de ovo, lagarta, pré-pupa e pupa foram respectivamente 47,58; 294,41; 44,57 e 131,94 GD, obtidas a partir de temperaturas bases de 10; 10,7; 6,4 e 12,5°C.

O modelo de temperatura obtido em laboratório se aplica à biologia da praga em condições de campo, em qualquer estágio de desenvolvimento do milho.

DETERMINATION OF THE THERMAL REQUIREMENTS OF  
*Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797)  
(LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE) IN CORN CROPS

Author: Maria Clarice Vasconcelos  
Dias Ferraz

Adviser: Dr. José Roberto  
Postali Parra

SUMMARY

The biology (in artificial diet) of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) was studied at four constant temperatures (20, 25, 30, and 35°C) under laboratory conditions, in order to determine its thermal requirements. The objective of this study was to provide supplementary information for the integrated control of this pest. At the same time, the biology was studied under field conditions with the aim of determining whether the temperature model obtained in the laboratory was applicable to field conditions. In order to determine whether this comparison could be made at any stage of development of the crop, the influence of corn phenology on the development of the fall armyworm was studied in the laboratory.

Temperature exerted a marked influence over all phases of the biological cycle of the pest, increasing it at

lower temperatures. Larval phase duration decreased at higher temperatures in the range of 20 to 35°C. Egg, pre-pupal, pupal phase duration, and weight of larvae at maximum development were inversely proportional to temperature elevation, in the range of 20 to 30°C. Weight of pupae was higher at 20°C for both sexes. Diets containing larvae presented greater fungus contamination at higher temperatures. The number of instars was increased at 20°C. Viability of egg, larval and pupal phases decreased with temperature elevation in the range of 20 to 35°C. The temperatures studied affected both sexes similarly.

Adult longevity decreased with temperature increasing, and under all thermal conditions, males survived longer than females. The pre-oviposition period was not affected by temperature, and egg-laying capacity was similar at 20 and 25°C. Egg-laying did not occur at 35°C and, although eggs were laid at 30°C, they were not viable. Based on the finite rate of increase ( $\lambda$ ), 25°C was the most favorable temperature for the development of this insect. Corn plant age did not affect the duration of any immature phase of *S. frugiperda*; however, viability of the larval and pupal phases were higher for the insects which were fed on leaves at 45 days of age.

The methodology utilized for monitoring the field biology proved to be satisfactory, since the results were similar to those obtained under laboratory controlled conditions.

The thermal requirements of egg, larval, pre-

-pupal and pupal phases were 47.58; 294.41; 44.57; and 131.94 degree-days, respectively, being the threshold of temperatures 10; 10.7; 6.4; and 12.5°C.

The temperature model proposed has showed to be effective for field conditions, for any corn plant age.

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é largamente empregado na alimentação animal e constitui, em alguns países, a base da alimentação humana, devido ao seu elevado teor nutritivo e fonte energética. Dele se deriva um grande número de produtos industrializados, pois contém alto teor de carboidratos, proteínas, óleo e vitaminas. É uma das culturas de maior extensão cultivada no Brasil, abrangendo uma área superior a 12 milhões de hectares (VIEGAS, 1978). Em virtude dos bons preços oferecidos no mercado, houve em 1980-81, uma expansão da área cultivada, obtendo-se uma produção recorde de 22 milhões de toneladas (IEA, 1981).

Apesar da extensa área cultivada, a produtividade do milho é muito baixa e, dentre os fatores responsáveis, incluem-se as pragas, que não são tradicionalmente controladas, em condições de campo.

Entre as diversas pragas que atacam a cultura do milho, a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), destaca-se como a mais importante, provocando reduções de até 34% na produção (CARVALHO, 1970).

No Brasil, esta praga apresenta uma ampla distribuição, não só devido a extensa área de plantio do milho, mas também pelo seu hábito polífago, hospedando-se, muitas vezes, em outras culturas na ausência daquela gramínea (SILVA *et alii*, 1968).

Embora sua importância como praga seja ressaltada por diversos autores, os estudos básicos sobre a sua bioecologia são incipientes no Brasil, especialmente aqueles visando a previsão de sua ocorrência.

Neste trabalho, estudou-se a biologia do inseto, em laboratório, em diferentes temperaturas, visando a determinação das exigências térmicas da praga. Paralelamente, foi avaliado o efeito da fenologia da planta no desenvolvimento do inseto, bem como estudada a sua biologia em condições de campo, visando a comparação desses resultados com o modelo obtido no laboratório, com a finalidade de fornecer subsídios ao controle racional da praga, através de previsão de sua ocorrência.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), e originária das zonas tropical e subtropical das Américas, sendo vulgarmente chamada, no Brasil, de "lagarta-militar", "lagarta-dos-milharais", "lagarta-do-cartucho", "lagarta-dos-capinzais", "lagarta-dos-pastos" e "lagarta-dos-arrozais" (SILVA *et alii*, 1968 e CARVALHO, 1970); na América do Sul e Central de "gusano cogollero" e "barredora" (KERN, 1954; ESTRADA, 1960; MÁRQUEZ *et alii*, 1963-1964 e SIFUENTES, 1967); e na América do Norte de "fall armyworm", "grass worm", "overflow worm" e "grass armyworm" (LUNGIBILL, 1950 e FENTON, 1952).

Diversos autores se referiram à sua ocorrência em países do continente americano, como na Colômbia (RUPPEL *et alii*, 1956), no Chile (ETCHEVERRY, 1957), na Nicarágua (ES-

TRADA, 1960), no México (WISEMAN *et alii*, 1966 e SIFUENTES, 1967), no Peru (CAMPOS, 1968; FLORES e PALOMINO, 1969 e PENA, 1974), na Guatemala (PENAGOS, 1974) e na Venezuela (DORESTE, 1975) entre outros.

Nos Estados Unidos é generalizada sua ocorrência nos Estados mais quentes, como Flórida e Texas, e mesmo nas regiões mais frias a praga só não aparece durante o inverno (DEW, 1913; HOFMASTER e GREENWOOD, 1949; LEUCK, 1970; MORRIL e GREENE, 1974; MITCHELL, 1978; BOWLING, 1978).

Na Europa, MERTEL *et alii* (1980) e MALAUSA e MARIVAL (1981) registraram a presença de *S. frugiperda* em várias regiões da França.

FONSECA (1937) relatou que essa praga tem uma vasta área de dispersão, se estendendo por toda a América Meridional e do Norte, chegando até o Canadá.

Segundo METCALF e FLINT (1965), *S. frugiperda* é uma praga contínua nos Estados do Golfo do México e dos Trópicos do Norte, América do Norte e do Sul e Índia Oriental.

No Brasil, esta espécie apresenta uma ampla distribuição geográfica (LEIDERMAN e SAUER, 1953), sendo que SILVA *et alii* (1968) e LUCCHINI (1977) a referiram, respectivamente, em 11 e 13 Estados brasileiros.

## 2.2. PREJUÍZOS CAUSADOS À CULTURA DO MILHO

A polifagia e capacidade migratória de *S. frugiperda* asseguram sua sobrevivência em épocas desfavoráveis, já que nesta espécie não ocorre o fenômeno da diapausa.

O grande número de espécies vegetais hospedeiras da praga foram enumerados por SILVA *et alii* (1968), BIEZANKO *et alii* (1974) e LUCCHINI (1977), salientando contudo sua marcante preferência pelas gramíneas, tais como, milho, sorgo, arroz, cana-de-açúcar e pastagens naturais e artificiais (FENTON, 1952 e LABRADOR, 1967).

Tendo em vista que a presente pesquisa foi realizada em cultura do milho, foram selecionados apenas os trabalhos relativos aos danos a esta cultura.

Normalmente, o dano de *S. frugiperda* consiste no ataque às folhas da planta, raspando-as durante os 1º e 2º ínstares larvais, de preferência na superfície inferior da folha, deixando a epiderme intacta. A partir do 3º ínstar a lagarta penetra no cartucho, furando-o em diversos pontos durante a alimentação (HYNES, 1942; LEIDERMAN e SAUER, 1953). Entretanto, em outras ocasiões a praga se comporta de forma similar a uma lagarta cortadora, como espécies dos gêneros *Peltia* e *Agrotis*, cortando as plantas jovens ao nível do solo e outras vezes como lagartas de *Diatraea*, perfurando o talo da planta, ou ainda provocando danos similares aos de *Heliothis zea*, na espiga formada, ou em formação, destruindo os "cabelos" do milho (FENTON, 1952 e SALAS, 1954).

Quando as plantas do milho estão na fase de florescimento e maturação, as lagartas se alimentam das inflorescências, prejudicando também os grãos da espiga, através da penetração pela sua base (BERTELS e ROCHA, 1950; RUPPEL *et alii*, 1956).

Os prejuízos provocados são irremediáveis, sendo que, via de regra, seu ataque no início da infestação é localizado numa cultura, mas à medida que aumenta a sua população, ocorrem surtos migratórios com ataques generalizados as culturas vizinhas (FONSECA, 1943). Quando o ataque é do tipo migratório, os prejuízos são totais, pois a extrema voracidade determina a destruição completa da cultura atacada. Se o ataque não é do tipo gregário, as lagartas instalam-se nas plantas, alimentando-se das folhas mais novas, com prejuízo na produção, especialmente se o solo não for suficientemente fértil para permitir a recuperação das mesmas (LEIDERMAN e SAUER, 1953).

Em Trinidad, HYNES (1942) observou que quando as lagartas danificavam folhas de milho novo, poderia haver uma rápida recuperação, desde que a cultura tivesse recebido tratamentos culturais adequados. Essa observação pode ser complementada pelo trabalho de CRUZ e TURPIN (1982) que concluíram que há diferentes graus de suscetibilidade do milho ao ataque de *S. frugiperda*, dependendo do estágio de crescimento em que a cultura é atacada. Esses autores também concluíram que o estágio mais suscetível é aquele quando a planta se apresenta com 8 a 10 folhas, ou seja aproximadamente 40 após o plantio.

BURKHARDT (1952) estudando os hábitos alimentares das lagartas, observou perfurações nos talos das plantas de forma similar às aquelas causadas pela broca da cana-de-açúcar. Ainda foi observado pelo autor que, num campo de milho, 70 a 75% das plantas mostraram esse tipo de dano, quando 50% das plantas já tinham "cabelo" formado. Esse mesmo tipo de dano foi observado por PAINTER (1955) na Guatemala.

No México, VELEZ e SIFUENTES (1967), encontraram uma infestação no campo variando de 74 a 93% em plântulas de milho, com prejuízos elevados, em função da diminuição da área foliar e conseqüente redução da atividade fisiológica da planta.

SIFUENTES (1967), estudando os danos das lagartas as plantas de milho, observou que 90% das plantas foram exterminadas pelo ataque da praga.

No Peru, FLORES e PALOMINO (1969), verificaram que em certos meses as infestações variam de 60 a 98%, encontrando-se altas percentagens de espigas totalmente destruídas, na época da colheita, redundando em altas perdas econômicas.

KERN (1954) e HOROVITZ (1960), citaram que a lagarta-do-cartucho é o inseto mais daninho ao milho na Venezuela, onde os prejuízos são causados principalmente por lagartas entre o 3º e último instares, quando se alojam no cartucho das plantas, sendo que DEW (1913) constatou que os dois

últimos instares larvais são os que causam os maiores prejuízos aos milharais.

Segundo LABRADOR (1967), os danos provocados são mais graves quando o ano é seco e os solos são fracos, pois se verifica, um atraso no crescimento, com um conseqüente reflexo na produção, e se a população for numerosa, então toda a folhagem será destruída e os prejuízos serão totais.

CARVALHO (1970) estudando os danos provocados pela praga, encontrou que o ataque de *S. frugiperda* apresentou uma redução na produtividade da ordem de 23,17%, sendo essa redução conseqüência do mau desenvolvimento das plantas e baixo peso das espigas produzidas.

MITCHELL (1978) constatou danos de até 60% em espigas de milho doce e amarelo, constituindo-se assim a praga em fator limitante na produção.

MORRIL e GREENE (1974) infestaram plantas de milho de diferentes idades com lagartas de 2º instar de *S. frugiperda* e verificaram que não houve redução significativa na produção, mesmo sendo observado 30% de desfolhamento e danos no início de formação do "cabelo". Os autores consideraram que a produção naquelas plantas infestadas foi assegurada pela rápida recuperação, em relação às plantas testemunhas.

### 2.3. BIOECOLOGIA DE *S. frugiperda*

A primeira revisão completa sobre *S. frugiper-*

da foi apresentada por CHITTENDEN (1901), que forneceu dados sobre nomenclatura, histórico, distribuição geográfica, plantas hospedeiras, inimigos naturais e medidas de controle da praga.

DEW (1913), estudou a sua biologia em condições de laboratório e confirmou estes dados com observações de campo, encontrando que as mariposas põem de 160 a 700 ovos, usualmente à noite, sobre folhas de milho, algodoeiro, gramíneas ou outros vegetais que sejam alimento adequado às lagartas. O período de incubação é, segundo esse autor, em média de 3 dias, variando de 2 a 4 dias, a depender da temperatura. As lagartas passam por 6 instares, num período médio de 14 dias, sendo que no último instar ela penetra no solo, próximo à sua planta alimento, onde forma células, nas quais ocorre a transformação em pupa. Em solos de argila rígida, essas células são usualmente de 1,9 cm de comprimento e enterradas a 2,5 cm de profundidade. O período pupal é de 10 dias, em média. À uma temperatura média de 25°C o ciclo total é de 30 dias.

Em observações de campo, sobre plantações de trigo, aveia e alfafa, SMITH (1921) verificou que o período de pré-oviposição tem duração de 3 dias, sendo os ovos colocados em massa, na superfície inferior das folhas. As lagartas têm duração de mais ou menos 23 dias e o período pupal de 7 dias, em média, ficando a pupa a 7,5 cm abaixo da superfície do solo.

LUNGIBILL (1928) citou que uma mariposa deposita, em média, 1393 ovos, com um número variável de posturas de 1 a 13, sendo colocado em cada postura uma média de 243 ovos. A eclosão das lagartas ocorre em 2 dias à 26,7°C e pouco mais de 4 dias à 20,6°C. De acordo com as condições climáticas o período larval pode variar de (12,1 a 29,7 dias e o período pupal de 9 a 27 dias. Os adultos, quando alimentados com mel ou açúcar diluídos em água, vivem 13,3 dias, enquanto aqueles não alimentados vivem 4,36 dias, em média. O aumento das populações é, segundo o autor, favorecido por condições de tempo fresco e chuvas abundantes.

Com o objetivo de estudar os hábitos e biologia de *S. frugiperda* para as condições de Trinidad, HYNES (1942), fez diversas observações de campo e criou o inseto por uma geração, em condições de laboratório, verificando que os ovos são postos em grupos na superfície superior das folhas do milho jovem, ocorrendo a eclosão das lagartas 2 a 3 dias após a postura. O período larval foi de 14 a 25 dias, ocorrendo 6 a 7 instares larvais; o período pré-pupal encontrado foi de 2 a 3 dias e o pupal 8 a 11 dias, o qual se passa em uma câmara ovóide de 2,5 a 7,5 cm abaixo da superfície do solo.

Em condições não especificadas para o Estado de São Paulo, FONSECA (1943) relatou que as mariposas põem os ovos a noite, na página inferior das folhas em grupos de 60 a 100, dispostos em 2 ou 3 camadas superpostas. O período lar-

val foi, em média, de 20 a 30 dias, e as lagartas, após atingirem o máximo desenvolvimento, abandonaram a planta hospedeira e se deslocaram para o solo, para se transformarem em pupas a 1,0 cm de profundidade.

BERTELS e ROCHA (1950) encontraram que, dependendo da temperatura, os ovos de *S. frugiperda* têm um período de incubação de 10 dias e as lagartas completam seu desenvolvimento em 3 a 4 semanas. A pupação da espécie, ocorre geralmente no solo, de preferência em solos arenosos. Em outro tipo de solo a pupação se dá na própria planta, ocorrendo a emergência dos adultos duas semanas após.

FENTON (1952), referindo-se aos dados bionômicos da praga, em condições não definidas, afirmou que as mariposas se tornam ativas à noite e põem massas contendo de 40 a 500 ovos. As durações médias observadas para as fases de lagarta e pupa foram de 10,9 e 9,6 dias, respectivamente. Ainda segundo esse autor, podem haver de 9 a 11 gerações por ano nos Estados do Golfo do México (EUA) e apenas uma nos Estados do Norte.

LEIDERMAN e SAUER (1953) citaram a provável ocorrência de 5 gerações anuais em Campinas (SP), sendo, em condições de laboratório, a duração média dos estágios larval e pupal, respectivamente, 25 e 19 dias.

Em condições de campo, em Pelotas (RS), MENSCHOY (1956), observou que as lagartas aparecem em maiores populações sobretudo nos anos secos, com uma duração de 21 a 28 dias e que cada fêmea é capaz de colocar até 1.000 ovos.

Estudos de laboratório desenvolvidos por ETCHE  
VERRY (1957), mostraram que a cópula de *S. frugiperda* é reali-  
zada à noite, no 2º dia após a emergência. O período de pré-o-  
viposição é de 3 a 7 dias respectivamente à 22 e 15°C, sendo  
que o período larval foi de 12 a 24 dias à 22°C e de 30 a 35  
dias à 15°C.

Em La Calera (Nicarágua), sob condições não es-  
pecificadas, ESTRADA (1960) constatou que o período médio pa-  
ra as fases de lagarta, pupa e adulto foi de 11; 8 e 4 dias ,  
respectivamente. Como o ciclo de vida se completou em 1  
mes, aproximadamente, existe possibilidade de ocorrerem 12  
gerações da praga por ano.

MÁRQUEZ et alii (1963-1964) estudando a biolo-  
gia de *S. frugiperda*, em condições de laboratório, verifica-  
ram que o período de incubação é menor em temperaturas mais  
altas, sendo alongado a temperaturas mais baixas. Esse autor  
constatou ainda que o ciclo de vida da praga foi menor em  
dieta artificial à base de germe de trigo, quando comparado  
com indivíduos criados em folhas de milho.

METCALF e FLINT (1965) relataram que, durante  
um ano podem ocorrer de 5 a 10 gerações da praga em qualquer  
área onde não ocorra geada. Nos Estados Unidos, durante a pri-  
mavera, a medida que as mariposas aumentam em quantidade,  
se dispersam a centenas de quilômetros antes de fazerem  
postura. Cada fêmea põe 1.000 ovos em média, em massas de 150  
ovos.

Em condições de casa-de-vegetação, REVELO e

RAUN (1964) criaram a lagarta-do-cartucho numa dieta artificial proposta por Becton *et alii* (1962) conseguindo manter colônias da praga por 20 gerações, sem perda de vigor, ou alteração no comportamento, quando comparadas com aquelas criadas em milho.

Segundo BOWLING (1967) o tempo exigido para o desenvolvimento de lagarta até pupa em ambiente com fotoperíodo de 14 horas, temperatura de 25 a 28°C e UR de 85-90%, foi de 31,2 dias com peso médio de pupas de 432 mg e fecundidade média da fêmea de seiscentos e noventa e seis ovos, quando as lagartas foram alimentadas com dieta artificial à base de feijão. RANDOLPH e WAGNER (1966) encontraram resultados similares quando os indivíduos foram alimentados com dieta artificial à base de germe de trigo, diferindo apenas na fecundidade das fêmeas, que foi maior neste último substrato alimentar.

Para VELEZ e SIFUENTES (1967), nas condições de 27°C e 77% UR, o período de pré-oviposição de *S. frugiperãa*, foi de 5 dias. A fêmea adulta apresentou longevidade média de 15 dias com 7 períodos intercalados de postura. O período de incubação foi de 4 dias, com as lagartas apresentando 3 "mudas", num período variável de 21 a 22 dias. O ciclo biológico encontrado foi de 32 dias, podendo ocorrer 3 gerações durante o ciclo do milho.

BAILEY e CHADA (1968), estudando, em laboratório (26°C), o efeito de dietas natural (sorgo) e artificial (à base de caseína), no desenvolvimento da espécie, encontra-

ram ciclos de vida de 35,6 e 35,0 dias, respectivamente, para os insetos mantidos em dietas artificial e natural.

BURTON e PERKINS (1972), estudaram o ciclo biológico do inseto em uma dieta artificial à base de trigo e soja, à temperatura de 29°C, encontrando um período pupal de 13,45 dias em média e um número de ovos colocados por fêmea de 1.901, em média.

ESCALANTE (1974) em laboratório, sob condições naturais de Cusco (temperatura média de 10,08°C e 67% UR), obteve que o ciclo da praga variou de 88 a 120 dias.

LUCCHINI (1977) acompanhou a biologia de *S. frugiperda*, alimentada com folhas de milho, a 25°C e 70% UR, verificando que houve diferença na duração do ciclo evolutivo de machos (31,27 dias) e fêmeas (30,17 dias). O autor observou ainda que a relação sexual, em condições de laboratório, foi de 1,25 machos para uma fêmea, sendo de 1,05 macho para uma fêmea, em condições de campo.

Estudando a influência de duas dietas artificiais no ciclo biológico da lagarta-do-cartucho, KASTEN *et alii* (1978), concluíram que a dieta à base de feijão ofereceu melhores possibilidades de substituir o alimento natural para obtenção de um grande número de insetos em laboratório.

BARFIELD *et alii* (1978), desenvolvendo um modelo baseado nas exigências térmicas para a espécie, encontraram que a temperatura base para a fase de ovo foi de 18,3°C e que o ciclo total foi de 66 dias a 15°C e cerca de 18 dias a 35°C.

SPARKS (1979) fez uma revisão da biologia de *S. frugiperda*, onde incluiu algumas de suas observações em campos de milho, citando duração e hábitos relacionados com cada fase do inseto, sendo suas observações comparadas com outros autores.

COMBS e VALÉRIO (1980) alimentaram lagartas com 4 variedades de "Bermudagrass", em três temperaturas (20, 25 e 30°C), com fotoperíodo constante de 14 horas e concluíram que ocorreram interações entre as variedades e temperatura de 20°C e que a 25°C ocorreu o melhor desenvolvimento da espécie.

PATEL (1981) concluiu que, de uma maneira geral, o ciclo da praga foi mais curto quando os indivíduos foram mantidos em altas temperaturas. Observou ainda, que 87,7% dos ovos foram depositados durante os primeiros 4 dias de oviposição.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. BIOLOGIA EM LABORATÓRIO

A pesquisa foi desenvolvida nos laboratórios de Biologia do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo.

##### 3.1.1. CRIAÇÃO ESTOQUE

A criação estoque de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) foi mantida em laboratório à  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $60 \pm 10\%$  e fotoperíodo de 14 horas, a partir de lagartas procedentes de plantações de milho do Departamento de Genética, ESALQ/USP, Piracicaba. A criação estoque teve por finalidade fornecer material para os estudos descritos subseqüentemente.

Após a coleta de campo, as lagartas foram alimentadas com folhas de milho da cultivar HMD 7974. As pupas, uma vez formadas, foram "sexadas", pelo método proposto por BUTT e CANTU (1962), e colocadas em gaiolas cilíndricas para emergência dos adultos. Estas gaiolas tinham 18 cm de diâmetro, eram revestidas com tela de nylon e com as suas extremidades fechadas com placas de Petri de 16 cm de diâmetro. Os adultos emergidos permaneciam nessas mesmas gaiolas, tendo-se o cuidado de revesti-las internamente com papel jornal para facilitar a coleta de ovos. No interior de cada gaiola foram colocados copinhos plásticos incolores de 25 ml de capacidade, contendo solução de mel a 10% para alimentação dos adultos, a qual era fornecida por capilaridade através de um pavio de algodão (rolo dental "Johnsons") embebido no líquido. O alimento era substituído a intervalos de dois dias evitando-se, assim, a perda de qualidade por fermentação.

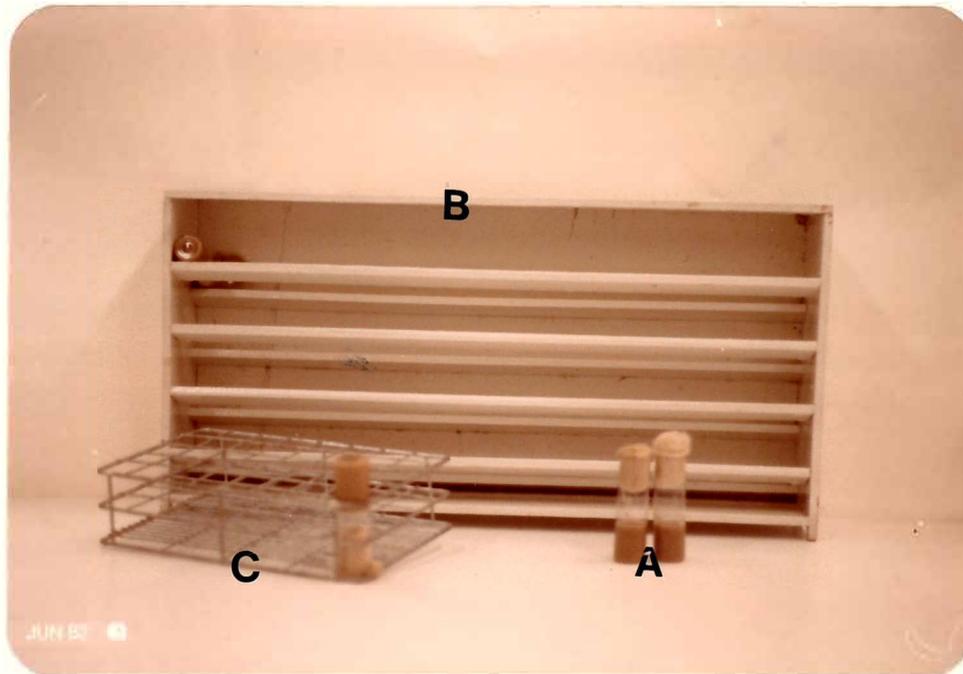
As massas de ovos, obtidas no papel jornal, foram colocadas sobre papel de filtro umedecido com água destilada, mantido no fundo de placas de Petri, as quais eram fechadas com uma tampa de igual diâmetro (10 cm de diâmetro x 2,0 cm de altura), através de fita adesiva. As lagartas eclodidas foram transferidas para tubos de vidro previamente esterilizados, com dimensões de 2,5 cm de diâmetro e 8,5 cm de comprimento, contendo dieta artificial à fase de feijão, proposta por BOWLING (1967) e adaptada por KASTEN *et alii* (1978) (Tabela 1); o me-

todo de preparo foi aquele descrito por PARRA (1979). Os tubos de criação (Figura 1A) foram tampados com algodão hidrófilo e mantidos em suporte de madeira (Figura 1B), com a extremidade superior voltada para baixo para evitar a contaminação por fungos. As pupas foram "sexadas" e transferidas para as gaiolas de emergência de adultos, sendo os demais procedimentos semelhantes aos já descritos anteriormente.

Tabela 1 - Composição da dieta para *S. frugiperda* (KASTEN *et alii*, 1978).

COMPONENTES	QUANTIDADE
Feijão 'Rosinha' .....	100,0 g
Levedura .....	15,0 g
Ácido ascórbico .....	1,5 g
Metil parahidroxibenzoato (nipagin) .....	1,0 g
Ácido sórbico .....	0,5 g
Formaldeído (38%) .....	1,0 ml
Ágar (+ 250 ml. de água) .....	12,0 g
Água .....	375,0 ml

OBS.: Esta quantidade é suficiente para 80 recipientes de criação.



**Figura 1** - Recipientes para criação de *S. frugiperda*, em laboratório.

- A - Tubo contendo dieta artificial;
- B - Suporte de madeira onde eram mantidos os tubos contendo as gatas (criação estoque);
- C - Suporte de arame onde eram mantidos os tubos contendo as gatas (teste de diferentes temperaturas).

### 3.1.2. BIOLOGIA EM DIFERENTES TEMPERATURAS

O trabalho foi conduzido em 4 câmaras climatizadas modelo BOD 347G da FANEM, reguladas para 20, 25, 30 e 35°C respectivamente, umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotoperíodo 14 horas.

Em cada tratamento (temperatura) foram estudados os seguintes parâmetros biológicos do inseto:

a) Fase de ovo

- . período de incubação
- . viabilidade

b) Fase de lagarta

- . duração e viabilidade
- . número de ínstars
- . duração de cada ínstar
- . peso das lagartas no máximo desenvolvimento

c) Fase de pré-pupa

- . duração e viabilidade

d) Fase de pupa

- . duração e viabilidade
- . peso das pupas
- razão sexual (calculada através da fórmula:  $r.s. =$

**e) Fase adulta**

- . longevidade dos adultos
- . período de pré-oviposição
- . número de posturas por fêmea
- . número de ovos por postura
- . número total de ovos por fêmea

**f) Ciclo total**

Para determinação do período de incubação e viabilidade inicial dos ovos, foram retirados 100 ovos da criação estoque e colocados em uma placa de Petri, como descrito anteriormente, totalizando 10 repetições para cada temperatura.

Para o estudo da fase larval, as lagartas recém eclodidas foram colocadas em 80 tubos, para cada tratamento, contendo a mesma dieta artificial utilizada anteriormente e levadas às câmaras climatizadas, em suportes de arame (Figura 1C). Inicialmente foram colocadas duas lagartas por tubo mas, a partir do 4º dia, foi retirada uma delas devido ao canibalismo. Ao atingirem o último ínstar, as lagartas foram pesadas diariamente em balança eletrônica de precisão, modelo SAUTER, para determinação do peso no máximo desenvolvimento. A avaliação do número de instares larvais foi efetuada tomando-se como referência as medidas diárias da cápsula cefálica de 15 lagartas, previamente escolhidas, para cada temperatura.

Essas medições foram feitas com o auxílio de uma ocular graduada BAUSCH & LOMB, acoplada a um microscópio estereoscópico WILD M4A.

A fase de pré-pupa foi considerada a partir do dia em que as lagartas não mais se alimentavam.

As pupas obtidas foram transferidas para outros tubos, tampados com algodão hidrófilo e, após 24 horas de idade, foram "sexadas" e pesadas. Os adultos foram separados em 10 casais por temperatura e colocados nas gaiolas, de maneira análoga àqueles da criação estoque, para o acasalamento e postura.

A contagem diária dos ovos foi efetuada retirando-se o papel jornal das gaiolas e, com auxílio de um pincel, removiam-se as massas contendo as diversas camadas de ovos para facilidade de contagem. Paralelamente, para verificação do período de incubação e viabilidade dos ovos originados dos adultos criados nas diferentes temperaturas, tomaram-se 50 ovos por postura de cada casal, os quais eram colocados em placas de Petri, como já descrito para a criação estoque.

### 3.1.3. TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE

Com os resultados obtidos nas diferentes temperaturas foram elaboradas tabelas de vida de fertilidade, sendo os valores calculados segundo SILVEIRA NETO *et alii* (1976):

$x$  = intervalo de tempo no qual foi tomada a amostra;  
 $m_x$  = fertilidade específica - número de descendentes produzidos no estágio por fêmea e que darão fêmeas. Portanto, é calculada em função da razão sexual;  
 $l_x$  = taxa de sobrevivência.

Baseando-se nestes dados, foram calculados os índices:

$R_0$  = taxa líquida de reprodução, onde  $R_0 = \sum m_x \cdot l_x$

$r_m$  = capacidade de aumentar em número, onde  $r_m = \frac{LRO}{T}$

$T$  = duração média de uma geração, onde  $T = \frac{\sum m_x \cdot l_x \cdot x}{R_0}$

$\lambda$  = razão finita de aumento, onde  $\lambda = e^{r_m}$

### 3.1.4. BIOLOGIA EM PLANTAS DE DIFERENTES IDADES

Para se avaliar o efeito da idade da planta no desenvolvimento biológico de *S. frugiperda*, utilizaram-se lagartas provenientes da criação estoque, as quais foram alimentadas com folhas de 15, 30, 45, 60 e 75 dias de idade, retiradas de plantas de milho da cultivar HMD 7974. Estas plantas foram cultivadas em sacos plásticos de polietileno, contendo 5 kg de solo, na área experimental do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, Piracicaba.

Cada tratamento constou de 30 repetições, sen-

do as lagartas individualizadas em placas de Petri de 10 cm de diâmetro x 3,0 cm de altura, fechadas com tampa de igual diâmetro, através de fita adesiva e mantidas a  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa  $60 \pm 10\%$  e fotoperíodo de 14 horas. A manutenção da umidade das folhas foi conseguida colocando-se algodão hidrófilo umedecido no interior das placas de Petri e diariamente, procedia-se a troca do alimento.

Para obtenção dos dados, referentes as fases de lagarta, pré-pupa e pupa, seguiu-se o mesmo procedimento descrito no item 3.1.2.

Em cada tratamento (idade da planta), foram realizadas as seguintes observações biológicas:

a) Fase de lagarta

- . duração e viabilidade
- . peso no máximo desenvolvimento

b) Fase de pré-pupa

- . duração

c) Fase de pupa

- . duração e viabilidade
- . peso das pupas

### 3.2. BIOLOGIA EM CONDIÇÕES DE CAMPO

Sementes de milho (*Zea mays* L.) da cultivar HMD 7974 foram plantadas em sacos plásticos de polietileno com

5 kg de Regossol, e foram mantidas na área experimental do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, Piracicaba. Quarenta dias após a germinação, 40 plântulas foram infestadas artificialmente com *S. frugiperda*, sendo colocada uma lagarta recém eclodida na superfície superior da folha mais alta de cada planta, com auxílio de um pincel fino. Os insetos foram mantidos nessa posição por meio de gaiolas presas as folhas com cliques de cabelo. Estas gaiolas foram feitas de borracha transparente de mangueiras de jardim, com 2,5 cm de diâmetro, cortadas em pedaços de 2,0 cm de altura. A parte superior da gaiola era revestida por tecido de nylon, para aeração, e a parte inferior era separada da superfície da folha por feltro, evitando-se, assim, a fuga dos insetos e danos ao tecido vegetal (Figura 2).

Durante o período de estudo, 18/02 a 22/03/82, foram efetuadas observações diárias e as gaiolas mudadas de local na folha para não haver falta de alimento. As lagartas permaneceram nessas gaiolas até o terceiro ínstar, quando então foram liberadas nas plantas, as quais eram totalmente recobertas por gaiolas de tule, presas ao saco plástico de polietileno, através de um cordão (Figura 3). As observações referentes à duração das fases de lagarta, pré-pupa e pupa foram aí realizadas até a emergência dos adultos.

Para determinação do período de incubação e viabilidade dos ovos, em condições de campo, foram utilizadas



Figura 2 - Gaiola utilizada para estudo do período de incubação e dos dois primeiros instares larvais de *S. frugiperda*, em condições de campo.



Figura 3 – Gaiolas utilizadas para estudos biológicos de *S. frugiperda* a partir do 3º ínstar até a emergência do adulto, em condições de campo.

10 plantas sendo que, em cada uma delas, foi colocada uma tira de papel com 10 ovos no interior da gaiola plástica descrita anteriormente (Figura 2).

### 3.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizada análise de variância dos parâmetros biológicos estudados em laboratório, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

### 3.4. DETERMINAÇÃO DA CONSTANTE TÉRMICA

As temperaturas bases para as fases de ovo, la garta, pré-pupa e pupa foram determinadas pelo método da hipérbole (BEAN, 1961), sendo a constante térmica estimada, conforme SILVEIRA NETO *et alii* (1976), pela fórmula  $K = y(t - a)$ , onde  $K$  = constante térmica (graus dias),  $y$  = tempo de desenvolvimento (dias),  $t$  = temperatura ambiente ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $a$  = temperatura base ( $^{\circ}\text{C}$ ). As exigências térmicas do ciclo total foram determinadas pela somatória de  $K$  nas várias fases do ciclo.

### 3.5. COMPARAÇÃO DO MODELO DE LABORATÓRIO COM OS DADOS DE CAMPO

Para a biologia de campo os dados de temperatura foram registrados em um posto meteorológico, situado a 300m

do lote experimental, calculando-se os graus dias segundo VILLA NOVA *et alii* (1972), e considerando-se como limiares de temperatura, os valores obtidos em laboratório.

Assim, considerando-se a duração de cada fase de desenvolvimento de *S. frugiperda*, em condições de campo, pôde-se determinar as exigências térmicas de cada inseto.

A comparação dos resultados obtidos em campo com aqueles de laboratório foi feita graficamente, tomando-se por base os valores médios para cada fase do ciclo biológico da lagarta - do - cartucho do milho.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. BIOLOGIA EM LABORATÓRIO, EM MEIO ARTIFICIAL, A DIFERENTES TEMPERATURAS

#### 4.1.1. FASE DE OVO

Conforme observações já realizadas por DEW (1913); LUNGBILL (1928 e 1950); FONSECA (1937 e 1943); HYNES (1942); BERTELS e ROCHA (1950) e ETCHEVERRY (1957), os ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) foram postos em massas, contendo de 2 a 3 camadas, unidas entre si, e recobertas por pêlos e escamas liberados do corpo das fêmeas.

O período médio de incubação e viabilidade dos ovos, observados nas diferentes temperaturas, encontram-se na Tabela 2. As durações da fase de ovo obtidas nas temperaturas de 20, 25 e 30°C diferiram estatisticamente, embora não tenha havido diferença entre os valores observados à 30 e 35°C.

Tabela 2 - Período de incubação e viabilidade dos ovos obtidos em uma criação estoque\* de *S. frugiperda*, em quatro temperaturas diferentes. UR.  $70 \pm 10\%$  e fotoperíodo: 14 horas.

Temperatura (°C)	Período de incubação (dias)	Viabilidade (%)
20	5,11 $\pm$ 0,15 a**	92,0
25	3,11 $\pm$ 0,21 b	81,2
30	2,09 $\pm$ 0,14 c	66,7
35	2,00 $\pm$ 0,04 c	52,7

\* Insetos mantidos em meio artificial (ã base de feijão) a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ;  
UR:  $60 \pm 10\%$  e fotoperíodo de 14 horas

\*\* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

Assim, o período de incubação diminuiu com a elevação térmica, dentro da faixa de 20 a  $30^\circ\text{C}$ , quando houve uma estabilização (Tabela 2). Esta mesma tendência foi constatada por COMBS e VALÉRIO (1980) em estudos de biologia da praga na mesma faixa de temperatura, embora em hospedeiro diferente.

A viabilidade obtida nas diferentes temperaturas também seguiu o mesmo padrão do período de incubação, isto é, decresceu com a elevação térmica, constatando-se inclusive um decréscimo mais progressivo, não havendo a estabilização à  $30^\circ\text{C}$  (Tabela 2).

A comparação desses resultados com os de outros autores torna-se impraticável, desde que os trabalhos, relacionados com a espécie, encontrados na literatura, foram conduzidos em condições diferentes daquelas vigentes na presente pesquisa.

#### 4.1.2. FASE DE LAGARTA

##### 4.1.2.1. Duração, peso e viabilidade

Os valores médios, seguidos dos erros padrão, para a duração e peso da fase larval, assim como a viabilidade obtida nas diferentes temperaturas, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Duração média e peso no máximo desenvolvimento de lagartas de *S. frugiperda* criadas em dieta artificial, a diferentes temperaturas, com a respectiva viabilidade e contaminação\* por tratamento. UR:  $70 \pm 10\%$  e fotoperíodo: 14 horas.

Temperatura (°C)	Duração (dias)	Peso (g)	Viabilidade (%)	Contaminação (%)
20	33,38 $\pm$ 0,23 a**	0,64 $\pm$ 0,04 a**	72,5	2,5
25	19,69 $\pm$ 0,26 b	0,44 $\pm$ 0,04 b	72,5	3,9
30	14,74 $\pm$ 0,21 c	0,36 $\pm$ 0,03 c	67,5	13,8
35	12,32 $\pm$ 0,16 d	0,32 $\pm$ 0,04 c	55,0	22,5

\* *Aspergillus* spp.

\*\* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

Houve diferença estatística, entre as durações médias dessa fase, para todas as temperaturas estudadas, havendo um alongamento do período com o decréscimo da temperatura. Esses resultados permitem evidenciar que ocorreu influência da temperatura no desenvolvimento das lagartas, provavelmente ocorrendo um distúrbio no sistema nervoso central, quando se elevou a temperatura (CHAPMAN, 1971).

Embora esta mesma influência da temperatura tenha sido constatada por COMBS e VALÉRIO (1980), os períodos larvais encontrados por estes autores a 20, 25 e 30°C foram menores. Estas diferenças talvez possam ser explicadas pelo fato de *S. frugiperda* ter sido criada em um outro hospedeiro e por se tratar de um "strain" proveniente de uma região mais fria.

Os pesos médios das lagartas no seu máximo desenvolvimento, à semelhança do período de incubação, diminuíram com a elevação da temperatura na faixa de 20 a 30°C, não havendo diferença de peso nas temperaturas mais elevadas. Isto indica que embora a duração da fase larval tenha sido diferente nestas temperaturas, a utilização do alimento foi semelhante (Tabela 3). As lagartas mantidas à 20°C foram bem mais pesadas do que as de 25, 30 e 35°C. Este fato, que já fora observado para *Anticarsia gemmatalis* Huebner, 1818, por SILVA (1981), se deveu ao maior período de alimentação do inseto nesta condição, pois a duração da fase larval à 20°C foi de 1,7; 2,3 e 2,7 vezes maior do que as obtidas à 25, 30 e 35°C, respectivamente.

A viabilidade larval foi igual nas temperaturas de 20 e 25°C, decrescendo ligeiramente nas demais temperaturas. A variação da viabilidade larval registrada nas diferentes temperaturas foi bem menor do que aquela observada para a fase de ovo (Tabela 2). Isto pode indicar tanto uma maior influência da temperatura sobre a fase de ovo em relação à fase larval, como uma adaptação dos insetos às temperaturas das Câmaras climatizadas.

Observou-se uma maior contaminação por microrganismos, especialmente *Aspergillus* spp., nas dietas mantidas à 35°C, sendo que essa contaminação foi decrescente com a diminuição da temperatura, e, praticamente nula à 20°C (Tabela 3). Para isolar exclusivamente o efeito da temperatura, evitando uma possível interação deste fator com contaminantes, os tubos contaminados logo no início da alimentação larval, foram eliminados, mantendo-se, além dos não contaminados, apenas aqueles onde os patógenos ocorriam próximo à pupação, e que não afetavam a formação normal de pupas. Tomando-se por base os resultados obtidos, sugere-se que seja adicionados maiores quantidades de anticontaminantes às dietas artificiais, para manutenção da lagarta em temperatura acima de 30°C.

#### 4.1.2.2. Número e duração de instares larvais

A largura das cápsulas cefálicas, o número de instares e duração de cada instar, com as respectivas razões de crescimento, nas diferentes temperaturas estudadas, acham-se nas Tabelas 4, 5, 6 e 7.

O número de instares encontrados variou de 6 nas temperaturas de 25, 30 e 35°C a 7 instares à 20°C. Estes resultados obtidos talvez possam justificar o fato de diversos autores citarem que o inseto apresenta um número de instares variável de 5 (ESCALANTE, 1974 e PENAGOS, 1974) a 7 (LABRADOR, 1967 e LUCCHINI, 1977), sendo que a maioria se refere a 6 instares larvais (ESTRADA, 1960; RANDOLPH e WAGNER, 1966; LABRADOR, 1967 e PATEL, 1981), pois as pesquisas foram conduzidas em temperaturas variáveis.

A razão de crescimento obtida a cada temperatura encontra-se no intervalo de variação estabelecido por DYAR (1890), o qual vai de 1,1 a 1,9.

Em todas as temperaturas, o último instar larval, que é o que causa maiores prejuízos (DEW, 1913; KERN, 1954 e HOROVITZ, 1960), foi o que apresentou a maior duração (Tabelas 4, 5, 6 e 7).

Tabela 4 - Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração de cada instar de 15 lagartas de *S. frugiperda*, criadas em dieta artificial à 20°C. UR: 70 ± 10%; fotoperíodo: 14 horas.

Ínstar	Largura da cápsula cefálica (mm)			Duração (dias)
	Amplitude	Média	Razão de crescimento	
1♀	0,33 - 0,36	0,34	.... 1,41	4,72 ± 0,21
2♀	0,47 - 0,49	0,48	.... 1,53	4,63 ± 0,27
3♀	0,68 - 0,80	0,74	.... 1,40	5,45 ± 0,27
4♀	1,04 - 1,21	1,04	.... 1,54	5,27 ± 0,30
5♀	1,43 - 1,84	1,61	.... 1,33	5,09 ± 0,31
6♀	2,01 - 2,23	2,14	.... 1,35	5,36 ± 0,29
7♀	2,81 - 2,99	2,89		7,80 ± 0,27
Média da razão de crescimento			1,43	

Tabela 5 - Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração de cada instar de 15 lagartas de *S. frugiperda*, criadas em dieta artificial à 25°C. UR: 70 ± 10%, fotoperíodo: 14 horas.

Ínstar	Largura da cápsula cefálica (mm)			Duração (dias)
	Amplitude	Média	Razão de crescimento	
1♀	0,32 - 0,35	0,33	.... 1,54	2,73 ± 0,21
2♀	0,50 - 0,53	0,51	.... 1,47	2,36 ± 0,24
3♀	0,71 - 0,81	0,75	.... 1,53	2,64 ± 0,21
4♀	1,07 - 1,27	1,15	.... 1,58	3,20 ± 0,27
5♀	1,57 - 1,94	1,82	.... 1,49	3,40 ± 0,22
6♀	2,42 - 2,99	2,73		5,80 ± 0,31
Média da razão de crescimento			1,52	

Tabela 6 - Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração de cada instar de 15 lagartas de *S. frugiperda*, criadas em dieta artificial à 30°C. UR: 70 ± 10%, fotoperíodo: 14 horas.

Instar	Largura da cápsula cefálica (mm)		Razão de crescimento	Duração (dias)
	Amplitude	Média		
1♀	0,33 - 0,34	0,33	.... 1,48	2,09 ± 0,17
2♀	0,47 - 0,52	0,49	.... 1,53	2,09 ± 0,17
3♀	0,71 - 0,81	0,75	.... 1,58	2,00 ± 0,00
4♀	1,07 - 1,22	1,19	.... 1,56	2,27 ± 0,21
5♀	1,77 - 1,98	1,86	.... 1,41	2,73 ± 0,24
6♀	2,42 - 2,81	2,63		4,09 ± 0,36
Média da razão de crescimento			1,51	

Tabela 7 - Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração de cada instar de 15 lagartas de *S. frugiperda*, criadas em dieta artificial à 35°C. UR: 70 ± 10%, fotoperíodo: 14 horas.

Instar	Largura da cápsula cefálica (mm)		Razão de crescimento	Duração (dias)
	Amplitude	Média		
1♀	0,33 - 0,34	0,33	.... 1,48	2,09 ± 0,25 <sup>1</sup>
2♀	0,45 - 0,51	0,49	.... 1,48	1,64 ± 0,21
3♀	0,70 - 0,81	0,73	.... 1,61	1,54 ± 0,25
4♀	1,07 - 1,33	1,18	.... 1,55	2,00 ± 0,20
5♀	1,77 - 1,95	1,84	.... 1,42	2,36 ± 0,27
6♀	2,32 - 2,87	2,63		3,82 ± 0,30
Média da razão de crescimento			1,50	

### 4.1.3. FASE DE PRÉ-PUPA

#### 4.1.3.1. Duração e viabilidade

De forma análoga ao que fora observado para o período de incubação, a duração dessa fase diminuiu com o aumento da temperatura, até 30°C, sendo que não houve diferença estatística significativa entre os períodos observados à 30 e 35°C. À 20°C a fase pré-pupal foi de 2,24 vezes maior do que a observada à 35°C e 1,66 vezes maior do que aquela verificada à 25°C, indicando ser esta fase, alongada nas temperaturas mais baixas. Aparentemente, as pré-pupas não foram afetadas pela temperatura, em termos de viabilidade, pois nas temperaturas extremas a viabilidade foi de 100% (Tabela 8).

Tabela 8 - Duração média da fase de pré-pupa de *S. frugiperda*, criada em dieta artificial, em quatro temperaturas diferentes com as respectivas viabilidades. UR: 70 ± 10%, fotoperíodo 14 horas.

Temperatura (°C)	Duração (dias)	Viabilidade (%)
20	3,57 ± 0,10 a*	100
25	2,14 ± 0,08 b	94,8
30	1,72 ± 0,10 c	90,7
35	1,59 ± 0,11 c	100

\* Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

#### 4.1.4. FASE DE PUPA

##### 4.1.4.1. Duração, peso e viabilidade

Para ambos os sexos de *S. frugiperda*, o período pupal foi afetado pela temperatura, decrescendo com a elevação térmica e estabilizando-se a partir de 30°C, quando não mais ocorreu diferença estatística entre os valores obtidos (Tabela 9). Aparentemente, a temperatura de 20°C afetou diferentemente os sexos, pois nessa condição houve diferença de 1,52 dias entre a duração da fase pupal dos machos (21,17 dias) e fêmeas (19,65 dias), sendo que nas demais temperaturas os períodos foram praticamente constantes (Tabela 9).

O peso das pupas, para machos e fêmeas, à 20°C foi bem maior do que para as demais temperaturas (Tabela 9), sendo que à 25, 30 e 35°C os valores não diferiram estatisticamente. Os maiores pesos obtidos à 20°C se devem ao maior período de alimentação na fase larval (Tabela 3). Por outro lado deve haver interação entre alimento e temperatura para *S. frugiperda*, pois COMBS e VALÉRIO (1980) não encontraram diferenças na duração e peso das pupas desta espécie mantidas a 20, 25 e 30°C, quando as lagartas foram criadas em variedade comum de "Bermudagrass".

Embora a viabilidade tenha sido superior a 90% na faixa de 20 a 30°C pode-se constatar que o ótimo deve estar à 25°C ou próximo dele, pois houve um decréscimo à 20 e

Tabela 9 - Duração e peso de pupas de *S. frugiperda*, criadas em dieta artificial, com as respectivas viabilidades, em quatro temperaturas constantes. UR: 70 ± 10%, fotoperíodo: 14 horas.

Temperatura (°C)	Período pupal (dias)				Peso das pupas (g)					
	macho		fêmea		Viabilidade (%)		macho		fêmea	
	$\bar{X}^*$	mín. máx.	$\bar{X}^*$	mín. máx.	$\bar{X}^*$	mín. máx.	$\bar{X}^*$	mín. máx.	$\bar{X}^*$	mín. máx.
20	21,17±0,28a	18 26	19,65±0,29a	17 25	89,6	0,24±0,04a	0,13 0,30	0,22±0,03a	0,17 0,28	
25	9,27±0,19b	8 12	9,31±0,21b	7 12	100	0,17±0,04b	0,11 0,24	0,16±0,04b	0,09 0,23	
30	7,10±0,12c	7 8	7,27±0,14c	7 8	90,7	0,15±0,04b	0,11 0,20	0,15±0,03b	0,09 0,21	
35	5,89±0,21c	5 7	6,00±0,17c	5 7	79,5	0,15±0,03b	0,10 0,19	0,14±0,04b	0,10 0,20	

\*Dias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

30°C (Tabela 9). Pelos resultados obtidos pode-se constatar também que a temperatura mais elevada (35°C) exerceu um efeito deletério sobre o inseto.

#### 4.1.4.2. Razão sexual

Os valores referentes à razão sexual da lagarta-do-cartucho, para cada temperatura, são apresentados na Tabela 10. Os resultados indicam que a proporção de macho para fêmea está ao redor de 1:1 nas temperaturas testadas, mostrando assim que ambos os sexos foram igualmente afetados pelas temperaturas.

Tabela 10 - Razão sexual de *S. frugiperda*\*, criada em dieta artificial, para quatro temperaturas diferentes. UR: 70 ± 10% e fotoperíodo: 14 horas.

Temperatura (°C)	Razão sexual
20	0,44
25	0,53
30	0,52
35	0,55
Média da razão sexual	0,51

\* A separação de sexos foi feita na fase de pupa.

#### 4.1.5. FASE ADULTA

##### 4.1.5.1. Longevidade e período de pré-oviposição

A longevidade foi decrescente com a elevação da temperatura, para ambos os sexos, sendo que em todas as temperaturas os machos viveram mais do que as fêmeas (Tabela 11). Os machos tiveram uma longevidade maior à 20°C, muito embora este período não tenha diferido daquele apresentado pelos insetos à 25°C. Por sua vez os machos criados à 30°C apresentaram uma duração semelhante, estatisticamente, àqueles de 25°C, o que demonstra que a temperatura de 35°C foi a mais prejudicial para esta fase do inseto. Para as fêmeas, o comportamento à 20 e 25°C foi semelhante aos dos machos, sendo que neste caso a temperatura foi prejudicial a partir de 30°C, cuja longevidade foi semelhante aos insetos mantidos a 35°C (Tabela 11).

Os valores de longevidade das fêmeas obtidos por COMBS e VALÉRIO (1980) foram superiores em todas as temperaturas estudadas, sendo que essa diferença pode ser atribuída à alimentação utilizada por estes autores, que, ao invés de mel e água, utilizaram cerveja como alimento de adultos.

A temperatura não afetou o período de pré-oviposição, que foi semelhante à 20, 25 e 30°C (Tabela 11).

Tabela 11 - Longevidade de adultos, período de pré-oviposição, número de posturas por fêmea e total de ovos colocados por *S. frugiperda*, mantida em dieta artificial, em quatro temperaturas constantes. UR: 70 ± 10%, fotoperíodo: 14 horas.

Temperatura (°C)	Longevidade (dias)	Período de pré-oviposição (dias)	Número de posturas/♀	Ovos/♀	Mín.	Máx.
20	♂ 16,6 ± 0,72 a*	4,2 ± 0,42 a	6,1 ± 0,54 a*	1386,4 ± 8,42 a*	229	2570
	♀ 12,8 ± 0,67 a					
25	♂ 12,4 ± 3,75 ab	4,8 ± 1,51 a	5,7 ± 1,29 a	1268,8 ± 6,62 a	568	1805
	♀ 11,1 ± 2,60 ab					
30	♂ 10,5 ± 2,76 b	4,62 ± 0,78 a	2,1 ± 1,52 b	385,7 ± 6,46 b	137	1172
	♀ 7,4 ± 1,35 bc					
35	♂ 4,6 ± 1,58 c					
	♀ 4,8 ± 1,88 c					

\* Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\*\* Não ocorreu postura nesta temperatura

#### 4.1.5.2. Postura

A temperatura influiu marcadamente na reprodução, especialmente nas temperaturas mais elevadas, sendo observado que à 20 e 25 C o número de posturas, assim como o total de ovos por fêmea não diferiram estatisticamente. A partir de 30°C houve uma redução na capacidade de postura, sendo que à 35 C as fêmeas não colocaram ovos. Pôde-se constatar pelos resultados obtidos que a fecundação não afetou a longevidade, pois mesmo fêmeas que colocaram 1.386 ovos (à 20°C), viveram 8 dias, em média, a mais do que aquelas mantidas à 35°C (Tabela 11).

A fecundidade média diária, diminuiu com a idade da fêmea, sendo que nos 4 primeiros dias, as fêmeas depositaram 55,4% e 74,2% dos ovos nas temperaturas de 20 e 25°C, respectivamente. A partir do quarto dia houve diminuição de postura, a qual ocorreu de uma forma mais drástica à 25°C e mais gradual à 20°C (Figura 4). Na presente pesquisa o período de postura se concentrou num período de tempo maior do que o observado por PATEL (1981), que constatou, à 25°C, que 87,7% dos ovos foram colocados nos 4 primeiros dias.

O número total de ovos e de postura por fêmea, obtido à 20 e 25 C (Figura 4), se encontram dentro da faixa observada pela maioria dos autores (LUNGIBILL, 1928; LUCCHINI, 1977 e PATEL, 1981). O número médio de ovos por massa foi de 112,1; 98,5 e 38,3 ovos à 20, 25 e 30°C, respectivamente, va-

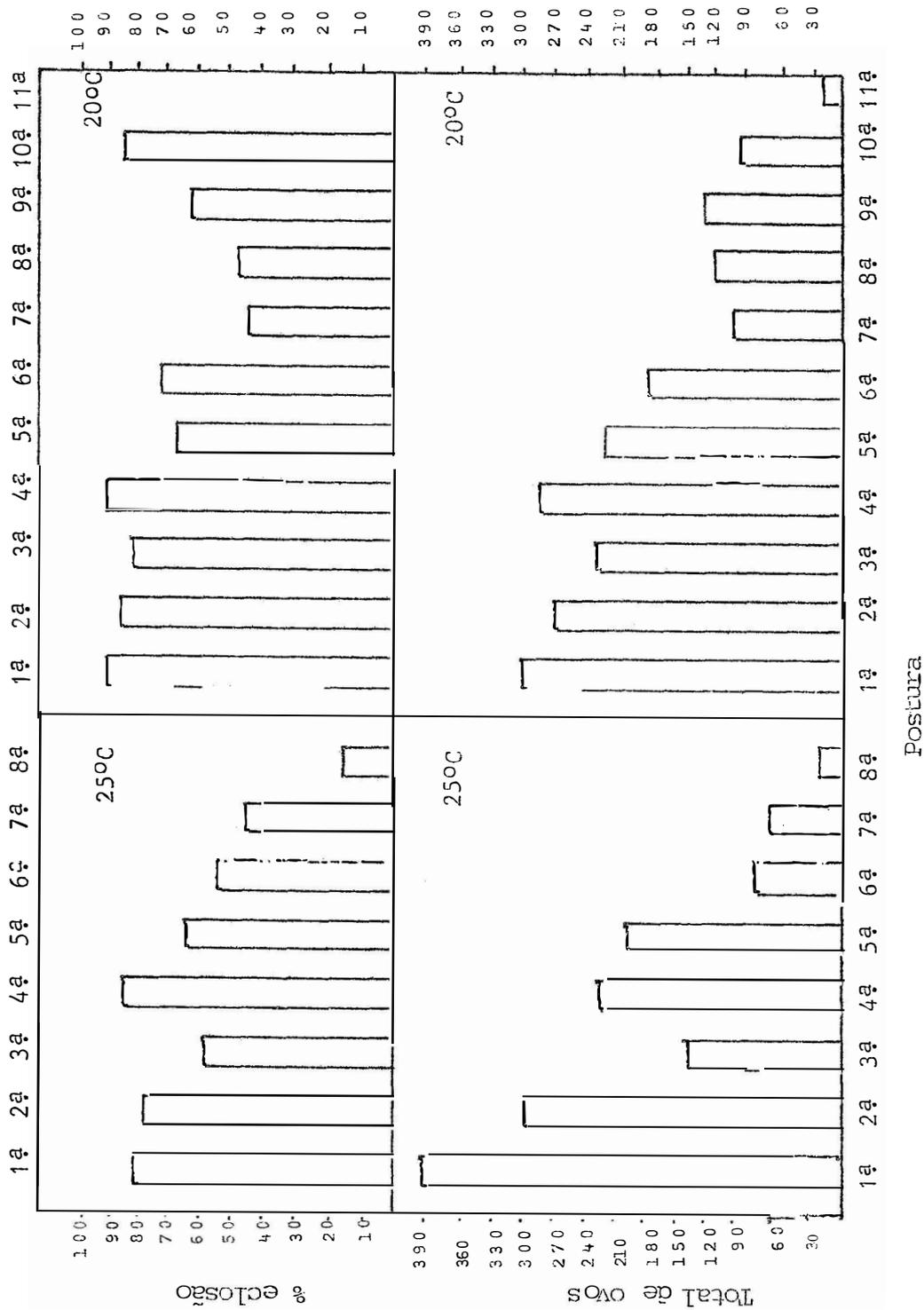


Figura 4 - Posturas e viabilidades diárias de *S. frugiperda* mantida em dieta artificial, à 20 e 25°C. UR: 70 ± 10%, fotoperíodo: 14 horas.

lores esses que se encontram dentro dos limites estabelecidos por FONSECA (1943), FENTON (1952) e METCALF e FLINT (1965).

Quase todas as fêmeas, à 25°C, morreram após a última postura, sendo que à 20°C, elas chegaram a viver até 7 dias, com um período médio de pós-oviposição de 3,2 dias.

Houve uma tendência da viabilidade ser maior nas quatro primeiras posturas, muito embora à 20°C, tenha havido um aumento na nona e décima posturas. A totalidade dos ovos da última postura à 20°C foi inviável (Figura 4).

À 30° C houve postura, mas embora tenha havido fertilização dos ovos, observada pelo escurecimento do ovo, não houve eclosão, mostrando assim que a temperatura afetou o normal desenvolvimento das lagartas. A não fecundação das fêmeas à 35°C e inviabilidade dos ovos a 30°C, possivelmente foram devido ao pequeno tempo de alimentação desses insetos na fase de lagarta, já que nessas temperaturas ocorre um aumento no metabolismo dos indivíduos e em consequência alguns nutrientes, necessários à fertilização, não são suficientemente absorvidos (CHAPMAN, 1971).

Conforme já discutido anteriormente, deve existir, para esta espécie, interação do hospedeiro com a temperatura, pois COMBS e VALÉRIO (1980), pesquisando a biologia de *S. frugiperda* em "Bermudagrass", observaram que a maior postura foi realizada à 25°C, constatando que houve diferença à 20 e 30°C.

As viabilidades obtidas na presente pesquisa a

20°C (65,6%) e 25°C (60,7%), se aproximaram daquelas referidas por COMBS e VALÉRIO (1980), muito embora estes autores tenham observado uma viabilidade de 52,7% dos ovos colocados à 30°C.

#### 4.1.6. CICLO TOTAL

O ciclo biológico (ovo até morte do adulto) de *S. frugiperda* é apresentado na Tabela 12 e Figura 5.

Esse ciclo de vida foi grandemente afetado pela temperatura sendo que à 20°C houve um alongamento de 31,20, 43,14 e 51,17 dias em relação aos dados obtidos à 25, 30 e 35°C, respectivamente.

#### 4.2. TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE

As tabelas de vida de *S. frugiperda* a 20 e 25°C (Tabelas 13 e 14), foram elaboradas no sentido de se ter uma melhor visualização das diferenças observadas no desenvolvimento do inseto, nas diferentes temperaturas. Como os ovos não foram viáveis à 30°C e não houve postura à 35°C, não foi possível a elaboração de tabelas de vida de fertilidade nestas temperaturas.

Através dos resultados, observa-se que a taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ), assim como a duração média de uma

Tabela 12 - Duração média das fases da lagarta, pré-pupa, pupa, adulto e período de incubação de ovos de *S. frugiperda*, criada em dieta artificial em diferentes temperaturas. UR: 70 ± 10%, fotoperíodo: 14 horas.

Fase do ciclo (dias)	20°C	25°C	30°C	35°C
Lagarta	33,38 ± 0,23	19,69 ± 0,26	14,74 ± 0,21	12,32 ± 0,16
Pré-pupa	3,57 ± 0,10	2,14 ± 0,08	1,72 ± 0,10	1,59 ± 0,11
Pupa	$\sigma$ 21,17 ± 0,28 $\eta$ 19,65 ± 0,30	$\sigma$ 9,27 ± 0,20 $\eta$ 9,31 ± 0,21	$\sigma$ 7,10 ± 0,12 $\eta$ 7,27 ± 0,14	$\sigma$ 5,89 ± 0,21 $\eta$ 6,00 ± 0,22
Adulto	$\sigma$ 16,6 ± 0,72 $\eta$ 12,8 ± 0,67	12,40 ± 0,61 11,10 ± 0,51	10,50 ± 0,53 7,40 ± 0,37	4,60 ± 0,40 4,80 ± 0,43
Ovo (período de incubação)	5,67 ± 0,20	3,66 ± 0,20	*	**
Total***	77,73	46,53	32,59	24,56

\* Os ovos não foram viáveis.

\*\* Não houve posturas.

\*\*\* Valores médios.

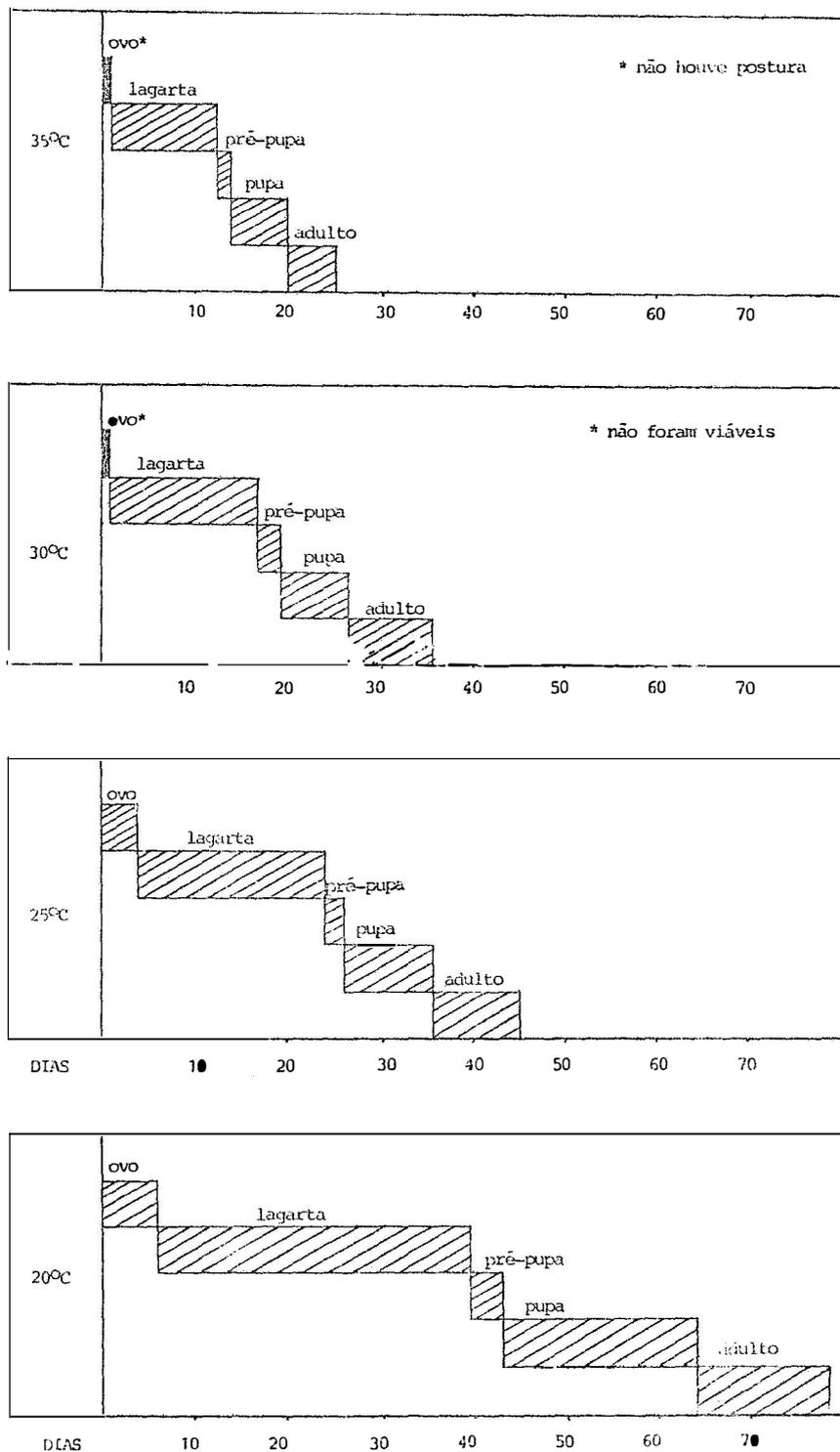


Figura 5 -- Duração de cada fase do ciclo de vida de *S. frugiperda* em diferentes temperaturas. UR:  $70 \pm 10\%$ , fotoperíodo: 14 horas. OBS.: os dados do período de incubação referem-se àqueles retirados da criação estoque e colocados à 30 e 35°C.

Tabela 13 - Tabela de vida de fertilidade para *S. frugiperda* mantida em dieta artificial, à temperatura de 20°C. UR: 70 ± 10% e fotoperíodo: 14 horas.

X (dias)	$m_x$	$l_x$	$m_x l_x$	$m_x l_x \cdot x$	Fase de desenvolvimento
0,5	-	1,0	-	-	ovo, lagarta
1,5	-	-	-	-	pré-pupa, pupa
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
31,5	-	0,6	-	-	
32,5	-	0,6	-	-	pré-oviposição
33,5	31,4	0,6	18,84	631,14	adulto
34,5	14,6	0,57	8,32	287,11	
35,5	104,4	0,57	59,51	2112,53	
36,5	93,7	0,57	53,41	1949,43	
37,5	107,6	0,57	61,33	2299,95	
38,5	124,5	0,54	67,23	2588,36	
39,5	86,8	0,54	46,87	1851,44	
40,5	82,9	0,54	44,77	1813,02	
41,5	57,8	0,48	27,74	1151,38	
42,5	50,0	0,45	22,50	956,25	
43,5	36,7	0,42	15,41	670,51	
44,5	12,3	0,36	4,43	197,05	
45,6	14,8	0,33	4,88	222,22	
46,5	0	0,33	-	-	
$\Sigma$			435,24	16730,39	

$$R_0 = 435,24$$

$$r_m = 0,1581$$

$$T = 38,44 \text{ dias}$$

$$\lambda = 1,171$$

Tabela 14 - Tabela de vida de fertilidade para *S. frugiperda* mantida em dieta artificial, à temperatura de 25°C. UR: 70 ± 10% e fotoperíodo: 14 horas.

X (dias)	$m_x$	$l_x$	$m_x l_x$	$m_x l_x . x$	Fase de desenvolvimento
0,5	-	1,0	-	-	ovo, lagarta,
1,5	-	-	-	-	pré-pupa, pupa
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
23,5	-	0,56	-	-	
24,5	-	0,56	-	-	
25,5	-	0,56	-	-	pré-oviposição
26,5	27,1	0,56	15,2	402,2	adulto
27,5	112,4	0,56	62,9	1731,0	
28,5	155,7	0,56	87,2	2485,0	
29,5	75,8	0,56	42,4	1252,2	
30,5	102,2	0,56	57,2	1745,6	
31,5	83,1	0,45	37,4	1177,9	
32,5	31,9	0,39	12,4	404,3	
33,5	52,3	0,31	16,2	543,1	
34,5	57,6	0,28	16,1	556,4	
35,5	18,9	0,22	4,2	147,6	
36,5	19,2	0,14	2,7	98,1	
37,5	13,0	0,14	1,8	68,2	
38,5	0	0,06	-	-	
$\Sigma$			355,7	10611,6	

$$R_0 = 355,7$$

$$r_m = 0,1971$$

$$T = 29,8 \text{ dias}$$

$$\lambda = 1,218$$

geração (T) foram maiores à 20°C, sendo a razão finita de aumento ( $\lambda$ ) maior à 25°C (Tabelas 13 e 14). Portanto, apesar da postura ser maior à 20°C (embora sem diferir de 25°C) (Tabela 11), a capacidade de produzir fêmeas que darão fêmeas ( $\lambda$ ) foi maior à 25°C, desde que a duração média de uma geração foi maior à 20°C.

Assim, se for considerado um determinado período, um ano, por exemplo, e for feita a determinação de  $\lambda$  nas temperaturas de 20 e 25°C, serão obtidos os seguintes valores:

- . 20°C =  $\lambda^{365} = 1,171^{365} = 1,05 \times 10^{25}$  fêmeas produzidas/fêmea
- . 25°C  $\lambda^{365} = 1,218^{365} = 1,82 \times 10^{31}$  fêmeas produzidas/fêmea

Desta forma, pode-se concluir ser a temperatura de 25°C, na faixa estudada, a ideal para o desenvolvimento de *S. frugiperda*, o que coincide com as pesquisas desenvolvidas por COMBS e VALÉRIO (1980).

Como estes resultados foram obtidos em condições controladas de laboratório, é de se supor que não sejam repetidos, na sua totalidade, em condições de campo, pois é sabido que *S. frugiperda* em condições naturais, é atacada por inúmeros parasitos e predadores, que chegam, segundo LUCCHINI (1977), a dizimar 95% da população da praga, além da influência de fatores climáticos. Portanto, são necessárias observações de campo, para a elaboração de tabelas de vida ecológicas para complementação deste estudo.

### 4.3. BIOLOGIA, EM LABORATÓRIO, EM PLANTAS DE MILHO DE DIFERENTES IDADES

#### 4.3.1. FASE DE LAGARTA

Não houve diferença estatística da duração e peso de lagartas de *S. frugiperda* alimentadas com folhas de milho de diferentes idades (Tabela 15), não se observando, portanto, influência da idade da planta sobre esses parâmetros biológicos.

Tabela 15 - Duração média e peso no máximo desenvolvimento de lagartas de *S. frugiperda*, criadas em folhas de milho 'HMD 7974', de diferentes idades, com a respectiva viabilidade por tratamento. Temperatura:  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ; UR:  $60 \pm 10\%$  e fotoperíodo: 14 horas.

Idade da planta (dias)	Duração* (dias)	Peso* (g)	Viabilidade (%)
15	$13,53 \pm 0,24$	$0,52 \pm 0,06$	95,0
30	$13,52 \pm 0,29$	$0,46 \pm 0,05$	86,2
45	$13,89 \pm 0,25$	$0,48 \pm 0,05$	97,0
60	$13,29 \pm 0,28$	$0,50 \pm 0,06$	80,0
75	$13,05 \pm 0,26$	$0,53 \pm 0,07$	66,7

\* As médias não diferiram estatisticamente entre si, pelo teste F.

O valor médio obtido para a duração da fase larval, assemelha-se àqueles encontrados por LUCCHINI (1977) e PATEL (1981), quando estudaram a biologia dessa praga nas mesmas condições, embora difira daquele registrado por MÁRQUEZ *et alii* (1963-1964), que obtiveram uma duração maior para essa fase.

A viabilidade larval foi relativamente alta para as lagartas que se alimentaram de folhas com até 45 dias de idade, quando houve uma tendência de queda desta viabilidade (Tabela 15). Essa diferença pode ser atribuída à rigidez das folhas, a partir desse período, uma vez que a maior mortalidade larval foi sempre observada nos primeiros dias de alimentação, onde é exigido um alimento mais tenro.

#### 4.3.2. FASE DE PRÉ-PUPA E PUPA

A duração da fase de pré-pupa foi praticamente constante quando as lagartas foram alimentadas com folhas de milho de diferentes idades (Tabela 16). Em termos de duração os resultados foram coincidentes com aqueles de ESTRADA (1960) e LUCCHINI (1977) e diferindo dos de HYNES (1942) e LEIDERMAN e SAUER (1953), que verificaram para essa fase uma duração de 2 a 3 dias.

De forma análoga as fases anteriores, os parâmetros biológicos observados para a fase de pupa, foram semelhantes estatisticamente (Tabela 16), mostrando assim que

a idade da planta não afetou também a duração e peso desta fase de desenvolvimento do inseto.

Tabela 16 - Duração média das fases de pré-pupa e pupa, e peso médio e viabilidade pupal de *S. frugiperda*, criadas em folhas de milho 'HMD 7974' de diferentes idades. Temperatura:  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ; UR:  $60 \pm 10\%$  e fotoperíodo: 14 horas.

Idade da planta (dias)	Duração da fase de pré-pupa (dias)*	Duração da fase pupal* (dias)	Peso de pupas* (g)	Viabilidade pupal (%)
15	$1,82 \pm 0,15$	$7,50 \pm 0,26$	$0,21 \pm 0,03$	87,5
30	$1,88 \pm 0,13$	$7,48 \pm 0,20$	$0,19 \pm 0,03$	87,5
45	$2,00 \pm 0,0$	$7,77 \pm 0,18$	$0,23 \pm 0,03$	95,6
60	$1,88 \pm 0,12$	$7,64 \pm 0,18$	$0,24 \pm 0,04$	91,7
75	$1,75 \pm 0,15$	$7,30 \pm 0,17$	$0,23 \pm 0,04$	89,5

\* Médias não diferiram estatisticamente entre si, pelo teste F.

A duração do estágio de pupa variou de 7,30 a 7,77 dias (Tabela 16), coincidindo com MÁRQUEZ *et alii* (1963-1964), sendo que uma duração maior para essa fase foi verificada por LUCCHINI (1977) e PATEL (1981).

A viabilidade foi relativamente alta em todos os tratamentos considerados (Tabela 16), com um ótimo ao redor de 45 dias de idade da planta, o que fora observado também para a viabilidade larval (Tabela 15).

Como, CARVALHO (1970), a maior redução na produtividade do milho ocorreu em plantas aos 42 dias do plantio e segundo CRUZ e TURPIN(1982) a idade da planta mais sensível ao ataque de *S. frugiperda* está ao redor de 40 dias, é de se supor, em função dos resultados obtidos, que em torno de 45 dias seja a idade da planta mais favorável ao desenvolvimento da praga.

#### 4.4. BIOLOGIA EM CONDIÇÕES DE CAMPO

Os dados obtidos em condições de campo para as fases de ovo, lagarta, pré-pupa e pupa de *S. frugiperda*, acham-se na Tabela 17.

A fase de ovo teve uma duração média de 5,36 dias, coincidindo com pesquisas de LUNGIBILL (1928), que verificou que os ovos, colocados nos meses de julho a novembro têm um período de incubação de 5,28 dias, em média, enquanto que DEW (1913) e SPARKS (1979) encontraram que esse período varia de 2 a 4 dias, em condições de campo, durante experimento para confirmação de resultados de laboratório.

As lagartas completaram o desenvolvimento entre 16 e 20 dias, sendo que esse período diverge daqueles encontrados por DEW (1913), SMITH (1921) e MENSCHOY (1956).

O período pré-pupal encontrado foi, em média, de 2,42 dias, enquanto que o pupal variou de 7 a 9 dias. Esses dados coincidem com aqueles obtidos por SMITH (1921) quan-

Tabela 17 - Duração e viabilidade das fases do ciclo biológico de *S. frugiperda*, em condições de campo, no período de 18/2 a 23/3/82 e de 27/5 a 2/6/82. Piracicaba, SP.

Repetição	Duração (dias)			
	Ovo*	Lagarta	Pré-pupa	Pupa
1	4,3	16	3	7
2	5,3	20	2	7
3	6,4	18	3	8
4	5,5	16	2	7
5	6,0	18	2	7
6	5,2	17	2	7
7	5,0	20	2	8
8	5,6	20	2	9
9	5,2	16	3	a
10	5,1	17	2	b
11	-	17	3	a
12	-	16	2	7
13	-	15	2	7
14	-	16	3	7
15	-	18	3	7
16	-	20	2	8
17	-	18	3	b
18	-	18	3	7
19	-	16	2	7
$\bar{x}$	5,36	17,48	2,42	7,47
Viabilidade (%)	92,1	82,5	100	88,2

\* 10 ovos por repetição.

a: não houve emergência dos adultos.

b: pupa não encontrada.

do as lagartas se alimentaram de trigo, aveia e alfafa, sendo que diferem das citações de DEW (1913) e MENSCHOY (1956).

O ciclo total de *S. frugiperda* foi de 32,7 dias, em média.

É praticamente impossível compararem-se resultados de pesquisas obtidos em condições de campo, devido as variações climáticas locais, que podem, como já visto no item 4.1. (efeito da temperatura), afetar todo o ciclo biológico do inseto. Além disso haverá uma interação de outros parâmetros climáticos, além da temperatura, que irão afetar de maneira mais drástica ainda a biologia da praga. Por outro lado, também a diferença de "strains", hospedeiros, presença ou ausência de inimigos naturais, etc., poderão conduzir a resultados diferentes. Não se deve esquecer que a metodologia utilizada também poderá levar a conclusões contraditórias. De um modo geral, infestações artificiais de *S. frugiperda*, em condições de campo, são feitas pelo método "Bazooka" (WISEMAN e WIDSTROM, 1980). Embora este método seja bastante eficiente, não se prestaria para a presente pesquisa, onde se pretendia o acompanhamento individual dos insetos. Pela alta viabilidade obtida nas diferentes fases do ciclo biológico de *S. frugiperda*, a metodologia utilizada se mostrou satisfatória, muito embora não tenham sido encontradas 2 pupas (Tabela 17), que provavelmente fugiram na fase larval ou foram carregadas pela chuva, por não haver uma vedação adequada. Pode-se considerar ainda a metodologia altamente satisfatória pois foram observados em

campo, resultados superiores, em termos de viabilidade (Tabela 17), àqueles obtidos na condição ideal de laboratório (25°C) (item 4.1.).

#### 4.5. DETERMINAÇÃO DA CONSTANTE TÉRMICA E COMPARAÇÃO DO MODELO DE LABORATÓRIO COM OS DADOS DE CAMPO

Os resultados das temperaturas bases para as fases de ovo, lagarta, pré-pupa e pupa obtidos em laboratório, encontram-se na Tabela 18 e Figura 6, sendo obtidos os valores de 47,58; 294,41; 43,57 e 131,94 GD para as constantes térmicas destas fases (Tabela 18).

Tabela 18 - Temperaturas bases ( $T_b$ ) e constantes térmicas (K) das fases do ciclo biológico de *S. frugiperda*, obtidas em laboratório e constante térmica (K) registrada em condições de campo.

Fases do ciclo	$T_b$ (°C)*	K (GD)	
		Laboratório	Campo
Ovo	10	47,58	33,45
Lagarta	10,7	294,41	261,79
Pré-pupa	6,4	44,57	44,60
Pupa	12,5	131,94	97,75
Total		517,50	435,59

\* Calculada pelo método da hipérbole.

Nos Apêndices I, II e III são listadas as temperaturas médias diárias, registradas durante o período de estudo, assim como os graus dias, em função da temperatura base para cada fase do ciclo de *S. frugiperda*. No Apêndice IV acham-se as constantes térmicas para cada fase por inseto estudado nas condições de campo, sendo as médias apresentadas na Tabela 18.

Quando os valores médios de campo foram comparados com os valores encontrados no laboratório, observam-se pequenas diferenças entre as constantes térmicas para as diferentes fases (Figura 7), com exceção da fase de pré-pupa que apresentou igual exigência térmica em campo ou em laboratório (Tabela 18). Entretanto essas diferenças não mostram serem significativas, desde que correspondem a 16,16; 32,62 e 34,19 graus dias para as fases de ovo, lagarta e pupa, respectivamente, correspondendo a 2,3; 2,7 e 3,1 dias, e assumem menor valor por serem valores médios e estarem dentro da faixa exigida para o desenvolvimento do inseto (Apêndice IV).

Desta forma, com base nos resultados, pode-se afirmar que o modelo obtido em laboratório é satisfatoriamente aplicável às condições de campo, em qualquer estágio de desenvolvimento da cultura, desde que não houve diferença estatística nas diferentes fases do ciclo de *S. frugiperda*, quando alimentadas com folhas de diferentes idades (item 4.3.).

Assim esses resultados poderão ser perfeitamente enquadrados em modelos que visem a previsão de ocorrência de *S. frugiperda* em condições de campo, fornecendo, assim, subsídios a um manejo desta importante praga do milho.

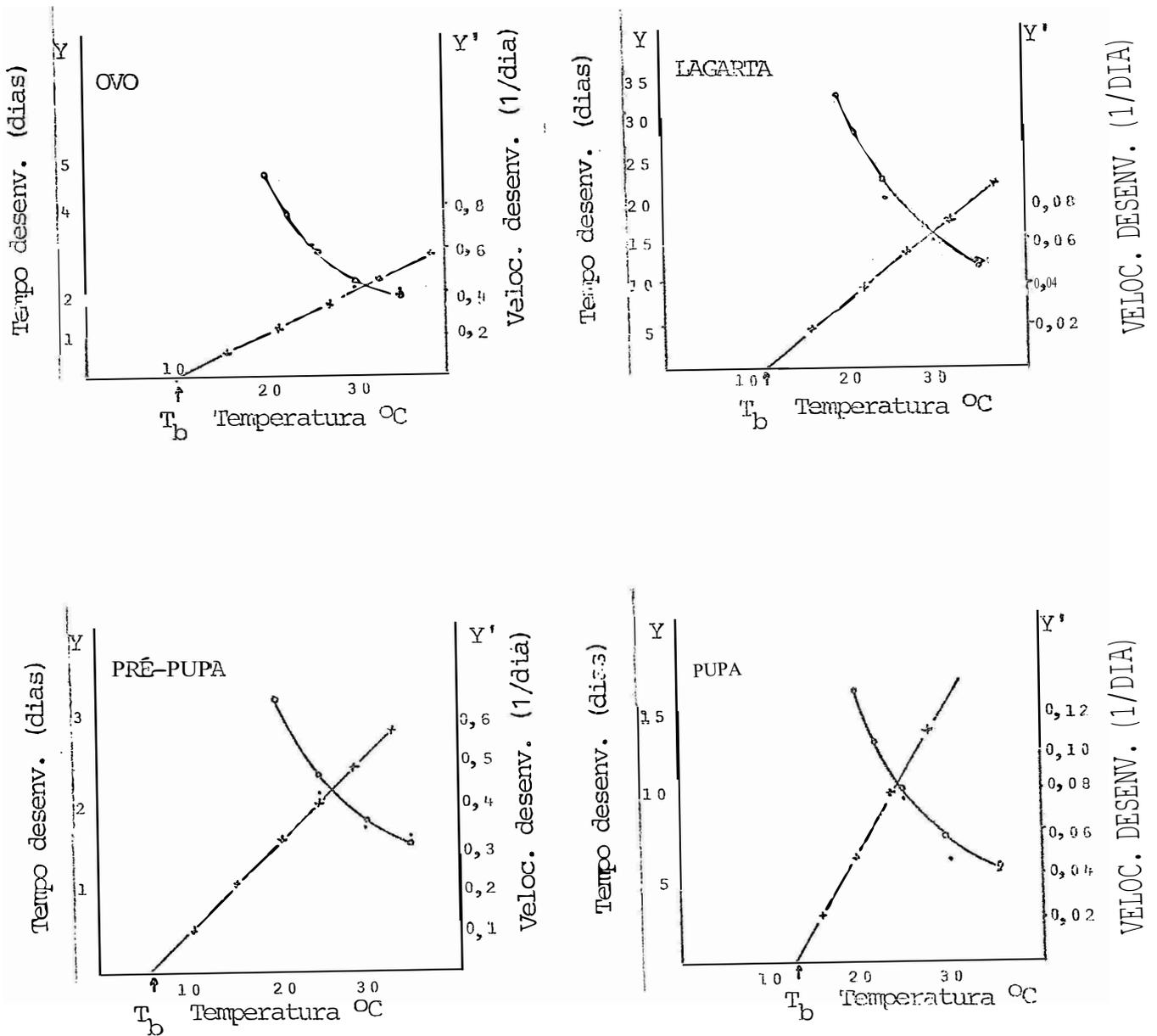


Figura 6 - Relação entre temperatura de desenvolvimento (o-) e velocidade de desenvolvimento (-x-) de cada fase do ciclo biológico de *S. frugiperda*.

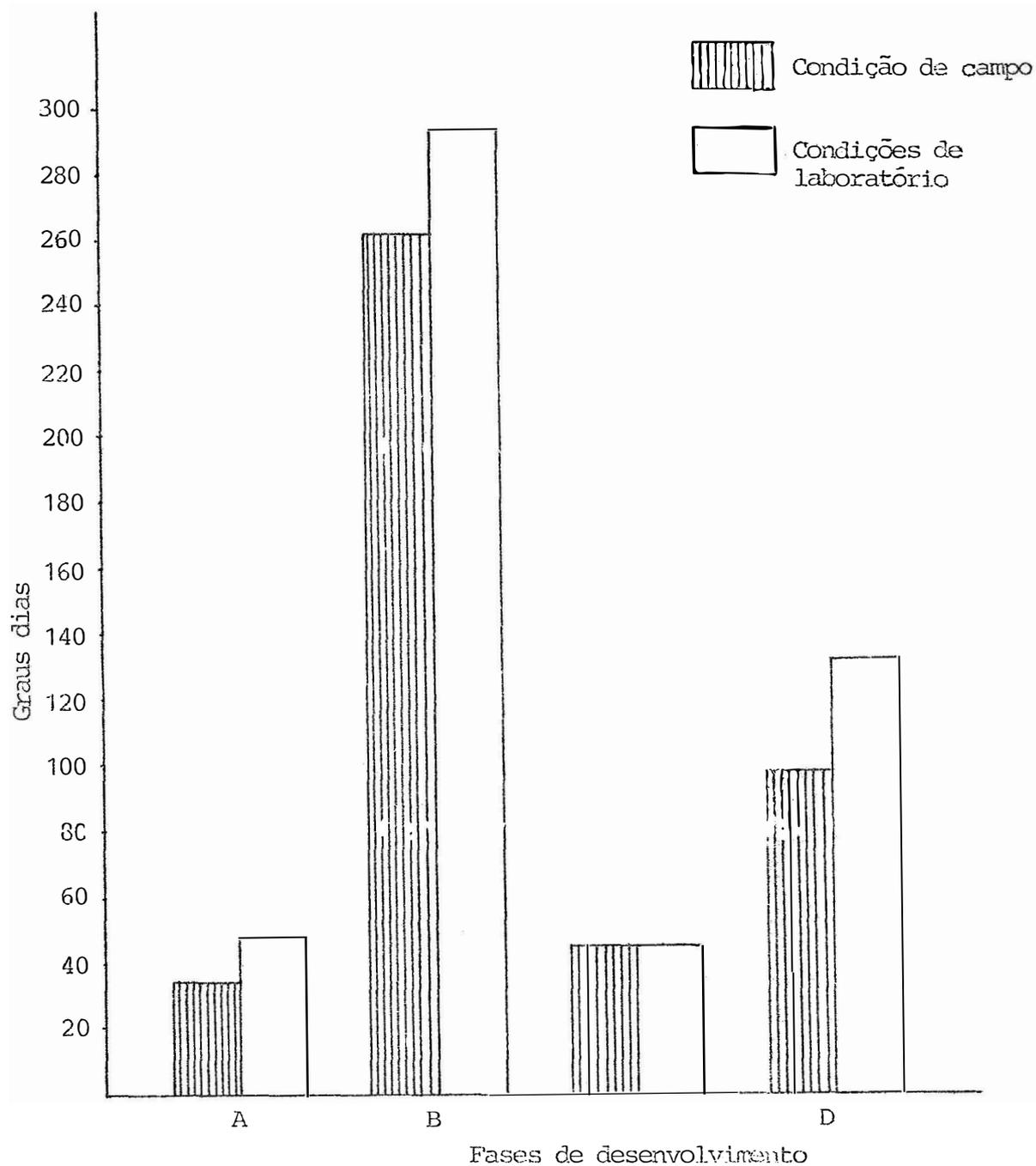


Figura 7 - Comparação da constante térmica de *S. frugiperda* em condições de campo e laboratório. A: fase de ovo; B: fase de lagarta ; C: fase de pré-pupa e D: fase de pupa.

## 5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos na presente pesquisa com *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), conclui-se:

- A temperatura influi marcadamente em todas as fases do ciclo biológico da praga, alongando-o nas temperaturas mais baixas.
- A duração da fase larval é decrescente com a elevação térmica, na faixa de 20 a 35°C.
- A duração das fases de ovo, pre-pupa, pupa, assim como o peso das lagartas no máximo desenvolvimento, são inversamente proporcionais a elevação de temperatura, na faixa de 20 a 30°C.
- O peso das pupas, de ambos os sexos, é maior a 20°C.
- Há maior contaminação, por *Aspergillus* spp., nos tubos com dietas artificiais, mantidos nas temperaturas mais elevadas.

- A temperatura de 20°C afeta o número de ínstaes larvais, aumentando-o.
- A viabilidade das fases de ovo, lagarta e pupa é decrescente, com a elevação de temperatura, no intervalo de 20 à 30°C.
- As temperaturas estudadas afetam igualmente os sexos.
- A longevidade dos adultos é decrescente com o aumento de temperatura, sendo que em todas as condições os machos viveram mais do que as fêmeas. A temperatura não afeta o período de pré-oviposição.
- A capacidade de postura é semelhante à 20 e 25°C; ovos postos à 30°C são inviáveis e não ocorre postura à 35°C.
- Baseando-se na razão finita de aumento ( $\lambda$ ) a temperatura de 25°C é a mais favorável ao desenvolvimento do inseto.
- A idade das plantas de milho não afeta a duração de nenhuma fase imatura de *S. frugiperda*; entretanto, as viabilidades larval e pupal são maiores nos insetos que se alimentam de folhas com 45 dias de idade.
- A metodologia utilizada para acompanhamento da biologia em condições de campo, é satisfatória, pelos resultados semelhantes aos obtidos em condições controladas de laboratório.
- As exigências térmicas das fases de ovo, lagarta, pré-pupa e pupa de *S. frugiperda*, são respectivamente 47,58; 294, 41; 44,57 e 131,94 GD, obtidas a partir de temperaturas bases de 10; 10,7; 6,4 e 12,5°C, respectivamente.

- . O modelo de temperatura, obtido em laboratório, se aplica à biologia da praga em condições de campo em qualquer estágio de desenvolvimento do milho.

## 6. LITERATURA CITADA

- BAILEY, D.L. e H.L. CHADA, 1968. Effects of natural (sorghum) and artificial (wheat germ) diets on development of the corn earworm, fall armyworm, and southwestern corn borer. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 61(1): 257-260.
- BARFIELD, C.S.; E.R. MITCHELL e S.L. POE, 1978. A temperature dependent model for fall armyworm development. *Annals of the Entomological Society of America*, College Park, 71(1): 70-74.
- BEAN, J.L., 1961. Predicting emergence of second-instar spruce budworm larval from hibernation under field conditions in Minnesota. *Annals of the Entomological Society of America*, College Park, 54: 175-177.
- BERTELS, A. e M.A.B. ROCHA, 1950. Observações preliminares sobre pragas do milho. *AGROS*, Pelotas, 3(3): 160-183.

- BIEZANKO, C.M.; A. RUFFINELLI e D. LINK, 1974. Plantas y otras sustancias alimenticias de las orugas de los lepidopteros uruguayos. Revista Centro Ciências Rurais, Santa Maria, 4(2): 107-148.
- BOWLING, C.C., 1967. Rearing of two lepidopterous pests of rice on a common artificial diet. Journal of Economic Entomology, College Park, 60: 1215-1216.
- BOWLING, C.C., 1978. Simulated insect damage to rice: effects of leaf removal. Journal of Economic Entomology, College Park, 71(2): 377-378.
- BURKHARDT, C.C., 1952. Feeding and pupating habits of the fall armyworm in corn. Journal of Economic Entomology, College Park, 45(6): 1035-1037.
- BURTON, R.L. e W.D. PERKINS, 1972. WSB, a new laboratory diet for the corn earworm and the fall armyworm. Journal of Economic Entomology, College Park, 65: 385-386.
- BUTT, B.A. e E. CANTU, 1962. Sex determination of lepidopterous pupae. ARS, United States Department of Agriculture, Washington, n.33-75, 7p.
- CAMPOS, P.J., 1968. Investigaciones sobre el control biológico del cogollero del maiz *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) y otros noctuideos. Revista Peruana de Entomología, Lima, 8(1): 126-131.
- CARVALHO, R.P.L., 1970. Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e susceptibilidade de diferentes genótipos de milho, em condições de campo. Piracicaba, ESALQ/USP, 170p. [Tese de Doutorado]

- CHAPMAN, R.F., 1971. *The insects: structure and function*. New York, American Elsevier Publishing Company, Inc. 819p.
- CHITTENDEN, F.H., 1901. Fall army worm and variegated cutworm. ARS, United States Department of Agriculture, Washington, 29: 1-64.
- COMBS, Jr., R.T.C. e J.R. VALÉRIO, 1980. Biology of the fall armyworm on four varieties of bermudagrass when held at constant temperatures. *Environmental Entomology*, College Park, 9(4): 393-395.
- CRUZ, I. e F.T. TURPIN, 1982. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios de crescimento da cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 17(3): 355-359.
- DEW, J.A., 1913. Fall army worm *Laphygma frugiperda* (S. & A.). *Journal of Economic Entomology*, Geneva, 6(4): 361-366.
- DORESTE, E.S., 1975. Fluctuaciones de la población de algunas plagas en Cagua, Estado Aragua, Venezuela, según estudios realizados durante diez años con una trampa de luz. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela*, Maracay, 8(4): 5-24.
- DYAR, H.G., 1890. The number of molts of lepidopterous larvae. *Psyche*, Massachussets, 5: 420-422.
- ESCALANTE, J.A., 1974. Contribución al conocimiento de la Biología de *Heliothis zea* y *Spodoptera frugiperda*, en el Cusco. *Revista Peruana de Entomología*, Lima, 17(1): 121-122.
- ESTRADA, R.F.A., 1960. Lista preliminar de insetos asociados al maíz en Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, 10(2): 68-73.

- ETCHEVERRY, M., 1957. *Laphygma frugiperda* (Abbot & Smith) in Chile (Lepidoptera - Noctuidae). *Revista Chilena de Entomología*, Santiago, 5: 183-192.
- FENTON, F.A., 1952. **Field crop insects**. New York, MacMillan, 405p.
- FLORES, J.D. e J.F. PALOMINO, 1969. Comportamiento de alguns inseticidas en el control de los gusanos perforadores de las mazorcas de maíz en Ayacucho, *Heliothis zea* (Boddie) y *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lep., Noctuidae). *Revista Peruana de Entomología*, Lima, 12(1): 153-159.
- FONSECA, J.P., 1937. Lagartas nocivas aos milharaes, capinzaes, alfafaes e algodoaes. *O Biológico*, São Paulo, 3(2): 45-50.
- FONSECA, J.P., 1943. Lagartas nocivas as gramíneas. *O Biológico*, São Paulo, 9(12): 411-414.
- HOFMASTER, R.N. e D.E. GREENWOOD, 1949. Fall armyworm control on forage and truck crops. *Journal of Economic Entomology*, Geneva, 42(3): 503-504.
- HOROVITZ, S., 1960. Trabajos en marcha sobre resistencia a insectos en el maíz. *Agronomia Tropical*, Maracay, 10(3): 107-114.
- HYNES, H.B.N., 1942. Lepidopterous pests of maize in Trinidad. *Tropical Agriculture*, Trinidad, 19(10): 194-202.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, 1981. Prognóstico 81/82. São Paulo. Secretaria da Agricultura, 10: 118-123.

- KASTEN, Jr., P.; A.A. e C.M. PRECETTI e J.R.P. PARRA, 1978. Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) em duas dietas artificiais e substrato natural. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, 53(1-2): 68-78.
- KERN, F., 1954. Nota sobre una nueva forma biológica de *Laphygma frugiperda* (S. et A.). *Agronomia Tropical*, Maracay, 3(4): 295-300.
- LABRADOR, S., J.R., 1967. Estudio de biología y combate del gusano cogollero del maíz *Laphygma frugiperda* S. & A. Sección Entomology, Universidade de Zulia, Maracaibo, 83p. Apud: *Review of Applied Entomology*, Serie A, London, 57: 45, 1969. [ref. 199]
- LEIDERMAN, L. e H.F.G. SAUER, 1953. A lagarta dos milharais. *O Biológico*, São Paulo, 6(19): 105-113.
- LEUCK, D.B., 1970. The role of resistance in pearl millet in control of fall armyworm. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 63(5): 1679-1681.
- LUCCHINI, F., 1977. Biología de *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbot, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). Níveis de prejuízos e avaliação toxicológica de inseticidas para o seu combate em milho. Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 114p. [Tese de Mestrado]
- LUNGIBILL, P., 1928. The fall army worm. *Technical Bulletin*. United States Department of Agriculture, Washington, 34: 1-91.
- LUNGIBILL, P., 1950. Habits and control of the fall armyworm. *Farmer's Bulletin*. United States Department of Agriculture, Washington, 1990: 1-11.

- MALAUSSA, J.C. e D. MARIVAL, 1981. Etude de la dynamique des populations des chenilles de *Spodoptera frugiperda* Abbot & Smith et d'*Heliothis zea*, Boddie (Lepidoptera: Noctuidae) sur deux variétés de maïs en Guadeloupe (Antilles-françaises). *Agronomie*, Paris, 1(8): 701-706.
- MÁRQUEZ, S.A.; J. de la F. VILLARREAL; D.E. SCHALLENMUELLER e J.M. VEILLARD, 1963-1964. Estudios biológicos del gusano cogollero. Informe Anual de Investigación, Monterrey, 9: 27-32.
- MENSCHOY, A.B., 1956. Pragas do milho, métodos de defesa. Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Sul, Pelotas, n.16, 18p.
- MERTEL, P.; M. HUDON e C. RITCHOT, 1980. État des insectes nuisibles dans certaines cultures du sud-ouest du Québec em 1979. *Annals of the Entomological Society of Québec*, 25: 190-194.
- METCALF, C.L. e W.P. FLINT, 1965. Insectos destructivos y insectos utiles, sus costumbres e su control. 4.ed. México, Continental, 630p.
- MITCHELL, E.R., 1978. Relationship of planting date to damage by earworms in commercial sweet corn in North Central Florida. *Florida Entomologist*, Gainesville, 61(4): 251-255.
- MORRIL, W.L. e G.L. GREENE, 1974. Survival of fall armyworm larvae and yields of field corn after artificial infestations. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 67(1): 119-123.
- PAINTER, R.H., 1955. Insects on corn and teosinte in Guatemala. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 48(1): 36-42.
- PARRA, J.R.P., 1979. Biología dos insetos. Piracicaba, ESALQ, 383p. [mimeografado]

- PATEL, P.N., 1981. Estudos de fatores bióticos de controle natural em populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Campinas, UNICAMP, 98p. [Dissertação de Mestrado]
- PENA, O.N.S., 1974. Ensayo sobre control químico del cogollero del maíz em Tarazoto. *Revista Peruana de Entomología*, Lima, 17: 123.
- PENAGOS, D.H., 1974. Evaluación de cinco inseticidas para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith). *Revista Cafetalera Agropecuaria*, Bogotá, 41: 1.
- RANDOLPH, N.M. e P.M. WAGNER, 1966. Biology and control of the fall armyworm. *Texas Agricultural Experiment Station Report*, Texas, n.2431. 6p.
- REVELO, M.A. e E.S. RAUN, 1964. Rearing the fall armyworm under greenhouse conditions. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 57(6): 1000.
- RUPPEL, R.F ; C.B. CARMONA; A.P. FIGUEROA e N.M. DELGADO, 1956. El control del cogollero *Laphygma frugiperda* (Smith) en maíz en Colombia; con anotaciones sobre otras especies. *Agricultura Tropical*, Bogotá, 12(8): 499-524.
- SALAS, L.A.P., 1954. Insectos perjudiciales en el maíz. Mejoramiento del maíz. In: I Reunión Centroamericana, Turrialba, Costa Rica. p.305-311.

- SIFUENTES, J.A.A., 1967. Oviposición de palomillas del cogollero y daño de las larvas en plantulas de maíz y sorgo, en invernadero. *Agricultura Técnica en México*, 2(7): 311-314.
- SILVA, A.G. d' A.; C.R. GONÇALVES; D.M. GALVÃO; A.J.L. GONÇALVES; J. GOMES; M.N. SILVA e L. SIMONI, 1968. Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitos e predadores. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. pte. 2, v.1.
- SILVA, R.F.P. da, 1981. Aspectos biológicos e nutrição de *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818 (Lepidoptera - Noctuidae) em meio natural e artificial e influência da temperatura e fotoperíodo no seu desenvolvimento. Piracicaba, ESALQ/USP, 130p.[Tese de Doutorado]
- SILVEIRA NETO, S.; O. NAKANO; D. BARBIN e N.A. VILLA NOVA, 1976. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, Ceres, 419p.
- SMITH, B.R.C., 1921. Observations on the fall army worm (*Laphygma frugiperda* Smith & Abbot) and some control experiments. *Journal of Economic Entomology*, Geneva, 14: 300-308.
- SPARKS, A.N., 1979. A review of the biology of the fall armyworm. *Florida Entomologist*, Gainesville, 62(2): 82-87.
- VELEZ, C.M. e J.A.A. SIFUENTES, 1967. El gusano cogollero del maíz. Su combate con insecticidas granulados en Valle de Apatzingan, Mich. *Agricultura Técnica en México*, 2(7): 315-317.

- VIEGAS, G.P., 1978. Práticas culturais. In: PATERNIANI, E., coord. Melhoramento e produção do milho no Brasil. Piracicaba, ESALQ, Fund. Cargill, p.376-416.
- VILLA NOVA, N.A.; M.J. PEDRO Jr.; A.R. PEREIRA e J.C. OMETTO, 1972. Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer temperatura base, em função das temperaturas máximas e mínimas. Caderno de Ciências da Terra, São Paulo, n.30, 8p.
- WISEMAN, B.R.; R.H. PAINTER e C.E. WASSON, 1966. Detecting corn seedling differences in the greenhouse by visual classification of damage by the fall armyworm. Journal of Economic Entomology, College Park, 59(5): 1211-1214.
- WISEMAN, B.R. e N.W. WIDSTROM, 1980. Comparison of methods of infesting whorl-stage corn with fall armyworm larvae. Journal of Economic Entomology, College Park, 73(3): 441-442.

## 7. APÉNDICE

Apêndice I -- Graus dias acima da temperatura base da fase de ovo (10,0°C) de *S. frugiperda*, registrados no período de estudo, em condições de campo, tomando-se por base a temperatura média. Piracicaba, SP.

---

Data	Temperatura média (°C)	Graus dia
27/5	17,1	7,1
28/5	16,6	6,6
29/5	15,2	5,2
30/5	15,9	5,9
31/5	16,5	6,5
01/06	17,0	7,0
02/06	17,8	7,8

---

Apêndice II -- Graus dias acima da temperatura base da fase de lagarta (10,7°C) de *S. frugiperda*, registrados no período de estudo, em condições de campo, tomando-se por base a temperatura média. Piracicaba, SP.

Data	Temperatura média (°C)	Graus dia
18/2	27,2	16,5
19/2	26,7	16,0
20/2	25,8	15,1
21/2	24,8	14,1
22/2	26,1	15,4
23/2	26,9	16,2
24/2	26,3	15,6
25/2	24,4	13,7
26/2	24,0	13,3
27/2	25,0	14,3
28/2	25,6	14,9
01/3	26,2	15,5
02/3	24,7	14,0
03/3	23,7	13,0
04/3	21,5	10,8
05/3	23,1	12,4
06/3	23,5	12,8
07/3	21,6	10,9
08/3	24,3	13,6
09/3	25,6	14,9
10/3	22,1	11,4

Apêndice III - Graus dias acima da temperatura base da fase de pre-pupa (6,4°C) de *S. frugiperda*, registrados no período de estudo, em condições de campo, tomando-se por base a temperatura média. Piracicaba, SP.

---

Data	Temperatura média (°C)	Graus dia
05/3	23,1	16,7
06/3	23,5	17,1
07/3	21,6	15,2
08/3	24,3	17,9
09/3	25,6	19,2
10/3	22,1	15,7
11/3	23,0	16,6
12/3	24,5	18,1

---

Apêndice IV- Graus dias acima da temperatura base da fase de pupa (12,5°C) de *S. frugiperda*, registrados no período de estudo, em condições de campo, tomando-se por base a temperatura média. Piracicaba, SP.

Data	Temperatura média (°C)	Graus dia
07/3	21,6	9,1
08/3	24,3	11,8
09/3	25,6	13,1
10/3	22,1	9,6
11/3	23,0	10,5
12/3	24,5	12,0
13/3	24,0	11,5
14/3	23,0	10,5
15/3	24,0	11,5
16/3	23,9	11,4
17/3	25,4	12,9
18/3	24,7	12,2
19/3	25,1	12,6
20/3	23,8	11,3
21/3	24,6	12,1
22/3	25,4	12,9

Apêndice V - Exigências térmicas, expressas em graus dias, das fases do ciclo biológico de *S. frugiperda*, registradas em condições de Campo no período de 18/2 a 22/3/82 e de 27/5 a 2/6/82 Piracicaba, SP.

Repetição	Ovo	Lagarta	Pré-pupa	Pupa
1	24,8	243,6	52,3	89,9
2	31,3	294,4	34,7	93,9
3	38,3	268,1	51,5	105,9
4	38,3	243,6	33,1	90,1
5	38,3	268,1	34,9	92,5
6	31,3	254,5	37,1	89,9
7	31,3	294,4	34,7	106,0
8	38,3	294,4	34,7	118,9
9	31,3	243,6	52,3	a
10	31,3	254,6	37,1	b
11		254,5	52,8	a
12		243,6	33,1	90,1
13		230,8	32,3	90,5
14		243,6	52,3	89,9
15		268,1	51,5	118,0
16		294,4	34,7	106,0
17		268,1	51,5	b
18		268,1	51,5	94,6
19		243,6	33,1	90,1
$\bar{x}$	33,45	261,79	44,60	97,75

a: não houve emergência do adulto.

b: pupa não encontrada.