COMPARAÇÃO DE DIETAS ARTIFICIAIS, CONTENDO DIFERENTES FONTES DE ÁCIDOS GRAXOS, PARA CRIAÇÃO DE *Elasmopalpus lignosellus* (ZELLER, 1848) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)

ANA MARIA MENEGUIM
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. 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 Ciências Biológicas, Área de Concentração: Entomologia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Janeiro - 1992

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

Meneguim, Ana Maria
M541c Comparação de dietas artificiais, contendo diferentes fontes de ácidos graxos, para criação de Elasmopalpus lignosellus (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae). Piracicaba, 1992.
90p. ilus.

Diss. (Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Ácido graxo na dieta de inseto 2. Lagarta elasmo - Dieta artificial 3. Praga agrícola I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 595.78

COMPARAÇÃO DE DIETAS ARTIFICIAIS, CONTENDO DIFERENTES FONTES DE ÁCIDOS GRAXOS, PARA CRIAÇÃO DE *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)

Ana Maria Meneguim

Aprovada em: 20/03/92

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. José Roberto Postali Parra	ESALQ/USP
Prof. Dr. Evôneo Berti Filho	ESALQ/USP
Dr. Antonio Ricardo Panizzi	EMBRAPA/CNPSo

Prof. Dr. José Roberto Postali Parra
Orientador

Aos meus pais,
MOACYR e TEREZINHA,

Aos meus irmãos, ROGÉRIO, MOACYR,
LUCIANA e RICARDO,

AGRADEÇO.

À KATHARINA,
minha filha,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. José Roberto Postali Parra, Professor Associado do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, Piracicaba, pelos ensinamentos, orientação e incentivo concedidos para a realização deste trabalho e pela amizade e compreensão durante este período;

À Coordenadoria Nacional de Pesquisa Agropecuária (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo;

Aos Professores do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pelos ensinamentos transmitidos durante o curso de Pós-graduação;

Ao Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA/CNPMS) Paulo A. Viana pelo material fornecido para a execução deste trabalho;

À Dra. Marinéia de Lara Haddad pela paciência e amizade com que auxiliou nas análises estatísticas do trabalho;

Aos Pesquisadores da área de Entomologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA/CNPSo) em especial ao Dr. Antônio Ricardo Panizzi pela amizade e estímulo;

A senhorita Lia Bruno Moretti pela versão do resumo para o inglês;

Ao Instituto Agronômico de Pesquisa do Paraná pelo apoio recebido;

A Professora e Pesquisadora Vera Lucia R.M. Benassi que despertou meus interesses para o estudo dos insetos;

Aos colegas do Curso de Pós-graduação especialmente aos amigos Teresinha Augusta Giustolin, Eleonora B. da Silva, Pedro Neves, João Ferst, João Justi, Mirian M. Mitidieri; Orlando Salles Junior e Marilene Francelli;

A Aparecida F. Albertini, Zuleide Hissano e Sueli Martinês de Carvalho pela amizade e estímulo recebidos;

Ao Marcos Antonio Sabino, Marilise S. Ragassi e Isabel pelo auxílio na condução deste trabalho.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE TABELAS viii
LISTA DE FIGURAS xi
RESUMO xv
SUMMARY xvii

1. INTRODUÇÃO 01

2. REVISÃO DE LITERATURA 03
   2.1. Considerações gerais 03
   2.2. Criação de *E. lignosellus* em dietas artificiais 05
   2.3. Exigências nutricionais dos insetos 08
   2.4. Controle de qualidade 10

3. MATERIAL E MÉTODOS 13
   3.1. Origem do material 13
   3.2. Técnica geral de criação 13
   3.3. Preparo das dietas 15
   3.4. Avaliação de dietas artificiais, para criação de *E. lignosellus*, contendo fontes alternativas de ácidos graxos 15
      3.4.1. Dieta de CHALFANT (1975) 16
      3.4.2. Dieta de MIHSFELDT (1985) 18
      3.4.3. Tabela de vida de fertilidade 23
      3.4.4. Efeito da temperatura na biologia e determinação das exigências térmicas de *E. lignosellus* em dieta artificial 23
   3.5. Determinação do número adequado de lagartas de *E. lignosellus* por recipiente de criação 24

Página

3.6. Efeito da coloração do papel no número de ovos colocado por *E. lignosellus* 25
3.7. Controle de qualidade de populações de *E. lignosellus* mantidas em laboratório 26
3.7.1. Desenvolvimento de *E. lignosellus* em dietas artificiais e natural ... 26
3.7.2. Danos causados por lagartas provenientes de dietas artificiais e natural 27
3.8. Análise estatística 28

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 30
4.1. Avaliação de dietas artificiais, para criação de *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848), contendo fontes alternativas de ácidos graxos 30
4.1.1. Período lagarta-adulto 30
4.1.1.1. Duração e viabilidade 30
4.1.2. Fase adulta 36
4.1.2.1. Deformação e tamanho das asas 36
4.1.2.2. Ritmo de emergência 40
4.1.2.3. Duração dos períodos de pré-oviposição e oviposição 45
4.1.2.4. Capacidade de postura 47
4.1.2.5. Ritmo de postura 52
4.1.2.6. Longevidade 55
4.1.3. Tabela de vida de fertilidade 55
4.1.4. Efeito da temperatura na biologia e exigências térmicas de *E. lignosellus* 64

Página

4.2. Determinação do número adequado de lagartas de *E. lignosellus* por recipiente de criação 69
4.3. Efeito da cor do papel na oviposição 70
4.4. Controle de qualidade 72
4.4.1. Aspectos biológicos de *E. lignosellus* em dietas artificiais e natural. . 72
4.4.1.1. Duração do período lagarta-pupa 72
4.4.1.2. Viabilidade do período lagarta-pupa 74
4.4.1.3. Deformação de asas 75
4.4.1.4. Danos causados por lagartas *E. lignosellus* provenientes de dieta natural e artificial 75

5. CONCLUSÕES 77

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 78

LISTA DE TABELAS

TABELA Nº		Página
01	Composição da dieta artificial padrão para *E. lignosellus* à base de feijão, germe de trigo e levedura de cerveja (CHALFANT, 1975)	17
02	Composição da dieta artificial à base de milho, levedura de cerveja e germe-de-trigo utilizada no laboratório de Biologia do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, para diversas espécies de lepidópteros (MIHSFELDT, 1985)	19
03	Comparação das dietas utilizadas para avaliar o desenvolvimento biológico de *E. lignosellus*, resultantes de modificação da dieta de CHALFANT (1975) (dieta C) e MIHSFELDT (1985) (dieta M). Temperatura: 30±0,5°C; UR: 60±10%; fotofase: 14h.....	20
04	Comparação das dietas utilizadas para avaliar a reprodução de *E. lignosellus*, resultantes de modificações da dieta de CHALFANT (1975) (dieta C) e de MIHSFELDT (1985) (dieta M). Temperatura: 25±0,2°C; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h	22

TABELA Nº Página

05 Duração e viabilidade do período lagarta-adulto de *E. lignosellus* em dietas contendo diferentes fontes alternativas de ácidos graxos, em três gerações de laboratório. Temp.: 30±0,5°C; UR: 60± 10%; fotofase: 14h 33

06 Deformação média em três gerações de adultos de *E. lignosellus* criados nas dietas C e M com diferentes fontes de ácidos graxos. Temp.: 30±0,5°C; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h 38

07 Duração dos períodos de pré-oviposição e oviposição de *E. lignosellus* criada na dieta C e M com diferentes fontes de ácidos graxos. Temp.: 25±2°C; UR: 10±60%; fotofase: 14h 46

08 Número total de ovos e intervalo de variação do número total de ovos colocados por duas fêmeas de *E. lignosellus* desenvolvidas nas dietas C e M com diferentes fontes de ácidos graxos. Temp.: 30±0,5°C; UR: 60±10%; fotofase: 14h 48

09 Taxa líquida de reprodução (Ro), duração média de cada geração (T), capacidade inata de aumentar em número (rm), razão finita de aumento (λ) de *E. lignosellus*, mantida em cinco dietas artificiais. Temp.: fases imaturas 30±0,5°C; adultos 25±2°C; UR: 60±10%; fotofase: 14h 63

TABELA Nº Página

10 Duração (dias) da fase de ovo e do período lagarta-adulto de *E. lignosellus*, criada em dieta artificial em diferentes temperaturas. UR: 60±10%; fotofase: 14h. 64

11 Viabilidade (%) da fase de ovo e do período lagarta-adulto de *E. lignosellus*, submetida a diferentes temperaturas (UR: 60±10%; fotofase: 14h) 67

12 Temperatura base (Tb), constante térmica (K), equação da velocidade do desenvolvimento (1/D) e respectivo coeficiente de determinação (R^2) para a fase de ovo para o período lagarta-adulto de *E. lignosellus*, criada em dieta artificial ... 68

13 Duração e viabilidade do período lagarta-adulto de *E. lignosellus* criada na dieta C (feijão, germe-de-trigo e levedura de cerveja) com óleo de colza e com diferentes números de lagartas/tubo de criação. Temp.: 30±0,5°C; UR: 60±10%; fotofase: 14h 69

14 Viabilidade e duração do período lagarta-adulto e deformação de adultos de *E. lignosellus* criada em duas dietas artificiais com diferentes fontes de ácidos graxos. Geração F_4. (Temp.: 30±0,5°C; UR: 60±10%; fotofase: 14h) e em dieta natural em condições de casa-de-vegetação (Piracicaba-jan/89) (Temp.: 24,70±5,1°C). 73

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nº		Página
01	Tamanhos de asas de *E. lignosellus* criado na dieta C (feijão, germe-de-trigo e levedura de cerveja) e na dieta M (milho 'Opaco', germe-de-trigo e levedura de cerveja) com diferentes fontes de ácidos graxos. Temp.: 30±0,5°C; UR: 60±10%; fotofase: 14h	39
02A	Ritmo de emergência de *E. lignosellus* (1a. geração) criado na dieta C (feijão, germe-de-trigo e levedura de cerveja) com diferentes fontes de ácidos graxos. Temp.: 30±0,5°C; UR: 60±10%; fotofase: 14h	41
02B	Ritmo de emergência de *E. lignosellus* (2a. geração) criado na dieta C (feijão, germe-de-trigo e levedura de cerveja) com diferentes fontes de ácidos graxos. Temp.: 30±0,5°C; UR: 60±10%: fotofase: 14h	42
02C	Ritmo de emergência de *E. lignosellus* (5a. geração) criado na dieta C (feijão, germe-de-trigo e levedura de cerveja) com diferentes fontes de ácidos graxos. Temp.: 30±0,5°C: UR: 60±10%; fotofase: 14h	43

FIGURA Nº Página

02D Ritmo de emergência de *E. lignosellus* (5a. geração) criado na dieta M (milho 'Opaco', germe-de-trigo e levedura de de cerveja) com diferentes fontes de ácidos graxos. Temp.: 30±0,5°C; UR: 60±10%; fotofase: 14h 44

03 Porcentagem de gaiolas com duas fêmeas inférteis e número de ovos por fêmeas de *E. lignosellus* desenvolvidas nas dietas C (feijão, germe-de-trigo e levedura de cerveja) e M (milho 'Opaco', germe-de-trigo e levedura de cerveja) com diferentes fontes de ácidos graxos. Temp.: 25±2°C; UR: 60±10%; fotofase: 14h 50

04 Ritmo de postura, a cada cinco dias, de *E. lignosellus* criado na dieta C (feijão, germe-de-trigo e levedura de cerveja) com diferentes fontes de ácidos graxos, geração F_1 e F_2. Temp.: 25±2°C; UR: 60±10%; fotofase: 14h. 53

05 Ritmo de postura, a cada cinco dias, de *E. lignosellus*, criado na dieta C (feijão, germe-de-trigo e levedura de cerveja) e na dieta M (milho 'Opaco', germe-de-trigo e levedura de cerveja) com diferentes fontes de ácidos graxos, geração F_5. Temp.: 25±2°C; UR: 60±10%; fotofase: 14h 54

FIGURA Nº Página

06 Sobrevivência de adultos (♂ e ♀) de *E. lignosellus* criados na dieta C com ácido linoléico (A) e óleo de linhaça (B). Valores observados e estimados pela equação de Weibull. Temp.: 25±2°C; UR: 60±10%; fotofase: 14h. Geração F_1 56

07 Sobrevivência de adultos (♂ e ♀) de *E. lignosellus* criados na dieta C com óleo de girassol (A) e óleo de colza (B). Valores observados e estimados pela equação de Weibull. Temp.: 25±2°C; UR: 60±10%; fotofase: 14h. Geração F_2 57

08 Sobrevivência de adultos (♂ e ♀) de *E. lignosellus* criados na dieta C com ácido linoléico (A) e com óleo de linhaça (B). Valores observados e estimados pela equação de Weibull. Temp.: 25±2°C; UR: 60 ±10%; fotofase: 14h. Geração F_2 58

09 Sobrevivência de adultos (♂ e ♀) de *E. lignosellus* criados na dieta C com óleo de girassol (A) e óleo de colza (B). Valores observados e estimados pela equação de Weibull. Temp.: 25±2°C; UR: 60±10%; fotofase: 14h. Geração F_2 59

10 Sobrevivência de adultos (♂ e ♀) de *E. lignosellus* criados na dieta C com ácido linoléico (A). Valores observados e estimados pela equação de Weibull. Temp.: 25±2°C; UR: 60±10%; fotofase: 14h. Geração F_3 60

FIGURA Nº Página

11 Sobrevivência de adultos (♂ e ♀) de *E. lignosellus* criados na dieta C com óleo de girassol (A) e óleo de colza (B). Valores observados e estimados pela equa- de Weibull. Temp.: 25±2°C; UR: 60±10%; fotofase: 14h. Geração F5 61

12 Sobrevivência de adultos (♂ e ♀) de *E. lignosellus* criados na dieta M com óleo de girassol (A) e óleo de colza (B). Valores observados e estimados pela equação de Weibull. Temp.: 25±2°C; UR: 60± 10%; fotofase: 14h. Geração F5 62

13 Exigências térmicas das fases de ovo (A), de lagarta-adulto (B) e do ciclo total (ovo-adulto) de *E. lignosellus* criado em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja, germe-de-trigo e óleo de girassol. UR: 60±10%; fotofase: 14h 65

14 Posturas de *E. lignosellus* provenientes da dieta de CHALFANT (1975) com ácido linoléico em papéis de duas cores e porcentagem de fêmeas inférteis em ambos substratos. Temp.: 25±2°C; UR: 60 ±10%; fotofase: 14h 71

COMPARAÇÃO DE DIETAS ARTIFICIAIS, CONTENDO DIFERENTES FONTES DE ÁCIDOS GRAXOS, PARA CRIAÇÃO DE *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)

Autora: Ana Maria Meneguim
Orientador: Prof. Dr. José Roberto Postali Parra

RESUMO

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de se desenvolver uma dieta artificial, que possibilite a criação contínua de *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) em laboratório, composta por ingredientes facilmente adquiríveis no mercado brasileiro, a um custo relativamente baixo. A pesquisa foi conduzida no laboratório de Biologia do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP), Campus de Piracicaba, SP, mantido a 30 ± 0,5°C e 25 ± 2°C, UR de 60 ± 10% e fotofase de 14h. A dieta tomada como padrão teve como base protéica feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo contendo ácido linoléico como fonte de ácido graxo. Nesta dieta foram utilizados os óleos de linhaça, colza e girassol em substituição ao ácido linoléico comparando-a também com a dieta à base de milho 'Opaco', germe-de-trigo e levedura, contendo os dois últimos óleos vegetais. Para avaliação do desenvolvimento de *E. lignosellus* nas diversas dietas, foram estudados parâmetros biológicos durante três gerações e em diferentes temperatu-

ras, confeccionando-se tabelas de vida de fertilidade e avaliando-se a "qualidade" do inseto criado em dieta artificial, em relação ao inseto coletado no campo. Conclui-se que, os óleos de colza e de girassol podem ser utilizados como fontes de ácidos graxos para *E. lignosellus* na dieta à base de milho 'Opaco', levedura de cerveja e germe-de-trigo e que a capacidade de postura da broca-do-colo criada nesta dieta é similar à da dieta padrão. Esta dieta com óleo de colza propiciou a maior taxa líquida de reprodução e razão finita de aumento da broca-do-colo. A condição térmica mais adequada para criação deste inseto foi a de 30°C, sendo as exigências térmicas da espécie de 810 graus dia. Verificou-se que houve um prolongamento do ciclo de *E. lignosellus* ao longo das gerações. O tipo de asas (curto, médio ou longo) foi um bom indicador para avaliar a qualidade nutricional de dietas, desde que, a dieta "ideal" (natural) dá origem somente a adultos com asas longas. A competição intra-específica diminuiu a viabilidade de *E. lignosellus*, sendo dois o número adequado de lagartas criadas em um recipiente com volume de 41,73 cm^3. Constatou-se que a coloração do papel afetou o acasalamento de *E. lignosellus*. Em dieta natural (plantas de arroz), o ciclo biológico de *E. lignosellus* foi mais curto, embora o dano causado por este inseto tenha sido semelhante àquele resultante do inseto mantido em dieta artificial por gerações sucessivas.

COMPARISON OF ARTIFICIAL DIETS WITH DIFFERENT FATTY ACID SOURCES FOR *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) REARING

Author: Ana Maria Meneguim
Adviser: Prof. Dr. José Roberto Postali Parra

SUMMARY

The present work was conducted in laboratory to develop an artificial diet made up of components available in the Brazilian market at a reasonably low cost to enable the continuous rearing of *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848). The research was carried out in the Laboratory of Biology Departament of Entomology "Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ)", University of São Paulo (USP), in Piracicaba, State of São Paulo, and kept at 30 ± 0,5°C and 25 ± 2°C, 60 ± 10 RH% and 14 hour photophase. The standard diet was protein based on beans, yeast and wheat germ with linoleic acid as a source of fatty acid. Linseed, rape, and sunflower oils were used in this diet, replacing the linoleic acid and the diet was also compared to the one based on 'Opaco' maize, wheat germ and yeast, containing rape or sunflower oil. In order to evaluate the development of *E. lignosellus* in all diets several biological parameters throughout three generations at different temperatures were studied, fertility life tables were made and also the quality of the insect reared on artificial diet was compared to that of insects collected

in the field.One concluded that the rape and sunflower oil may be used as fatty acid sources for *E. lignosellus* in the diet based on 'Opaco' maize, yeast and wheat germ, and the egg laying capacity of the lesser corn stalk borer reared in this diet was similiar to the standard diet. The rape oil diet led to the highest net reproduction rate and finite increase ratio of the lesser corn stalk borer. The most appropriate temperature for rearing this insect was 30°C and the species thermal requirements were 810 degree day. The length of the *E. lignosellus* cycle was observed to increased throughout generations. The type of wing (short, medium or long) was a good indicator for the evaluation of the nutritional quality of the diets since the ideal (natural) diet results in long wing adults only. The intra-specific competition reduced the viability of *E. lignosellus* and two was the adequate number of caterpillars reared in a 41.73 cm^3 container. Paper color was verified to affect the mating of *E. lignosellus.* The biological cycle of *E. lignosellus* was shorter in natural diet (rice plants) although the damage caused by this insect was similar to that resulting from the insect kept in artificial diet for successive generations.

1. INTRODUÇÃO

Elasmopalpus lignosellus (ZELLER, 1848) (Lepidoptera, Pyralidae), conhecida como lagarta elasmo ou broca-do-colo, é considerada uma das principais pragas de diversas culturas, causando elevados danos em gramíneas (arroz, milho, trigo, cana-de-açúcar etc.), além de atacar outros grupos de plantas cultivadas (MENSCHOY & BAUCKE, 1966; VERNALHA, 1967; ABRAHÃO & AMANTE, 1970: BUSOLI et alii, 1977; GALLO et alii, 1988).

É mais frequente em culturas instaladas em solos arenosos e em períodos secos, atacando a região do colo das plantas, causando um sintoma típico ("coração morto") nas gramíneas, podendo acarretar muitas vezes, perfilhamentos improdutivos (CRUZ et alii, 1983).

A dificuldade de criação de *E. lignosellus*, em laboratório, restringe as pesquisas com esta praga, no Brasil, à sua ocorrência natural. Como esta depende de fatores climáticos e edáficos, os insetos geralmente, não se encontram disponíveis, em quantidades suficientes, para pesquisas. Assim, para viabilizar os estudos, é fundamental

que se disponha de colônias da praga, em laboratório, durante todo o ano. Esta criação pode ser feita em meios naturais (plantas), o que nem sempre é viável, pelo excesso de mão-de-obra exigida, ou em dietas artificiais. Entretanto, embora a criação nestas dietas seja mais fácil, muitas vezes a sua utilização é limitada pela dificuldade de aquisição de vários ingredientes no mercado brasileiro.

Desta forma, o objetivo da presente pesquisa foi a obtenção de uma dieta artificial, que possibilitasse a criação contínua de *E. lignosellus* em laboratório. Foram comparadas dietas artificiais contendo diferentes fontes protéicas e componentes (especialmente ácidos graxos), facilmente adquiríveis no mercado brasileiro a custo relativamente baixo, em relação à dieta normalmente utilizada em outros países. Para este fim foram estudados parâmetros biológicos durante cinco gerações e em diferentes temperaturas, confeccionadas tabelas de vida de fertilidade e comparada a "qualidade" do inseto obtido em dieta artificial em relação aos insetos criados em alimento natural em plantas de arroz.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Considerações gerais

A literatura registra poucos trabalhos sobre a biologia de *Elasmopalpus lignosellus* (ZELLER, 1848) (Lepidoptera, Pyralidae), seja em dieta natural ou artificial, sendo que a grande maioria, especialmente no Brasil, é relacionada com o controle químico da praga. Na revisão realizada por TIPPINS (1982), são referidos apenas seis trabalhos sobre sua biologia em diversas culturas.

As primeiras citações relativas à ocorrência de *E. lignosellus* em plantas cultivadas foram feitas por LUGINBILL & AINSLIE (1917), em ervilha, amendoim, trigo e cana-de-açúcar. Pelo menos 60 hospedeiros pertencentes a 14 famílias de plantas são atacados por elasmo (TIPPINS, 1982). No Brasil, esta praga foi referida em 15 hospedeiros (SILVA et alii, 1968).

PLANK (1928) fez uma descrição sumária das características morfológicas da larva e do adulto, relatando

informações sobre o ciclo biológico de *E. lignosellus*, descrevendo as durações dos períodos larval (13 dias) e pupal (6-8 dias). Estudos mais completos foram realizados por SAUER (1939) que obteve uma baixa viabilidade larval para lagartas alimentadas com folhas de arroz, sendo que a capacidade de postura da espécie foi de 129 ovos por fêmea.

LUGINBILL & AINSLIE (1917) determinaram o número de ínstares de *E. lignosellus* como sendo de quatro a seis, variação esta decorrente da estação do ano. De forma análoga, HOLLOWAY & SMITH (1976) relataram a ocorrência de quatro a cinco ínstares durante o verão e seis ou mais, nas estações mais frias.

Além da determinação do número de ínstares, baseando-se na regra de Dyar, DUPREE (1965) forneceu dados sobre a duração do ciclo biológico de *E. lignosellus*, com o objetivo de avaliar o número de gerações, durante o verão da Geórgia, EUA. A duração do ciclo biológico por ele determinada foi de 77,8 dias , com número provável de três gerações para o local estudado.

LEUCK (1966) verificou que o ciclo biológico desta praga na Geórgia, EUA, foi de 43 ± 3,5 dias (ovo - adulto). As lagartas eclodiram em três dias e os ovos foram colocados nas faces inferiores das folhas, sendo que os adultos apresentaram uma longevidade de 10,3 dias. A razão de crescimento foi de 1,44, com um total de seis ínstares, sendo o último deles, o de maior duração (8,6 dias). Obser-

vou também que houve uma relação inversa entre temperatura e duração da fase pupal.

NAKAYAMA (1980) estudou a biologia e os hábitos de *E. lignosellus*, à temperatura de 27 ± 5°C e UR de 70 ± 10%, alimentando as lagartas com plântulas de trigo germinadas em vasos plásticos. O autor observou que os estágios de desenvolvimento apresentaram as seguintes durações médias: 3 dias para o período de incubação: 10,74 dias para o período larval e pré-pupal; 5,2 dias para o período pupal; 2,0 dias para o período de pré-oviposição e 8,0 dias para o período de oviposição. O número médio de ovos por fêmea foi de 54,36, observando-se uma longevidade média de 8,5 dias para os machos e de 6,5 dias para as fêmeas; segundo este autor, o ciclo de vida foi em média, 26,9 dias.

KISHINO (1980) desenvolveu uma metodologia de criação individual de lagartas de *E. lignosellus*, utilizando tubos de vidro e fornecendo como alimento plântulas de arroz. O ciclo biológico foi estudado em diferentes temperaturas (20, 25 e 28°C), observando-se uma correlação inversa entre o aumento da temperatura e a duração do ciclo.

2.2. Criação de *E. lignosellus* em dietas artificiais

Uma técnica de criação de *E. lignosellus* em dieta artificial, à base de germe-de-trigo e caseína, foi

desenvolvida por STONE (1968a), que obteve 80% de viabilidade larval e duração do ciclo evolutivo de 26 dias.

Para que o inseto pudesse reproduzir o comportamento natural, ou seja, instalar-se em casulos, por ele confeccionados com terra, excrementos e fios de seda, quando em repouso, foi colocada areia esterilizada sobre a dieta artificial. As fêmeas iniciaram a postura na segunda noite após a emergência. Esta dieta mostrou-se nutricionalmente adequada, pois, neste meio, a população de laboratório manteve-se íntegra por 19 gerações. STONE (1968b) relatou que adultos alimentados acasalaram com maior freqüência e viveram mais que os não alimentados. Observou, ainda, que independente da relação fêmeas : machos nas gaiolas de criação, somente um espermatóforo foi transferido por noite, indicando que ocorreu apenas uma cópula.

CHALFANT (1975) descreveu uma técnica de criação da broca-do-colo, colocando as lagartas misturadas com vermiculita sobre a dieta artificial, em substituição à areia utilizada por STONE (1968a). Obteve uma duração do período de lagarta-pupa ao redor de 25 dias, com viabilidade de 50%; o início da oviposição foi três dias após a emergência, ocorrendo o pico de oviposição no quinto dia; nesta pesquisa, o número de ovos por fêmea foi de 47. Dentre as cores de papel utilizadas como substrato de postura, a azul foi a preferida pela mariposa, quando comparada com rosa, amarela e verde. Essa técnica permitiu a manutenção do in-

seto em laboratório por várias gerações, sendo hoje, considerada a dieta padrão para *E. lignosellus* em laboratório.

Os efeitos da temperatura e da idade do adulto sobre a taxa de oviposição de *E. lignosellus*, criada na dieta de CHALFANT (1975), foram avaliados por MACK & BACKMAN (1984). Estes autores constataram uma diminuição linear da idade da fêmea com o aumento da temperatura, e que o número de ovos colocados por fêmea e a taxa média de oviposição (número total de ovos colocados por fêmea em uma dada temperatura, dividido pela longevidade média na mesma temperatura) não variaram linearmente com a temperatura. O número total de ovos colocados por fêmea variou de 39 a 119 ovos e o número médio de ovos depositados por fêmea por dia variou de 2 (17°C) a 13 (30,5°C). A produção máxima de ovos ocorreu nas temperaturas entre 27,5 e 30,1°C.

LÓPEZ et alii (1984) desenvolveram, em Cuba, uma dieta artificial para *E. lignosellus*, com componentes disponíveis naquele país. Segundo os autores, a dieta apresentou-se mais favorável ao desenvolvimento da broca-do-colo do que milho e sorgo; nesta dieta, os adultos viveram mais e o período de oviposição e número de ovos foram superiores; por outro lado, a fertilidade do inseto criado nesta dieta não diferiu daqueles mantidos em hospedeiros naturais.

2.3. Exigências nutricionais dos insetos

Como o crescimento, o desenvolvimento e a reprodução de insetos estão diretamente correlacionados com a sua nutrição, muitos estudos têm sido realizados, especialmente sobre as suas exigências nutricionais (UVAROV, 1928; FRIEND, 1958; HOUSE, 1961 e DADD, 1973).

Independente da sua posição sistemática e do seu hábito alimentar, os insetos têm as mesmas exigências nutricionais qualitativas, uma vez que a composição química dos tecidos e os processos metabólicos básicos são geralmente similares (HOUSE, 1972 e 1974; DADD, 1970, 1977 e 1985; HAGEN et alii, 1984; PARRA, 1980 e 1991).

As exigências nutricionais qualitativas básicas incluem vitaminas, aminoácidos e sais minerais (nutrientes considerados essenciais por não serem sintetizados pelos insetos e nem por simbiontes) e carboidratos, lipídios e esteróis (nutrientes não essenciais) (PARRA, 1991). Uma dieta padrão para insetos foi sugerida por SINGH (1983).

Algumas pequenas variações podem ocorrer entre diferentes espécies devido a diferenças metabólicas ou devido à presença de simbiontes que podem sintetizar certos nutrientes. Por outro lado, alguns grupos restritos de insetos podem exigir ácidos nucléicos (dipteros e coleópteros) e mesmo vitaminas lipossolúveis.

Através de estudos realizados com dietas ar-

tificiais essas exigências foram muito bem definidas especialmente a partir da década de 60, sendo que cerca de 30 revisões foram realizadas nos últimos 40 anos sobre o assunto (PARRA, 1991).

No caso específico de *E. lignosellus*, os lipídios e esteróis têm importância bastante grande, havendo necessidade de incluí-los na dieta para o inseto. Com relação aos esteróis é sabido que eles são essenciais para todos os insetos, desde que estes não são capazes de sintetizá-los a partir de acetatos como fazem os vertebrados. Os lipídios, no entanto, podem ser sintetizados a partir de proteínas e carboidratos. É provável que no caso de *E. lignosellus*, os ácidos graxos polinsaturados não possam ser biossintetizados a partir de outros ácidos graxos monóicos e saturados, havendo necessidade de serem incluídos na dieta, como referido por REINECKE (1985) para outras espécies.

Na dieta para *E. lignosellus* tem sido incluídos os ácidos graxos linoléico e linolênico que são referidos como essenciais para alguns insetos da Ordem Orthoptera (DADD, 1960), Coleoptera (VANDERZANT & RICHARDSON, 1964) e principalmente os da Ordem Lepidoptera. A deficiência destes ácidos pode resultar em pupas defeituosas que redundam em baixa emergência ou adultos com asas deformadas (FRAENKEL & BLEWETT, 1947; ROCK; 1967; LEVINSON & NAVON, 1969; SIVAPALAN & GNANAPRAGASAM, 1979; BRACKEN, 1982; DADD, 1983). Estes ácidos, sendo relacionados à formação de fos-

fatídeos lipídicos, quando ausentes, podem afetar a ecdise de ortópteros (PARRA, 1991).

A deficiência dos ácidos linoléico e linolênico pode ainda afetar a duração do desenvolvimento larval (ROCK, 1985), a reprodução (VANDERZANT, 1968) e a longevidade de lepidópteros (ROCK et alii, 1965).

O fornecimento de ácidos graxos, para diversas espécies de lepidópteros, tem sido feito através da inclusão de óleos vegetais nas dietas artificiais, incluindo os óleos de linhaça, de germe-de-trigo, de milho, de colza, de algodão, de oliva e de girassol (VANDERZANT et alii, 1957; CHIPENDALLE et alii, 1964; TERRIERE & GRAU, 1972). Os efeitos dos diferentes óleos podem diferir significativamente, dependendo da sua origem (SCARISBRICK & DANIELS, 1986).

Em alguns casos, a utilização de óleos vegetais nas dietas artificiais, em substituição a ácidos graxos puros, tem sido relatada com vantagens na criação de insetos. Isso ocorre devido à melhora das características físicas e propriedades gustativas da dieta (DADD, 1964) e também devido ao fornecimento conjunto de ácidos graxos essenciais e não essenciais (ROCK et alii, 1965).

2.4. Controle de qualidade

Atualmente, em vários países existem verdadeiras "fábricas" de produção de insetos, utilizados como

alternativa ao controle químico. Há vários laboratórios de criação massal como aquele que produz semanalmente 500 milhões de *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) no México (LEPPLA, 1989) e a criação de espécies de *Trichogramma* na Rússia, China, França, Alemanha, Colômbia e outros países (PARRA, 1989).

O êxito de uma criação massal de insetos, à semelhança de qualquer outra fábrica, depende do controle de qualidade da produção (CHAMBERS & ASHLEY, 1984).

Assim, o controle de qualidade numa produção massal de inseto foi revisto e apresentado num modelo para Lepidoptera, baseando-se em dados com *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) por LEPPLA & ASHLEY, 1989. Os autores mencionaram que o controle de qualidade, fazendo parte do sistema, pode ajudar a reduzir os custos de produção de um inseto, melhorando a técnica de criação, além de proporcionar um meio de otimização da criação massal, pela identificação e gradual correção dos processos de produção deficientes.

BOLLER & CHAMBERS (1977) citaram os principais componentes do controle de qualidade (adaptabilidade, mobilidade, atividade sexual, reprodução, colonização), relatando que a importância relativa de cada um destes componentes depende do objetivo da criação de insetos.

A avaliação da qualidade do inseto produzido em laboratório, e a verificação da sua competitividade com

os da natureza, pode ser feita através de medições de variações enzimáticas, variações cromossômicas, danos causados, resistência a produtos químicos, metabolismo etc. (YOUNG et alii, 1976; PARRA, 1986). Em laboratório, podem ser avaliadas características biológicas como capacidade de postura, eclosão, peso de pupas e porcentagem de deformação de pupas e adultos (MORETI & PARRA, 1983).

O efeito da dieta artificial, na qualidade do inseto produzido ao longo das gerações, tem sido estudado por vários autores no Brasil (MORETI, 1980; MIHSFELDT, 1985; SALVADORI, 1987; VÁZQUEZ, 1988; NALIN, 1991) para diferentes espécies de piralídeos e noctuídeos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no laboratório de Biologia do Departamento de Entomologia, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), em Piracicaba - SP, com a espécie *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera, Pyralidae).

3.1. Origem do material

Os experimentos foram conduzidos com insetos oriundos de fêmeas capturadas em armadilha luminosa, em Piracicaba, e ovos provenientes do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), localizado em Sete Lagoas-MG, pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

3.2. Técnica geral de criação

As lagartas foram criadas em tubos de vidro com fundo chato (2,5 cm de diâmetro x 8,5 cm de comprimen-

to), fechados com algodão hidrófugo. Antes de receberem a dieta artificial, os tubos, já fechados, foram esterilizados em estufa a 150°C por 1 hora. As dietas foram transferidas, ainda quentes, para os tubos e, após o resfriamento, foi realizada a "inoculação" de duas a cinco lagartas recém-eclodidas com o auxílio de um pincel. Sobre a dieta, já contendo lagartas, foi colocada uma camada (1,0 a 1,5 cm) de vermiculita, previamente esterilizada em autoclave (120°C, 1 atm, 20 min), para que o inseto construisse abrigos, à semelhança do que faz na natureza. Toda a operação foi realizada em câmara asséptica, sendo que o material utilizado (tubos com dieta, pincel etc.) foi exposto à lâmpada germicida da câmara por 1 hora. Após a inoculação, os tubos foram acondicionados em grades de arame medindo 24 cm de comprimento x 15 cm de largura e colocadas em câmaras climatizadas, reguladas à temperatura de 30 ± 0,5°C, UR de 60 ± 10% e fotofase de 1 4h, até completarem o desenvolvimento. Adultos emergidos no mesmo dia foram separados por sexo, com base no tamanho dos palpos labiais (bem desenvolvidos nos machos) e colocados em número de dois casais por gaiola cilíndrica de PVC (10 cm de diâmetro x 20 cm de altura) e alimentados com solução aquosa de mel a 10%. O alimento foi colocado em um pequeno recipiente de vidro (3,0 cm de diâmetro x 4,0 cm de altura) e fornecido aos insetos por meio de um pavio de algodão, inserido através de um orifício na tampa do recipiente. As gaiolas foram fechadas na aber-

tura superior e inferior com placas de Petri (15 cm de diâmetro), e a base foi forrada com papel filtro. Como substrato de postura, as gaiolas foram revestidas internamente com papel toalha branco. O alimento e o substrato de postura foram substituídos a cada dois dias, para evitar problemas de contaminação por microorganismos. O estudo com os adultos foi desenvolvido a 25 ± 2°C, UR de 60 ± 10% e fotofase de 14h.

3.3. Preparo das dietas

As dietas foram preparadas conforme descrito por PARRA (1979). A quantidade de água utilizada para dissolver o ágar e misturar os demais ingredientes variou em cada dieta. Geralmente, o ágar foi dissolvido em quantidade equivalente a 30-70% da água total. O feijão, utilizado em uma das dietas, foi cozido previamente e a água de cocção foi utilizada no preparo da mesma.

3.4. Avaliação de dietas artificiais, para criação de *E. lignosellus*, contendo fontes alternativas de ácidos graxos

Este estudo foi executado para identificar uma ou mais dietas adequadas ao desenvolvimento da espécie e

que, ao mesmo tempo reunisse(m) características de facilidade de preparo, de aquisição de componentes e economicidade.

3.4.1. Dieta de CHALFANT (1975)

Foram comparadas quatro dietas, usando-se como padrão a de CHALFANT (1975) (ligeiramente modificado) (Tabela 1), denominada dieta C, substituindo-se nas outras, o ácido linoléico por óleos vegetais (de linhaça, de colza e de girassol), que contêm diferentes porcentagens de ácidos graxos saturados e polinsaturados, nas proporções equivalentes (Tabela 3). Os insetos foram criados por gerações sucessivas, sendo feitas avaliações biológicas nas duas primeiras e posteriormente na quinta geração, para verificar a qualidade do inseto ao longo das gerações.

Foram inoculadas duas lagartas por tubo de criação, pois o número inicialmente utilizado (cinco lagartas) mostrou-se inadequado para experimentos desta natureza. Como nas primeiras gerações houve alta mortalidade do inseto, aumentou-se o número de repetições, nas gerações posteriores, para que fosse possível a obtenção de adultos de mesma idade, em número suficiente para estudos reprodutivos.

Tabela 1. Composição da dieta artificial padrão para *E. lignosellus* à base de feijão, germe-de-trigo e levedura de cerveja (ligeiramente modificada de CHALFANT, 1975).

Componente	Quantidade
Líquido (ml)	
Ácido linoléico[1]	1,5
Água destilada	375,0
Solução vitamínica[2]	0,7
Sólido (g)	
Ácido ascórbico	2,0
Ácido sórbico	0,6
Ágar	7,0
Aureomecina	0,022
Feijão 'Carioca'	60,0
Germe-de-trigo	29,5
Levedura de cerveja	19,0
Metil parahidroxibenzoato (Nipagin)	1,1

[1]Substituiu-se o ácido linolênico pelo ácido linoléico da dieta original.

[2]Composição da solução vitamínica (PARRA, 1979): niacinamida, 110g; pantotenato de cálcio, 1,0g; tiamina, 0,5g; piridoxina, 0,25g; ácido fólico, 0,1g; biotina, 0,02g; vitamina B_{12} (1000mg/cc), 2,0ml; água destilada, 1000ml.

Foram realizadas as seguintes observações:

. Período lagarta-adulto

- duração
- viabilidade

. Fase adulta

- ritmo de emergência
- porcentagem de deformação de asas
- tamanho de asas
- período de pré-oviposição
- período de oviposição
- número de ovos por fêmea
- ritmo de postura
- longevidade de machos e fêmeas

3.4.2. Dieta de MIHSFELDT (1985)

Foram comparadas duas dietas, adicionando-se à dieta de MIHSFELDT (1985), denominada dieta M (Tabela 2), os óleos de colza (dieta 1) e de girassol (dieta 2), na quantidade de 2,0 ml (0,38 ml/100 g dieta) (Tabela 3).

Os insetos estudados eram provenientes da quarta geração de laboratório. Foram mantidas duas lagartas por tubo de dieta, com 272 e 225 repetições, respectivamente, nas dietas com óleo de colza e de girassol. Foram avaliados os mesmos parâmetros descritos no item 3.4.1.

Tabela 2. Composição da dieta artificial à base de milho, levedura de cerveja e germe-de-trigo utilizada no laboratório de Biologia do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, para diversas espécies de lepidóteros (MIHSFELDT, 1985).

Componente	Quantidade
Líquido (ml)	
Água destilada	400,0
Sólido (g)	
Ácido ascórbico	2,0
Ácido benzóico	0,5
Ágar	10,0
Germe-de-trigo	14,0
Levedura de cerveja	15,0
Milho 'Opaco' (farinha)	56,0
Metil parahidroxibenzoato (Nipagin)	0,4

Para a determinação do período lagarta-adulto foram feitas observações diárias quantificando o número de insetos emergidos em cada dieta.

Tabela 3. Comparação das dietas utilizadas para avaliar o desenvolvimento biológico de *E. lignosellus*, resultante de modificação da dieta de CHALFANT (1975) (dieta C) e MIHSFELDT (1985) (dieta M). Temperatura: 30±0,5°C; UR: 60±10%; fotofase: 14h.

Geração	Dieta original[1]	Fonte de ácido graxo	Quant. (ml)	Nº de lagartas por tubo	Nº de repetições
1a.	C	Ácido linoléico	1,5	5	39
	C	Óleo de linhaça	2,0	5	40
	C	Óleo de colza	2,0	5	39
	C	Óleo de girassol	2,0	5	40
2a.	C	Ácido linoléico	1,5	5	120
	C	Óleo de linhaça	3,0	5	114
	C	Óleo de colza	3,0	5	109
	C	Óleo de girassol	3,0	5	116
5a.	C	Ácido linoléico	1,5	2	238
	C	Óleo de colza	2,0	2	237
	C	Óleo de girassol	2,0	2	235
	M	Óleo de colza	2,0	2	272
	M	Óleo de girassol	2,0	2	225

[1] C: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo.
M: dieta à base de milho, levedura de cerveja e germe-de-trigo.

A viabilidade do período foi determinada calculando-se a porcentagem de adultos emergidos em relação ao número total de lagartas inicialmente "inoculadas". O ritmo de emergência foi avaliado, anotando-se o número de machos e fêmeas que emergiram diariamente em cada substrato alimentar.

Foram consideradas asas anormais aquelas que não se expandiram normalmente. As asas normais foram classificadas em três tamanhos: asa curta (asas cujo comprimento não atingia o final do abdome); asa média (asas do mesmo tamanho do abdome) e asa longa (asas que ultrapassavam o final do abdome).

Dois casais foram mantidos em gaiolas de PVC (ítem 3.2), em números variáveis para diferentes dietas e gerações (Tabela 4). A colocação de dois casais por gaiola deveu-se à observações preliminares, nas quais constatou-se que com apenas um casal por recipiente não se obteve postura.

Os ovos de *E. lignosellus* são de coloração pérola após a postura, tornando-se avermelhados 12 horas após. Desta forma, embora a contagem fosse feita a cada dois dias, juntamente com a troca do substrato de postura, foi possível, indiretamente, determinar-se a postura diária e período de pré-oviposição do inseto.

O ritmo de postura foi determinado pela contagem diária de ovos/fêmea, calculando-se a porcentagem diária em relação ao total de ovos colocado.

A longevidade de machos e fêmeas foi determinada através da contagem do número de indivíduos mortos a cada dois dias.

Tabela 4. Comparação das dietas utilizadas para avaliar a reprodução de *E. lignosellus*, resultantes de modificações da dieta de CHALFANT (1975) (dieta C) e de MIHSFELST (1985) (dieta M). Temperatura: 25 ± 2°C; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h.

Geração	Dieta[1] original	Fonte de ácido graxo	Quant. (ml)	Nº de gaiolas	Total de casais
1a.	C	Ácido linoléico	1,5	9	18
	C	Óleo de linhaça	2,0	5	10
	C	Óleo de colza	2,0	9	18
	C	Óleo de girassol	2,0	10	20
2a.	C	Ácido linoléico	1,5	11	22
	C	Óleo de linhaça	3,0	10	20
	C	Óleo de colza	3,0	7	14
	C	Óleo de girassol	3,0	9	18
5a.	C	Ácido linoléico	1,5	16	32
	C	Óleo de colza	2,0	8	16
	C	Óleo de girassol	2,0	7	14
	M	Óleo de colza	2,0	21	42
	M	Óleo de girassol	2,0	13	26

[1]C: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo.

M: dieta à base de milho, levedura de cerveja e germe-de-trigo.

3.4.3. Tabela de vida de fertilidade

Os dados biológicos de *E. lignosellus*, da quinta geração de laboratório, foram utilizados para elaboração da tabela de vida de fertilidade para cada dieta artificial. Foram determinados, conforme SILVEIRA NETO et alii (1976), os valores de:

x = intervalo de tempo no qual foi tomada a amostra.

mx = fertilidade específica, calculada em função da razão sexual, que representa o número de descendentes produzidos no estágio, por fêmea, e que darão fêmeas.

lx = taxa de sobrevivência.

A partir destes dados foram calculados os seguintes índices:

* Taxa líquida de reprodução-$Ro=\Sigma mx.lx$
* Duração média de uma geração-$T=\Sigma mx.lx.x/Ro$
* Capacidade inata de aumentar em número - $rm = LRo/T$
* Razão finita de aumento da população-$\lambda=e^{rm}$

3.4.4. Efeito da temperatura na biologia e determinação das exigências térmicas de *E. lignosellus* em dieta artificial

Estudou-se o efeito da temperatura no desenvolvimento embrionário e no período lagarta-adulto de *E.*

lignosellus mantido na dieta C contendo óleo de girassol. A pesquisa foi conduzida em câmaras climatizadas reguladas a 18, 20, 25, 30 e 32°C, UR de 60 ± 10% e fotofase de 14h. No caso de ovos, foram analisados o período de incubação e viabilidade de 102 a 134 ovos mantidos no interior de sacos de polietileno. Para a fase de lagarta-adulto, foram "inoculadas" cinco lagartas por tubo de criação (3.4.1), num total de 40, 40, 39, 37 e 34 tubos por temperatura estudada. Foram analisados os seguintes parâmetros biológicos:

- duração do período lagarta-adulto
- viabilidade do período.

As exigências térmicas para ovo, para o período lagarta-adulto e ciclo total (ovo-adulto) foram determinadas pelo método da hipérbole (HADDAD & PARRA, 1984). Em função das exigências térmicas e da melhor condição térmica para criação, estimou-se o número provável de gerações de *E. lignosellus* em laboratório durante um ano.

3.5. Determinação do número adequado de lagartas de *E. lignosellus* por recipiente de criação

Com o objetivo de se determinar o número ideal de lagartas por recipiente de criação (tubos de vidro descritos no ítem 3.1), foram colocados 2, 4, 6 e 8 lagartas por tubo, num total de 40 repetições por tratamento. O ensaio foi conduzido em câmaras climatizadas, reguladas à tem-

peratura de 30 ± 0,5°C, UR de 60 ± 10% e fotofase de 14h. Foram avaliados:

- duração do período lagarta-adulto
- viabilidade do período lagarta-adulto

3.6. Efeito da coloração do papel no número de ovos colocado por *E. lignosellus*

Para se avaliar a influência da cor do papel, utilizado como substrato de postura, no total de ovos posto por *E. lignosellus*, foi colocado, revestindo a superfície interna das gaiolas, papel (tipo guardanapo) azul e papel toalha branco, num total de 26 e 25 gaiolas, respectivamente. Cada gaiola (descrita no item 3.2) continha dois casais emergidos no mesmo dia. Adultos, da geração F_3, desenvolvidos na dieta C, com óleo de girassol (Tabela 4) foram mantidos nas mesmas condições e receberam a mesma alimentação descrita no item 3.2. Foram avaliados:

- número de fêmeas férteis (medido pelo número de gaiolas com ovos viáveis)
- número de ovos por fêmea
- ritmo de postura.

3.7. Controle de qualidade de populações de *E. lignosellus* mantidas em laboratório

3.7.1. Desenvolvimento de *E. lignosellus* em dietas artificiais e natural

Como padrão de biologia de *E. lignosellus* em dieta artificial, foram utilizados os resultados da quarta geração de laboratório (3.4.1) obtidos em duas dietas: na dieta C (Tabela 1), com ácido linoléico (1,5 ml), óleo de colza (2,0 ml) e óleo de girassol (2,0 ml) e dieta M (Tabela 2) acrescida de óleo de girassol (2,0 ml).

O estudo em dieta natural foi conduzido no período de dezembro/88 a janeiro/89, em casa-de-vegetação do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP. Foram mantidas plantas de arroz ('IAC-165') em vasos de cerâmica de 16 cm de altura x 15 cm de diâmetro, utilizando-se a técnica descrita por NAKAYAMA (1980). Quinze dias após a semeadura, foram colocadas três lagartas recém-eclodidas por vaso, num total de 25 vasos. Sobre cada vaso, dez dias após a infestação, foi colocada uma gaiola revestida de náilon medindo 30 cm de largura x 60 cm de comprimento, com a finalidade de evitar a fuga dos adultos, resultantes da complementação do ciclo do inseto em arroz.

Em ambos os substratos alimentares (dietas artificiais e natural), foram determinados:

- duração do período lagarta-adulto
- viabilidade do período
- número de insetos com asas deformadas
- tamanho das asas.

3.7.2. Danos causados por lagartas provenientes de dietas artificiais e natural

Com o objetivo de avaliar se o inseto criado em laboratório, em dieta artificial, continuava apresentando a mesma capacidade de causar danos do que lagartas resultantes de adultos coletados no campo (selvagens), foram comparados os prejuízos causados por ambas populações de *E. lignosellus* em plantas de arroz ('IAC-165').

O ensaio foi instalado em casa-de-vegetação, utilizando-se como alimento natural plantas de arroz cultivadas em copos plásticos com 7,5 cm de diâmetro e 11,0 cm de altura. Os copos apresentavam um orifício em sua base para infiltração da água. Dez dias após a semeadura, foi efetuada a contagem do número de plantas por recipiente, sendo colocadas três lagartas recém-eclodidas, por copo, 24 horas após esta contagem. As lagartas utilizadas eram provenientes da segunda geração de adultos desenvolvidos em dieta artificial C (Tabela 3) e de adultos coletados no campo com armadilha luminosa, num total de 90 e 96 lagartas por

tratamento, respectivamente. Dezenove dias após a infestação, foi avaliado o número de plantas danificadas, apresentando sintomas de ataque ("coração morto" e orifício de penetração da lagarta).

3.8. Análise estatística

O delineamento experimental, em todos os estudos do presente trabalho, foi inteiramente casualizado.

A comparação entre médias dos tratamentos foi realizada através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

No experimento de comparação de dietas artificiais, contendo diferentes fontes de ácidos graxos, foram consideradas como repetições, para os parâmetros duração e viabilidade do período lagarta-adulto, médias de recipientes de criação com duas e cinco lagartas. No experimento de efeito de temperatura no desenvolvimento de *E. lignosellus*, número adequado de lagartas por recipiente e aspectos biológicos em dieta natural foram consideradas como repetição, para os parâmetros duração e viabilidade, cada tubo de criação e cada vaso contendo duas e três lagartas, respectivamente.

Para os parâmetros período de pré-oviposição e número total de ovos nos experimentos relativos à comparação de dietas artificiais, contendo diferentes fontes de

ácidos graxos e efeito da coloração do papel na oviposição, cada gaiola, com duas fêmeas, foi considerada uma repetição.

As transformações utilizadas foram:

. Arco seno $\sqrt{x/100}$, para viabilidade nos diferentes experimentos.

. $\sqrt{x+0,5}$, para os parâmetros de número de ovos por gaiola, duração dos períodos de pré-oviposição no experimento de comparação de dietas e para o número de plantas danificadas no experimento de controle de qualidade.

. Log (x+1), para o parâmetro número de ovos por gaiola no experimento de efeito da coloração do papel na oviposição de *E. lignosellus* (3.6).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação de dietas artificiais, para criação de *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848), contendo fontes alternativas de ácidos graxos

4.1.1. Período lagarta-adulto

4.1.1.1. Duração e viabilidade

Não houve diferença estatística na duração e viabilidade do período lagarta-adulto de *E. lignosellus* mantido nas dietas contendo diferentes fontes de ácidos graxos na primeira geração de laboratório (Tabela 5).

Os valores de duração observados no presente estudo foram superiores aos obtidos por CHALFANT (1975), que utilizou ácido linolênico como fonte de ácido graxo e por STONE (1968a) que desenvolveu uma técnica de criação de *E. lignosellus*, utilizando dieta artificial com base protéica de germe-de-trigo e caseína, sem o fornecimento de ácido graxo polinsaturado. Contudo, é conveniente salientar que a publicação de CHALFANT (1975) não deixa clara a média do

período lagarta-adulto, pois ele faz referência a cerca de 25 dias para este período sem maiores explicações estatísticas.

Desta forma, os óleos utilizados (linhaça, colza e girassol), numa tentativa de substituir o ácido linoléico como fonte de ácidos graxos, na dieta para *E. lignosellus*, foram, aparentemente, adequados para suprir as exigências nutricionais deste lepidóptero, pois os valores de viabilidade estiveram próximos daqueles relatados por CHALFANT (1975), ou seja, entre 46 e 50%.

A maior viabilidade observada por este autor talvez possa ser atribuída ao fato dele ter utilizado ácido linolênico e não linoléico (Tabelas 1 e 3) pois VANDERZANT et alii (1957) e DADD (1983), observaram ser aquele ácido mais adequado para *Pectinophora gossypiella* e *Galleria mellonella*, respectivamente, em relação ao ácido linoléico. Por outro lado, há referência de que ambos os ácidos têm efeitos comparáveis sobre o crescimento e desenvolvimento de *Argyrotaenia velutiana* e *Carpocapsa pomonella* (ROCK et alii, 1965 e ROCK, 1967), lepidópteros das famílias Tortricidae e Olethreutidae, respectivamente. Além disto, a menor viabilidade e a maior duração do período lagarta-adulto, obtidos neste trabalho, podem estar relacionados à concentração dos ácidos graxos dos óleos utilizados, uma vez que por serem produtos comerciais e não purificados podem apresentar grandes variações nesta concentração. Desta forma, segundo

SCARISBRICK & DANIELS (1986), o óleo de colza pode conter de 19 a 23% de ácido linoléico, o de linhaça de 55 a 58% e o de girassol de 64 a 68%. Na presente pesquisa a avaliação tecnológica da concentração não foi realizada, optando-se por utilizar valores médios de concentração, baseando-se no trabalho de CHALFANT (1975). Por este motivo, as dietas utilizadas, para manutenção dos insetos na segunda geração de laboratório, foram preparadas com 50% a mais de óleos vegetais em relação às dietas que possibilitaram o desenvolvimento dos insetos da primeira geração (Tabela 5).

O aumento de 50% na concentração de óleo nas dietas, entretanto, não apresentou efeito favorável, desde que houve um alongamento do período lagarta-adulto em torno de 20%. Esta alteração já fora observada por CHIPPENDALE & REDDY (1972) para a espécie *Diatraea grandiosella*, em que o aumento da quantidade não favoreceu o crescimento larval.

Embora as diversas fontes de ácidos graxos tenham afetado igualmente a duração do período lagarta-adulto, com relação à viabilidade, houve diferenças, sendo que o aumento da concentração dos óleos de colza e linhaça promoveram menor viabilidade do referido período (Tabela 5).

Tabela 5. Duração e viabilidade do período lagarta-adulto de *E. lignosellus* em dietas contendo diferentes fontes alternativas de ácido graxo, em três gerações de laboratório. Temp.: 30 ± 0,5ºC ; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h.

Dieta original [1]	Fonte de ácido graxo	Duração (dias) [2]			Viabilidade (%) [2]		
		F_1	F_2	F_5	F_1	F_2	F_5
C	Ac. linoléico	32,92 ± 0,61 a	40,68 ± 0,55 a	43,23 ± 1,20 ab	49,05 ± 0,21 a	22,67 ± 0,01 a	44,33 ± 0,04 b
C	Óleo de linhaça	34,40 ± 0,59 a	41,29 ± 0,54 a	-	41,22 ± 0,21 a	19,25 ± 0,01 b	-
C	Óleo colza	32,74 ± 0,61 a	41,60 ± 0,52 a	46,93 ± 1,20 a	46,04 ± 0,21 a	20,86 ± 0,01 ab	30,25 ± 0,04 c
C	Óleo girassol	32,69 ± 0,64 a	40,85 ± 0,57 a	47,43 ± 1,20 a	42,05 ± 0,21 a	23,70 ± 0,01 a	30,36 ± 0,04 c
M	Óleo colza	-	-	41,68 ± 1,20 b	-	-	61,65 ± 0,04 a
M	Óleo girassol	-	-	43,79 ± 1,23 b	-	-	50,39 ± 0,04 b

[1] C: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo.
D: dieta à base de milho, levedura de cerveja e germe-de-trigo.

[2] Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Constatou-se, portanto, que em geral, o aumento na quantidade dos óleos vegetais testados foi desfavorável ao desenvolvimento do inseto. Este efeito pode ser resultante de desbalanceamento nutricional da dieta que levou a efeitos negativos no desenvolvimento das lagartas. Segundo DADD & KLEINJAN (1979) o alto grau de insaturação dessas substâncias favorece oxidações, o que pode não somente diminuir rapidamente a quantidade de ácidos graxos essenciais na dieta, como também resultar em produtos mais tóxicos do que inativos, tornando o alimento inadequado ao consumo normal.

Por outro lado, a redução da viabilidade, na segunda geração deve ainda, ser atribuída ao processo de adaptação do inseto às condições de criação artificial. Esta hipótese torna-se a mais provável dentre as mencionadas desde que, na dieta C sem o aumento da quantidade de ácido linoléico, também houve diminuição desta viabilidade (Tabela 5).

Como o aumento da quantidade dos óleos na segunda geração não surtiu resultados positivos quanto à duração e viabilidade de *E. lignosellus*, optou-se pela manutenção das quantidades utilizadas na dieta preparada na primeira geração, para os estudos das gerações posteriores.

Na quinta geração, a duração do desenvolvimento da broca-do-colo criada na dieta C com ácido lino-

léico foi estatisticamente diferente daquela obtida nas dietas contendo óleos de colza e girassol, as quais alongaram o período lagarta-adulto. De forma análoga a viabilidade foi diminuída nestas dietas em relação à dieta padrão (Tabela 5).

Ao longo das gerações constatou-se, numericamente, um prolongamento do período lagarta-adulto, mais acentuado nas dietas com óleo de colza e girassol e uma tendência de manutenção da viabilidade para a dieta padrão e diminuição nas dietas menos adequadas (com óleo de colza e girassol) (Tabela 5).

A dieta M (à base de milho, levedura de cerveja e germe-de-trigo) tanto acrescida de óleo de colza como de girassol, proporcionou, igual tempo de desenvolvimento de *E. lignosellus* em relação à dieta padrão (C com ácido linoléico). A viabilidade do período lagarta-adulto da broca-do-colo mantida na dieta M contendo óleo de colza como fonte de ácido graxo foi superior à viabilidade obtida na dieta padrão, a qual foi semelhante ao valor obtido na dieta M contendo óleo de girassol. Embora a viabilidade do período lagarta-adulto tenha sido baixa, em todas as dietas, ao ser confrontado com o mínimo recomendável por SINGH (1983) para que uma dieta artificial seja considerada adequada (75% de viabilidade do período ovo-adulto), a dieta à base de milho 'Opaco', levedura de cerveja, e germe-de-trigo, mostrou-se promissora para *E. lignosellus*, desde que sejam feitos al-

guns ajustes nas proporções de seus componentes e mesmo na manipulação do inseto. De qualquer forma, esta viabilidade obtida é superior àquela relatada por CHALFANT (1975), que é considerada a dieta padrão para a espécie. Por outro lado, embora a substituição do ácido linoléico na dieta C por óleos de linhaça, colza e girassol, tenha levado a uma menor viabilidade em relação ao padrão (Tabela 1), tais óleos poderão ser utilizados para criações de *E. lignosellus*, desde que os adultos produzidos são vigorosos e comparáveis aos da dieta convencional.

4.1.2. Fase adulta

4.1.2.1. Deformação e tamanho de asas

A má formação de pupas e adultos é um parâmetro morfológico que pode ser utilizado para a avaliação de dietas, pois pode decorrer de deficiência ou inadequação nutricional (GUÉNNELON, 1968).

A ocorrência de pupas defeituosas, a emergência parcial de adultos (devido a partes do corpo ou apêndices ficarem aderidos ao tegumento pupal), e asas defeituosas (enrugadas e parcial ou totalmente sem escamas), são atribuídas por diversos autores, à deficiência de ácidos linoléico e linolênico na nutrição de lepidópteros (VANDERZANT & REISER, 1956; DADD, 1964; ROCK et alii, 1965; ITO & NAKASONE, 1967; LEVINSON & NAVON, 1969; SIVAPALAN & GNANA-

PRAGASAN, 1979; BRACKEN, 1982; ROCK, 1985). Partindo-se desta premissa, este último parâmetro biológico é de grande importância na seleção de óleos vegetais como fonte de ácidos graxos para criação de *E. lignosellus.*

Houve uma grande variação na porcentagem de deformação de asas, entre dietas, ao longo das gerações, desta forma, este parâmetro não se mostrou adequado para mostrar diferenças entre dietas para a espécie em estudo. As dietas com óleo de girassol (Tabela 6) promoveram uma deformação em torno da média, o mesmo ocorrendo com a dieta C contendo óleo de colza. A dieta padrão mostrou-se mais adequada com relação a este parâmetro. Desde que as dietas M contendo óleos de colza e girassol vinham sendo favoráveis ao desenvolvimento de *E. lignosellus*, poder-se-ia tentar, na sua confecção adicionar-se uma concentração maior dos respectivos óleos (inferior a 50% - Tabela 3), numa tentativa de minimizar este problema.

Em todas as gerações estudadas foi observada a predominância de insetos com asas longas nas dietas com as diferentes fontes de ácidos graxos, seguida pelos tamanhos médio e curto (Figura 1). A asa longa pode ser considerada o tipo normal, pois insetos selvagens, provenientes do campo, coletados em armadilhas luminosas, apresentaram 100% de asas longas.

Tabela 6. Deformação média em três gerações de adultos de *E. lignosellus* criados nas dietas C e M com diferentes fontes de ácidos graxos. Temp.: 30 ± 0,5°C; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h.

Dieta original[1]	Fonte de ácido graxo	Deformação (%)
C	Ácido linoléico	9,22
C	Óleo de linhaça	10,45
C	Óleo de colza	11,16
C	Óleo de girassol	12,64
M	Óleo de colza	16,12
M	Óleo de girassol	12,33
Média		11,99

[1]C: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo.
M: dieta à base de milho, levedura de cerveja e germe-de-trigo.

Ao longo das gerações constatou-se diminuição do número de indivíduos com asas longas e aumento na porcentagem de insetos com asas médias. O número de indivíduos com asas curtas manteve-se constante.

Desde que este tipo de estudo, aparentemente, nunca foi explorado com *E. lignosellus* e mesmo com outros lepidópteros, sugere-se que, em futuras pesquisas, avalie-se a performance reprodutiva e capacidade de dispersão destes insetos com diferentes tipos de asas.

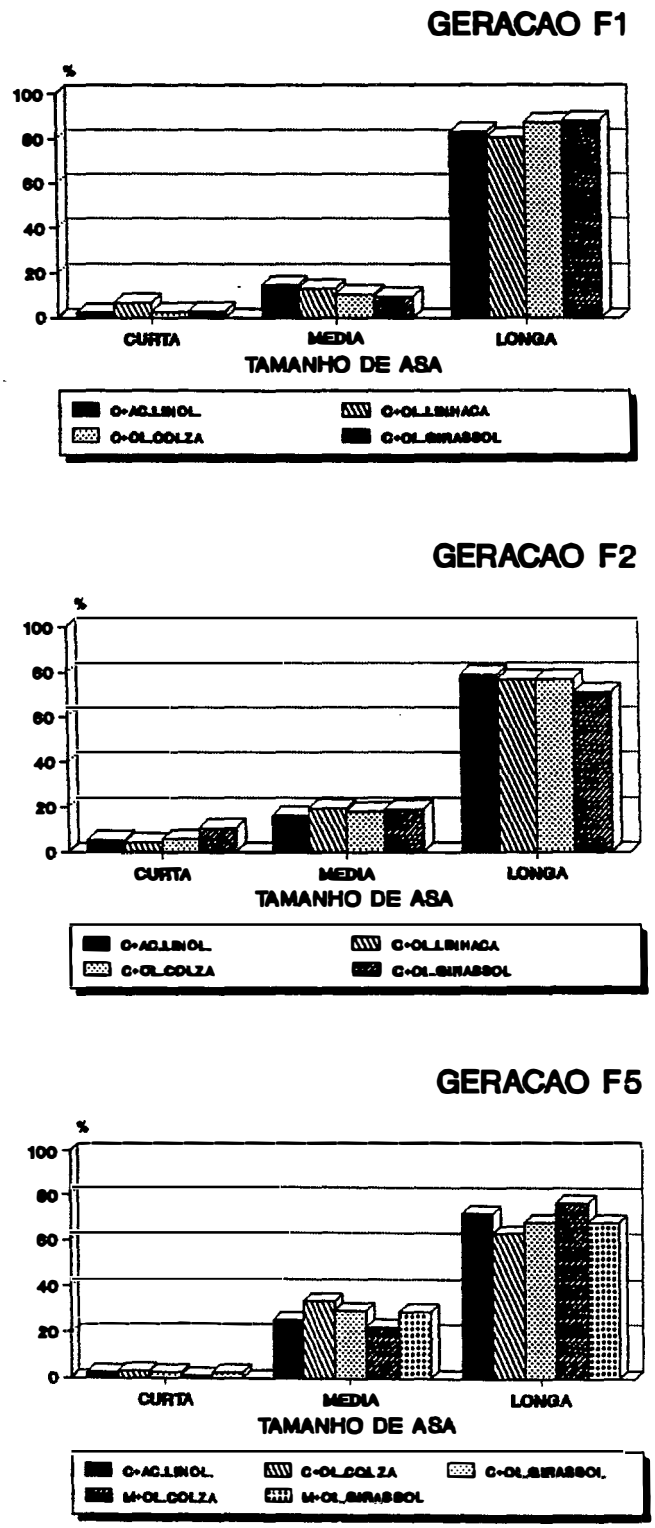


Figura 1. Tamanhos de asas de *E. lignosellus* criado na dieta C (feijão, germe-de-trigo e levedura de cerveja) e na dieta M (milho 'Opaco', germe-de-trigo e levedura de cerveja) com diferentes fontes de ácidos graxos. Temp.: 30 ± 0,5°C; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h.

4.1.2.2. Ritmo de emergência

O ritmo de emergência pode refletir a uniformidade do desenvolvimento dos insetos e facilitar programas de criação massal. Quanto mais concentrada for a emergência, maior será o rendimento da produção massal,desde que será exigida menor manipulação (mão-de-obra) da criação.

Não houve grandes diferenças na concentração de emergência de *E. lignosellus* nas quatro dietas extraídas de CHALFANT (1975), na primeira geração de laboratório, embora as dietas contendo óleo de girassol e óleo de linhaça tenham apresentado 80% de emergência 2 e 3 dias respectivamente, antes da dieta contendo ácido linoléico (Figura 2A).

Houve uma tendência em aumentar o tempo de concentração de emergência (80%) para todas as dietas no decorrer das gerações (Figura 2B e 2C), indicando que o inseto sofre drásticas alterações ao longo das gerações de laboratório.

As dietas provenientes da dieta M (à base de milho 'Opaco', levedura de cerveja e germe-de-trigo) promoveram emergência de 80% da população (Figura 2D) em tempos semelhantes aos registrados para outras dietas (Figura 2C).

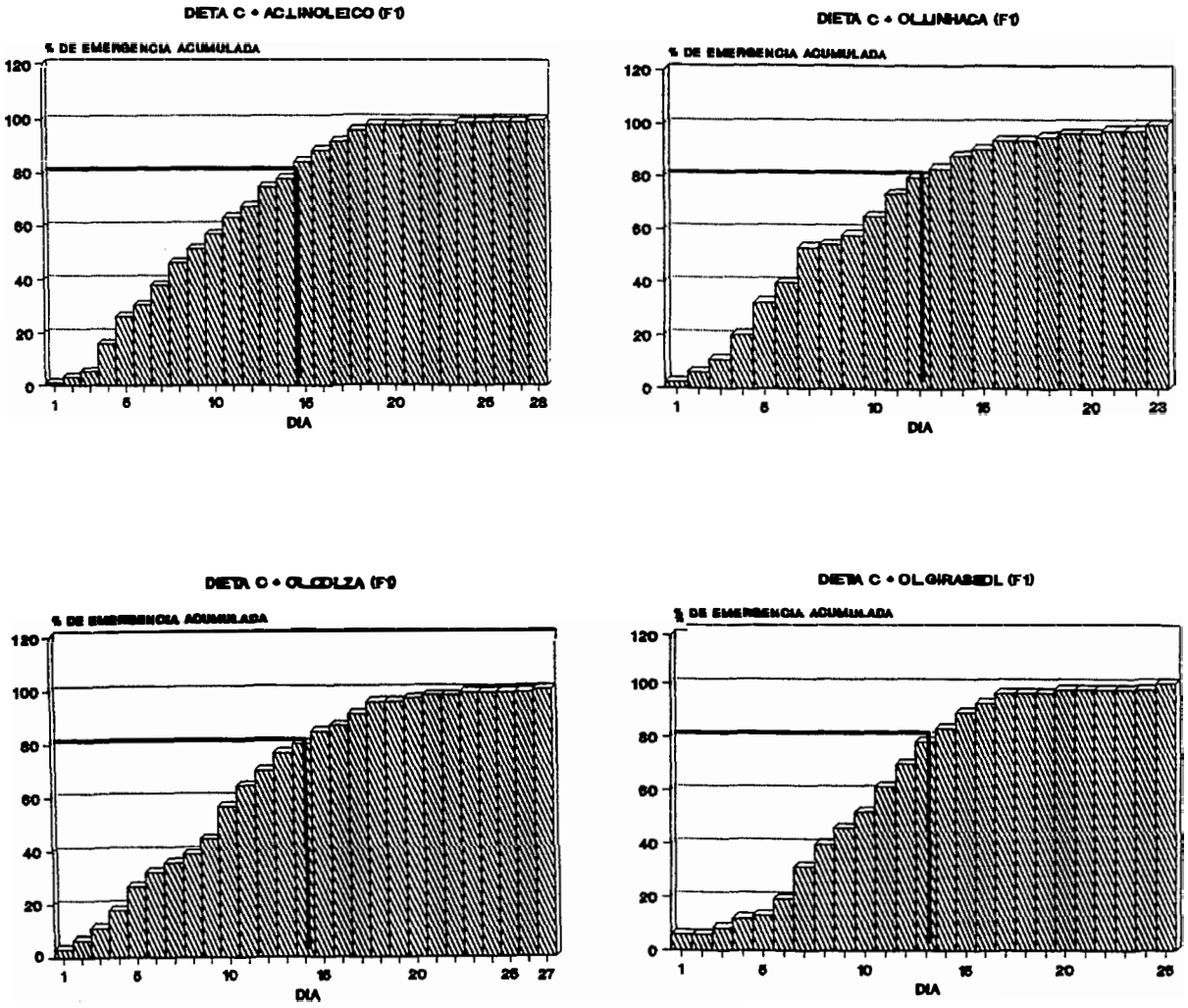


Figura 2A. Ritmo de emergência de *E. lignosellus* (1a. geração) criado na dieta C (feijão, germe-de-trigo e levedura de cerveja) com diferentes fontes de ácidos graxos. Temp.: 30 ± 0,5°C; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h.

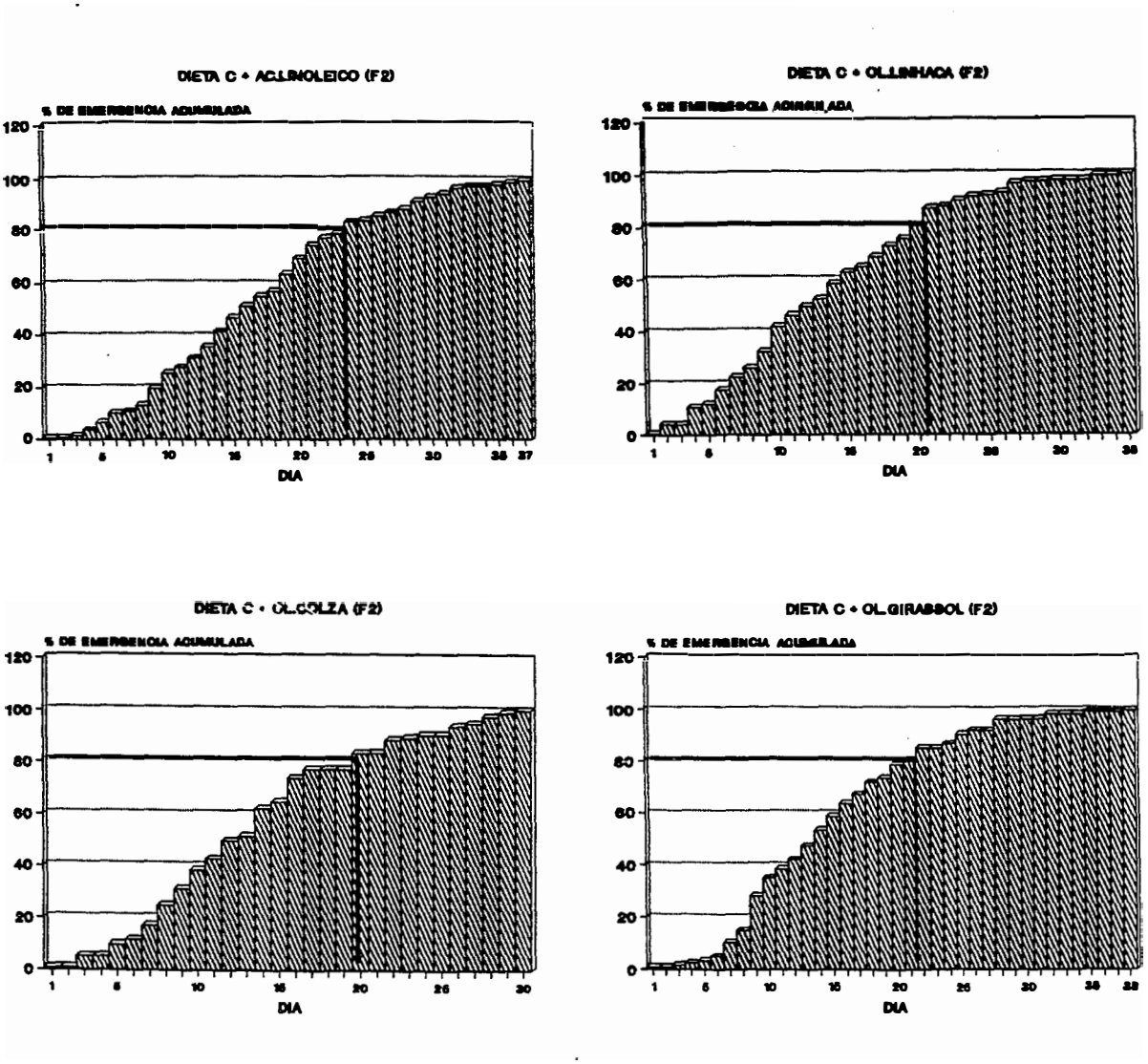
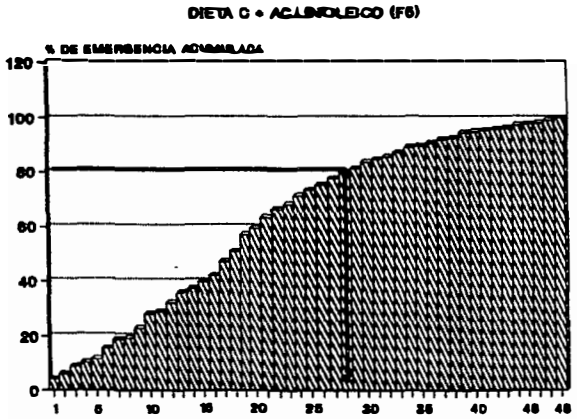
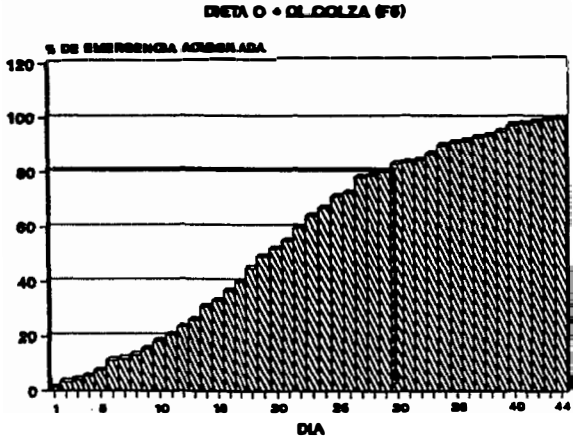


Figura 2B. Ritmo de emergência de *E. lignosellus* (2a. geração) criado na dieta C (feijão, germe-de-trigo e levedura de cerveja) com diferentes fontes de ácidos graxos. Temp.: 30 ± 0,5°C; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h.





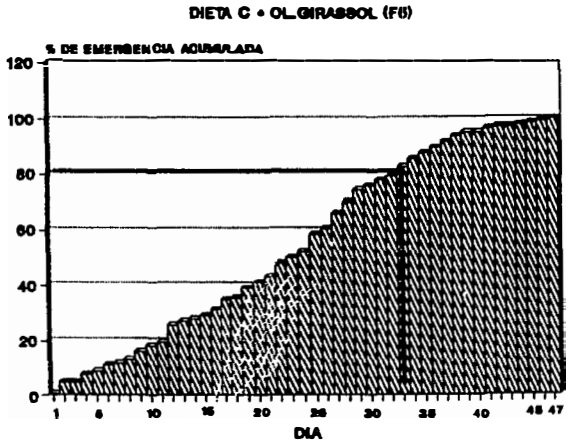
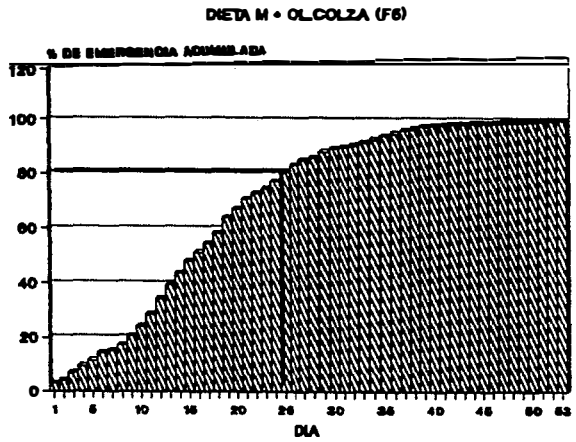


Figura 2C. Ritmo de emergência de *E. lignosellus* (5a. geração) criado na dieta C (feijão, germe-de-trigo e levedura de cerveja) com diferentes fontes de ácidos graxos. Temp.: 30 ± 0,5°C; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h.



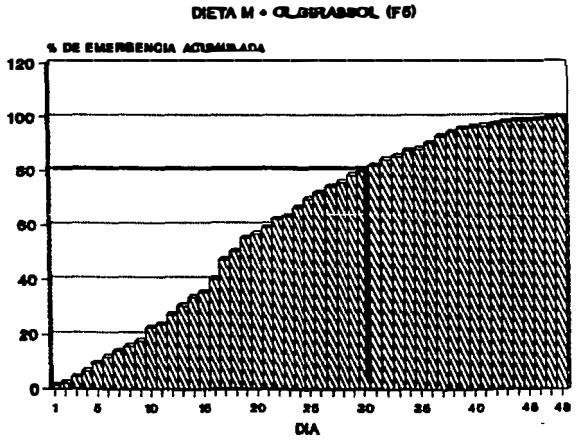


Figura 2D. Ritmo de emergência de *E. lignosellus* (5a. geração) criado na dieta M (milho 'Opaco', germe-de-trigo e levedura de cerveja) com diferentes fontes de ácidos graxos. Temp.: 30 ± 0,5°C; UR: 60± 10%; fotofase: 14h.

A dieta M, contendo óleo de colza, que se mostrara comparável à dieta padrão (C) contendo ácido linoléico (Tabela 5), com relação à duração e viabilidade do período lagarta-adulto, também apresentou a vantagem de concentrar a emergência na quinta geração (Figura 2D). Por outro lado, houve uma grande variação de resultados com relação à emergência do total da população, não se podendo definir uma dieta mais adequada com relação a este parâmetro (Figura 2A e 2D).

4.1.2.3. Duração dos períodos de pré-oviposição e oviposição

Em geral, o período de pré-oviposição não é um bom parâmetro para avaliação da qualidade nutricional de uma dieta (PARRA, informação pessoal), por ser período relativamente curto. Na presente pesquisa, o período depré-oviposição não foi afetado pela substituição do ácido linoléico pelos óleos vegetais, nas três gerações estudadas, para todas as dietas. Resultados análogos foram obtidos quando foram aumentadas as quantidades de óleos (Tabela 7).

Em geral, observou-se que algumas fêmeas iniciaram a postura em um menor tempo após a emergência, comparado ao observado por STONE (1968a) (2 dias) e CHALFANT (1975) (3 dias) em dietas artificial e DUPREE (1965) (2 dias), KISHINO (1980) (3 dias) e NAKAYAMA (1980) (3 dias) em alimento natural. Aparentemente, para as dietas mais adequadas, o inseto teve um período de pré-oviposição entre quatro e cinco dias (Tabela 7).

Tabela 7. Duração dos períodos de pré-oviposição e oviposição de *E. lignosellus* criada na dieta C e M, com diferentes fontes de ácidos graxos. Temp.: 25 ± 2°C; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h.

Dieta original [1]	Fonte de ácido graxo	Duração (dias) [2]					
		Pré-oviposição			Oviposição		
		F_1	F_2	F_5	F_1	F_2	F_5
C	Ac. linoléico	5,22 ± 0,44 a	4,92 ± 0,46 a	4,83 ± 0,46 a	18,12 ± 0,40 a	15,20 ± 0,38 a	19,73 ± 0,40 a
C	Óleo linhaça	5,33 ± 0,41 a	4,37 ± 0,44 a	-	19,75 ± 0,31 a	11,50 ± 0,30 a	-
C	Óleo colza	7,22 ± 0,44 a	2,67 ± 1,73 a	7,17 ± 0,42 a	15,33 ± 0,37 a	15,00 ± 0,10 a	14,83 ± 0,31 a
C	Óleo girassol	4,17 ± 0,45 a	4,40 ± 0,40 a	4,33 ± 0,34 a	16,37 ± 0,40 a	16,60 ± 0,26 a	19,25 ± 0,22 a
M	Óleo colza	-	-	4,65 ± 0,47 a	-	-	19,53 ± 0,43 a
M	Óleo girassol	-	-	4,15 ± 0,46 a	-	-	14,73 ± 0,40 a

[1] C: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo.
D: dieta à base de milho, levedura de cerveja e germe-de-trigo.

[2] Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O período de oviposição não foi afetado com a substituição do ácido linoléico pelos óleos vegetais na dieta C e também na dieta M com o acréscimo dos óleos de colza e girassol (Tabela 7). Também, constatou-se que os valores apresentados pelas fêmeas desenvolvidas nos alimentos testados, em geral, chegaram a ser mais que o dobro da duração do período de oviposição de fêmeas criadas por CHALFANT (1975) na dieta C com ácido linolênico. A superioridade variou de 2,5 a 5,8 vezes em relação aos períodos mencionados para fêmeas desenvolvidas em alimento natural por NAKAYAMA (1880) (8 dias), DUPREE (1965) (7,8 dias) e KISHINO (1980) (3,4 dias).

4.1.2.4. Capacidade de postura

A utilização de óleos vegetais em substituição ao ácido linoléico não influiu na capacidade de postura de *E. lignosellus* na primeira e na segunda gerações de laboratório (Tabela 8).

Observou-se que fêmeas de quinta geração colocaram maior número de ovos quando desenvolvidas na dieta C com óleo de girassol, o qual foi, porém, estatisticamente comparável ao número de ovos colocados por fêmea da dieta C com ácido linoléico.

Fêmeas desenvolvidas na dieta M colocaram igual número de ovos em relação à dieta C contendo óleos vegetais e os valores foram comparáveis ao observado na dieta C com ácido linoléico (Tabela 8).

Tabela 8. Número total de ovos e intervalo de variação do número total de ovos colocados por duas fêmeas de *E. lignosellus* desenvolvidas nas dietas C e M com diferentes fontes de ácidos graxos. Temp.: 25 ± 2°C; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h.[2]

Dieta original [1]	Fonte de ácido graxo	F_1		F_2		F_5	
		Total ovos 2 fêmeas[3]	Intervalo variação	Total ovos 2 fêmeas[3]	Intervalo variação	Total ovos 2 fêmeas	Intervalo variação
C	Ácido linoléico	309,00a	150-756	208,5a	10-500	314,45a	110-426
C	Óleo de linhaça	346,25a	134-544	203,83a	51-496	-	-
C	Óleo de colza	202,67a	10-526	239,5a	158-321	115,00b	45-340
C	Óleo de girassol	346,25a	155-721	467,4a	22-713	356,25a	1-612
M	Óleo de colza					324,35a	137-625
M	Óleo de girassol					239,91ab	10-455

[1] C: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo.
M: dieta à base de milho, levedura de cerveja e germe-de-trigo.

[2] Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

[3] Os dados referem-se ao número de ovos/gaiola com fêmeas que realizaram postura.

O número médio de ovos por fêmea, provenientes das dietas estudadas (Figura 3), chegou a ser duas, três e até quatro vezes, como no caso da dieta C com óleo de girassol, maior que o valor mencionado por CHALFANT (1975) de 47 ovos e NAKAYAMA (1980) de 54 ovos para fêmeas desenvolvidas em dieta artificial (dieta C com ácido linolênico) e natural (plantas de trigo), respectivamente. Em parte, a superioridade dos valores encontrados neste estudo pode dever-se ao fato de o cálculo do número de ovos por fêmea ter sido feito somente com gaiolas que continham ovos. Os autores anteriormente mencionados computaram todas as fêmeas para a determinação da fecundidade.

A avaliação do desempenho reprodutivo foi realizado com duas fêmeas por gaiola, população mínima que se obteve postura de *E. lignosellus*. Calvo[1] citado por STONE (1968b) somente observou acasalamento com cinco casais em gaiola medindo 33x33x33cm. Embora o espaço da gaiola (ítem 3.2) fornecido por inseto (392 cm^3) no presente estudo estivesse dentro do ótimo, relatado por STONE (1968b), não se conseguiu posturas com apenas um casal.

---

[1]CALVO, J.R. The lesser cornstalk borer, *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller), and its control. Gainesville, 1966. 70p. (Ph.D. - University of Florida).

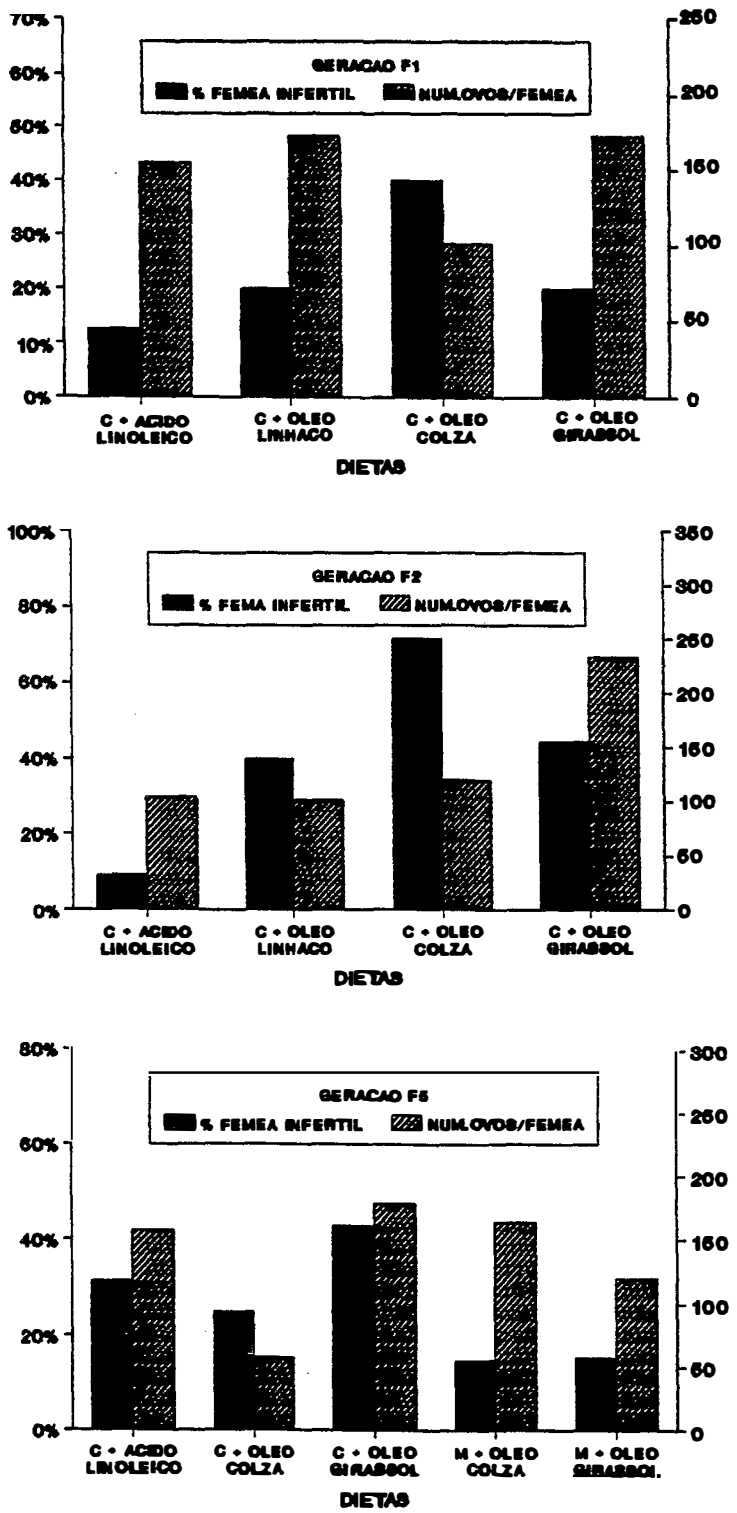


Figura 3. Porcentagem de gaiolas com duas fêmeas inférteis e número de ovos por fêmea de *E. lignosellus* desenvolvidas nas dietas C (feijão, germe-de-trigo e levedura de cerveja) e M (milho 'Opaco', germe-de-trigo e levedura de cerveja) com diferentes fontes de ácidos graxos. Temp.: 25 ± 2°C; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h.

Houve, em geral, com duas fêmeas por gaiola, uma grande variação de resultados, com um elevado intervalo de variação, o que levou a um alto coeficiente de variação, fazendo com que valores bastante distantes não diferissem estatisticamente.

As metodologias de trabalho com *E. lignosellus* não são muito claras. Assim, as variações de valores de capacidade de postura observadas por outros autores como MACK & BACKMAN, 1984, que obtiveram na dieta de CHALFANT (1975), aproximadamente 84 ovos por fêmea a 26°C ou por BERBERET et alii (1982) que criando *E. lignosellus* em duas variedades de amendoim obtiveram 297 e 341 ovos por fêmea, podem ser devidas às variações de populações ou pelo fato destes pesquisadores terem eliminado ou não considerado as fêmeas que não fizeram postura; desde que os autores estudaram diferentes números de casais por gaiola.

Observou-se em geral, na dieta C, com as diferentes fontes de ácidos graxos, uma variação na porcentagem de gaiolas com fêmeas inférteis nas três gerações de *E. lignosellus* estudadas. A constatação de fêmeas inférteis, embora não mencionada por CHALFANT (1975) é citados por MACK BACKMAN (1984) que utilizaram a mesma dieta artificial para estudos em diferentes temperatura. Em dieta natural BERBERET et alii (1982) encontraram 26,9 e 23,9% de fêmeas inférteis em duas diferentes variedades de amendoim, estes valores se aproximam daqueles da presente pesquisa (Figura 3).

Considerando-se a porcentagem de fêmeas inférteis e o número de ovos colocados por fêmea (Figura 3), a dieta M com óleo de colza apresenta grande potencial para ser utilizada na criação de *E. lignosellus.*

4.1.2.5. Ritmo de postura

O ritmo de postura é fundamental em criações massais desde que quando ocorre um grande declínio na capacidade de postura, os adultos podem ser eliminados, pois a pequena quantidade de ovos colocada não justifica o período de tempo gasto para coleta dos mesmos.

De modo geral, a variabilidade dos dados obtidos não indica efeito das diferentes fontes de ácidos graxos nesse parâmetro (Figuras 4 e 5).

As fêmeas desenvolvidas na dieta M colocaram nos cinco primeiros dias um percentual de ovos semelhante àquele colocado pelos insetos mantidos na dieta de CHALFANT (1975) com ácido linoléico, ou seja, superior a 40%. As fêmeas desenvolvidas nas diversas dietas apresentaram ritmo de postura próximo ao observado por BERBERET et alii (1982) para fêmeas desenvolvidas em alimento natural (amendoim), no qual 80% do total dos ovos foram colocados até 10 dias após a emergência (Figuras 4 e 5).

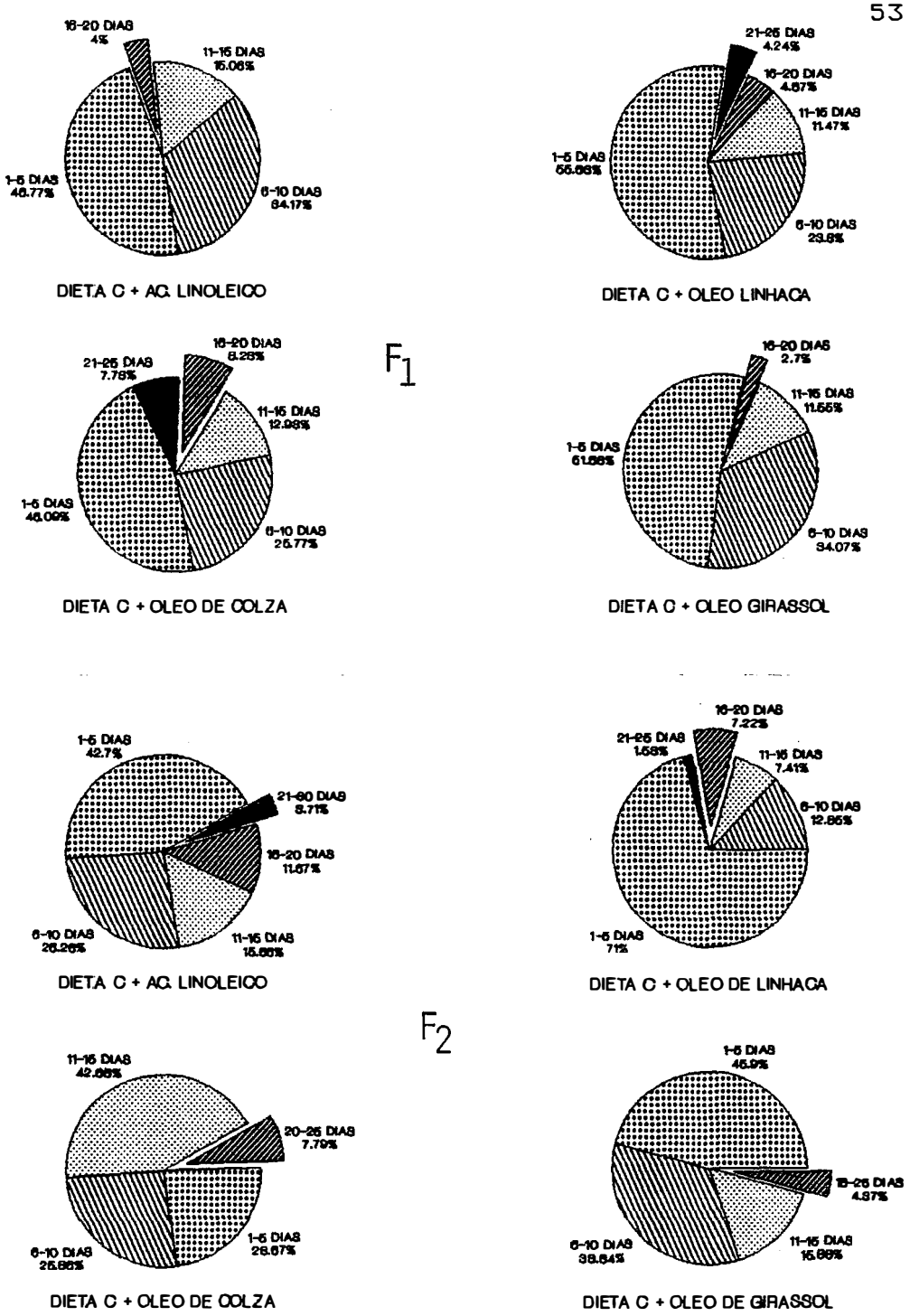


Figura 4. Ritmo de postura, a cada cinco dias, de *E. lignosellus* criada na dieta C (feijão, germe-de-trigo e levedura de cerveja) com diferentes fontes de ácidos graxos, geração F_1 e F_2. Temp.: 25 ± 2°C; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h.

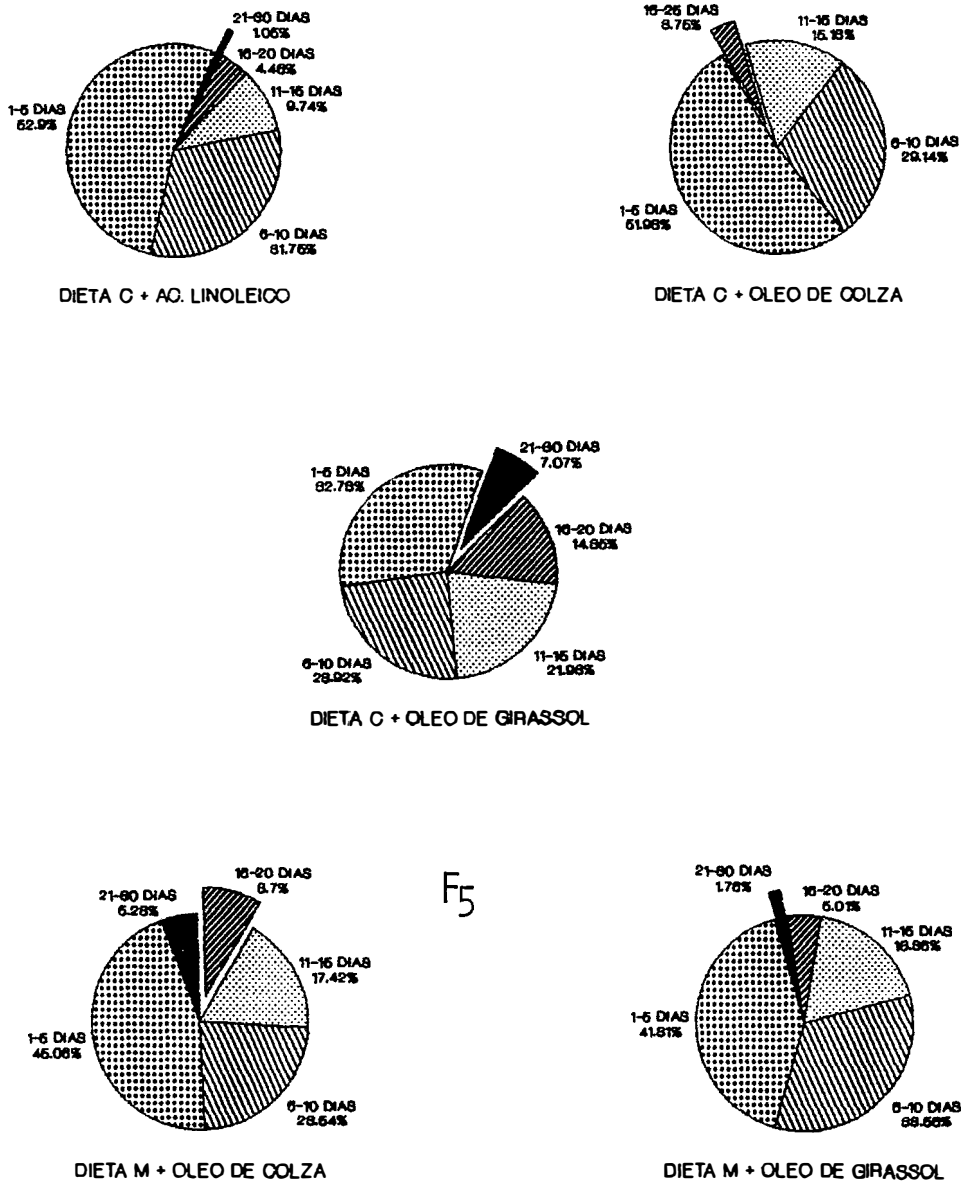


Figura 5. Ritmo de postura, a cada cinco dias, de *E. lignosellus*, criada na dieta C (feijão, germe-de-trigo e levedura) e na dieta M (milho 'Opaco', germe-de-trigo e levedura de cerveja) com diferentes fontes de ácidos graxos, geração F_5. Temp.: 25 ± 2°C; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h.

4.1.2.6. Longevidade

Em todas as dietas, os adultos viveram mais do que aqueles criados por CHALFANT(1975), pois aquele autor observou valores de longevidade de cinco dias para fêmeas e de oito dias para machos. Na presente pesquisa, a tendência observada por aquele autor dos machos viverem mais foi também constatada, sendo que houve casos em que os machos viveram mais que 42 dias e as fêmeas em torno de 27 dias. As longevidades de adultos provenientes das diferentes dietas obedeceram à distribuição de Weibull (Figuras 6 a 12) (SGRILLO, 1982). Com relação a este parâmetro, todas as dietas mostraram-se adequadas, desde que produziram adultos bastante longevos.

4.1.3. Tabela de vida de fertilidade

Levando-se em consideração os parâmetros de tabela de vida de fertilidade, a dieta M com óleo de colza foi superior à dieta C com ácido linoléico, pois baseando-se na taxa líquida de reprodução (Ro), teve uma capacidade de aumento de 25,28 vezes a cada geração em relação aos 16,01 vezes de aumento da dieta padrão. A razão finida do aumento (λ) e a capacidade inata de aumentar em número (r_m) também foram superiores nessas dietas com o encurtamento do ciclo biológico do inseto (Tabela 9). A dieta M, com óleo de girassol mostrou-se adequada baseando-se neste tipo de tabela de vida. A dieta C com óleo de colza foi a menos adequada para a criação de *E. lignosellus*.

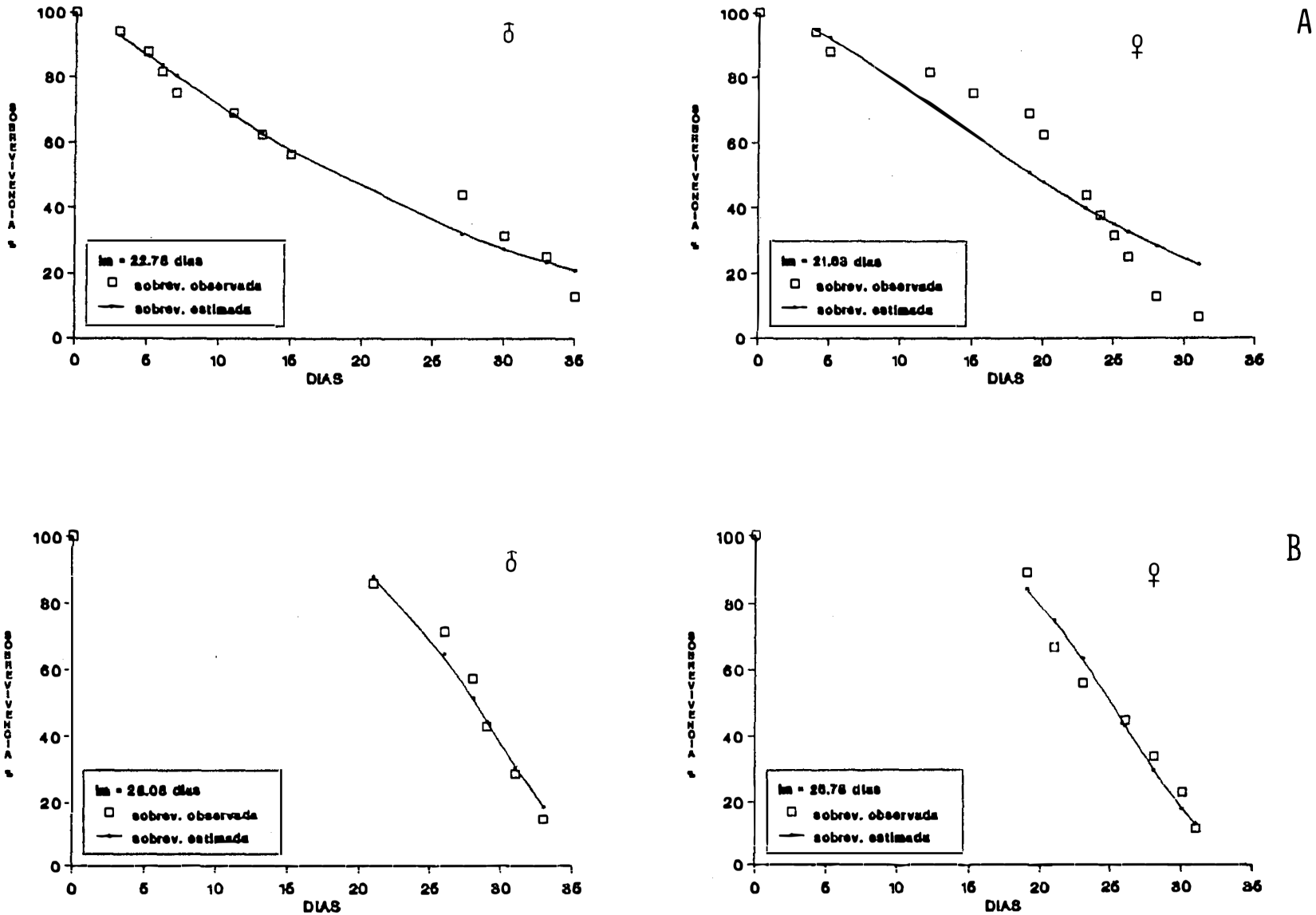


Figura 6. Sobrevivência de adultos (♂ e ♀) de *E. lignosellus* criados na dieta C com ácido linoléico (A) e óleo de linhaça (B). Valores observados e estimados pela equação de Weibull. Temp.: 25±2ºC; UR: 60±10%; fotofase: 14h. Geração F_1.

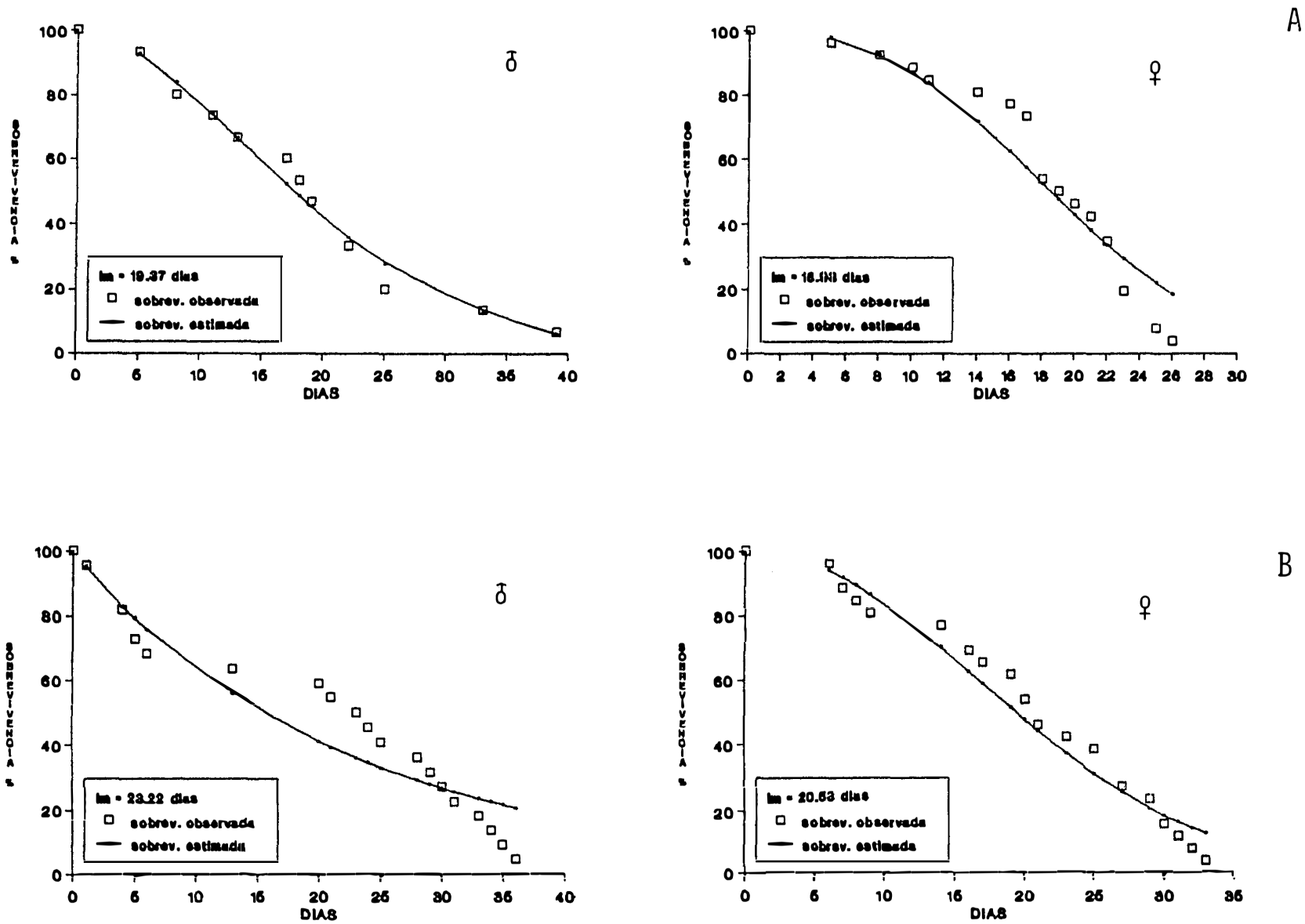


Figura 7. Sobrevivência de adultos (♂ e ♀) de *E. lignosellus* criados na dieta C com óleo de girassol (A) e óleo de colza (B). Valores observados e estimados pela equação de Weibull. Temp.: 25 ± 2ºC; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h. Geração F_2.

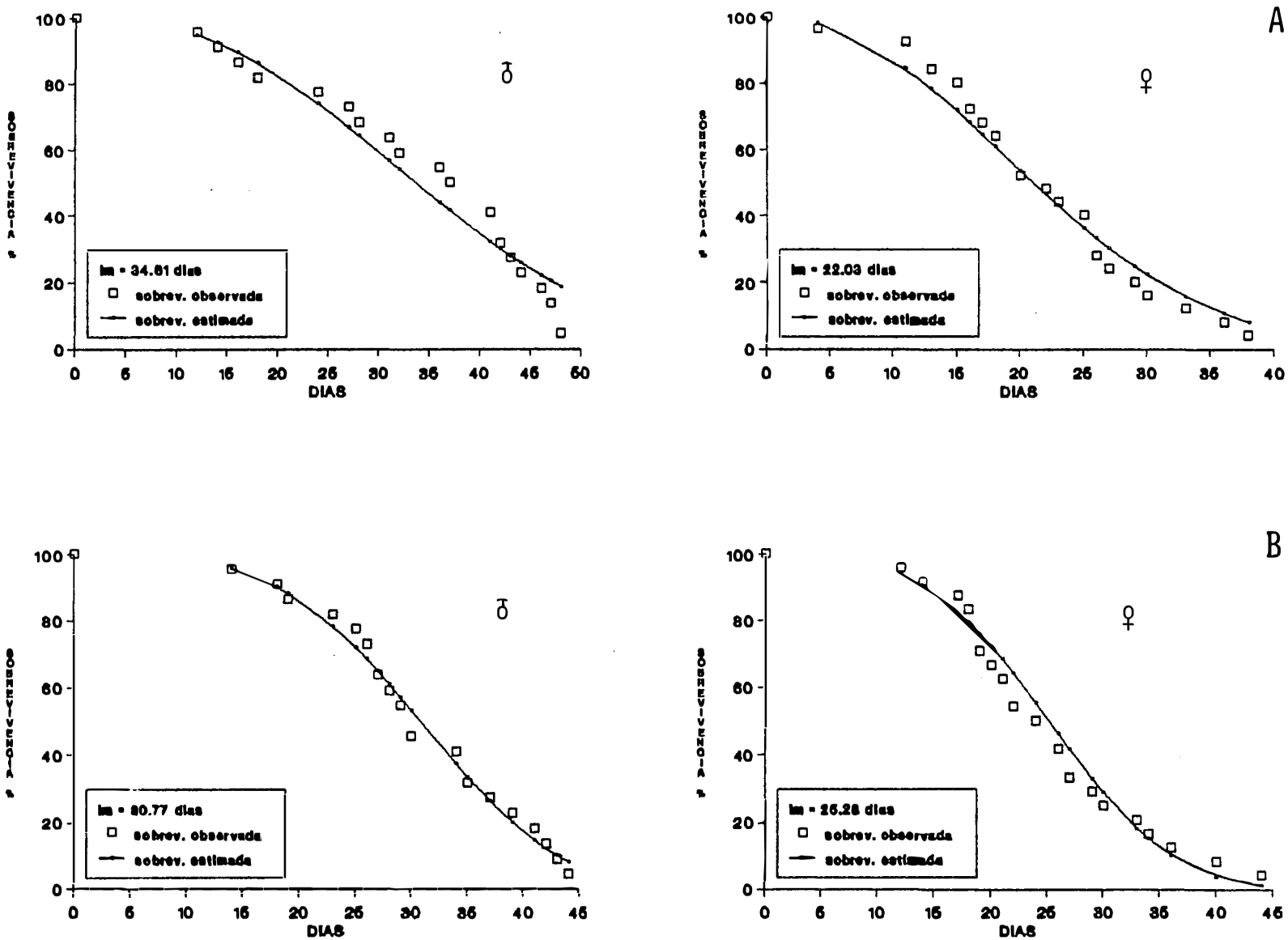


Figura 8. Sobrevivência de adultos (♂ e ♀) de *E. lignosellus* criados na dieta C com ácido linoléico(A) e com óleo de linhaça (B). Valores observados e estimados pela equação de Weibull. Temp.: 25 ± 2°C; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h. Geração F_2.

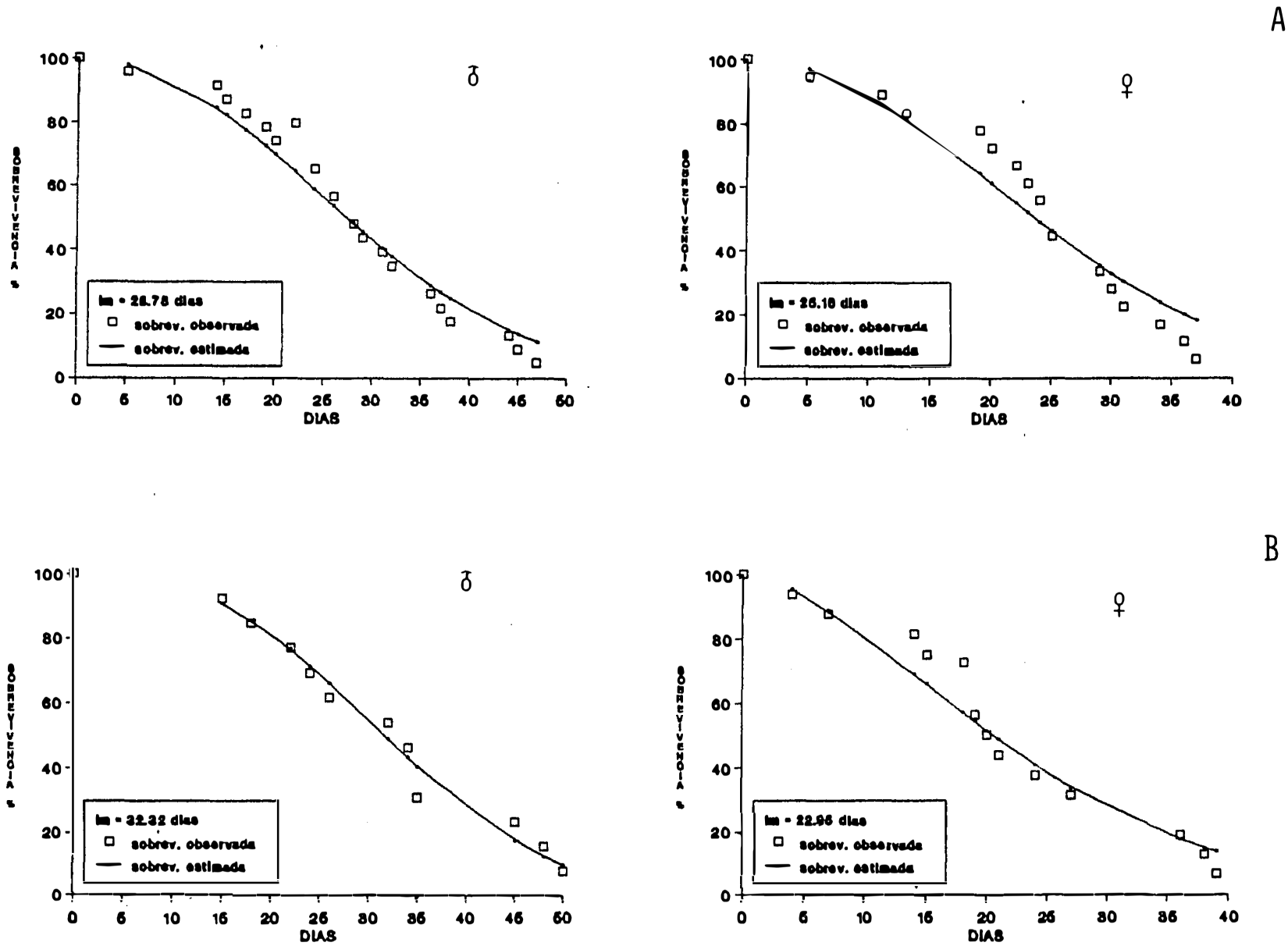


Figura 9. Sobrevivência de adultos (♂ e ♀) de *E. lignosellus* criados na dieta C com óleo de girassol (A) e óleo de colza (B). Valores observados e estimados pela equação de Weibull. Temp.: 25 ± 2ºC; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h. Geração F2.

A

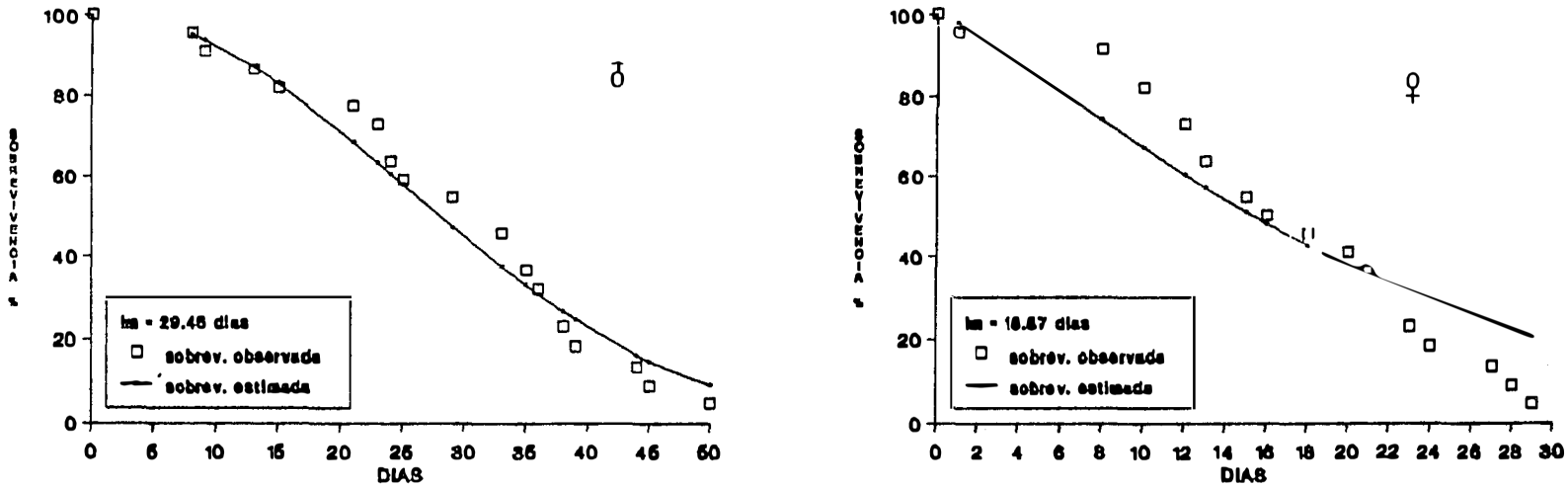


Figura 10. Sobrevivência de adultos (♂ e ♀) de *E. lignosellus* criados na dieta C com ácido linoléico (A). Valores observados e estimados pela equação de Weibull. Temp.: 25 ± 2ºC; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h. Geração F_5.

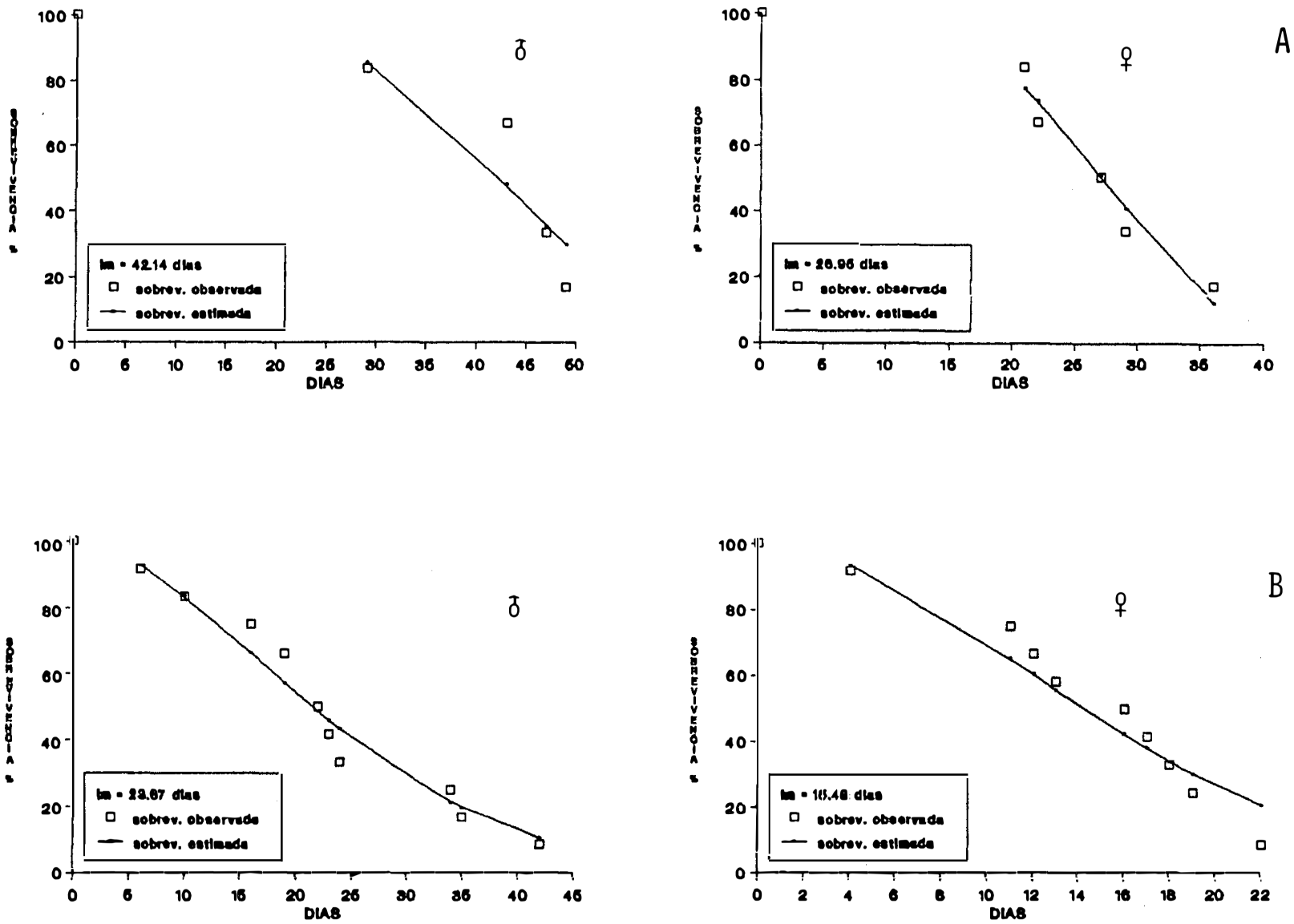


Figura 11. Sobrevivência de adultos (♂ e ♀) de *E. lignosellus* criados na dieta C com óleo de girassol (A) e óleo de colza (B). Valores observados e estimados pela equação de Weibull. Temp.: 25 ± 2ºC; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h. Geração F_5.

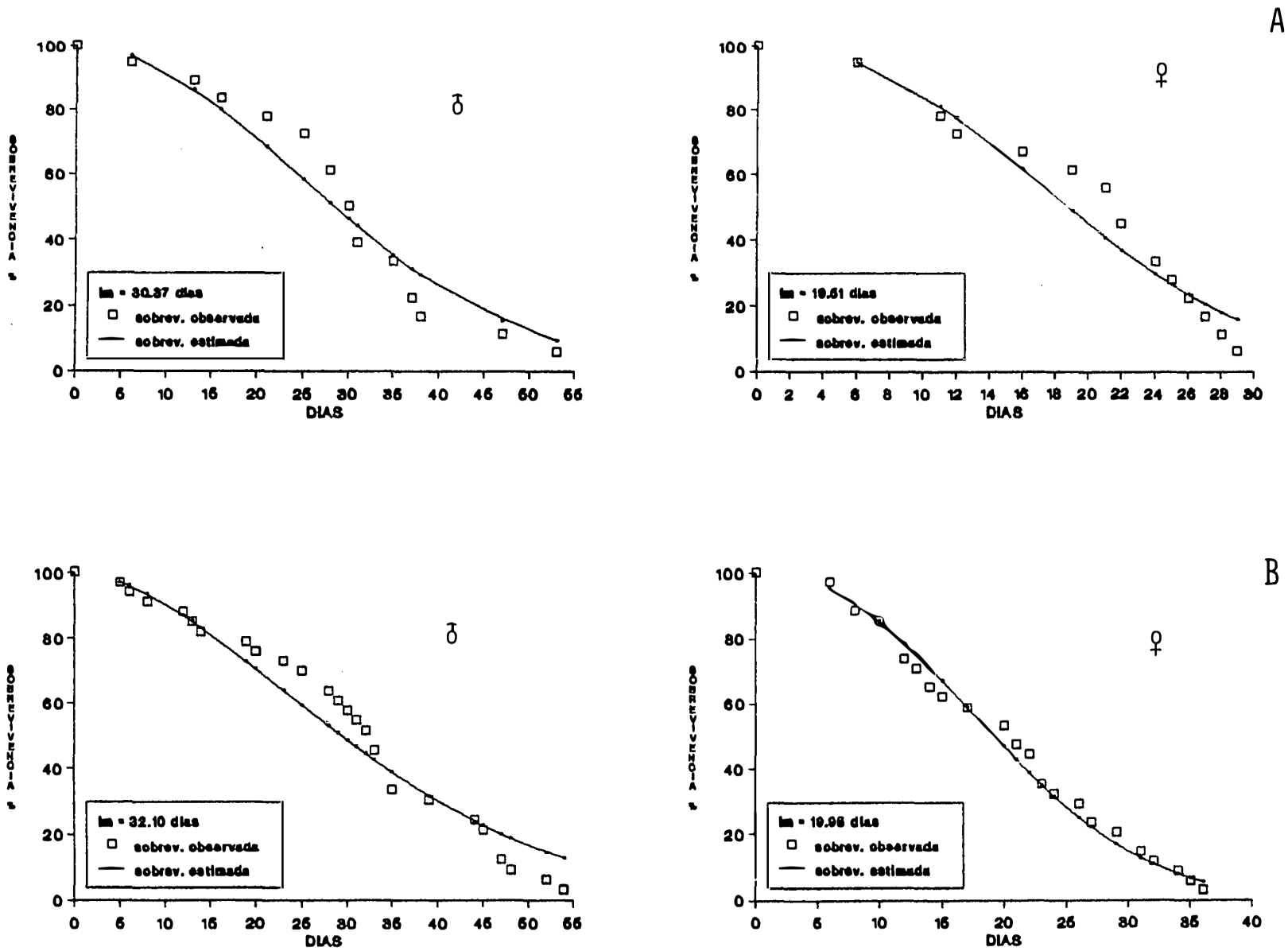


Figura 12. Sobrevivência de adultos (♂ e ♀) de *E. lignosellus* criados na dieta M com óleo de girassol (A) e óleo de colza (B). Valores observados e estimados pela equação de Weibull. Temp.: 25 ± 2ºC; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h. Geração F_5.

Tabela 9. Taxa líquida de reprodução (Ro), duração média de cada geração (T), capacidade inata de aumentar em número (rm), razão finita de aumento (λ) de *E. lignosellus*, mantida em cinco dietas artificiais. Temp.: fases imaturas 30 ± 0,5ºC; adultos 25 ± 2ºC; UR: 60 + 10%; fotofase: 14h.

Dieta original[1]	Fonte de ácido graxo	Ro	T (dias)	rm	λ	Nº de pares observados
C	Ácido linoléico	16,01	63,82	0,0435	1,0444	24
C	Óleo de colza	4,77	74,31	0,0210	1,0212	14
C	Óleo de girassol	10,56	74,96	0,0314	1,0319	14
M	Óleo de colza	25,28	69,53	0,0464	1,0475	42
M	Óleo de girassol	17,10	67,42	0,0421	1,0430	26

[1]C: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo.
M: dieta à base de milho, levedura de cerveja e germe-de-trigo.

4.1.4. Efeito da temperatura na biologia e exigências térmicas de *E. lignosellus*

Constatou-se que a duração da fase de ovo e do período lagarta-adulto foi afetada significativamente pela temperatura, decrescendo com o aumento desta (Tabela 10). A velocidade de desenvolvimento em função da temperatura ajustou-se ao modelo linear obtido através da recíproca da equação da hipérbole (Tabela 12 e Figura 13).

Tabela 10. Duração (dias) da fase de ovo e do período lagarta-adulto de *E. lignosellus*, criada em dieta artificial em diferentes temperaturas. UR: 60±10%; fotofase: 14h[1].

Temp. (°C)	Duração (dias)		Total
	Ovo	Lagarta-adulto	
18	16,71 ± 0,10 a	0,00	0,00
20	10,04 ± 0,10 b	115,36 ± 0,18 a	125,40
25	4,26 ± 0,10 c	61,53 ± 0,11 b	65,79
30	3,16 ± 0,10 d	46,10 ± 0,10 c	49,26
32	3,14 ± 0,10 d	40,28 ± 0,11 d	43,42

[1]Para cada parâmetro, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey, 5%).

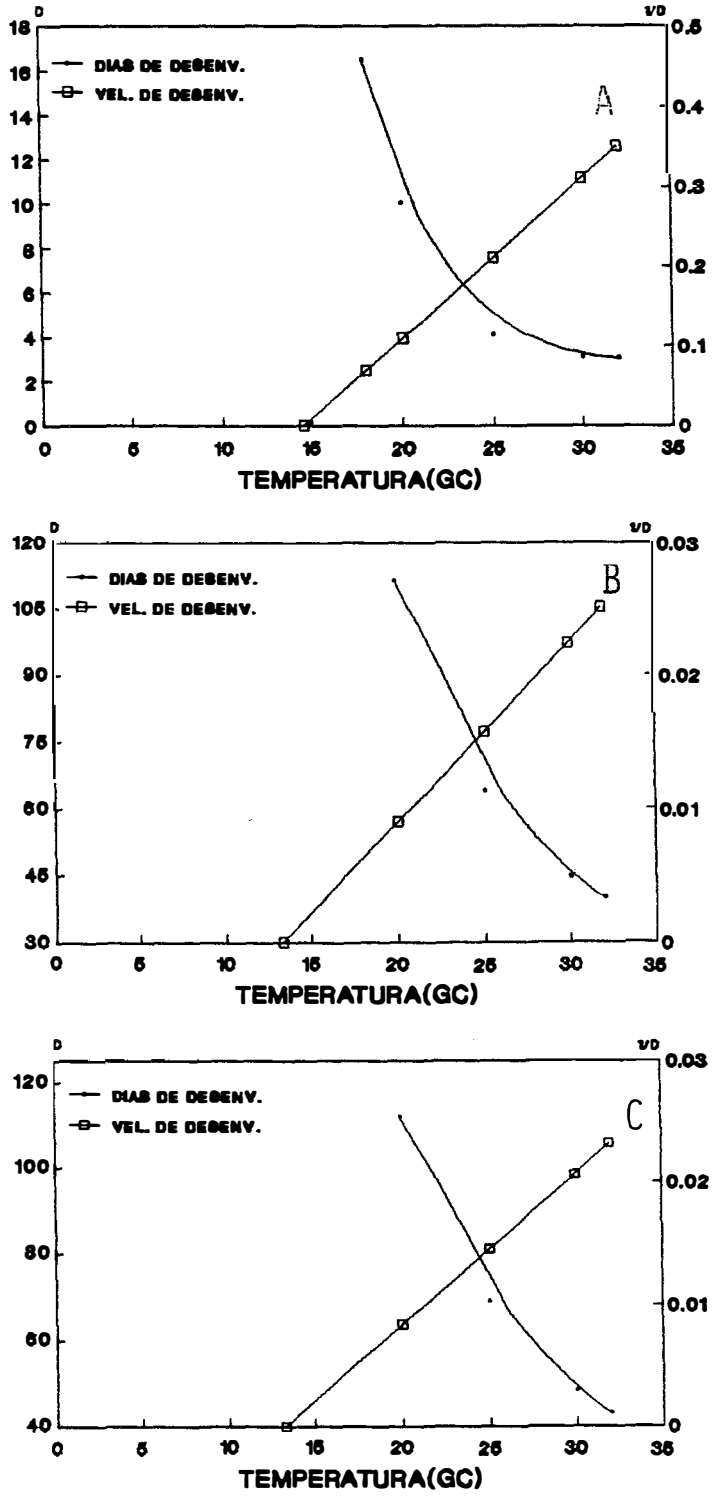


Figura 13. Exigências térmicas das fases de ovo (A), de lagarta-adulto (B) e do ciclo total (ovo-adulto) (C) de *E. lignosellus* criado em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja, germe-de-trigo e óleo de girassol. UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h.

O período de incubação decresceu, com o aumento da temperatura na faixa de 18 a 32°C, de 16,71 para 3,14 dias, respectivamente (Tabela 10), embora não tenha havido diferença entre os valores obtidos a 30 e 32°C. Esta mesma tendência foi observada por LEUCK (1966), e por KISHINO (1980) no intervalo de 20 a 33°C.

Na faixa de 20 a 32°C, o período de lagarta-adulto esteve inversamente correlacionado com a temperatura (Tabela 10), coincidindo com os resultados obtidos por KISHINO (1980). Houve uma grande mortalidade de *E. lignosellus* no período lagarta-adulto, especialmente a 20°C. Em geral a viabilidade, mesmo na faixa favorável, qual seja de 25 a 32°C foi abaixo de 30% (Tabela 11), coincidindo com os resultados obtidos por KISHINO (1980). Ocorreu 100% de mortalidade a 18°C (Tabela 11).

Considerando-se as exigências térmicas da espécie (13,24°C) (Tabela 12) e levando-se em conta que 30°C (Tabela 10 e 11) é a condição mais adequada de *E.lignosellus*, o inseto irá acumular, nesta condição, 16,76 graus dia, o que corresponde a 6117,4 graus dia durante o ano (365 dias). Desde que as suas exigências térmicas são de 809,90 graus dia (Tabela 12), no decorrer do ano poderão ser obtidas, com estas dietas, em torno de sete gerações (7,6). Não foi considerada a temperatura de 32°C como a mais adequada, pois houve uma tendência de diminuição da viabilidade e capacidade de postura (MENEGUIM, observação pessoal) nesta condição.

Tabela 11. Viabilidade (%) da fase de ovo e do período lagarta-adulto de *E. lignosellus*, submetida a diferentes temperaturas (UR: 60 + 10%; fotofase: 14h)[1].

Temperatura (°C)	Viabilidade		Total
	Ovo	Lagarta-adulto	
18	67,78 ± 3,37 a	0,00	0,00
20	93,82 ± 3,37 a	6,00 ± 0,14 a	5,63
25	91,01 ± 3,37 a	27,18 ± 0,14 b	24,74
30	85,00 ± 3,37 a	32,97 ± 0,15 b	28,02
32	86,66 ± 3,37 a	30,00 ± 0,16 b	26,00

[1] Para cada parâmetro, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 12. Temperatura base (Tb), constante térmica (K), equação da velocidade de desenvolvimento (1/D) e respectivo coeficiente de determinação (R^2) para a fase de ovo e para o período lagarta-adulto de *E. lignosellus*, criada em dieta artificial.

Fases	Tb (°C)	K (GD)	Equação[1]	R^2 (%)
Ovo	14,51	49,91	$1/D = -0,290784 + 0,0200377\ T$	96,70
Lagarta-adulto	13,28	748,14	$1/D = -0,017748 + 1,33664^{-3}\ T$	99,42
Total	13,24	809,90	$1/D = -0,0163534 + 1,23472^{-3}$	99,03

[1]D = duração (dias); T = temperatura (°C).

4.2. Determinação do número adequado de lagartas de *E. lignosellus* por recipiente de criação

As densidades de lagartas estudadas não apresentaram influência sobre a duração do período lagarta-adulto. No entanto, com relação à viabilidade, constatou-se um efeito negativo, proporcional ao aumento do número de lagartas por tubo, uma vez que, a maior viabilidade foi observada no tratamento com duas lagartas, decrescendo a medida que se aumentava o número de lagartas por recipiente de criação (Tabela 13).

Tabela 13. Duração e viabilidade do período lagarta-adulto de *E. lignosellus* criada na dieta C (feijão, germe-de-trigo e levedura de cerveja) com óleo de colza e com diferentes números de lagartas/tubo de criação. Temp.: 30 ± 0,5°C; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h.[1]

Número de lagartas/tubo	Duração (dias)	Viabilidade (%)
2	46,72 ± 1,63 a	34,22 ± 0,06 a
4	47,03 ± 1,50 a	23,84 ± 0,06 b
6	45,23 ± 1,50 a	12,96 ± 0,05 c
8	45,06 ± 1,31 a	14,76 ± 0,06 c

Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Assim, para o recipiente de vidro utilizado na presente pesquisa (tubos de vidro de 2,5 cm de diâmetro x 8,5 cm de comprimento) (volume de 41,73 cm^3) devem ser criadas duas lagartas. O efeito da densidade sobre a viabilidade pode ter decorrido da competição por espaço físico e por substrato (vermiculita), colocado sobre a dieta, devido ao hábito que esta espécie apresenta de confeccionar, durante a fase larval, abrigos com fios de seda, detritos e partículas de solo. De acordo com PETERS & BARBOSA (1977), a densidade populacional, em recipientes de criação, pode afetar o tamanho, fecundidade e taxa de desenvolvimento de insetos.

4.3. Efeito da cor do papel na oviposição

O número total de ovos colocados por duas fêmeas não teve diferença estatística entre as cores testadas. A variação do número de ovos foi de 4 a 765 no substrato branco e de 45 a 444 no substrato azul, sendo que o número médio por fêmea (fértil) foi de 130,83 e 99,80 no substrato branco e azul, respectivamente (Figura 14).

KISHINO (1980) também estudou a influência da coloração, além da textura do substrato de postura sobre o número total de ovos e encontrou melhores resultados no papel guardanapo rosa de superfície irregular.

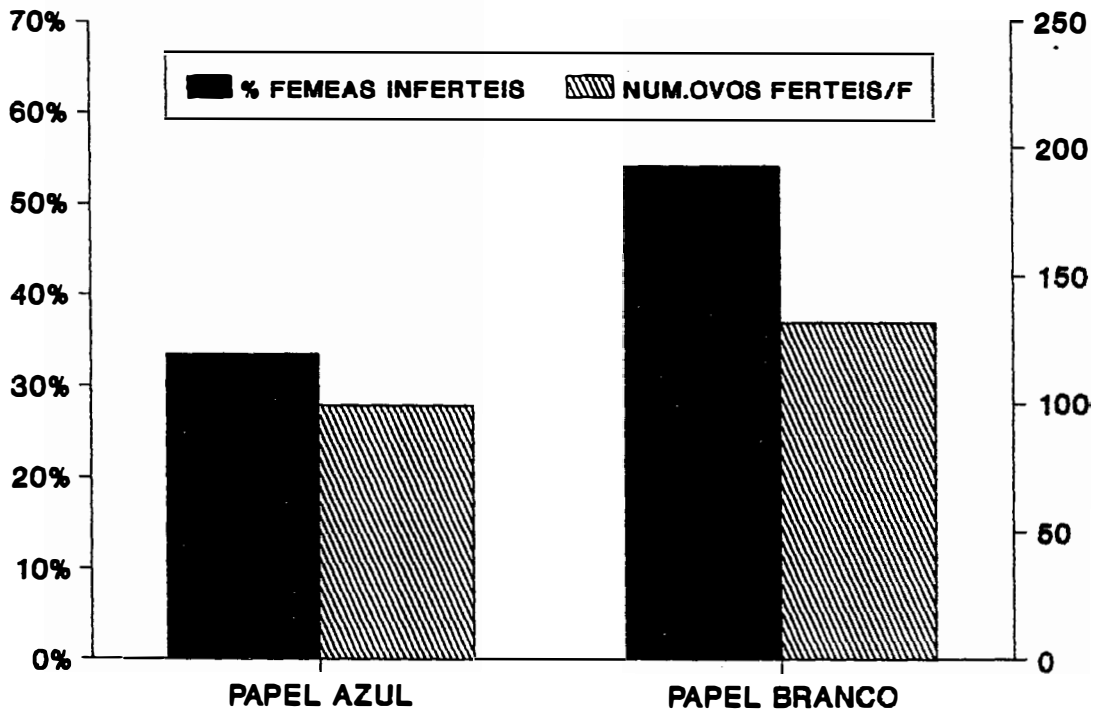


Figura 14. Postura de *E. lignosellus* provenientes da dieta de CHALFANT (1975) com ácido linoléico em papéis de duas cores e porcentagem de fêmeas inférteis em ambos substratos. Temp.: 25 ± 2°C; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h.

A não coincidência dos resultados da presente pesquisa com os de CHALFANT (1975) está relacionada ao fato daquele autor, provavelmente, ter considerado apenas as fêmeas férteis, desde que o número de fêmeas inférteis, quando se utilizou o substrato branco, foi de cerca de 20% maior do que o observado no substrato azul (Figura 14).

Em ambos os substratos, a maior porcentagem de ovos foi colocada do primeiro ao quinto dia, a partir do início da oviposição, com um total de 57% para o papel azul e de 48% para o branco.

4.4. Controle de qualidade

4.4.1. Aspectos biológicos de *E. lignosellus* em dietas artificiais e natural

4.4.1.1. Duração do período lagarta-pupa

A velocidade de desenvolvimento foi maior na dieta natural de plantas de arroz (29,44 dias) do que nas dietas artificiais, à base de diferentes proteínas e fontes de ácidos graxos polinsaturados. A duração em dieta natural foi superior àquela observada por NAKAYAMA (1980) que utilizou a mesma técnica de criação, porém com plantas de trigo que, segundo KISHINO (1980), favorecem a aceleração do desenvolvimento comparado com plantas de arroz, utilizadas na presente pesquisa.

Tabela 14. Viabilidade e duração do período lagarta-adulto e deformação de adultos de *E. lignosellus* criados em duas dietas artificiais com diferentes fontes de ácido graxo. Geração F_4 (Temp: 30 ± 0,5ºC; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14h)[2] e em dieta natural em condições de casa-de-vegetação (Piracicaba - jan/89) (Temp.: 24,70 ± 5,1ºC).

Dieta original[1]		Duração (dias)	Viabilidade (%)	Deformação (%)
C	Ácido linoléico	45,75 ± 1,11 a	39,14 ± 0,02 b	8,89
C	Óleo de colza	44,44 ± 1,07 a	42,31 ± 0,09 ab	15,69
C	Óleo de girassol	44,83 ± 0,98 a	37,36 ± 0,09 b	13,48
M	Óleo de girassol	42,95 ± 0,96 a	51,52 ± 0,02 a	11,21
Arroz		29,44	64,00	5,21

[1] C: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo.
M: dieta à base de milho, levedura de cerveja e germe-de-trigo.

[2] Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados observados nas dietas artificiais não apresentaram diferenças estatísticas entre si e foram similares aos citados por DUPREE (1965) que em ervilha encontrou, em dois experimentos, um período lagarta-adulto de *E. lignosellus* de 42 e 44 dias. A maior duração observada nesta leguminosa, em feijão guandu (LEUCK, 1966) e soja (GAZZONI, 1981) pode ser atribuída a uma não preferência desta praga por esta família e sim por gramíneas onde apresenta um ciclo mais curto (LUGINBILL & AINSLIE, 1917 e REIS, 1989).

4.4.1.2. Viabilidade do período lagarta-pupa

As viabilidades registradas nas dietas artificiais foram inferiores à observada na dieta natural (Tabela 14). Apenas a dieta M, com óleo de girassol, foi a que proporcionou uma viabilidade numericamente próxima a obtida no alimento natural, embora sem diferir da dieta C com óleo de colza.

O alimento natural e o artificial, proporcionaram baixas viabilidades, em relação aos 75% de viabilidade total considerados por SINGH (1983) como o mínimo exigido para que uma dieta seja considerada satisfatória para criação de insetos em laboratório. É conveniente salientar que para *E. lignosellus*, mesmo substratos considerados adequados dão altas mortalidades neste período, pois NAKAYAMA (1980) observou em trigo uma viabilidade de 66,98%, próxima à do presente trabalho, em arroz.

4.4.1.3. Deformação de asas

A porcentagem de adultos deformados, provenientes de dietas artificiais com óleos vegetais chegou a ser três vezes maior que a ocorrida em dieta natural (Tabela 14); apenas a dieta C, com ácido linoléico, apresentou porcentagem pouco superior à observada em arroz.

A maior ocorrência de insetos deformados em dieta artificial e o desenvolvimento de adultos com asas de tamanhos diferenciados, podem ser atribuídos a um efeito deletério do alimento artificial, devido a um provável desbalanceamento dos componentes nutricionais, afetando o desenvolvimento normal das asas.

Os resultados obtidos sugerem que ambas dietas (C e M) com as fontes de ácidos graxos podem ser melhoradas. Tais deformações de adultos são uma indicação de que existem deficiências nutricionais nas dietas artificiais, uma vez que a dieta natural não proporcionou o desenvolvimento de adultos com diferentes tamanhos de asas.

4.4.1.4. Danos causados por lagartas de *E. lignosellus* provenientes de dieta natural e artificial

A importância deste parâmetro na avaliação da qualidade do inseto desenvolvido no sistema de criação massal está relacionada com o fim a que se destina a produção (BOLLER & CHAMBERS, 1977).

A produção massal de *E. lignosellus*, exigida, por exemplo, para a realização de testes em entomologia econômica, implica na obtenção de insetos com capacidade de produzir danos semelhantes aos produzidos por insetos da natureza.

Lagartas procedentes da dieta artificial e natural apresentaram comportamento de dano similar.

Lagartas de *E. lignosellus* provenientes de dieta natural e artificial danificaram 2,80 e 2,78 plantas, respectivamente, durante os 19 dias de observação. Os números encontrados foram inferiores aos observados por NAKAYAMA (1980) (8,73 plantas por lagarta), pois as avaliações foram feitas quando os insetos não tinham ainda completado a fase larval. Os valores observados são semelhantes aos registrados por SUGIMOTO & SANTOS (1984), que observaram, em plantas de arroz, que as lagartas de primeiro a quarto ínstar permanecem no local inicial de ataque, danificando somente duas a três plantas. Tanto as populações provenientes das dietas como do alimento natural foram bastante agressivas, pois danificaram 80 e 75% do total de plantas estudadas.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos com *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) permitem concluir:

1. Os óleos de colza e de girassol podem ser utilizados como fonte de ácidos graxos para *E. lignosellus* na dieta à base de milho 'Opaco', levedura de cerveja e germe-de-trigo;

2. A taxa líquida de reprodução e a razão finita de aumento são maiores na dieta contendo milho 'Opaco', levedura de cerveja, germe-de-trigo e óleo de colza;

3. A temperatura mais adequada para criação de *E. lignosellus* é a de 30°C, permitindo a ocorrência de 7,6 gerações da praga em laboratório durante um ano;

4. Há um alongamento do ciclo de *E. lignosellus* ao longo das gerações em dietas artificiais;

5. O tipo de asa (curto, médio ou longo) é um bom indicador para avaliar a qualidade nutricional de dietas, desde que a dieta ideal (natural) dá origem a adultos somente com asas longas;

6. A competição intra-específica diminui a viabilidade de *E. lignosellus*, sendo dois o número adequado de lagartas para o recipiente utilizado;

7. A coloração do papel afeta o acasalamento de *E. lignosellus*;

8. O ciclo biológico de *E. lignosellus* é mais curto em dieta natural (plantas de arroz);

9. O dano causado pelo inseto criado em dieta natural é semelhante àquele provocado pelo inseto mantido em dieta artificial por gerações sucessivas, indicando que a sua qualidade é preservada neste meio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, J & AMANTE, E. Fungos causadores de tombamento de mudas de algodoeiro no ano agrícola 1969-70. **O Biológico**, São Paulo, **36**(1): 24-5, 1970.

BERBERET, R.C.; COOK, P.J.; SANDER, D.A. Fecundity of the lesser cornstalk borer, *Elasmopalpus lignosellus*, from floruner and spanhoma peanut cultivars. **Peanut Science**, Yooakum, **9**(2): 60-2, 1982.

BOLLER, E.F. & CHAMBERS, D.L. Quality aspects of mass-reared insetcs. In: RIDGWAY, R.L. & VINSON, S.B., ed. **Biological control by augmentation of natural enemies**; insect and mite control with parasites and predators. New York, Plenum, 1977. p.219-35.

BRACKEN, G.K. The bertha armyworm, *Mamestra configurata* (Lepidoptera: Noctuidae). Effects of dietary linoleic acid on pupal syndrome, wing syndrome, survival, and pupal fat composition. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, **114**: 567-73, 1982.

BUSOLI, A.C.; LARA, F.M.; NUNES JUNIOR, A.; GUIDI, M. Preferência de *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera, Phycitidae) por diferentes culturas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, **6**(1): 73-9, 1977.

CHALFANT, R.B. A simplified technique for rearing the lesser cornstalk borer (Lepidoptera: Phycitidae). **Journal of the Georgia Entomological Society**, Tifton, **10:** 33-7, 1975.

CHAMBERS, D.L. & ASHLEY, T.R. Putting the control in quality control in insect rearing. In: KING, E.G. & LEPPLA, N.C., ed. **Advances and challenges in insect rearing.** Washington, U.S. Government Printing Office, 1984. p.256-60.

CHIPPENDALE, G.M. & REDDY, G.P.V. Polyunsaturated fatty acid and sterol requirements of the southwestern corn borer, *Diatraea grandiosella*. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, **18:** 305-16, 1972.

CHIPPENDALE, G.M.; BECK, S.D.; STRONG, F.M. Methyl linolenate as an essential nutrient for the cabbage looper, *Trichoplusia ni* (Hübner). **Nature**, London, **204:** 710-1, 1964.

CRUZ, I.; WAQUIL, J.M.; SANTOS, J.P.; VIANA, P.A.; SALGADO, L.O. **Pragas da cultura do milho em condições de campo.** Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1983. 75p. (EMBRAPA/CNPMS. Circular Técnica, 10).

DADD, R.H. The nutritional requirements of locusts. I. Development of synthetic diets and lipid requirements. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, **4:** 319-47, 1960.

DADD, R.H. A study of carbohydrate and lipid nutrition in the wax moth, *Galleria mellonella* (L.), using partially synthetic diets. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, **10:** 161-78, 1964.

DADD, R.H. Arthropod nutrition. In: FLORKIN, M.& SCHEER, B.T., ed. **Chemical zoology.** New York, Academic Press, 1970. v.5, p.35-95.

DADD, R.H. Insect nutrition: current development and metabolic implications. **Annual Review of Entomology,** Palo Alto, **18:** 381-420, 1973.

DADD, R.H. Qualitative requirements and utilization of nutrients: Insects. In: RECHCIGL Jr., M., ed. **Nutritional requirements.** Cleveland, CRC Press, 1977. v.1, p.305-46 (CRC Handbook. Series in Nutrition and Food. Sec. D).

DADD, R.H. Long-chain polyphenoics and the essential dietary fatty acid requirement of the waxmoth, *Galleria mellonella.* **Journal of Insect Physiology,** Oxford, **29** (10): 779-86, 1983.

DADD, R.H. Nutrition: organism. In: KERKUT, G.A. & GILBERT, L.I., ed. **Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology.** Oxford, Pergamon Press, 1985. v.8, p.319-90.

DADD, R.H. & KLEINJAN, J.E. Essential fatty acid for the mosquito *Culex pipiens*: arachidonic acid. **Journal of Insect Physiology,** Oxford, **25:** 495-502, 1979.

DUPREE, M. Observations on the life history of the lesser cornstalk borer. **Journal of Economic Entomology,** Lanham, **58**(6): 1156-7, 1965.

FRAENKEL, G. & BLEWETT, M. Linoleic acid and arachidonic acid in the metabolism of two insects, *Ephestia kuehniella* (Lep.) and *Tenebrio molitor* (Col.). **Journal Biochemistry**, Tokyo, **41**: 475-8, 1947.

FRIEND, W.G. Nutritional requirement of phytophagous insects. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, 3: 54-74, 1958.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, A.R.; ALVES, S.B.; VANDRAMIM, J.D. **Manual de entomologia agrícola.** 2.ed, São Paulo, Agronômica Ceres, 1988. 649p.

GAZZONI, D.; OLIVEIRA, E.B. de; CORSO, I.C.; FERREIRA, B.S. C.; VILLAS BOAS, G.L.; MOSCARDI, F.; PANIZZI, A.R. **Manejo de pragas da soja.** Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1981. 44p. (EMBRAPA/CNPSo. Circular Técnica, 5).

GUÉNNELON, G. L'alimentation artificielle des larves de lépidotères phytophages. **Annales des Epiphyties**, Paris, **19**(3): 539-70, 1968.

HADDAD, M.L. & PARRA, J.R.P. **Métodos para estimar os limites térmicos e a faixa ótima de desenvolvimento das diferentes fases do ciclo de desenvolvimento de insetos.** Piracicaba, FEALQ, 1984. 12p. (Série Agricultura e Desenvolvimento).

HAGEN, K.S.; DADD, R.H.; REESE, J. The food of insects. In: HUFFAKER, C.B. & RABB, R.L., ed. **Ecological entomology.** New York, John Wiley, 1984. p.80-112.

HOLLOWAY, R.L. & SMITH Jr., J.W. Lesser cornstalk borer response to photoperiod and temperature. **Environmental Entomology**, Lanham, 5(5): 996-1000, 1976.

HOUSE, H.L. Insect nutrition. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, 6: 13-26, 1961.

HOUSE, H.L. Insect nutrition. In: FIENNES, R.N., ed. **Biology of nutrition**. Oxford, Pergamon Press, 1972. v.18, p.513-73.

HOUSE, H.L. Nutrition. In: ROCKSTEIN, M., ed. **The physiology of insects**. New York, Academic Press, 1974. p.1-53.

ITO, T. & NAKASONE, S. Nutrition of the silkworm, *Bombyx mori* - XV. Utilization of sterol in the presence of dietary fatty acids. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, 13: 281-7, 1967.

KISHINO, K. **Estudo da biologia e controle de** *Elasmopalpus lignosellus*, **Zeller (Lepidoptera, Phycitidae) em região de cerrado.** Relatório parcial de projeto de cooperação em pesquisa agrícola nos cerrados do Brasil 1978-1980. Planaltina, EMBRAPA, CPAC/IICA, 1980. 83p.

LEPPLA, N.C. Laboratory colonization of fruit flies. In: ROBINSON, A.S. & HOOPER, G.H.S., ed. **Fruit flies: their biology, natural enemies and control**. Amsterdan, Elsevier, 1989. p.91-102.

LEPPLA, N.C & ASHLEY, T.R. Quality control in insect mass production: a review and model. **Bulletin of the Entomological Society of America**, Lanham, 35(4): 33-44, 1989.

LEUCK, D.B. Biology of the lesser cornstalk borer in South Georgia. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, **59**(4): 797-801, 1966.

LEVINSON, H.Z. & NAVON, A. Ascorbic acid and unsaturated fatty acids in the nutrition of the Egyptian cotton leafworm, *Prodenia litura*. **Journal of Insect Physiology**, Lanham, **15**: 591-5, 1969.

LÓPEZ, E.; FUENTES, A.; LÓPEZ, O. Evaluación de una nueva dieta artificial para la cria de *Elasmopalpus lignosellus* Zeller (Lepidoptera: Phycitidae). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE SANIDAD VEGETAL EN LA AGRICULTURA TROPICAL SANTA CLARA, 1., Santa Clara, 1983. Resúmenes. **Centro Agrícola**, Habana, **11**(3): 112, sept./dic. 1984.

LUGINBILL, P. & AINSLIE, G.G. **The lesser cornstalk borer.** Washington, USDA, 1917. 27p. (USDA. Bulletin, 539). Apud Review of Applied Entomology. Series A, Farnham Royal, **5**: 578-9, 1917. (Resumo).

MACK, T.P. & BACKMAN, C.B. Effects of temperature and adult age on the oviposition rate of *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) the lesser cornstalk borer. **Environmental Entomology**, Lanham, **13**(4): 966-9, 1984.

MENSCHOY, A.B. & BAUCKE, O. Segunda relação das pragas das plantas cultivadas no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Itajaí, **1**: 17-46, 1966.

MIHSFELDT, L.H. Comparação de dietas artificiais para criação de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera-Pyralidae). Piracicaba, 1985. 120p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

MORETI, A.C.C.C. Biologia comparada e controle de qualidade de *Heliothis virescens* (Fabr., 1781) (Lepidoptera - Noctuidae) em dietas natural e artificial. Piracicaba, 1980. 98p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

MORETI, A.C.C.C. & PARRA, J.R.P. Biologia comparada e controle de qualidade de *Heliothis virescens* (Fab., 1781) (Lepidoptera - Noctuidae) em dietas natural e artificial. **Arquivos do Instituto Biológico de São Paulo**, São Paulo, **50**(1/4): 7-15, 1983.

NAKAYAMA, K. Biologia e controle de *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera-Pyralidae) em trigo. Piracicaba, 1980. 65p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

NALIN, D.M. Biologia, nutrição, quantitativa e controle de qualidade de populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas dietas artificiais. Piracicaba, 1991. 150p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

PARRA, J.R.P. **Biologia dos insetos.** Piracicaba, ESALQ, 1979. 383p.

PARRA, J.R.P. Métodos para medir consumo e utilização de alimentos por insetos. In: RAMIRO, Z.; GRAZIA, S. & LARA, F.M., eds. **Anais VI Congresso Brasileiro de Entomologia**, Campinas, 1980, p.77-102.

PARRA, J.R.P. Criação de insetos para estudos com patógenos. In: ALVES, S.B., coord. **Controle microbiano de insetos.** São Paulo, Manole, 1986. p.348-72.

PARRA, J.R.P. Controle biológico de pragas através de *Trichogramma*. **Biotecnologia**, Piracicaba (26): 1-3, maio 1989.

PARRA, J.R.P. Consumo e utilização de alimentos por insetos. In: PANIZZI, A.R. & PARRA, J.R.P., ed. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas.** São Paulo, Manole, 1991. p.9-57.

PETERS, T.M. & BARBOSA, P. Influence of population density on size, fecundity, and development rate of insects in culture. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, **22**: 431-54, 1977.

PLANK, H.K. The lesser cornstalk borer (*Elasmopalpus lignosellus*, Zeller) injuring sugar cane in Cuba. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, **21**(2): 413-8, 1928.

REINECKE, J.P. Nutrition: artificial diets. In: KERKUT, G.A. & GILBERT, L.I., ed. **Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology.** Oxford, Pergamon Press, 1985. v.4, p.391-419.

REIS, P.R. Principais pragas de arroz de sequeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, **14**(161): 44-58, 1989.

ROCK, C.G. Aseptic rearing of the codling moth on synthetic diets: ascorbic acid and fatty acid requeriments. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, **60**(4): 1002-5, 1967.

ROCK, G.C. The essential dietary fatty acid requeriment of the tuftedapple budmoth, *Platynota idaeusalis*. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, **31**(1): 9-13, 1985.

ROCK, G.C.; PATTON, R.L.; GLASS, E.H. Estudies of the fatty acid requeriments of *Argyrotaenia velutinana* (Walker). **Journal of Insect Physiology**, Oxford, **11**: 91-101, 1965.

SALVADORI, J.R. Biologia, nutrição e exigências térmicas de *Pseudaletia sequax* Flanclemont, 1951 (Lepidoptera, Noctuidae) em dieta artificial. Piracicaba, 1987. 119p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

SAUER, H.F.G. Notas sobre *"Elasmopalpus lignosellus Zeller"* (Lep. Pyr.), séria praga dos cereais no Estado de São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, **10**: 199-208, 1939.

SGRILLO, R.B. A distribuição de Weibull como modelo de sobrevivência de insetos. **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, **7**: 10-3, 1982.

SCARISBRICK, D.H. & DANIELS, R.W., ed. **Oilseed rap.** London, Collins, 1986. 309p.

SILVA, A.G.A.; GONÇALVES, C.R.; GALVÃO, D.M.; GONÇALVES, A. J.L.; GOMES, J.; SILVA, M.N.; SIMONI, L. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitas e predadores.** Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1968. v.2, pt. 1, 622p.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A. **Manual de ecologia dos insetos.** São Paulo, Agronômica Ceres, 1976. 419p.

SINGH, P. A general purpose laboratory diet mixture for rearing insects. **Insect Science and its Application**, Elmsford, **4**(4): 357-62, 1983.

SIVAPALAN, P. & GNANAPRAGASAM, N.C. The influence of linoleic acid and linolenic acid on adult moth emergence of Homona caffearia from meridic diets in vitro. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, **25**: 393-8, 1979.

STONE, K.J. Reproductive biology of lesser cornstalk borer. I. Rearing technique. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, **61**(6): 1712-4, 1968a.

STONE, K.J. Reprodutive biology of the lesser cornstalk borer. II. Cage condition and sex ratios for mating. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, **61**(6): 1715-6, 1968b.

SUGIMOTO, A. & SANTOS, W.J. **Bio-ecologia e controle da lagarta elasmo em arroz de sequeiro.** Londrina, IAPAR, 1984. 34p.

TERRIERE, L.C. & GRAU, P.A. Dietary requirements and tissue levels of fatty acids in three Noctuidae. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, **18**: 633-47, 1972.

TIPPINS, H.H., ed. **A review of information on the lesser cornstalk borer (*Elasmopalpus lignosellus*, Zeller).** Athens, University of Georgia/College of Agriculture, 1982. 64p. (Special Publication, 17).

UVAROV, B.P. Insect nutrition metabolism. A summary of the literature. **Transactions of the Royal Entomological Society**, London, **74**: 255-343, 1928.

VANDERZANT, E.S. Dietary requeriments of the bollworm, *Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae), for lipids, choline, and inositol and the effect of fats and fatty acids on the composition of the body fat. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, **61**: 150-5, 1968.

VANDERZANT, E.S. & REISER, R. Aseptic rearing of the pink bollworm on synthetic media. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, **49**: 7-10, 1956.

VANDERZANT, E.S. & RICHARDSON, C.D. Nutrition of the adult boll weevil: lipid requirements. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, **10**: 267-72, 1964.

VANDERZANT, E.S.; KERUR, D.; REISER, R. The role of dietary datty in the development of the pink bollworm. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, **50**(5): 606-8, 1957.

VERNALHA, M.M. Uma nova praga de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze, no Estado do Paraná - *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera - Phycitidae). **Revista da Escola Superior de Agronomia e Veterinária da Universidade Federal do Paraná**, Curitiba, **3**: 141-2, 1967.

VÁZQUEZ. W.R.C. Biologia comparada de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) (Lepidóptera: Noctuidae) em dietas naturais e artificiais e efeito de um vírus de poliedrose nuclear na sua mortalidade e no consumo da área foliar da soja. Piracicaba, 1988. 164p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

YOUNG, J.R.; HAMM, J.J.; JONES, W.D.; PERKINS, W.D.; BURTON, R.L. **Development and maintenance of an improved laboratory colony of corn earworms.** Washington, USDA, 1976. 4p. (USDA. ARS-5, 110).