**DESENVOLVIMENTO DE UMA DIETA ARTIFICIAL E TÉCNICAS DE CRIAÇÃO DE
Helicoverpa zea (Boddie, 1850) EM LABORATÓRIO.**

JOÃO JUSTI JUNIOR
Biólogo

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. Área de concentração: Entomologia**

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 1994

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

Justi Junior, João
J96d Desenvolvimento de uma dieta artificial e técnicas
de criação de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em labo-
ratório. Piracicaba, 1993.
76p.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Lagarta da espiga do milho - Dieta artificial
2. Milho - Praga I. Escola Superior de Agricultura
Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 632.78

DESENVOLVIMENTO DE UMA DIETA ARTIFICIAL E TÉCNICAS DE CRIAÇÃO DE
Helicoverpa zea (Boddie, 1850) EM LABORATÓRIO.

JOÃO JUSTI JUNIOR

Aprovada em: 04.02.94

Comissão julgadora:

Prof. Dr. José Roberto Postali Parra

Prof. Dr. Adelmo Scivittaro

Prof. Dr. José Djair Vendramim

ESALQ/USP

FCA/UNESP

ESALQ/USP

Prof. Dr. José Roberto Postali Parra
Orientador

Aos meus Pais João e Olga,
pela dedicação, apoio, incentivo.

A Efigênia pelo que viveu,
pelo que me ensinou,
por tudo que me faz viver.

Dedico

Agradecimentos

Ao Dr. José Roberto Postali Parra, Professor do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), pela orientação, incentivo e amizade.

Aos Professores do curso de Pós-Graduação em Entomologia da ESALQ/USP.

À Fazenda Experimental da Agrocere - Município de Santa Cruz das Palmeiras - pela colaboração nas coletas de material de campo.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos para a realização do curso de Mestrado em Entomologia.

Aos colegas e amigos do curso de Pós-Graduação.

Ao Sr. Walter Graeber, Chefe da Seção de Biblioteca do Instituto Biológico, pela auxílio na literatura citada.

À Kátia Maria P. de Andrade da Biblioteca Central da ESALQ/USP pelo auxílio e correção da literatura citada.

À Renata Santos de Mendonça pela amizade, desenhos e auxílio nas descrições do material biológico.

À Marinéia de Lara Haddad pela realização das análises estatísticas.

Aos meus amigos Madalena, Teresinha, Renata, Silvia e Carlos pela convivência sempre gratificante.

Ao Prof. Harold Gordon Fowler pelos ensinamentos, pela força e amizade.

Aos colegas da Seção de Praguicidas do Instituto Biológico Akira Takematsu, Teresa Jocys, Dora Fell e Joel Olivati pelo incentivo.

À Neide Graciano Zério pelo auxílio inestimável.

À todos os funcionários do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP e todas as pessoas que direta ou indiretamente colaboraram na realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
DEDICATÓRIA	i
AGRADECIMENTOS	ii
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	xiii
SUMMARY	xv
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1. Dietas artificiais para <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie, 1850)	04
2.2. Dados biológicos de <i>H. zea</i> em dieta artificial e natural	08
2.2.1. Fase de ovo	08
2.2.2. Fase larval	09
2.2.3. Fase pupal	11
2.2.3. Fase adulta	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1. Procedimentos gerais	16
3.1.1. População inicial	16
3.1.2. Preparação das dietas artificiais	17
3.2. Biologia comparada de <i>H. zea</i> em seis dietas artificiais	22
3.3. Comportamento reprodutivo de <i>H. zea</i>	23
3.4. Efeito da idade dos adultos de <i>H. zea</i> no comportamento reprodutivo	24
3.5. Efeito do alimento sobre adultos de <i>H. zea</i>	25
3.6. Influência do fotoperíodo no desenvolvimento larval e pupal de <i>H. zea</i>	26

	Página
3.7. Deformações nas genitálias masculina e feminina de <i>H. zea</i> criada em dieta artificial e coletada na natureza	27
3.8. Análise estatística.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1. Biologia comparada de <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie, 1850) em seis dietas artificiais	29
4.1.1. Fase de lagarta	29
4.1.1.1. Duração e viabilidade	29
4.1.1.2. Número de instares e duração de cada instar	31
4.1.2. Fase de pré-pupa	41
4.1.2.1. Duração e viabilidade	41
4.1.3. Fase pupal	43
4.1.3.1. Duração, peso e viabilidade	43
4.1.3.2. Razão sexual	47
4.1.3.3. Período larva-adulto	47
4.2. Efeito da idade dos adultos de <i>H. zea</i> no comportamento reprodutivo	49
4.3. Efeito do alimento sobre adultos de <i>H. zea</i>	50
4.4. Influência do fotoperíodo no desenvolvimento larval e pupal de <i>H. zea</i>	52
4.5. Observação de deformações nas genitálias masculina e feminina de <i>H. zea</i>	56
5. CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Cronograma do Programa de Pesquisa sobre <i>Trichogramma</i> spp. do Deptº. de Entomologia da ESALQ/USP	03
2 Representação gráfica do número de instares larvais de <i>H. zea</i> criada em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo (Dieta A). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	32
3 Representação gráfica do número de instares larvais de <i>H. zea</i> criada em dieta artificial à base de farinha de milho, leite, farinha de soja e levedura de cerveja (Dieta B). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	33
4 Representação gráfica do número de instares larvais de <i>H. zea</i> criada em dieta artificial à base de farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja (Dieta C). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	34
5 Representação gráfica do número de instares larvais de <i>H. zea</i> criada em dieta artificial à base de feijão e levedura de cerveja (Dieta D). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	35
6 Representação gráfica do número de instares larvais de <i>H. zea</i> criada em dieta artificial à base de germe de trigo e caseína (Dieta E). Temperatura : $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	36
7 Representação gráfica do número de instares larvais de <i>H. zea</i> criada em dieta dieta artificial à base de germe de trigo, caseína e celulose (Dieta E). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	37
8 Vista lateral da genitália perfeita do macho de <i>H. zea</i>	57
9 Vista ventral da genitália perfeita do macho de <i>H. zea</i> com as <i>valvae</i> abertas	57
10 Vista lateral da genitália perfeita do macho de <i>H. zea</i> com a <i>vesica</i> extrovertida ...	58

Figura	Página
11 Vista ventral da genitália perfeita da fêmea de <i>H. zea</i>	59
12 Vista lateral da genitália do macho de <i>H. zea</i> apresentando deformação	60
13 Vista ventral da genitália do macho de <i>H. zea</i> apresentando deformação, com as <i>valvae</i> abertas.....	61
14 Vista lateral da genitália do macho de <i>H. zea</i> apresentando deformação, com a <i>vesica</i> extrovertida	61
15 Vista ventral da genitália da fêmea de <i>H. zea</i> apresentando deformação, com o <i>ductus bursae</i> ausente	62
16 Vista ventral da genitália da fêmea de <i>H. zea</i> apresentando deformação, com o <i>ductus bursae</i> presente	63

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
01 Composição da dieta artificial de BURTON (1969)	19
02 Composição da dieta artificial de BURTON (1970)	19
03 Composição da dieta artificial de MIHSFELDT (1985)	20
04 Composição da dieta artificial de PATANA (1985)	20
05 Composição da dieta artificial de VANDERZANT (1962)	21
06 Composição da dieta artificial de ILLINOIS	21
07 Duração e viabilidade da fase larval de <i>H. zea</i> em seis dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	30
08 Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração de instares larvais de <i>H. zea</i> com seis instares mantida em dieta artificial à base de feijão levedura de cerveja e germe de trigo (Dieta A). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	38
09 Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração de instares larvais de <i>H. zea</i> com seis instares mantida em dieta artificial à base de farinha de milho, leite, farinha de soja e levedura de cerveja (Dieta B). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	39
10 Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração de instares larvais de <i>H. zea</i> com seis instares mantida em dieta artificial à base de farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja (Dieta C). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	39

Tabela

Página

11	Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração de instares larvais de <i>H. zea</i> com seis instares mantida em dieta artificial à base de feijão e levedura de cerveja (Dieta D). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	40
12	Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração de instares larvais de <i>H. zea</i> com seis instares mantida em dieta artificial à base de germe de trigo e caseína (Dieta E). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	40
13	Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração de instares larvais de <i>H. zea</i> com seis instares mantida em dieta artificial à base de germe de trigo, caseína e celulose (Dieta F). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	41
14	Duração e viabilidade da fase de pré-pupa de <i>H. zea</i> mantida em seis dietas artificiais e da sexta geração do inseto mantido na dieta artificial A. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	42
15	Duração e viabilidade da fase pupal e razão sexual de <i>H. zea</i> (machos e fêmeas) mantida em seis dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	44
16	Duração e viabilidade da fase de pupa (fêmea) de <i>H. zea</i> mantida em seis dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	44
17	Duração e viabilidade da fase de pupa (macho) de <i>H. zea</i> mantida em seis dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	45
18	Peso médio de pupas (machos e fêmeas) de <i>H. zea</i> mantida em seis dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	46

Tabela	Página
19 Peso médio de pupas por sexo de <i>H. zea</i> mantida em seis dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	46
20 Duração do período larva-adulto e viabilidade total de <i>H. zea</i> , mantida em seis dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	48
21 Duração e viabilidade de ovos de <i>H. zea</i> mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, obtidos de adultos com diferentes idades. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	49
22 Número médio de ovos por fêmea por dia, número total de ovos por fêmea e período de oviposição obtidos de adultos de diferentes idades de <i>H. zea</i> mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	49
23 Longevidade de machos e fêmeas obtidos de adultos de diferentes idades de <i>H. zea</i> mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	50
24 Capacidade de postura, número total de ovos por fêmea e período de oviposição de <i>H. zea</i> mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, submetida à dois tipos de alimentos. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	51
25 Duração e viabilidade da fase de ovo de <i>H. zea</i> mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, submetida à dois tipos de alimentos. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	51
26 Longevidade de fêmeas e machos de <i>H. zea</i> mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, submetida à dois tipos de alimentos. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h	51

Tabela	Página
27 Longevidade de adultos (machos e fêmeas) de <i>H. zea</i> mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, submetida à dois tipos de alimentos. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase 14 h	52
28 Duração e viabilidade da fase larval de <i>H. zea</i> mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, criada em cinco fotoperíodos. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$	53
29 Duração e viabilidade da fase pupal e razão sexual de <i>H. zea</i> mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, criada em cinco fotoperíodos. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$	53
30 Duração e viabilidade da fase pupal (fêmea) de <i>H. zea</i> mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, criada em cinco fotoperíodos. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$	54
31 Duração e viabilidade da fase pupal (macho) de <i>H. zea</i> mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, criada em cinco fotoperíodos. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$	54
32 Peso de pupas por sexo de <i>H. zea</i> mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, criada em cinco fotoperíodos. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$	55
33 Peso médio de pupas (média de machos e fêmeas) <i>H. zea</i> mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, criada em cinco fotoperíodos. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$	55
34 Deformação de pupas de <i>H. zea</i> mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, criada em cinco fotoperíodos. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$	56

Tabela

Página

35	Número total de adultos analisados e porcentagem de deformação em genitálias masculina e feminina de <i>H. zea</i> encontrada em laboratório (dieta artificial) e no campo (selvagem)	65
----	---	----

DESENVOLVIMENTO DE UMA DIETA ARTIFICIAL E TÉCNICAS DE CRIAÇÃO
DE *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) EM LABORATÓRIO.

Autor: JOÃO JUSTI JUNIOR

Orientador: PROF. DR. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

RESUMO

A pesquisa teve por objetivo o desenvolvimento de uma dieta artificial que permita a manutenção contínua de *H. zea* em laboratório, visando estudos com *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879. Paralelamente, foram conduzidos estudos básicos, incluindo o efeito do fotoperíodo sobre as formas imaturas, efeito do alimento e do sincronismo de emergência na fertilidade, bem como alterações ocorridas nos órgãos genitais de *H. zea*.

Foram comparadas seis dietas artificiais: A (à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo); B (à base de farinha de milho, leite, farinha de soja e levedura de cerveja); C (à base de farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja); D (à base de feijão e levedura de cerveja); E (à base de germe de trigo e caseína); F (à base de germe de trigo, caseína e celulose). Baseando-se nas características biológicas, especialmente duração do período larva-adulto, viabilidade do período, peso de pupas e número de instares, foram selecionadas as dietas "A" e "B" como as mais adequadas à criação do inseto.

Normalmente o inseto apresentou seis instares; o aumento para sete instares é uma indicação de inadequação nutricional. Para criação em laboratório, devem ser utilizados fotoperíodos de 14 : 10, evitando-se a escotofase de 24 horas, que alonga a duração das fases imaturas da lagarta da espiga. Não houve necessidade de se colocarem machos e fêmeas de mesma idade para a obtenção de ovos em laboratório. Solução de mel a 10% foi suficiente para a manutenção de alta capacidade de postura e longevidade de *H. zea*. Fontes suplementares de sais minerais e proteínas foram dispensáveis a este inseto. Ocorreram anomalias nas genitálias de machos e fêmeas de *H. zea*, alterações estas que dificultaram o acoplamento das estruturas por ocasião da cópula. Tais anomalias em insetos provenientes da dieta artificial ou do campo, supõem-se que sejam de natureza nutricional ou genética.

DEVELOPMENT OF AN ARTIFICIAL DIET AND REARING TECHNIQUES FOR
Helicoverpa zea (Boddie, 1850) IN THE LABORATORY.

Author: JOÃO JUSTI JUNIOR

Adviser: JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

SUMMARY

The objective of the research was to develop an artificial diet which would permit keeping *H. zea* continuously in the laboratory in order to conduct studies with *Trichogramma pretiosum* Riley, 1870. At the same time, basic studies were conducted, including the effect of the photoperiod on the immature forms, effect of food and the emergency synchronism on fertility, as well as alterations occurring in the genitalia of *H. zea*.

Six artificial diets were compared: A) a combination of beans, beer yeast and wheat germ; B) a combination of corn, milk, soybean germ and beer yeast; C) a combination of corn meal, wheat germ and beer yeast; D) a combination of beans and beer yeast; E) a combination of wheat germ and casein; F) a combination of wheat germ, casein and cellulose. Based on biological characteristics, specially duration of the egg-adult period, viability of the period, weight of female pupae and number of instars, diets "A" and "B" were selected as the most adequate for rearing the insect.

Normally the insect presented six instars; the increasing to seven instars is an indication of nutritional inadequacy. For laboratory rearing, photoperiods of 14 : 10

should be utilized, avoid the 24 hour scotofase which lengthens the duration of the immature phase of the corn earworm. It was not necessary to place males and females of similar age to obtain eggs in the laboratory. Honey solution at 10% was sufficient to maintain the high egg laying capacity and longevity of *H. zea*. Mineral salt and protein supplements were not required for the insect. Genitalia anomalies in *H. zea* males and females occurred, which made the coupling of structures difficult at the time of copulation. Such anomalies in insects fed on artificial diets or field diets supposedly are of a nutritional or genetic nature.

1. INTRODUÇÃO

Dentre os fatores que contribuem para diminuir a produtividade do milho, em nossas condições, estão as pragas e dentre elas, a lagarta da espiga, *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera : Noctuidae), ocupa lugar de destaque, por atacar os estilo-estigmas (impedindo a fertilização e acarretando falhas nas espigas), por alimentar-se dos grãos leitosos (destruindo-os) e por facilitar a penetração de microrganismos e pragas de grãos nos orifícios, por ela deixados, quando se dirige ao solo para pupar (GALLO et alii, 1988).

Para controle da lagarta da espiga recomendam-se basicamente inseticidas, e esse controle torna-se problemático em grandes áreas, devido à inexistência de equipamentos e mesmo produtos químicos que dêem um controle razoável em função da época de ocorrência e tipo de ataque da praga. Considerando-se todas essas dificuldades para o controle químico, deve-se recorrer a outros métodos de controle que constituem-se em alternativas para as modernas estratégias em Programas de Manejo de Pragas.

Entretanto, uma das etapas básicas para implementação destas técnicas é a criação do inseto de uma forma contínua durante todo o ano, para que possam ser realizadas pesquisas básicas e aplicadas em laboratório e no campo (KOGAN, 1980).

Isto tem sido facilitado nos últimos anos, especialmente para insetos das Ordens Coleoptera, Lepidoptera e Diptera, com o desenvolvimento de dietas artificiais para um grande número de espécies (SINGH, 1985).

Embora existam em outros países dietas artificiais para *H. zea* (SINGH, 1977; SINGH & MOORE, 1985) não se pesquisou a biologia deste inseto no Brasil nestes meios sintéticos, o que tem limitado o seu estudo ao período de ocorrência em condições de campo.

Desta forma, este estudo tem por objetivo o desenvolvimento de uma dieta artificial que permita a manutenção contínua da lagarta da espiga, especialmente visando estudos com *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, dentro do programa global desenvolvido pelo Departamento de Entomologia da ESALQ, para controle de pragas de importância agrícola através deste parasitóide (PARRA, 1989) (Figura 1). Objetivando a manutenção em laboratório de um inseto comparável àquele da natureza, foram também conduzidos outros estudos básicos, incluindo o efeito do fotoperíodo sobre as formas imaturas, efeito do alimento e do sincronismo de emergência na fertilidade, bem como alterações ocorridas nas genitálias masculina e feminina.

Figura 1. Cronograma do Programa de Pesquisa sobre *Trichogramma* spp. do Dept°. de Entomologia da ESALQ/USP.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Dietas artificiais para *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850).

WALKER et alii (1966) consideram os seguintes critérios para que uma dieta artificial seja considerada adequada:

1. Proporcionar alta sobrevivência do inseto;
2. Produzir adultos vigorosos com alta capacidade reprodutiva;
3. Promover desenvolvimento uniforme sem prolongar os estágios larvais;
4. Ser composta de ingredientes de baixo custo e disponíveis no mercado;
5. Ser de fácil conservação.

A dieta adequada deve ainda, segundo os autores, inibir o crescimento de patógenos (fungos, bactérias e vírus) e manter o pH estável.

A primeira publicação sobre criação da lagarta da espiga em dieta artificial foi de GEORGE et alii (1960), usando uma dieta semelhante à desenvolvida por Bottger (1942)¹ e Beck et alii (1949)² para *Ostrinia nubilalis* (Hübner). Essa dieta

¹.BOTTGER, G.T. Development of synthetic food media for use in nutrition studies of the European corn borer. *Journal of Agricultural Research*, 65: 493 - 500, 1942.

².BECK, S.D.; LILLY, J.H.; STAUFFER, J.F. Nutrition of the European corn borer, *Pyrausta nubilalis* (Hbn.). I. Development of a satisfactory purified diet for larval growth. *Annals of Entomological Society of America*, College Park, 42 (4): 483 - 96, 1949.

foi insuficiente para complementação do período larval, sendo necessária a utilização de estilo-estigmas para alimentação no primeiro instar larval. VANDERZANT et alii (1962) conseguiram criar a lagarta da espiga, de ovo a adulto, em dieta artificial à base de germe de trigo e caseína, utilizando como base uma dieta desenvolvida por ADKISSON et alii (1960) para *Pectinophora gossypiella* (Saunders), excluindo alginato de sódio e incluindo ácido ascórbico.

SHOREY (1963) desenvolveu uma dieta baseada em feijão-de-lima e levedura de cerveja para *Trichoplusia ni* (Hübner) e SHOREY & HALE (1965) modificaram esta dieta e criaram nove espécies de noctuídeos, incluindo a lagarta da espiga. Essas mudanças incluíram a variedade do feijão, a adição de ácido ascórbico, formaldeído e um aumento na concentração de metil-parahidroxibenzoato (nipagin).

A partir do desenvolvimento de uma dieta adequada, foram possíveis investigações para o estabelecimento das exigências nutricionais do inseto. VANDERZANT (1968) determinou a necessidade de lipídeos e esteróis para a lagarta da espiga.

Modificando a dieta de SHOREY & HALE (1965), BURTON (1969) criou *H. zea* e *H. virescens*, acrescentando germe de trigo e substituindo levedura de cerveja por outro tipo de levedura (*Torula*). Segundo o autor, estas modificações reduziram o período larval, especialmente devido à adição de germe de trigo.

RAULSTON & LINGREN (1969) descreveram um método de criação massal de *H. zea* utilizando placas de papelão com várias células e modificando a dieta de SHOREY (1963), adicionando metil-parahidroxibenzoato (nipagin) em forma sólida e incorporando ácido acético glacial. PATANA (1969) também modificou a dieta de SHOREY (1963), trocando a variedade de feijão e usando gelcarin no lugar de ágar, nesta dieta, conseguiu criar seis espécies de Lepidoptera e duas de Coleoptera, pragas de algodoeiro.

O custo em criações massais é fundamental para o sucesso de qualquer programa de controle. Assim, para redução dos custos, muitas modificações têm sido estudadas, partindo-se da substituição de alguns ingredientes por produtos alimentícios industrializados ou pela utilização de diferentes fontes de proteínas naturais. BURTON (1969) testou uma dieta para a lagarta da espiga, baseada em um suplemento alimentar infantil composto de milho, farinha de soja e leite. BURTON & PERKINS (1972) descreveram uma dieta para *H. zea* e *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) baseada em uma mistura para alimentação humana, composta por trigo e farinha de soja.

BREWER & TIDWELL (1975) avaliaram o efeito da redução do suplemento de vitamina B em dieta à base de germe de trigo e caseína (VANDERZANT, 1962) e encontraram que uma redução de 20% no suplemento vitamínico não prejudicou o desenvolvimento do inseto, uma vez que o germe de trigo desta dieta contém uma quantidade adequada de tiamina e vitamina B₁₂ para propiciar um desenvolvimento normal de *H. zea*.

BREWER et alii (1975) concluíram que farinha de soja é melhor que farinha de semente de algodão e farinha de germe de trigo, como fonte de proteínas, utilizando a dieta de Berger (1963)³ à base de germe de trigo e caseína. BREWER & MARTIN (1976) descreveram um método econômico de redução da quantidade de ágar usado na dieta artificial (componente de maior custo na dieta) substituindo-o, em parte, por serragem e espiga de milho triturada.

BREWER & KING (1979) referiram que a lagarta da espiga necessita de 3,4 g de farinha de soja, em dieta contendo espiga de milho triturada, para completar a fase larval.

³ BERGER, R.S. Laboratory techniques for rearing *Heliothis* spp. on artificial medium. Washington, USDA/Agricultural Research Service, 1963. 4p. (USDA/ARS, 33-84).

A lagarta da espiga e outros insetos têm sido criados com sucesso na dieta à base de germe de trigo e caseína de ADKISSON et alii (1960) e em muitas de suas modificações, tais como a de VANDERZANT et alii (1962) e a de SINGH (1985). Os resultados apresentados por MOORE (1986) podem explicar porque a dieta de caseína e germe de trigo tem sido bem sucedida na criação de *H. zea* e outras espécies, pois o germe de trigo é um estimulante da alimentação e a caseína (uma proteína de alta qualidade) proporciona uma alta digestibilidade e possibilita melhor balanço que outras proteínas. Dieta somente com caseína pode ser considerada uma dieta pobre, pois observa-se redução da alimentação do inseto.

Apesar da utilização da dieta artificial para *H. zea* ser baseada na dieta de caseína e germe de trigo, muitos pesquisadores têm sido forçados, pelo alto custo, a desenvolverem novas dietas ou modificar as já existentes.

SINGH (1983) considera que uma dieta ideal para criação massal de insetos deve ter as seguintes características:

1. Deve fornecer todos os nutrientes para a produção de insetos comparáveis aos da natureza;
2. Deve ser de baixo custo;
3. Deve ser facilmente preparada, a partir de ingredientes de fácil aquisição no mercado;
4. Deve servir, de preferência, para a criação de um grande número de espécies de insetos;
5. Poder ser armazenada por longos períodos;
6. Deve proporcionar uma viabilidade total de, pelo menos, 75%.

Além disso, o tamanho e o índice de desenvolvimento do inseto devem ser similares àqueles da natureza; deve haver acasalamento e os ovos serem

viáveis, com os adultos reproduzindo-se continuamente, sem perder o vigor ou fecundidade.

Segundo MOORE (1986), o desenvolvimento de dietas para insetos tem progredido a ponto de se poder dar atenção às mais sutis relações entre a dieta e a necessidade específica nutricional dos insetos. Muitos avanços na nutrição animal foram desenvolvidos com dados de pesquisa da utilização de dietas; os métodos têm estado disponíveis aos entomologistas há muitos anos (WALDBAUER, 1968) e agora são aplicados mais frequentemente à pesquisas com insetos.

2.2. Dados biológicos de *H. zea* em dietas artificial e natural.

2.2.1. Fase de ovo

O período de incubação de *H. zea* é variável, em dieta natural ou artificial, de 3 a 5 dias, apresentando uma média ao redor de 3 dias quando criada em dieta artificial (ELLISOR, 1935; VANDERZANT et alii, 1962; SHOREY & HALE, 1965; BAILEY & CHADA, 1968; PATANA, 1985; ELLINGTON & EL-SOKKARI, 1986) podendo variar na faixa mencionada por apresentar uma correlação inversa com o aumento da temperatura, sendo que a umidade relativa não mostra um efeito significativo na duração do período de incubação (HARDWICK, 1965; ELLINGTON & EL-SOKKARI, 1986). BAILEY & CHADA (1968) verificaram que a temperatura

constante de 26,6° C, o período embrionário da espécie é de 3 dias, independente do tipo de dieta (natural ou artificial).

FYE & SURBER (1971) não observaram efeitos adversos da temperatura sobre ovos de *H. zea*, verificando apenas uma redução na taxa de eclosão quando os ovos foram expostos à uma baixa umidade relativa, obtendo-se maiores viabilidades nas temperaturas ao redor de 25° C. Segundo ELLINGTON & ELSOKKARI (1986), a duração do período de incubação não é totalmente controlado pela temperatura, mas a viabilidade é dependente da temperatura e da umidade relativa do ar.

GUERRA & OUYE (1968) observaram que a exposição contínua dos ovos a temperaturas elevadas (acima de 41,1° C) foi letal ao desenvolvimento embrionário, não ocorrendo tal fato, quando os ovos foram expostos por vários períodos de tempo à temperatura de 43,3° C. JONES et alii (1978) obtiveram oviposição e fertilidade maiores quando lagartas e pupas foram mantidas em baixas temperaturas. Observando a influência conjunta de temperatura e umidade relativa sobre ovos de *H. zea*, FYE & SURBER (1971) verificaram grande redução na viabilidade em temperaturas de 35 - 40° C e umidades relativas de 10-20%, 40 e 60%, quando expostos por longos períodos.

2.2.2. Fase larval

O número de instares larvais da lagarta da espiga do milho é, geralmente 5, mas muitas vezes um sexto e ocasionalmente um sétimo instar podem ocorrer (BARBER, 1936; MANGAT & APLE, 1966; BAILEY & CHADA, 1968; FYE & McADA, 1972; COHEM et alii, 1988 e DYAL & ADLER, 1990). A duração desses

instares foi de 3 dias para o primeiro; 2 dias para o segundo, terceiro e quarto; 3,2 dias para o quinto e 3,7 dias para o sexto instar (FYE & McADA, 1972), para lagartas criadas em dieta artificial. As medidas de cápsulas cefálicas foram de 0,278 mm; 0,456 mm; 0,859 mm; 1,448 mm; 2,124 mm; 3,258 mm, respectivamente, para o primeiro, segundo, terceiro, quarto, quinto e sexto instares, não sendo verificadas diferenças na duração da fase larval, comparando-se dietas natural e artificial (BAILEY & CHADA, 1968).

A viabilidade da fase larval varia com o substrato, temperatura, número de gerações e condições de sanidade da criação (SHOREY & HALE, 1965 e SHAVER & LUKEFAHR, 1969).

Comparando o efeito de várias dietas naturais e artificiais na fecundidade e longevidade de três espécies de noctuídeos, LUKEFAHR & MARTIN (1964) observaram que parece existir uma influência da dieta larval na fecundidade, apresentando grande diferença entre dieta artificial e natural. Quando as lagartas foram criadas em maçãs de algodoeiro, a produção de ovos foi menor. Fato semelhante foi observado por MORETI & PARRA (1983) criando *H. virescens* em folhas de algodoeiro.

O fotoperíodo também influi no desenvolvimento larval de *H. zea*, (SULLIVAN et alii, 1969), sendo as condições de 14 e 16 horas de fotofase normalmente utilizadas em criações de *H. zea* (BREWER & MARTIN, 1976; BREWER & KING, 1979; WALDBAUER et alii, 1984 e ADLER, 1989).

FYE & POOLE (1971) observaram que exposições de lagartas e pupas por períodos de 16 horas a 35° C e períodos acima de 4 horas a 40° C afetaram o número e viabilidade dos ovos.

Segundo FYE & McADA (1972), experimentos com temperaturas constantes e programadas mostraram um menor período de desenvolvimento de lagartas

submetidas a 30° C, quando comparadas ao período de desenvolvimento a 20 e 25° C. Estes dados concordam com JONES et alii (1978) cujos resultados indicam que o aumento da temperatura até 30° C diminui o período larval, sem produzir efeitos adversos. Segundo os autores, podem ser obtidos melhores resultados para emergência e fertilidade pelo uso de um regime de temperaturas variadas. Os dados obtidos por WISEMAN & ISENHOUR (1989), em cultivares de milho resistente e suscetível a *H. zea*, relataram que a melhor temperatura para o desenvolvimento larval desta espécie é a de 25° C.

2.2.3. Fase pupal

BAILEY & CHADA (1968) não observaram diferenças na duração desse período comparando dieta natural (sorgo) e dieta artificial à base de caseína e germe de trigo.

Em dieta artificial, a fase pupal varia de 9 a 17 dias (VANDERZANT et alii, 1962; CHAUTHANI & ADKISSON, 1965; BURTON, 1970; FYE & McADA, 1972; PATANA, 1985), valor semelhante ao resultado obtido em dieta natural (sorgo) (BAILEY & CHADA, 1969). Resultados semelhantes foram obtidos por BREWER et alii (1975) que testaram 3 fontes de proteínas alternativas (caseína, farinha de soja e farinha de semente de algodão) na dieta à base de germe de trigo. Os autores não observaram ainda nenhuma diferença entre período e viabilidade pupal e emergência de adultos criados na quinta e décima gerações de laboratório.

O período pupal é inversamente relacionado com o aumento da temperatura, independente da umidade relativa (FYE & McADA, 1972; JONES et alii,

1978 e ELLINGTON & EL-SOKKARI, 1986). Por outro lado, a fecundidade e longevidade das fêmeas foram drasticamente reduzidas quando pupas foram expostas por 8 horas diárias a 40° C (FYE & McADA, 1972).

BAILEY & CHADA (1968) não encontraram diferenças de peso entre pupas quando as lagartas foram criadas em dieta artificial à base de caseína e germe de trigo e dieta natural (sorgo). Em média, o peso de pupas foi maior em dieta artificial (LUKEFAHR & MARTIN, 1964; SHOREY & HALE, 1965). BREWER et alii, 1975) comparando três fontes protéicas (caseína, farinha de soja e farinha de semente de algodão) para *H. zea* em dieta de germe de trigo, obtiveram pesos de pupas diferentes para as diferentes fontes protéicas. WISEMAN & ISENHOUR (1989) obtiveram um alto peso de pupas utilizando estilo-estigmas de milho de variedades resistente (Zapalote Chico) e suscetível (Stowell's Evergreen) em diferentes proporções, misturados à dieta artificial à base de feijão.

Segundo os autores existe uma correlação inversa entre peso de pupa e temperatura, quando são comparadas lagartas criadas a 30° C em relação à lagartas criadas a 20 ou 25° C.

2.2.4. Fase adulta

Uma dieta adequada em laboratório, deverá preservar a relação (razão) sexual do inseto selvagem. Qualquer desvio desta relação inicial poderá ser um indicio de uma inadequação nutricional. SHOREY & HALE (1965) obtiveram em dieta artificial à base de feijão e levedura de cerveja, uma proporção de 46% de fêmeas da

população total criada. Por outro lado, LINGREN et alii (1988) obtiveram uma proporção de fêmeas : machos de 1 : 1,5, baseando-se na coleta de pupas no solo.

FYE & POOLE (1971) observaram que adultos viveram um tempo significativamente menor quando lagartas foram expostas à temperatura de 40° C por 8 horas diárias. FYE & McADA (1972) obtiveram longevidade máxima para adultos à 20° C. Segundo ELLINGTON & EL-SOKKARI (1986), a temperatura tem efeito decisivo na longevidade de machos e fêmeas, sendo o inseto mais longo a 21,1° C. YOUNG et alii (1976) concluíram que altas temperaturas têm efeito esterilizante sobre *H. zea*, resultando em baixa viabilidade de ovos na geração seguinte.

Segundo GUERRA et alii (1972), a proporção de machos e fêmeas afeta a longevidade de *H. virescens*, sendo esta menor quando a proporção é alta (9 machos : 1 fêmea).

A alimentação de adultos também influi na sua longevidade. Assim, CALLAHAN (1961) mostrou que a água aumenta a longevidade e fertilidade de *H. zea*, e que açúcar (assim como mel) proporciona um aumento em ambos os parâmetros. LUKEFAHR & MARTIN (1964) mostraram que adultos de *H. zea* estão aptos a acasalar e ovipositar sem terem se alimentado; entretanto, observa-se um aumento de 50% na fertilidade e longevidade quando adultos foram alimentados com solução de sacarose. RAMASWAMY (1987) observou que *H. virescens* responde melhor à solução de sacarose do que à de frutose e glicose quando os adultos são estimulados por contato tarsal ou antenal. Segundo ADLER (1989), o tipo de açúcar afeta significativamente a taxa de alimentação, fertilidade ou longevidade da espécie.

CALLAHAN (1958) observou um período de pré-oviposição de um dia para adultos de *H. zea* em condições de campo. Em dieta artificial à base de feijão e levedura de cerveja, FYE & McADA (1972) observaram a influência da temperatura nesse período, obtendo uma variação de 1 a 3 dias, conforme aumentavam a

temperatura. Segundo os autores, altas temperaturas podem afetar o período de pré-oviposição, interferindo ou na atividade fisiológica das fêmeas adultas ou no processo de acasalamento. Também PATANA (1985) obteve um período de 3 a 4 dias usando dieta artificial com as mesmas fontes protéicas dos autores anteriores. Para ELLINGTON & EL-SOKKARI (1986), o período de pré-oviposição é governado principalmente pela temperatura. Para os autores é necessário um período médio de mais de 3 dias à 21,1 ° C e de 1,5 dia à 26,7 ou 32,2° C. Segundo RAINA (1986), o acasalamento das fêmeas dessa espécie ocorre na segunda ou terceira noite após sua emergência, ocasião que há alta liberação de feromônio sexual.

A capacidade de postura é afetada pela alimentação larval, sendo que adultos provenientes de lagartas alimentadas com dieta artificial ovipositaram 2,2 vezes mais que os alimentados com milho. Adultos alimentados com açúcar ovipositaram também 2,2 vezes mais que adultos que receberam apenas água (LUKEFAHR & MARTIN, 1964).

BAILEY & CHADA (1968) não obtiveram diferenças na capacidade de postura e fertilidade de *H. zea* quando compararam insetos criados em dieta natural (sorgo) e dieta artificial (à base de germe de trigo e caseína).

Para FYE & POOLE (1971), a capacidade de postura foi drasticamente reduzida quando fêmeas foram expostas por um período de 8 horas diárias à temperatura de 40° C. A viabilidade dos ovos de fêmeas obtidas de lagartas expostas à 35° C, foi também reduzida e ovos de fêmeas expostas por 4 a 8 horas diárias a 40° C, não se desenvolveram na sua totalidade.

Segundo GUERRA et alii (1972), a fertilidade varia de acordo com a proporção de machos para fêmeas mantidos em gaiolas. Os autores obtiveram diferenças na fertilidade de *H. virescens*, em função desta proporção, sendo esta similar quando a proporção (macho : fêmea) foi de 1 : 1 e de 3 : 1, decrescendo nas proporções

de 6 : 1 e 9 : 1. Quando esta proporção decresceu abaixo de 1 : 1, a fecundidade aumentou.

FYE & McADA (1972) demonstraram que a fertilidade de *H. zea* é altamente variável em função da temperatura, alcançando valores mais altos à 20° C. JONES et alii (1978) demonstraram que à 30° C, *H. zea* tem seu mais rápido desenvolvimento, mas a oviposição e fertilidade foram maiores quando lagartas e pupas foram mantidas a temperaturas mais baixas. Adultos mantidos à 22,2 e 25,5° C foram mais fecundos e mais férteis que aqueles mantidos à 18,9 e 28,9 ° C. ELLINGTON & EL-SOKKARI (1986) obtiveram à 26,7° C a melhor produção de ovos, independente da umidade relativa. Segundo os autores, altas temperaturas prejudicam ou inibem a atividade de postura, sendo que nenhum ovo foi colocado à 37,8° C.

Estudos de YOUNG et alii (1976) indicaram que as colônias de laboratório de *H. zea* foram "melhoradas" pelo acasalamento de machos selvagens com fêmeas de laboratório e pela seleção de linhagens que resultaram em altas taxas de acasalamento, oviposição e fertilidade e produziram poucas pupas ou adultos deformados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O 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), campus de Piracicaba, SP, mantido a $25 \pm 2^\circ \text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, com a espécie *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera : Noctuidae).

3.1. Procedimentos gerais

3.1.1. População inicial

A criação de *H. zea* foi iniciada com lagartas coletadas em uma plantação de milho (variedade não identificada) na Fazenda Experimental da Agrocereis no Município de Santa Cruz das Palmeiras, SP.

As lagartas de diferentes idades foram individualizadas em placas plásticas (6,5 cm de diâmetro x 2,5 cm de altura) e alimentadas com porções de milho verde, da mesma cultura onde foram coletadas.

O alimento era trocado até a transformação em pupas. Estas foram separadas por sexo segundo BUTT & CANTU (1962) e colocadas em gaiolas

cilíndricas de PVC de 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura, revestidas internamente por papel jornal e fechadas na extremidade inferior por uma placa de Petri de 16 cm de diâmetro forrada por papel filtro umedecido, e na extremidade superior, por tecido tipo filó.

Os adultos recém-emergidos (10 casais) foram colocados em gaiolas de arame revestidas de tela de náilon (30 cm de diâmetro x 40 cm de altura) para acasalamento, aí permanecendo por 48 horas quando eram então transferidos para as gaiolas de PVC (anteriormente citadas) para oviposição. Estas gaiolas foram também revestidas internamente com papel jornal e cobertas com tecido tipo filó que serviam como substrato de postura. Era oferecida uma solução aquosa de mel a 10%, como alimento, colocada em recipientes de vidro com um orifício na tampa através do qual era colocado um rolo dental Johnson's[®] que, umedecido pela solução (por capilaridade), permitia a alimentação do inseto. Essa solução era renovada diariamente, para que não houvesse problemas de contaminação e ou fermentação.

As posturas obtidas no filó foram tratadas com hipoclorito de sódio a 10 % por 3 minutos para controle de fungos durante o período de incubação e colocadas em placas de Petri forradas com papel filtro também tratado com a mesma solução e umedecidos com água destilada.

A placa era fechada com fita adesiva (fundo x fundo ou tampa x tampa), identificada e mantida à 25 ° C até a eclosão das lagartas.

3.1.2. Preparação das dietas artificiais

As dietas artificiais foram preparadas segundo as técnicas descritas por PARRA (1979). Como recipientes para as dietas, foram usados tubos de vidro de

fundo chato, de 2,5 cm de diâmetro por 8,5 cm de altura, tamponados com algodão hidrófugo e esterilizados previamente em estufa à 150° C durante uma hora.

A quantidade de dieta colocada em cada tubo era de aproximadamente metade da sua altura, o que possibilitava a complementação da fase larval. Após o resfriamento de meio artificial, os tubos foram levados à câmara asséptica, provida de lâmpada germicida, pelo período de sessenta minutos, para esterilização externa. Nesta mesma câmara procedeu-se à transferência ("inoculação") de uma lagarta recém-eclodida para cada tubo, com o auxílio de um pincel fino.

Foram consideradas, para avaliação neste estudo, seis dietas básicas citadas na literatura para *H. zea*.

As dietas utilizadas foram:

A: BURTON (1969) à base de germe de trigo, feijão e levedura de cerveja (Tabela 1);

B: BURTON (1970) à base de levedura de cerveja, farinha de milho, leite e farinha de soja (Tabela 2);

C: MIHSFELDT (1985) à base de farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja (Tabela 3);

D: PATANA (1985) à base de feijão e levedura de cerveja (Tabela 4);

E: VANDERZANT (1962) à base de germe de trigo e caseína (Tabela 5).

F: ILLINOIS à base de germe de trigo, caseína e celulose (Tabela 6) - (Dieta artificial utilizada pelo Biological Control Laboratory - Illinois Natural History Survey -Universidade de Illinois).

Tabela 1. Composição da dieta artificial de BURTON (1969).

Componentes	Quantidade
Feijão	206,3 g
Levedura de cerveja	63,2g
Germe de trigo	99,0 g
Metil-parahidróxibenzoato (nipagin)	3,9 g
Ácido sórbico	2,1 g
Formaldeído 10%	15,6 ml
Ácido ascórbico	3,8 g
Ágar	25,6g
Água	1500,0 ml

Obs.: Quantidade suficiente para 120 tubos

Tabela 2. Composição da dieta artificial de BURTON (1970).

Componentes	Quantidade
Farinha de milho	228.7g
Farinha de soja	86,7g
Leite desnatado	17,7 g
Levedura de cerveja	19,2 g
Óleo de soja	18,0 ml
Ácido ascórbico	6,7 g
Ácido sórbico	1,9 g
Metil-parahidróxibenzoato (nipagin)	3,8 g
Solução vitamínica	7,0 ml
Formaldeído 10%	3,8 ml
Ágar	25,0 g
Água	1500,0 ml

Obs.: Quantidade suficiente para 120 tubos.

Tabela 3. Composição da dieta artificial de MIHSFELDT (1985).

Componentes	Quantidade
Farinha de milho	197,8 g
Germe de trigo	50,0 g
Levedura de cerveja	53,0 g
Ácido ascórbico	7,0 g
Ácido benzóico	1,8 g
Metil-parahidróxibenzoato (nipagin)	1,4 g
Agar	30,0 g
Água	1550,0 ml

Obs.: Quantidade suficiente para 120 tubos

Tabela 4. Composição da dieta artificial de PATANA (1985).

Componentes	Quantidade
Feijão	293,5 g
Levedura de cerveja	56,0 g
Ácido ascórbico	6,9 g
Ácido sórbico	1,4 g
Metil-parahidróxibenzoato (nipagin)	5,7 g
Aureomicina	1,4 g
Formaldeído 10%	2,0 ml
Agar	20,0 g
Água	1500,0 ml

Obs.: Quantidade suficiente para 120 tubos.

Tabela 5. Composição da dieta artificial de VANDERZANT (1962).

Componentes	Quantidade
Germe de trigo	56,5 g
Caseína	66,2 g
Sacarose	66,2 g
Sais de Wesson	18,9 g
Solução vitamínica	18,9 ml
Cloridrato de colina	1,9 g
Ácido ascórbico	7,6 g
Sorbato de potássio	3,7 g
Metil-parahidróxibenzoato (nipagin)	3,7 g
Ágar	24,0 g
Água	1600,0 m
Solução vitamínica	18,8 ml

Obs.: Quantidade suficiente para 120 tubos.

Tabela 6. Composição da dieta artificial de Illinois.

Componentes	Quantidade
Caseína	62,9 g
Germe de trigo	78,6 g
Sacarose	62,9 g
Sais de Wesson	18,9 g
Cloridrato de colina	2,0 g
Metil-parahidróxibenzoato (nipagin)	3,1 g
Celulose	12,3 g
Ascorbato de sódio	39,3 g
Ácido acético (20%)	39,3 ml
Ácido ascórbico	8,0 g
Aureomicina	0,5 g
Solução vitamínica	18,8 ml
Ágar	36,7 g
Água	1500,0 ml

Obs.: Quantidade suficiente para 120 tubos.

Após a "inoculação" das lagartas (uma por tubo), os recipientes foram mantidos em estantes de madeira, em posição inclinada, com a extremidade superior voltada para baixo (PARRA, 1986).

3.2. Biologia comparada de *H. zea* em seis dietas artificiais.

A partir de ovos obtidos da primeira postura das gaiolas da população inicial, foi iniciada a pesquisa.

Em cada dieta foram observados 120 insetos, tendo sido analisados para cada tratamento, os seguintes parâmetros biológicos:

Fase larval:

- duração do período
- viabilidade
- número de instares
- duração de cada instar

Fase de pré-pupa:

- duração do período
- viabilidade

Fase pupal:

- duração do período
- peso com 24 horas de idade
- viabilidade
- razão sexual

Período larva - adulto:

- duração
- viabilidade

Do total de insetos observados, utilizaram-se 20 lagartas por tratamento para determinação do número de instares, medindo-se diariamente a largura da cápsula cefálica dessas lagartas, por meio de uma ocular graduada acoplada a um microscópio estereoscópico.

O início da fase de pré-pupa era considerado quando as lagartas mudavam de comportamento, ficando imóveis e parando de se alimentar.

As pupas obtidas foram retiradas dos tubos com dieta, transferidas para tubos limpos, separadas por sexo e pesadas com 24 horas de idade.

A avaliação da razão sexual foi feita pela fórmula:

$$r s = \frac{\text{fêmeas}}{\text{machos} + \text{fêmeas}}$$

A partir da comparação das seis dietas artificiais (3.2.) escolheu-se a dieta A (à base de germe de trigo, feijão e levedura de cerveja) para a condução dos experimentos 3.3, 3.4, 3.5 e 3.6.

3.3. Comportamento reprodutivo de *H. zea*.

Foram separados 20 casais da dieta de melhor desempenho, de onde foram obtidos os dados relativos à fase adulta.

Esses casais foram submetidos aos mesmos procedimentos descritos para a população selvagem (3.1.).

Os ovos obtidos nas gaiolas de postura eram contados diariamente. Para a determinação da viabilidade e período de incubação, foi considerada a primeira postura do casal, num total de 15 repetições e 100 ovos por repetição. Esses ovos foram tratados com hipoclorito de sódio 10% durante 3 minutos e distribuídos em 4 placas de Petri (25 ovos por placa), forradas com papel filtro também tratado e umedecido com água destilada. As placas eram tampadas, vedadas com fita adesiva e levadas à câmara climatizada mantida à 25° C.

Foram observadas, diariamente, a eclosão das lagartas para a determinação da duração do período de ovo, viabilidade, capacidade de postura total e longevidade (macho e fêmea).

3.4. Efeito da idade dos adultos de *H. zea* no comportamento reprodutivo.

Durante a fase inicial do período de emergência de *H. zea* há preponderância de fêmeas. Como existe a necessidade de permanência por 48 horas dos adultos em gaiolas para o acasalamento (3.1.), testou-se a influência da idade de machos e fêmeas no comportamento reprodutivo.

Foram instalados dois experimentos, um deles com 20 casais da oitava geração em dieta artificial com machos e fêmeas de mesma idade e outro com 20 casais com fêmeas um dia mais velhas que os machos. O procedimento com esses casais foi igual ao da população inicial (3.1.).

Os ovos obtidos nas gaiolas de postura eram contados diariamente. Para determinação da viabilidade e período de incubação, foi considerada a primeira postura por casal, num total de 15 repetições e 100 ovos por repetição. Esses ovos foram tratados com hipoclorito de sódio 10% durante 3 minutos e distribuídos em 4 placas de Petri (25 ovos/placa), forradas com papel filtro também tratado e umedecido com água destilada. As placas foram tampadas, vedadas com fita adesiva e levadas à câmaras climatizadas reguladas à 25° C.

Foram observadas, diariamente, a eclosão das lagartas para a determinação da duração do período, viabilidade, capacidade de postura total e longevidade (machos e fêmeas).

3.5. Efeito do alimento sobre adultos de *H. zea*.

Com a finalidade de se estudar a influência da alimentação sobre adultos de *H. zea*, foram comparados dois tipos de alimentos: 1) Solução aquosa de mel a 10% e 2) Solução composta de 10 ml de mel, 1 g de ácido sórbico, 1 g de metilparahidroxibenzoato e 60 g de sacarose. Essa mistura era diluída em 1000 ml de água destilada acrescentando-se cerveja (75% da solução e 25% de cerveja). A cerveja era aberta e mantida por um dia no refrigerador para eliminação dos gases. O alimento era oferecido conforme descrito em 3.1.

Os parâmetros analisados foram: capacidade de postura total e período de oviposição; viabilidade dos ovos e duração do período e longevidade de adultos (machos e fêmeas).

3.6. Influência do fotoperíodo no desenvolvimento larval e pupal de *H. zea*.

Para avaliar o efeito do fotoperíodo no desenvolvimento de *H. zea* foram conduzidas observações em equipamento desenvolvido por PARRA et alii (1977) em sala sem controle ambiental.

Cada tratamento constou de 50 tubos de vidro (2,5 cm x 8,5 cm) contendo o meio artificial selecionado no item 3.2., tendo sido "inoculada" uma lagarta recém eclodida por tubo.

Foram avaliados os seguintes tratamentos:

LUZ		ESCURO
0	:	24
24	:	0
10	:	14
14	:	10
12	:	12

Foram analisados os parâmetros: duração e viabilidade da fase larval, duração e viabilidade da fase pupal, peso de pupas com 24 horas de idade e porcentagem de pupas deformadas.

3.7. Deformações nas genitálias masculina e feminina de *H. zea* criada em dieta artificial e coletada na natureza.

Durante o desenvolvimento do trabalho, notou-se a ocorrência de alterações morfológicas nas genitálias de machos e fêmeas. Considerando-se que muitas vezes não foram conseguidos acasalamentos em laboratório, partiu-se da premissa que estas alterações dificultariam o acoplamento das peças na cópula. Assim, foram analisados adultos (machos e fêmeas) provenientes do campo e provenientes da criação em dieta artificial.

Para a dissecação, os abdômes (individualizados) das mariposas foram colocados em hidróxido de sódio a 10% e aquecido até a ebulição por poucos minutos. Em seguida, foram transferidos para um vidro de relógio contendo água destilada, onde efetuou-se a limpeza da genitália, sob microscópio estereoscópico, com auxílio de estiletes.

Foi necessária uma técnica especial de coloração para que todas as estruturas pudessem ser visualizadas, pois as alterações impedem a correta determinação dos limites da genitália. A técnica de coloração utilizada foi baseada em HOLLOWAY et alii (1987).

As genitálias assim obtidas foram comparadas com as dos exemplares pertencentes à coleção do Departamento de Entomologia da ESALQ/ USP, com a finalidade de se constatar os tipos de anomalias existentes.

Após a comparação, as genitálias foram individualizadas em pequenos tubos plásticos contendo álcool 70% e devidamente etiquetadas.

As anomalias constatadas foram desenhadas com auxílio de uma câmara clara acoplada a um microscópio estereoscópico com aumento de 50 vezes.

Foram examinados 150 exemplares de *H. zea* mantidos na dieta artificial A (76 machos e 74 fêmeas) e 56 exemplares selvagens (30 machos e 26 fêmeas) provenientes de campos de milho do mesmo local de coleta da população inicial (3.1.1.).

3.8. Análise estatística

Os dados biológicos obtidos foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Para determinação da razão sexual utilizou-se o teste de Qui quadrado, ao nível de 5% de probabilidade.

Para a análise de viabilidade larval e pupal, os dados foram agrupados em lotes de 5 indivíduos proporcionando assim, o número ideal de repetições.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Biologia comparada de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em seis dietas artificiais.

4.1.1. Fase de lagarta

4.1.1.1. Duração e viabilidade

Houve diferenças estatísticas na duração da fase larval entre as seis dietas estudadas. As dietas A (à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo), B (à base de farinha de milho, leite, farinha de soja e levedura de cerveja) e C (à base de farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja) reduziram a duração média dessa fase em relação às dietas D (à base de feijão e levedura de cerveja), E (à base de germe de trigo e caseína) e F (à base de germe de trigo, caseína e celulose) (Tabela 7).

Os valores observados no presente estudo estão dentro da faixa de resultados obtidos por FYE & POOLE (1971) e FYE & McADA (1972) sendo porém, superiores aos obtidos por VANDERZANT (1968) e BAILEY & CHADA (1968) provavelmente, devido ao fato desses autores terem trabalhado com substrato e condições de ambientes diferentes.

Tabela 7. Duração e viabilidade da fase larval de *H. zea* mantida em seis dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Dieta	Duração da fase* larval (dias)		Intervalo de variação	Viabilidade* (%)	
A	$25,22 \pm 0,62$	c	22,0 – 32,0	$57,30 \pm 5,20$	a
B	$24,53 \pm 0,38$	c	21,0 – 28,0	$51,65 \pm 4,67$	a
C	$24,80 \pm 0,91$	c	20,0 – 33,0	$19,15 \pm 8,82$	b
D	$29,64 \pm 0,64$	ab	25,0 – 35,0	$49,15 \pm 5,49$	a
E	$28,25 \pm 1,05$	b	24,0 – 33,0	$67,60 \pm 3,51$	a
F	$32,14 \pm 0,57$	a	28,0 – 37,0	$64,90 \pm 5,52$	a

A: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo.

B: dieta à base de farinha de milho, leite, farinha de soja e levedura de cerveja.

C: dieta à base de farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja.

D: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

E: dieta à base de germe de trigo e caseína.

F: dieta à base de germe de trigo, caseína e celulose.

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

Por outro lado, as viabilidades foram semelhantes em cinco dietas testadas (A, B, D, E e F). Na dieta contendo milho, levedura de cerveja e germe de trigo ocorreu uma alta mortalidade larval (Tabela 7). Os dados das dietas A, B, D, E e F são baixos e semelhantes aos obtidos por CHAUTHANI & ADKISSON (1965), sendo inferiores aos obtidos por SHOREY & HALE (1965), SHAVER & LUKEFAHR (1969), FYE & POOLE (1971) e BREWER et alii (1975). Os últimos autores obtiveram viabilidades bastante elevadas, entre 84,2 e 97% variando de acordo com outras fontes protéicas usadas na dieta artificial à base de germe de trigo.

O alongamento do período larval e a baixa viabilidade larval obtida em comparação à outros autores podem ser explicadas pela falta de adaptação da espécie à dieta artificial, uma vez que os resultados apresentados são relativos à

primeira geração de laboratório, provenientes de uma população selvagem. A maioria dos autores não faz menção à geração da população de laboratório criada em dietas artificiais.

4.1.1.2. Número de instares e duração de cada instar

Somente as lagartas de *H. zea* mantidas na dieta artificial D (à base de feijão e levedura de cerveja) apresentaram 7 instares. Desde que esta dieta já provocara um alongamento da fase larval (Tabela 7), este maior número de instares caracteriza uma inadequação nutricional deste meio (PARRA & HADDAD, 1989). No restante das dietas estudadas, as lagartas apresentaram 6 instares (Figuras 2 a 7). Esses dados concordam com BARBER (1936), MANGAT & APPLE (1966), BAILEY & CHADA (1968) e FYE & McADA (1972), tanto para insetos criados em dieta natural quanto artificial. Segundo os últimos autores a espécie apresenta de 5 a 6 instares, sendo o sétimo instar ocasional. Na dieta C, a despeito de ter ocorrido uma alta mortalidade larval, o número de instares foi igual a 6 (Tabela 7 e Figura 3).

A largura da cápsula cefálica, em geral, não apresentou grandes variações dentro do mesmo instar, considerando-se as dietas estudadas. A dieta A apresentou dados (médias e intervalos de variação) ligeiramente maiores que as demais dietas, caracterizando uma adequação da lagarta ao alimento (Tabelas 8 a 13). Os dados equivalem aos obtidos por BAILEY & CHADA (1968) tanto para dieta natural (sorgo) quanto para dieta artificial (à base de germe de trigo e caseína).

Figura 2. Representação gráfica do número de instares larvais de *H. zea* criada em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo (Dieta A). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h. As setas indicam os prováveis instares.

Figura 3. Representação gráfica do número de instares larvais de *H. zea* criada em dieta artificial à base de farinha de milho, leite, farinha de soja e levedura de cerveja. (Dieta B). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h. As setas indicam os prováveis instares.

Figura 4. Representação gráfica do número de instares larvais de *H. zea* criada em dieta artificial à base de farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja. (Dieta C). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h. As setas indicam os prováveis instares.

Figura 5. Representação gráfica do número de instares larvais de *H. zea* criada em dieta artificial à base de feijão e levedura de cerveja. (Dieta D). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$, U.R.: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14 h. As setas indicam os prováveis instares.

(6 instares)

Figura 6. Representação gráfica do número de instares larvais de *H. zea* criada em dieta artificial à base de germe de trigo e caseína (Dieta E). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h. As setas indicam os prováveis instares.

Figura 7. Representação gráfica do número de instares larvais de *H. zea* criada em dieta artificial à base de germe de trigo, caseína e celulose (Dieta F). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$, U.R.: $60 \pm 10\%$, fotofase: 14 h. As setas indicam os prováveis instares.

As larguras da cápsula cefálica, em todas as dietas (Tabelas 8 a 13) crescem em progressão geométrica, aumentando em largura a cada ecdise, numa razão constante para uma dada espécie e em média 1,4 [IV: (1,1 : 1,9)] (DYAR, 1890). Os altos valores de R^2 e o número estimado para a média do primeiro instar (0,30 mm) em relação ao valor observado (0,27 mm) confirmam que o crescimento deste inseto segue a regra de Dyar (Tabelas 8 a 13).

Tabela 8. Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração dos instares larvais de *H. zea* com 6 instares mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo (Dieta A). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

Ínstar	Largura da cápsula cefálica (mm)		Duração (dias)	Intervalo de variação
	Média	Intervalo de variação		
1	$0,27 \pm 0,01$	0,25 – 0,29	$3,10 \pm 0,07$	3,0 – 4,0
2	$0,51 \pm 0,01$	0,47 – 0,57	$2,15 \pm 0,08$	2,0 – 3,0
3	$1,02 \pm 0,02$	0,85 – 1,17	$3,00 \pm 0,13$	2,0 – 5,0
4	$1,76 \pm 0,04$	1,35 – 2,17	$3,42 \pm 0,21$	2,0 – 6,0
5	$2,36 \pm 0,02$	2,25 – 2,49	$4,70 \pm 0,72$	2,0 – 9,0
6	$3,18 \pm 0,03$	2,29 – 3,54	$4,60 \pm 0,39$	2,0 – 9,0
Constante de Dyar (K) = 1,56				
Coeficiente de determinação (R^2) = 99,9%				

Tabela 9. Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração dos instares larvais de *H. zea* com 6 instares mantida em dieta artificial à base de farinha de milho, leite, farinha de soja e levedura de cerveja (Dieta B). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U. R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Ínstar	Largura da cápsula cefálica (mm)		Duração (dias)	Intervalo de variação
	Média	Intervalo de variação		
1	$0,27 \pm 0,01$	0,24 – 0,29	$3,63 \pm 0,14$	3,0 – 5,0
2	$0,47 \pm 0,01$	0,41 – 0,53	$2,58 \pm 0,16$	2,0 – 4,0
3	$0,83 \pm 0,02$	0,62 – 1,04	$2,68 \pm 0,22$	2,0 – 6,0
4	$1,42 \pm 0,02$	1,26 – 1,57	$3,00 \pm 0,59$	2,0 – 6,0
5	$2,12 \pm 0,03$	1,81 – 2,41	$3,74 \pm 0,31$	2,0 – 7,0
6	$3,15 \pm 0,03$	2,79 – 3,55	$5,05 \pm 0,26$	2,0 – 7,0

Constante de Dyar (K) = 1,60
Coeficiente de determinação (R^2) = 99,9%

Tabela 10. Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração dos instares larvais de *H. zea* com 6 instares mantida em dieta artificial à base de farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja (Dieta C). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Ínstar	Largura da cápsula cefálica (mm)		Duração (dias)	Intervalo de variação
	Média	Intervalo de variação		
1	$0,27 \pm 0,01$	0,24 – 0,29	$3,20 \pm 0,16$	3,0 – 6,0
2	$0,49 \pm 0,01$	0,42 – 0,57	$2,40 \pm 0,11$	2,0 – 3,0
3	$0,87 \pm 0,02$	0,71 – 1,03	$2,70 \pm 0,13$	2,0 – 4,0
4	$1,40 \pm 0,02$	1,24 – 1,54	$3,11 \pm 0,18$	2,0 – 4,0
5	$2,18 \pm 0,04$	1,79 – 2,78	$3,95 \pm 0,30$	2,0 – 7,0
6	$3,23 \pm 0,02$	3,01 – 3,46	$5,30 \pm 0,32$	2,0 – 8,0

Constante de Dyar (K) = 1,60
Coeficiente de determinação (R^2) = 99,9%

Tabela 11. Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração dos instares larvais de *H. zea* com 7 instares mantida em dieta artificial à base de feijão e levedura de cerveja (Dieta D). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Ínstar	Largura da cápsula cefálica (mm)		Duração (dias)	Intervalo de variação
	Média	Intervalo de variação		
1	$0,27 \pm 0,01$	0,24 – 0,29	$3,13 \pm 0,09$	3,0 – 4,0
2	$0,49 \pm 0,01$	0,45 – 0,53	$3,27 \pm 0,15$	2,0 – 4,0
3	$0,87 \pm 0,02$	0,69 – 1,04	$4,00 \pm 0,24$	2,0 – 6,0
4	$1,51 \pm 0,03$	1,17 – 1,87	$6,33 \pm 0,92$	3,0 – 14,0
5	$2,20 \pm 0,02$	1,98 – 2,41	$5,20 \pm 0,49$	3,0 – 8,0
6	$2,68 \pm 0,03$	2,49 – 2,99	$6,00 \pm 0,38$	5,0 – 8,0
7	$3,29 \pm 0,03$	3,05 – 3,99	$4,69 \pm 0,31$	2,0 – 6,0

Constante de Dyar (K) = 1,45
 Coeficiente de determinação (R^2) = 99,9%

Tabela 12. Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração dos instares larvais de *H. zea* com 6 instares, mantida em dieta artificial à base de germe de trigo e caseína (Dieta E). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Ínstar	Largura da cápsula cefálica (mm)		Duração (dias)	Intervalo de variação
	Média	Intervalo de variação		
1	$0,27 \pm 0,01$	0,24 – 0,29	$3,58 \pm 0,18$	3,0 – 6,0
2	$0,48 \pm 0,01$	0,42 – 0,55	$2,89 \pm 0,11$	2,0 – 4,0
3	$0,87 \pm 0,02$	0,68 – 1,03	$2,89 \pm 0,07$	2,0 – 3,0
4	$1,44 \pm 0,02$	1,28 – 1,62	$2,94 \pm 0,16$	2,0 – 4,0
5	$2,15 \pm 0,03$	1,83 – 2,45	$4,11 \pm 0,25$	3,0 – 6,0
6	$3,19 \pm 0,03$	2,70 – 3,55	$6,16 \pm 0,27$	3,0 – 8,0

Constante de Dyar (K) = 1,61
 Coeficiente de determinação (R^2) = 99,9%

Tabela 13. Largura da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração dos instares larvais de *H. zea* com 6 instares, mantida em dieta artificial à base de germe de trigo, caseína e celulose (Dieta F). Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

Ínstar	Largura da cápsula cefálica (mm)		Duração (dias)	Intervalo de variação
	Média	Intervalo de variação		
1	$0,30 \pm 0,01$	0,28 – 0,32	$3,68 \pm 0,15$	3,0 – 5,0
2	$0,47 \pm 0,01$	0,40 – 0,56	$2,79 \pm 0,14$	2,0 – 4,0
3	$0,82 \pm 0,02$	0,63 – 1,03	$3,68 \pm 0,25$	2,0 – 7,0
4	$1,43 \pm 0,03$	1,11 – 1,87	$5,21 \pm 0,62$	2,0 – 11,0
5	$2,29 \pm 0,03$	1,95 – 2,62	$5,79 \pm 0,57$	3,0 – 14,0
6	$3,21 \pm 0,32$	2,99 – 3,46	$7,53 \pm 0,52$	4,0 – 14,0

Constante de Dyar (K) = 1,61
 Coeficiente de determinação (R^2) = 99,9%

A inadequação nutricional da dieta D ficou demonstrada, se for considerado que, nas demais dietas, os últimos instares larvais foram mais longos. Na dieta D, houve grande oscilação destas durações.

4.1.2. Fase de pré-pupa

4.1.2.1. Duração e viabilidade

A duração da fase de pré-pupa, curta para noctúldeos, (FERRAZ, 1982) não foi afetada pelas seis dietas utilizadas (Tabela 14). O alongamento do período no presente trabalho, pode ser creditado à falta de adaptação da população à dieta

artificial (os dados referem-se à primeira geração). Dados da sexta geração dessa mesma população criada em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo mostraram uma duração de 2,3 dias para esse período (Tabela 14).

Tabela 14. Duração e viabilidade da fase de pré-pupa de *H. zea* mantida em seis dietas artificiais e da sexta geração do inseto mantido na dieta artificial A. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

Dieta ¹	Duração pré-pupa * (dias)		Intervalo de variação	Viabilidade * (%)
A	$5,59 \pm 0,80$	a	2,0 – 13,0	$89,47 \pm 7,23$ a
B	$5,00 \pm 0,55$	a	3,0 – 10,0	$78,95 \pm 9,61$ a
C	$4,43 \pm 0,30$	a	4,0 – 6,0	$38,89 \pm 11,82$ b
D	$4,71 \pm 0,45$	a	2,0 – 9,0	$93,33 \pm 6,67$ a
E	$4,29 \pm 0,48$	a	2,0 – 9,0	$89,47 \pm 7,23$ a
F	$3,63 \pm 0,37$	a	2,0 – 8,0	100,0 a
6ª Ger.	$2,33 \pm 0,17$	a	2,0 – 3,0	$90,00 \pm 10$ a

¹

A: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo.

B: dieta à base de farinha de milho, leite, farinha de soja e levedura de cerveja.

C: dieta à base de farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja.

D: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

E: dieta à base de germe de trigo e caseína.

F: dieta à base de germe de trigo, caseína e celulose.

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

Não foram encontrados na literatura dados referentes à duração da fase de pré-pupa, pois aparentemente esta fase é incluída na fase larval pela maioria dos autores. Pelos resultados obtidos, apenas a dieta à base de farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja (dieta C), foi prejudicial à esta fase do desenvolvimento desse inseto. Nas demais dietas o inseto apresentou altas viabilidades, demonstrando não ser esta uma fase crítica para avaliação das dietas artificiais.

4.1.3. Fase pupal

4.1.3.1. Duração, peso e viabilidade

A duração do período pupal independente de sexo (média dos machos e fêmeas) foi afetada pelo alimento fornecido às lagartas de *H. zea*, tendo-se encontrado o menor período para as dietas E e F (Tabela 15). A redução do período pupal nessas dietas pode ser devido à presença de germe de trigo, que é extremamente rico em nutrientes, (contendo 18 aminoácidos, açúcares, triglicerídeos, fosfolípidos, vitaminas do complexo B, tocoferol, caroteno, 21 elementos minerais e mais de 50 enzimas), além de ser fagoestimulante (PARRA, 1979), associado à caseína (uma proteína de alta qualidade) que proporciona uma alta digestibilidade e possibilita maior balanço do que outras proteínas (MOORE, 1986).

Os períodos pupais observados na presente pesquisa são semelhantes aos obtidos por CHAUTHANI & ADKISSON (1965), BURTON (1969), BREWER & TIDWELL (1975) e PATANA (1985) em dietas artificiais. Por outro lado, vários autores obtiveram períodos menores tanto em dieta natural quanto artificial (VANDERZANT, 1962; LUKEFAHR & MARTIN, 1964; BAILEY & CHADA, 1968 e WALDBAUER et alii, 1984).

Quando considerados isoladamente, ambos os sexos mostraram variação na duração do período pupal, com as médias diferindo estatisticamente em função das dietas estudadas (Tabelas 16 e 17).

Tabela 15. Duração e viabilidade da fase pupal e razão sexual de *H. zea* (machos e fêmeas) mantida em seis dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

Dieta ¹	Duração da fase pupal * (machos e fêmeas) (dias)	Intervalo de variação	Viabilidade * (%)	Razão * sexual
A	$15,5 \pm 0,1$ cd	14,0 – 17,0	$95,95 \pm 2,27$ a	0,51 a
B	$16,4 \pm 0,1$ ab	15,0 – 17,0	$88,15 \pm 3,82$ a	0,57 a
C	$17,2 \pm 0,1$ a	17,0 – 18,0	$72,73 \pm 7,78$ a	0,57 a
D	$16,0 \pm 0,1$ bc	14,0 – 17,0	$93,10 \pm 3,26$ a	0,54 a
E	$15,1 \pm 0,1$ d	14,0 – 16,0	$93,75 \pm 3,07$ a	0,57 a
F	$14,8 \pm 0,1$ d	13,0 – 18,0	$86,84 \pm 3,62$ a	0,50 a

¹

A: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo.

B: dieta à base de farinha de milho, leite, farinha de soja e levedura de cerveja.

C: dieta à base de farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja.

D: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

E: dieta à base de germe de trigo e caseína.

F: dieta à base de germe de trigo, caseína e celulose.

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

Tabela 16. Duração e viabilidade da fase de pupa (fêmea) de *H. zea* mantida em seis dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U. R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

Dieta ¹	Duração da fase * de pupa (dias)	Intervalo de variação	Viabilidade * (%)
A	$14,90 \pm 0,15$ b	14,0 – 16,0	100 a
B	$15,70 \pm 0,21$ ab	14,0 – 17,0	$91,67 \pm 4,52$ a
C	$16,60 \pm 0,22$ a	16,0 – 18,0	$75,00 \pm 11,18$ a
D	$15,45 \pm 0,27$ ab	13,0 – 19,0	$90,63 \pm 5,04$ a
E	$14,62 \pm 0,15$ b	14,0 – 16,0	$93,33 \pm 4,84$ a
F	$14,60 \pm 0,39$ b	12,0 – 21,0	$89,47 \pm 4,80$ a

¹

A: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo.

B: dieta à base de farinha de milho, leite, farinha de soja e levedura de cerveja.

C: dieta à base de farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja.

D: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

E: dieta à base de germe de trigo e caseína.

F: dieta à base de germe de trigo, caseína e celulose.

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

Tabela 17. Duração e viabilidade da fase de pupa (macho) de *H. zea*, mantida em seis dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Dieta ¹	Duração da fase * de pupa (dias)		Intervalo de variação	Viabilidade * (%)	
A	16,13 $\pm$ 0,21	bc	15,0 – 19,0	91,18 $\pm$ 4,77	a
B	17,00 $\pm$ 0,13	ab	16,0 – 18,0	84,62 $\pm$ 6,66	a
C	18,14 $\pm$ 0,14	a	18,0 – 19,0	70,00 $\pm$ 12,25	a
D	16,53 $\pm$ 0,31	bc	14,0 – 19,0	96,15 $\pm$ 3,85	a
E	15,50 $\pm$ 0,20	cd	13,0 – 17,0	94,12 $\pm$ 4,03	a
F	14,93 $\pm$ 0,24	d	13,0 – 17,0	84,21 $\pm$ 5,48	a

¹

A: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo.

B: dieta à base de farinha de milho, leite, farinha de soja e levedura de cerveja.

C: dieta à base farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja.

D: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

E: dieta à base de germe de trigo e caseína.

F: dieta à base de germe de trigo, caseína e celulose.

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

A mortalidade para ambos os sexos foi semelhante nas seis dietas estudadas (Tabelas 16 e 17).

O peso das pupas (macho e fêmea) foi afetado significativamente pelas dietas estudadas (Tabela 18). Os dados em geral, são superiores aos obtidos por outros autores, tanto em dietas artificiais à base de feijão e levedura de cerveja; germe de trigo e caseína; farinha de alfafa, quanto em dietas naturais (milho, maçã do algodoeiro e sépalas do algodoeiro). Também na presente pesquisa as fêmeas em geral foram mais pesadas que os machos, coincidindo com os resultados de VANDERZANT et alii (1962), LUKEFAHR & MARTIN (1964), CHAUTHANI & ADKISSON (1963), BREWER & MARTIN (1976) e PATANA (1985) (Tabela 19).

Tabela 18. Peso médio de pupas (machos e fêmeas) de *H. zea* mantida em seis dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U. R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Dieta 1	Peso médio de * pupa (mg)		Intervalo de variação
A	$530,5 \pm 0,01$	ab	442,9 – 604,2
B	$560,6 \pm 0,01$	a	483,1 – 637,2
C	$487,1 \pm 0,02$	b	432,1 – 620,0
D	$521,3 \pm 0,01$	ab	459,7 – 643,5
E	$488,0 \pm 0,01$	b	406,7 – 561,5
F	$386,6 \pm 0,01$	c	336,5 – 430,8

1

A: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo.

B: dieta à base de farinha de milho, leite, farinha de soja e levedura de cerveja.

C: dieta à base de farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja.

D: dieta à base feijão e levedura de cerveja.

E: dieta à base de germe de trigo e caseína.

F: dieta à base de germe de trigo, caseína e celulose.

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

Tabela 19. Peso médio de pupas por sexo de *H. zea*, mantida em seis dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U. R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Dieta 1	Peso médio * machos (mg)		Intervalo de variação	Peso médio * fêmeas (mg)		Intervalo de variação
A	$534,1 \pm 16,0$	a	425,4 – 667,1	$526,9 \pm 12,9$	a	459,5 – 671,1
B	$542,5 \pm 16,7$	a	446,5 – 714,1	$558,7 \pm 15,1$	a	473,4 – 690,7
C	$447,4 \pm 23,8$	bc	327,5 – 577,5	$501,0 \pm 28,7$	a	389,5 – 708,1
D	$510,1 \pm 17,4$	ab	430,3 – 754,7	$534,5 \pm 15,0$	a	425,5 – 651,6
E	$497,1 \pm 10,2$	ab	411,3 – 569,7	$475,9 \pm 14,7$	a	367,7 – 584,0
F	$374,7 \pm 8,4$	c	320,5 – 449,1	$398,4 \pm 8,2$	a	321,9 – 473,2

1

A: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo.

B: dieta à base de farinha de milho, leite, farinha de soja e levedura de cerveja.

C: dieta à base de farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja.

D: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

E: dieta à base de germe de trigo e caseína.

F: dieta à base de germe de trigo, caseína e celulose.

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

Independente do sexo, a viabilidade pupal não foi afetada pelas dietas (Tabelas 16 e 17). Os dados obtidos são equivalentes aos de BURTON (1979) em dieta contendo feijão e germe de trigo e superiores aos obtidos por PATANA (1985) em dieta com feijão e levedura de cerveja. Em geral as dietas que proporcionaram um encurtamento do período larval (A, B e C) (Tabela 7) deram origem a pupas (fêmeas) mais pesadas. Este é um parâmetro importante, pois existe uma estreita correlação positiva entre peso de pupas e número de ovos colocados.

4.1.3.2. Razão sexual

As dietas artificiais não afetaram a razão sexual, pois sua relação foi de 1 macho : 1 fêmea em todos os substratos alimentares pesquisados (Tabela 15), ou seja, os sexos foram igualmente afetados. Os resultados obtidos concordaram com WALDBAUER et alii (1984) para dieta artificial à base de germe de trigo e caseína e com LINGREN et alii (1988) para uma população natural.

4.1.3.3. Período larva-adulto

As dietas afetaram a duração do período larva-adulto, como um reflexo das variações observadas nas fases larval, pré-pupal e pupal (4.1.1.; 4.1.2. ; 4.1.3.) As mais adequadas neste caso, foram as dietas A (à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo) e B (à base de farinha de milho, leite, farinha de soja e levedura de cerveja), sendo que a última delas deve ser descartada pela baixa viabilidade apresentada (Tabela 20). Embora as viabilidades tenham sido aquém dos

75% preconizados por SINGH (1983), como um valor mínimo para que uma dieta seja utilizada para criação em laboratório, é conveniente salientar que estes baixos valores se devem ao fato de tratarem-se de resultados obtidos com população recém coletada de campo (1ª geração). Estes valores de viabilidade aumentaram ao longo das gerações e foi possível manter a população por mais de 15 gerações em laboratório (na dieta A) sem necessidade de se introduzirem populações selvagens. Estes resultados indicam as dietas A e B como as mais adequadas para criações de laboratório, pois reduziram o período larva-adulto, apresentaram uma viabilidade média, pupas fêmeas com peso superior ao obtido nas demais dietas e um número de instares compatível com alimento adequado à espécie (6 instares) (Tabelas 8 e 9). As fêmeas provenientes da dieta A, apresentaram uma capacidade de postura bem superior aos valores registrados na literatura (Tabela 22).

Tabela 20. Duração do período larva-adulto e viabilidade larval-pupal de *H. zea*, mantida em seis dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U. R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Dieta 1	Duração do período * larva-adulto (dias)	Intervalo de variação	Viabilidade * larval-pupal (%)
A	$48,69 \pm 0,54$ bcd	44,0 – 53,0	$49,85 \pm 5,00$ a
B	$47,99 \pm 0,42$ d	45,0 – 51,0	$42,40 \pm 3,73$ a
C	$47,29 \pm 0,87$ cd	43,0 – 55,0	$13,40 \pm 3,32$ b
D	$51,66 \pm 1,10$ ab	33,0 – 59,0	$37,45 \pm 4,68$ a
E	$51,17 \pm 0,39$ abc	48,0 – 55,0	$56,65 \pm 5,02$ a
F	$52,84 \pm 0,72$ a	48,0 – 59,0	$51,70 \pm 5,12$ a

1

A: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo.

B: dieta à base de farinha de milho, leite, farinha de soja e levedura de cerveja.

C: dieta à base de farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja.

D: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

E: dieta à base de germe de trigo e caseína.

F: dieta à base de germe de trigo, caseína e celulose.

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

Embora não tenha sido avaliada a capacidade de postura nas diferentes dietas, o período de incubação, baseando-se em observações de laboratório, foi sempre de 3 dias com viabilidades variáveis dependendo da geração (vide 4.5.).

4.2. Efeito da idade dos adultos de *H. zea* no comportamento reprodutivo.

Não houve efeito da idade dos casais de *H. zea* na duração e viabilidade dos ovos colocados pelas fêmeas em ambos os tratamentos. A capacidade de postura diária, o período de oviposição e a longevidade de machos e fêmeas também não foram afetadas nas duas combinações estudadas (Tabelas 21 a 23).

Tabela 21. Duração e viabilidade de ovos de *H. zea* mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, obtidos de adultos com diferentes idades. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Idade ¹	Viabilidade * de ovos (%)	Intervalo de variação	Duração da * fase de ovo (dias)
A	$88,56 \pm 1,43$	77,0 – 97,0	$3,0 \pm 0,0$
B	$87,59 \pm 1,57$	72,0 – 98,0	$3,0 \pm 0,0$

¹

A: adultos de mesma idade.

B: fêmeas um dia mais velhas que machos.

* Não houve diferenças estatísticas entre as médias.

Tabela 22. Número médio de ovos por fêmea por dia, número total de ovos por fêmea e período de oviposição obtidos de adultos de diferentes idades de *H. zea* mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Idade ¹	Média de ovos/* fêmea/ dia	Número total de ovos/ fêmea	Período de oviposição (dias)	Intervalo de variação
A	$229,49 \pm 10,62$	2.245,95	$9,85 \pm 0,43$	6,0 – 14,0
B	$240,02 \pm 15,02$	2.222,15	$9,05 \pm 0,53$	5,0 – 14,0

¹ A: adultos de mesma idade.

B: fêmeas um dia mais velhas que machos.

* Não houve diferenças estatísticas entre as médias.

Tabela 23. Longevidade de machos e fêmeas obtidos de adultos de diferentes idades de *H. zea* mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Idade ¹	Longevidade de * machos (dias)	Intervalo de variação	Longevidade de * fêmeas (dias)	Intervalo de variação
A	$11,30 \pm 0,71$	4,0 – 17,0	$11,85 \pm 0,43$	4,0 – 17,0
B	$11,15 \pm 0,75$	4,0 – 16,0	$12,85 \pm 0,56$	8,0 – 18,0

¹

A: Adultos de mesma idade.

B: Fêmeas um dia mais velhas que machos.

* Não houve diferenças estatísticas entre as médias.

Os resultados sugerem que para criações de laboratório de *H. zea* não há necessidade de se colocarem, na mesma gaiola, machos e fêmeas do mesmo dia. A literatura é pobre em referências sobre o assunto. Como para *Heliothis virescens* (GUERRA et alii, 1972), a proporção de machos e fêmeas pode afetar a capacidade de postura da espécie, segerem-se estudos neste sentido para *H. zea*.

4.3. Efeito do alimento sobre adultos de *H. zea*.

Os dois alimentos testados não afetaram nenhum dos parâmetros analisados: capacidade de postura e período de oviposição (Tabela 24), duração e viabilidade da fase de ovo (Tabela 25) e longevidade de adultos (Tabelas 26 e 27).

Tabela 24. Capacidade de postura, número total de ovos por fêmea e período de oviposição de *H. zea* mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, submetida à dois tipos de alimentos. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Alimento ¹	Capacidade de* postura-fêmea/dia	Número total de* ovos/ fêmea	Período de* oviposição	Intervalo de variação
A	$143,4 \pm 17,0$	1.149,61	$7,44 \pm 0,38$	4,0 – 10,0
B	$145,6 \pm 16,2$	1.342,74	$9,42 \pm 0,50$	6,0 – 14,0

¹

A: solução de mel a 10%.

B: solução de cerveja, anticontaminantes, carboidratos e mel.

* Não houve diferenças estatísticas entre as médias

Tabela 25. Duração e viabilidade da fase de ovo de *H. zea* mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, submetida à dois tipos de alimentos. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Alimento ¹	Duração da fase* de ovo (dias)	Intervalo de variação	Viabilidade * (%)
A	$3,20 \pm 0,11$	3,0 – 4,0	$87,41 \pm 2,25$
B	$3,06 \pm 0,06$	3,0 – 4,0	$88,67 \pm 1,46$

¹

A: solução de mel a 10%.

B: solução de cerveja, anticontaminantes, carboidratos e mel.

* Não houve diferenças estatísticas entre as médias.

Tabela 26. Longevidade de fêmeas e machos de *H. zea* mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, submetida à dois tipos de alimentos. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Alimento ¹	Longevidade de* fêmeas (dias)	Intervalo de variação	Longevidade de* machos (dias)	Intervalo de variação
A	$10,1 \pm 0,37$	7,0 – 12,0	$9,20 \pm 0,65$	4,0 – 12,0
B	$11,5 \pm 0,47$	9,0 – 16,0	$10,8 \pm 0,72$	5,0 – 17,0

¹

A: solução de mel a 10%

B: solução de cerveja, anticontaminantes, carboidratos e mel.

* Não houve diferenças estatísticas entre as médias.

Tabela 27. Longevidade de adultos (machos e fêmeas) de *H. zea* mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, submetida à dois tipos de alimentos. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$.; U.R.: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Alimento ¹	Longevidade * (machos e fêmeas) (dias)	Intervalo de variação
A	$9,60 \pm 0,31$	7,0 – 12,0
B	$11,2 \pm 0,46$	7,0 – 16,0

¹

A: solução de mel a 10%.

B: solução de cerveja, anticontaminantes, carboidratos e mel.

* Não houve diferenças estatísticas entre as médias.

Os resultados sugerem que pode ser usada para criações de *H. zea* a solução de mel a 10% por ser mais barata e fácil de preparar em relação à solução que contém anticontaminantes, outros carboidratos na sua composição e cerveja, além do mel. Tais resultados são coincidentes àqueles obtidos por SIMMONS & LYNCH (1990).

4.4. Influência do fotoperíodo no desenvolvimento larval e pupal de *H. zea*.

Excetuando o tratamento com 24 horas de escuro, o desenvolvimento larval e pupal de *H. zea* não sofreu grandes influências do fotoperíodo. O período larval (Tabela 28), em todos os tratamentos, foi maior que os obtidos por BREWER & MARTIN (1976) que usaram um único tratamento de 14 horas de luz e 10 horas de escuro. Os dados concordam com WALDBAUER et alii (1984) que estudaram a espécie em uma fotofase de 16 horas. Para todas as combinações de fotofase : escotofase, as viabilidades foram baixas e semelhantes aos valores obtidos em 4.1.1. O período pupal (Tabelas 29, 30 e 31) obtido em todos os tratamentos foi igual ao obtido

por BREWER & MARTIN (1976) (fotoperíodo 14 : 10), sendo menor que os resultados reportados por WALDBAUER et alii (1984) (fotoperíodo 16 : 8). O peso das pupas (Tabelas 32 e 33) foi superior ao obtido por autores como: BREWER & MARTIN (1976); BREWER & KING (1979) e ADLER (1989). Os resultados obtidos sugerem que o fotoperíodo afeta igualmente machos e fêmeas de *H. zea* (Tabelas 29 a 33).

Tabela 28. Duração e viabilidade da fase larval de *H. zea* mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, criada em cinco fotoperíodos. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$.

Fotoperíodo	Duração * (dias)	Intervalo de variação	Viabilidade * (%)
0 : 24	$19,2 \pm 0,56$	16,0 – 24,0	$68,88 \pm 5,69$
24 : 0	$16,2 \pm 0,63$	12,0 – 23,0	$45,75 \pm 4,25$
10 : 14	$17,2 \pm 0,52$	13,0 – 23,0	$64,50 \pm 7,78$
14 : 10	$17,6 \pm 1,06$	13,0 – 32,0	$58,31 \pm 6,50$
12 : 12	$17,3 \pm 0,49$	15,0 – 24,0	$56,13 \pm 7,32$

* Não houve diferenças estatísticas entre as médias.

Tabela 29. Duração e viabilidade da fase pupal e razão sexual de *H. zea* mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, criada em cinco fotoperíodos. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$; U.R.: $60 \pm 10\%$.

Fotoperíodo	Duração da* fase pupal (dias)	Intervalo de variação	Viabilidade * (%)	Razão * sexual
0 : 24	$13,10 \pm 0,18$ a	11,0 – 14,0	$85,29 \pm 5,70$ a	0,43 a
24 : 0	$10,45 \pm 0,41$ b	8,0 – 12,0	$95,45 \pm 4,55$ b	0,45 a
10 : 14	$11,47 \pm 0,16$ b	10,0 – 12,0	$93,75 \pm 4,27$ a	0,48 a
14 : 10	$10,95 \pm 0,14$ b	10,0 – 11,0	$82,14 \pm 6,64$ ab	0,46 a
12 : 12	$11,42 \pm 0,28$ b	10,0 – 13,0	$90,91 \pm 6,20$ ab	0,37 a

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

Tabela 30. Duração e viabilidade da fase pupal (fêmea) de *H. zea* mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, criada em cinco fotoperíodos. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$.; U.R.: $60 \pm 10\%$.

Fotoperíodo	Duração da fase* pupal (dias)	Intervalo de variação	Viabilidade * (%)
0 : 24	$12,00 \pm 0,77$ a	11,0 – 14,0	$80,00 \pm 6,55$ a
24 : 0	$9,89 \pm 0,63$ b	8,0 – 13,0	$90,00 \pm 6,67$ a
10 : 14	$11,00 \pm 0,17$ b	9,0 – 12,0	$93,75 \pm 4,27$ a
14 : 10	$10,50 \pm 0,17$ b	10,0 – 11,0	$84,62 \pm 6,66$ a
12 ; 12	$10,89 \pm 0,26$ b	9,0 – 12,0	$90,00 \pm 6,67$ a

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

Tabela 31. Duração e viabilidade da fase pupal (macho) de *H. zea* mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, criada em cinco fotoperíodos. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$.; U.R.: $60 \pm 10\%$.

Fotoperíodo	Duração da fase* pupal (dias)	Intervalo de variação	Viabilidade* (%)
0 : 24	$13,50 \pm 0,23$ a	11,0 – 15,0	$90,0 \pm 4,59$ a
24 : 0	$11,08 \pm 0,34$ b	9,0 – 13,0	100 a
10 : 14	$11,81 \pm 0,23$ b	10,0 – 13,0	$94,12 \pm 4,03$ a
14 : 10	$11,33 \pm 0,26$ b	10,0 – 13,0	$80,0 \pm 6,55$ a
12 : 12	$11,75 \pm 0,32$ b	10,0 – 14,0	$94,12 \pm 4,03$ a

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

Tabela 32. Peso médio de pupas por sexo de *H. zea*, mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, criada em cinco fotoperíodos. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$.; U.R.: $60 \pm 10\%$.

Fotoperíodo	Peso médio* - machos (mg)	Intervalo de variação	Peso médio* - fêmeas (mg)	Intervalo de variação
0 : 24	$539,8 \pm 0,02$	379,8 – 776,6	$596,0 \pm 0,02$	496,2 – 768,1
24 : 0	$545,0 \pm 0,02$	485,5 – 652,8	$549,3 \pm 0,02$	421,4 – 721,0
10 : 14	$559,0 \pm 0,02$	363,4 – 706,3	$555,1 \pm 0,01$	416,7 – 631,9
14 : 10	$515,2 \pm 0,02$	394,5 – 709,1	$520,1 \pm 0,02$	352,0 – 641,1
12 : 12	$573,4 \pm 0,02$	420,9 – 675,0	$570,7 \pm 0,02$	494,4 – 743,5

* Não houve diferenças estatísticas entre as médias.

Tabela 33. Peso médio de pupas (média de machos e fêmeas) de *H. zea* mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, criada em cinco fotoperíodos. Temperatura média: 27°C ; U.R. média 77%.

Fotoperíodo	Peso médio de pupa* (macho e fêmea) (mg)	Intervalo de variação
0 : 24	$563,5 \pm 0,01$	468,8 – 683,5
24 : 0	$547,0 \pm 0,01$	495,4 – 610,3
10 : 14	$559,0 \pm 0,01$	426,1 – 622,0
14 : 10	$517,5 \pm 0,01$	434,8 – 627,2
12 : 12	$573,7 \pm 0,01$	501,3 – 624,6

* Não houve diferenças estatísticas entre as médias.

Houve um alto percentual de pupas deformadas (Tabela 34). Mais uma vez, insetos criados na escotofase de 24 h apresentaram deformação acima da média (23,3%), sendo suplantados apenas pelo tratamento 10 : 14. Considerando-se os resultados de um modo geral e a deformação em particular, deve-se recomendar o fotoperíodo de 14 L : 10 E para criação de *H. zea* em laboratório.

Tabela 34. Deformação de pupas de *H. zea* mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo, criada em cinco fotoperíodos. Temperatura: $25 \pm 2^\circ \text{C}$.; U.R.: $60 \pm 10\%$.

Fotoperíodo	Deformação* (%)
0 : 24	23,3
24: 0	18,2
10 : 14	32,4
14 : 10	14,3
12 : 12	20,8
Média	21,8

4.5. Observação de deformações nas genitálias masculina e feminina de *H. zea*.

Durante o desenvolvimento dos experimentos, observou-se a ocorrência de deformações nas genitálias de machos e fêmeas de *H. zea* em relação às genitálias normais.

A genitália normal do macho é caracterizada por *valvae* longas, largas, com bordos paralelos e levemente expandidas na região apical; corona formada por espinhos dispostos em três fileiras; *aedeagus* longo, robusto na porção basal e afilado apicalmente, formando uma projeção aguda dorsalmente; *vesica* muito longa, helicoidal com espinhos em grupos dispostos ao longo do comprimento, porção basal da *vesica* constituída por divertículos na forma de pequenos sacos desprovidos de espinhos (Figuras 8 a 10).

Figura 8. Vista lateral da genitália perfeita do macho de *H. zea*.

Figura 9. Vista ventral da genitália perfeita do macho de *H. zea* com as valvae abertas.

Figura 10. Vista lateral da genitália perfeita do macho de *H. zea* com a vesica extrovertida.

A genitália da fêmea é caracterizada por ter o *ostium bursae* com a forma de um copo; *ductus bursae* membranoso posteriormente, e com esclerotização restrita à junção do *ductus bursae* com o *appendix bursae*; *bursa copulatrix* globosa, com quatro *signa*, um pequeno e três alongados; *appendix bursae* longo e helicoidal, aproximadamente duas vezes o comprimento da *bursa copulatrix* e de consistência quitinizada (Figura 11).

Figura 11. Vista ventral da genitália perfeita da fêmea de *H. zea*.

De uma maneira mais prática, a genitália do macho de *H. zea* pode ser prontamente reconhecida pela presença da *vesica* helicoidal formada por 9 a 10 voltas (Figura 10), enquanto que na genitália da fêmea a presença do *appendix bursae* longo de consistência quitinizada caracteriza a espécie (Figura 11).

As deformações são caracterizadas nos machos por *valvae* pouco desenvolvidas, afiladas apicalmente e com margem costal nitidamente sinuosa; corona ausente (Figuras 12 e 13); *aedeagus* com ápice afilado e desprovido de projeção aguda; *vesica* formada por dois pequenos sacos membranosos e transparentes, completamente desprovida de espinhos (Figura 14).

Figura 12. Vista lateral da genitália do macho de *H. zea* apresentando deformação.

Figura 13. Vista ventral da genitália do macho de *H. zea* apresentando deformação, com as *valvae* abertas.

Figura 14. Vista lateral da genitália do macho de *H. zea* apresentando deformação, com a *vesica* extrovertida.

A genitália da fêmea aparece com *sinus vaginalis* amplo e profundo; *ostium bursae* indefinido; *ductus bursae* ausente, ou quando presente, pouco desenvolvido (Figuras 15 e 16); *bursa copulatrix* como um saco disforme de consistência quitinizada unida posteriormente ao oviduto; medianamente à *bursa copulatrix* e próximo à entrada do *ductus bursae* na *bursa copulatrix*, destaca-se uma região parcialmente esclerotizada de formato bem definido.

Figura 15. Vista ventral da genitália da fêmea de *H. zea* apresentando deformação, com o *ductus bursae* ausente.

Figura 16. Vista ventral da genitália da fêmea de *H. zea* apresentando deformação, com o *ductus bursae* presente.

De uma maneira mais prática, as deformações do macho podem ser facilmente identificadas pela ausência de coroa nas *valvae* e pela *vesica* inconspícua desprovida de espinhos (*cornuti*) (Figuras 12 a 14). Na genitália da fêmea, a presença de *sinus vaginalis*, *bursa copulatrix* indefinidas e ausência de *stigma* caracterizam a deformação (Figuras 15 e 16).

Considerando-se a genitália do macho, outros detalhes distinguem a deformação. Ocorre um menor desenvolvimento das *valvae* com nítida sinuosidade da margem costal e a conformação da *juxta* e do *vinculum*. A *juxta* na genitália deformada apresenta-se muito mais comprida do que larga, enquanto que na genitália perfeita essa diferença não é tão nítida. O *vinculum* mostra-se triangular na genitália deformada e com forma de U na genitália perfeita. No entanto, essas diferenças são de difícil visualização, podendo resultar em dúvidas no momento da separação das genitálias deformadas e perfeitas.

Quanto à genitália feminina, a porção parcialmente esclerotizada de formato bem definido, localizada medianamente à *bursa copulatrix* foi denominada por HARDWICK (1970) de *fundus bursae*. Essa denominação não foi utilizada aqui por considerarmos que o tipo de deformação não fornece subsídios suficientes para a correta determinação dessa região.

Ressalta-se que não ocorrem diferenças morfológicas externas nesses exemplares, não sendo possível a separação entre os adultos aberrantes e os normais sem o exame das genitálias. Segundo a literatura, é provável que a origem dessas deformações seja fisiológica (efeito nutricional ou de temperatura) ou genética pois as deformações são sempre as mesmas.

JONES et alii (1978) observaram que existia uma variação na fertilidade de *H. zea* criada em dieta artificial em laboratório, sendo esta variação cíclica, ocorrendo baixa fertilidade de tempo em tempo. Segundo os autores este padrão indicaria uma base genética para a baixa fertilidade. Ao contrário dos autores anteriormente mencionados, FYE & POOLE (1971) mostraram alguns efeitos da alta temperatura nesta variação reprodutiva. Altas temperaturas podem induzir a espécie à esterilidade parcial, moderada ou alta. HARDWICK (1970) também observou a ocorrência de aberrações nas genitálias de *H. zea*. Segundo o autor a condição

aberrante da genitália parece ser geneticamente controlada e não ser ligada à fisiologia. Se fosse uma condição puramente fisiológica, seria esperada uma grande variação na estrutura da genitália anormal, o que não ocorre, desde que as variações são constantes. Um segundo fator que poderia sugerir um controle genético da condição aberrante, seria sua aparente ausência da maioria das criações de lagartas em laboratório e a alta incidência de deformação nos poucos laboratórios em que se registraram tal fenômeno. Segundo o autor, o aparecimento de tais mutantes em lagartas de laboratório era raro, mas indivíduos com genitálias aberrantes já tinham sido reconhecidos entre mariposas selvagens fato também observado no presente trabalho (Tabela 35).

Tabela 35. Número total de adultos analisados e porcentagem de deformação em genitálias masculina e feminina de *H. zea* encontrado em laboratório (dieta artificial) e no campo (selvagem).

Procedência	Macho				Fêmea			
	Normal		Deformado		Normal		Deformada	
	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total
Laboratório	73,7	56	26,3	20	60,8	45	39,2	29
Campo	96,7	30	3,3	1	100	26	0	0

Nesta pesquisa registraram-se durante as várias gerações de laboratório, problemas de acasalamento, não se obtendo, de muitas gaiolas, ovos de *H. zea*, fenômeno que ocorreu de forma mais ou menos cíclica, concordando com as observações de JONES et alii (1978). A despeito de se manterem durante 48 horas os casais em gaiolas maiores para que houvesse possibilidade de voo e acasalamento, e depois transferindo-os para gaiolas menores para observações (3.1.1.), mesmo assim houve inúmeros problemas com a obtenção de ovos. Em alguns casos, a dificuldade de acoplamento das estruturas era visível, pois machos e fêmeas morriam presos pelas

estruturas de cópula. Em outros casos, provavelmente, as deformações ocorridas impossibilitavam o acoplamento e não havia postura. Como a temperatura de estudo era adequada para a espécie, restam duas possibilidades para tais deformações: nutricional e genética. Sugerem-se pesquisas neste sentido, embora existam indicações de que deva ser nutricional, pois a dieta, a despeito de permitir a criação de *H. zea* não é uma dieta ideal, desde que acarretou uma alta mortalidade larval (Tabela 7) e uma alta porcentagem de pupas deformadas (Tabela 34), necessitando ainda de alguns ajustes para se tornar ideal.

Esta hipótese na presente pesquisa, foi reforçada pelo fato de apenas um macho selvagem apresentar deformações na genitália e nenhuma fêmea apresentou tais alterações. Por outro lado, insetos criados em laboratório, apresentaram altas deformações de genitália, ou seja, 26,3 e 39,2% de machos e fêmeas, respectivamente (Tabela 35). O único fator que pode inviabilizar tal hipótese, é o fato de que as deformações, do material de campo ou de laboratório, foram sempre as mesmas.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos na presente pesquisa com *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) pode-se concluir:

1. As dietas à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo (dieta A) e aquela à base de farinha de milho, leite, farinha de soja e levedura de cerveja (dieta B) são adequadas para manutenção da população de *H. zea* em laboratório;
2. O aumento do número de instares de 6 para 7, é uma indicação de inadequação nutricional de uma dieta artificial para *H. zea*;
3. Não é necessário que sejam colocados em gaiolas de acasalamento, indivíduos que tenham emergido no mesmo dia para criação de *H. zea*;
4. A duração das formas imaturas de *H. zea* é alongada em escotofase de 24 horas;
5. A solução de mel a 10% é adequada para alimentação de adultos de *H. zea*;

6. Ocorrem anomalias nas genitálias de machos e fêmeas de *H. zea*, alterações estas que dificultam o acoplamento das estruturas por ocasião da cópula. Tais anomalias em insetos provenientes da dieta artificial ou do campo, são de natureza nutricional ou genética.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADKISSON, P.L.; VANDERZANT, E.S.; BULL, O.L.; ALLISON, W.E. A wheat germ medium for rearing the pink bollworm. *Journal of Economic Entomology*, College Park 53 (5): 759 - 62, 1960.
- ADLER, P.H. Sugar feeding of the adult corn earworm (Lepidoptera : Noctuidae) in the laboratory. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 82: 1344 - 49, 1989.
- BAILEY, D. & CHADA, H.L. Effects of natural (sorghum) and artificial (wheat germ) diets on development of the corn earworm, fall armyworm and southweastern corn borer. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 61 (1): 257 - 60, 1968.
- BARBER, G.W. Method of rearing corn earworm larvae. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 29 (6): 1175 - 6, 1936.
- BREWER, F.D. & KING, E.G. Consumption and utilization of soyflour-wheat germ diets by *Heliothis* spp. *Annals of the Entomological Society of America*, College Park, 72: 415 - 7, 1979.
- BREWER, F.D. & MARTIN, D.F. Substitutes for agar in a wheat-germ diet used to rear the corn earworm and the sugarcane borer. *Annals of the Entomological Society of America*, College Park, 69 (2): 255 - 6, 1976.
- BREWER, F.D. & TIDWELL JR., A.L. Supplemental B-vitamins necessary to rear *Heliothis zea* on a wheat-germ based diet. *Annals of the Entomological Society of America*, College Park, 68 (2): 365 - 6, 1975.
- BREWER, F.D.; TIDWELL JR., A.L.; MARTIN, D.F. Alternate sources of protein for *Heliothis zea* wheat-germ diet. *Annals of the Entomological Society of America*, College Park, 68 (6): 1047 - 9, 1975.

- BURTON, R.L. **Mass rearing the corn earworm in the laboratory.** Washington, *USDA / Agricultural Research Service*, 1969. 8p (USDA/ARS, 33 - 134).
- BURTON, R.L. A low-cost artificial diet for the corn earworm. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 63: 1969 - 70, 1970.
- BURTON, R.L. & PERKINS, W.D. WSB, a new laboratory diet for the corn earworm and the fall armyworm. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 65: 385 - 6, 1972.
- BUTT, B.A. & CANTU, E. **Sex determination of lepidopterous pupae.** Washington, *USDA / Agricultural Research Service*, 1962. 7 p. (USDA/ARS, 33 - 75).
- CALLAHAN, P.S. Behaviour of the imago of the corn earworm *Heliothis zea* (Boddie), with special reference to emergence and reproduction. *Annals of the Entomological Society of America*, College Park, 51: 271 - 83, 1958.
- CALLAHAN, P.S. Relationships of the crop capacity to the depletion of the fat body and egg development in the corn earworm, *Heliothis zea*, and the fall armyworm, *Laphygma frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae). *Annals of the Entomological Society of America*, College Park, 54: 819 - 27, 1961.
- CHAUTHANI, A.R. & ADKISSON, P.L. Comparison of two artificial diets for rearing *Heliothis zea* larvae for insecticides tests. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 58 (6): 1163 - 4, 1965.
- COHEN, R.W.; WALDBAUER, G.P.; FRIEDMAN, S. Natural diets and self-selection: *Heliothis zea* larvae and maize. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, 46: 161 - 71, 1988.
- DYAL, C.I. & ADLER, P.H. Larval behaviour and cannibalism in *Heliothis zea* (Lepidoptera : Noctuidae). *Annals of the Entomological Society of America*, College Park, 83 (2): 258 - 63, 1990.

- DYAR, H. G. The number of molts of lepidopterous larvae. *Psiche*, Cambridge, 5: 420 - 2, 1890.
- ELLINGTON, J.J. & EL-SOKKARI, A. A measure of the fecundity, ovipositional behaviour, and mortality of the bollworm *Heliothis zea* (Boddie) in the laboratory. *The Southwestern Entomologist*, College Station, 11 (3): 177 - 93, 1986.
- ELLISOR, L.O. A technique for rearing the corn earworm, *Heliothis obsoleta* (Fabr.). *Journal of Economic Entomology*, College Park, 28: 648 - 9, 1935.
- FERRAZ, A.C.V.D. Determinação das exigências térmicas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera : Noctuidae) em cultura de milho. Piracicaba, 1982. 81 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ USP).
- FYE, R. E. & McADA W.C. Laboratory studies on the development, longevity, and fecundity of six lepidopterous pests of cotton in Arizona. Washington, USDA / Agricultural Research Service, 1972. 72 p. (USDA / ARS. Technical Bulletin, 1454).
- FYE, R. E. & POOLE, H.K. Effect of high temperatures on fecundity and fertility of six lepidopterous pests of cotton in Arizona. Washington, USDA / Agricultural Research Service, 1971. 8 p. (USDA / ARS, 131).
- FYE, R. E.; SURBER, D.E. Effects of several temperature and humidity regimens on eggs of six lepidopterous pests of cotton in Arizona. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 64 (5): 1138 - 42, 1971.
- GALLO, D.; MAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIN, J.D. Manual de entomologia, São Paulo, Agronômica Ceres, 1988. 649 p.

- GEORGE, B.W.; RAUN, E.S.; PETERS, D.C.; MENDOZA, A.C. Artificial medium for rearing some lepidopterous corn insects. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 53 (2): 318 - 8, 1960.
- GUERRA, A.A. & OUYE, M.T. Hatch, larval development, and adult longevity of four lepidopterous species after thermal treatment of eggs. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 61 (1): 14 - 6, 1968.
- GUERRA, A.A.; WOLFENBARGER, D.A.; GARCIA, R.D. Factors affecting reproduction of the tobacco budworm in the laboratory. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 65 (5): 1341 - 5, 1972.
- HARDWICK, D.F. The corn earworm complex. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, Ottawa, 40: 247 p. 1965.
- HARDWICK, D.F. The biological status of "*Heliothis strombleri*". *Canadian Entomologist*, Ottawa, 102: 339 - 41, 1970.
- HOLLOWAY, J.D.; BRADLEY, J.D.; CARTER, D.J. Six guides to insects of importance to man; 1. Lepidoptera, London, C.R. Betts, 1987. 262 p.
- JONES, R.L.; PERKINS, D.W.; SPARKS, A.N. Corn earworm: effects of temperature variation on a colony. *Annals of the Entomological Society of America*, College Park, 71 (3): 393 - 6, 1978.
- KOGAN, M. Criação de insetos: bases nutricionais e aplicações em programas de manejo de pragas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, Campinas, 1980. Anais. Campinas, Fund. Cargill, 1980. p. 45 -75.
- LINGREN, P.D.; WARNER, W.B.; RAULSTON, J.R.; KEHAT, M.; HENNEBERRY, T.J.; RAIR, S.D.; ZVIRGZDINS, A.; GILLESPIE, J.M. Observations on the emergence of adults from natural populations of corn earworm, *Heliothis zea* (Boddie) (Lepidoptera : Noctuidae). *Environmental Entomology*, Québec, 17 (2): 254 - 8, 1988.

- LUKEFAHR, M.J. & MARTIN, D.F. The effects of various larval and adult diets on the fecundity and longevity of the bollworm, tobacco budworm, and cotton leafworm. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 57 (2): 233 - 5, 1964.
- MANGAT, B.S. & APPLE, J.W. Corn earworm development in relation to temperature. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 59 (4): 1005 - 6, 1966.
- MISHFELDT, L.H. Comparação de dietas artificiais para criação de *Diatraeae saccharalis* (F., 1794). Piracicaba, 1985. 120 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ USP).
- MOORE, R.F. Feeding preferences and utilization studies as tools in developing as optimum diet for *Heliothis zea* (Lepidoptera : Noctuidae). *Journal of Economic Entomology*, College Park, 79: 1707 - 10, 1986.
- MORETI, A.C.C.C. & PARRA, J.R.P. Biologia comparada e controle de qualidade de *Heliothis virescens* (Fabr., 1781) (Lepidoptera : Noctuidae) em dietas natural e artificial. *Arquivos do Instituto Biológico de São Paulo*, São Paulo, 50 (1/4): 7 - 15, 1983.
- PARRA, J.R.P. *Biologia dos insetos*. Piracicaba, ESALQ / Departamento de Entomologia, 1979. 383 p.
- 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 - 73.
- PARRA, J.R.P. Controle biológico de pragas através de *Trichogramma*. *Biotecnologia*, Piracicaba, 26: 1 - 3, 1989.
- PARRA, J.R.P. & HADDAD, M.L. *Determinação do número de instares de insetos*. Piracicaba, FEALQ, 1989. 45 p.

- PARRA, J.R.P.; SILVEIRA NETO, S.; KASTEN JR., P.; CRÓCOMO, W.B.
Equipamento para estudar a influência do fotoperíodo no desenvolvimento de insetos. *Anais da SEB*, Jaboticabal, 6 (2): 318 - 20, 1977.
- PATANA, R. Rearing cotton insects in the laboratory. Washington, *USDA / Agricultural Production Research Report*, 1969. 6 p. (USDA / Prod. Res. Rpt, 108).
- PATANA, R. *Heliothis zea / Heliothis virescens*. In: SINGH, P. & MOORE, R.F., ed. *Handbook of insect rearing*. New York, Elsevier Science, 1985. v. 2, p. 329 - 34. 1985.
- RAINA, A.K.; KLUN, J.A.; STADELBACHER, E.A. Diel periodicity and effect of age and mating on female sex feromone titer in *Heliothis zea* (Lepidoptera : Noctuidae). *Journal of Economic Entomology*, College Park, 79: 128 - 31, 1986.
- RAMASWAMY, S.B. Behavioural responses of *Heliothis virescens* (Lepidoptera : Noctuidae) to stimulation with sugars. *Journal of Economic Physiology*, Exeter, Devon, 33 (10): 755 - 60, 1987.
- RAULSTON, J.R. & LINGREN, P.D. A technique for rearing larvae of the bollworm and tobacco budworm in large numbers. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 62 (1): 959 - 61, 1969.
- SHAVER, T.N. & LUKEFAHR, M.J. Effect of flavonoid pigments and gossypol on growth and development of the bollworm, tobacco budworm, and pink bollworm. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 62 (3): 643 - 5, 1969.
- SHOREY, H.H. A simple artificial rearing medium for the cabbage looper. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 56 (4): 536 - 7, 1963.
- SHOREY, H.H.; HALE, R.L. Mass rearing of the larvae of nine noctuid species on a simple artificial medium. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 58 (3): 522 - 4, 1965.

- SIMMONS, A.M. & LYNCH, R.E. Egg production and adult longevity of *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea* (Lepidoptera : Noctuidae), and *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera : Pyralidae) on selected adult diets. *Florida Entomologist*, Gainesville, 73 (4): 665 - 71, 1990.
- SINGH, P. *Artificial diets for insects, mites and spiders*. New York, IFI/Plenum, 1977. 594 p.
- SINGH, P. A general purpose laboratory diet mixture for rearing insects. *Insect Science and its Application*, Elmsford, 4 (4): 357 - 62, 1983.
- SINGH, P. Multiple species rearing diets. In: SINGH, P.; MOORE, R.F., ed. *Handbook of insect rearing*. Elsevier, 1985. v. 1, p. 19 - 44.
- SINGH, P. & MOORE, R.F., ed. *Handbook of insect rearing*. Elsevier, 2 V. 1985.
- SULLIVAN, W.N.; CAULEY, B.M.; OLIVER, M.; HAYES, D.K.; McGUIRE, J.V. Manipulating the photoperiod to damage insects. *Nature*, London, 221 (4): 60 - 1, 1969.
- VANDERZANT, E.S. Dietary requirements 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*, College Park, 61 (1): 120 - 5, 1968.
- VANDERZANT, E.S.; POOL, M.C.; RICHARDSON, C.D. The role of ascorbic acid in the nutrition of three cotton insects. *Journal of Insect Physiology*, Exeter, Devon 8: 287 - 97, 1962.
- WALDBAUER, G.P. The consumption and utilization of food by insects. *Advances in Insect Physiology*, New York, 5: 229 - 88, 1968.

- WALDBAUER, G.P.; COHEN, R.W.; FRIEDMAN, S. An improved procedure for laboratory rearing of the corn earworm, *Heliothis zea* (Lepidoptera : Noctuidae). *Great Lakes Entomologist*, East Lansing, 17 (2): 113 - 8, 1984.
- WALKER, D.W.; ALEMANY, A.; QUINTANA, V.; PADOVANI, F.; KAGEN, K.S. Improved xenic diets for rearing the sugar cane borer in Puerto Rico. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 59 (1): 1 - 4, 1966.
- WISEMAN, B.R. & ISENHOUR, D.J. Effects of temperature on development of corn earworm (Lepidoptera : Noctuidae) on meridic diets of resistance and susceptible corn silks. *Environmental Entomology*, Québec, 18 (4): 683 - 6, 1989.
- YOUNG, J.R.; HAMM, J.J.; JONES, R.L.; PERKINS, W.D.; BURTON, R.L. Development and maintenance of an improved laboratory colony of corn earworms. Washington, *USDA / Agricultural Research Service*, 1976. 4 p. (USDA / ARS, 110).