**COMPARAÇÃO DE DIETAS ARTIFICIAIS PARA *Heliothis virescens*
(FABR., 1781) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) ATRAVÉS DE
ESTUDOS BIOMÉTRICOS E NUTRICIONAIS**

IRINEU LOBO RODRIGUES FILHO

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

Dissertação apresenta à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas - Área de Concentração: Entomologia.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Setembro - 1989

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

R696c Rodrigues Filho, Irineu Lobo
 Comparação de dietas artificiais para Heliothis
virescens (Fabr., 1781)(Lepidoptera: Noctuidae) a-
través de estudos biométricos e nutricionais. Pi-
racicaba, 1989.
 86p. ilustr.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Algodão - Praga 2. Lagarta do algodão - Cres-
cimento 3. Lagarta do algodão - Dieta artificial
4. Lagarta do algodão - Nutrição I. Escola Supe-
rior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CDD 632.78

COMPARAÇÃO DE DIETAS ARTIFICIAIS PARA *Heliothis virescens*
(FABR., 1781) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) ATRAVÉS DE
ESTUDOS BIOMÉTRICOS E NUTRICIONAIS

IRINEU LOBO RODRIGUES FILHO

Aprovada em: 18.09.1989

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. José Roberto Postali Parra ESALQ/USP

Prof. Dr. José Djair Vendramim ESALQ/USP

Dr. Ervino Bleicher EMPACE/EMBRAPA

Prof. Dr. José Roberto Postali Parra
Orientador

A todos os LOBO RODRIGUES, especial-
mente a LUCÍLIA, minha avó,

DEDICO.

A minha esposa, JACQUELINE, e aos
meus filhos PAULA e FELIPE,

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. J.R.P. PARRA, da ESALQ/USP, pela valiosa orientação e indispensável apoio.

À CAPES e FINEP, pelos recursos materiais colocados à nossa disposição.

Aos Professores ELISA HELENA FARIA, FRANCISCO ADEMAR COSTA, da UFRRJ, e RICARDO B. SGRILLO, do CENA-USP, pelas análises e apoio estatísticos.

Ao Professor GONZALO E. MOYA BORJA, da UFRRJ, pela redação do "Summary".

A todos aqueles que de qualquer forma e sob qualquer pretexto, tenham influenciado na realização deste trabalho e especialmente em mim.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	vi.
LISTA DE TABELAS	viii.
RESUMO	xiii.
SUMMARY	xv.
1. INTRODUÇÃO	1.
2. REVISÃO DE LITERATURA	3.
2.1. Dietas artificiais para <i>Heliothis virescens</i> (Fabr., 1781)	3.
2.2. Dados biológicos de <i>H. virescens</i> em dietas natural e artificial	4.
2.2.1. Fase de ovo	4.
2.2.2. Fase de larva	6.
2.2.3. Fase de pupa	8.
2.2.4. Fase de adulto	9.
2.3. Nutrição de <i>H. virescens</i> - consumo e utili- zação de alimento	12.
2.4. Anormalidades morfológicas como critério de avaliação para estudos de insetos em meios artificiais	16.
2.5. Controle de qualidade em gerações sucessi- vas	19.
3. MATERIAL E MÉTODOS	21.
3.1. Parâmetros biológicos estudados	22.
3.1.1. Fase de larva	22.

	Página
3.1.2. Fase de pupa	23.
3.1.3. Fase de adulto	23.
3.1.4. Fase de ovo	24.
3.2. Índices nutricionais	25.
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27.
4.1. Fase de larva	27.
4.1.1. Dietas à base de soja-germe de trigo ("SGT") e feijão-levedura ("FL")	28.
4.1.2. Dietas à base de milho-germe de trigo-levedura ("MGTL") e caseína-germe de trigo ("CGT")	32.
4.2. Fase de pupa	34.
4.3. Fase de adulto	43.
4.4. Fase de ovo	46.
4.5. Consumo e utilização das dietas "MGTL" e "CGT" por lagartas de <i>H. virescens</i>	47.
4.6. Considerações gerais	49.
5. CONCLUSÕES	52.
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53.
APÊNDICES	66.

LISTA DE FIGURAS

Págs.

- FIGURA 1. Percentual de lagartas de *H. virescens*, mantidas em duas dietas artificiais, que completaram a fase larval e respectivas durações. Temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas 67.
- FIGURA 2. Percentual de deformações morfológicas de pupas de *H. virescens* obtidas em dietas à base de farinha de milho - germe de trigo - levedura de cerveja ("MGTL"), caseína - germe de trigo ("CGT"), em gerações sucessivas, em comparação aos dados obtidos por MORETI e PARRA (1983) . 68.
- FIGURA 3. Parâmetros reprodutivos, período de incubação e viabilidade de ovos de *H. virescens*, criada em duas dietas artificiais. Temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas 69.
- FIGURA 4. Percentual de fêmeas de *H. virescens* provenientes de duas dietas artificiais,

que realizaram posturas em cinco gera- ções sucessivas. Temperatura de $24 \pm$ 6°C , UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 ho- ras	70.
---	-----

FIGURA 5. Percentual de fêmeas de <i>H. virescens</i> pro- venientes de duas dietas artificiais, que realizaram posturas inviáveis em cinco gerações sucessivas. Temperatu- ra de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofa- se de 14 horas	71.
--	-----

LISTA DE TABELAS

	Págs.
TABELA 1. Composição de dietas artificiais, utilizadas para criação de <i>H. virescens</i>	72.
TABELA 2. Duração da fase larval (lagarta + pré-pupa) de <i>H. virescens</i> mantida em dietas artificiais à base de farinha de soja - germe de trigo ("SGT"), feijão - levedura de cerveja ("FL"), farinha de milho - germe de trigo - levedura ("MGTL") e caseína - germe de trigo ("CGT"), por gerações sucessivas. Temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas	73.
TABELA 3. Duração e viabilidade da fase larval de <i>H. virescens</i> , obtidas por diferentes autores em criações mantidas em dietas artificiais.	74.
TABELA 4. Mortalidade e viabilidade total, observadas na fase larval (lagarta + pré-pupa) de <i>H. virescens</i> , mantida em dietas artificiais à base de farinha de milho - germe de trigo - levedura de cerveja ("MGTL") e caseína -	

germe de trigo ("CGT"), por gerações sucessivas. Temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas	75.
TABELA 5. Duração da fase, proporção e razão sexual de pupas de <i>H. virescens</i> , provenientes de lagartas mantidas em dietas artificiais, à base de farinha de milho - germe de trigo - levedura de cerveja ("MGTL") e caseína - germe de trigo ("CGT"), por gerações sucessivas. Temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas	76.
TABELA 6. Peso de pupas de <i>H. virescens</i> , provenientes de lagartas mantidas em dietas artificiais, à base de farinha de milho - germe de trigo - levedura de cerveja ("MGTL") e caseína - germe de trigo ("CGT"), por gerações sucessivas. Temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas	77.
TABELA 7. Duração da fase, peso e viabilidade de pupas de <i>H. virescens</i> , obtidas por diferentes autores em criações mantidas em dietas artificiais	78.
TABELA 8. Mortalidade e viabilidade total, observadas	

na fase de pupa de *H. virescens*, mantida em dietas artificiais à base de farinha de milho - germe de trigo - levedura de cerveja ("MGTL") e caseína - germe de trigo ("CGT"), por gerações sucessivas. Temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

79.

TABELA 9. Parâmetros reprodutivos dos adultos de *H. virescens*, alimentados com solução de mel a 10%, provenientes de lagartas em dietas artificiais, à base de farinha de milho - germe de trigo - levedura de cerveja ("MGTL") e caseína - germe de trigo ("CGT"), por gerações sucessivas. Temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

80.

TABELA 10. Longevidade e parâmetros reprodutivos de *H. virescens*, obtidos por diferentes autores em criações mantidas em dietas artificiais

81.

TABELA 11. Longevidade dos adultos de *H. virescens*, alimentados com solução de mel a 10%, provenientes de lagartas mantidas em dietas

artificiais, à base de farinha de milho -
germe de trigo - levedura de cerveja ("MGTL")
e caseína - germe de trigo ("CGT") por ge-
rações sucessivas. Temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$,
UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas 82.

TABELA 12. Período de incubação e viabilidade dos o-
vos produzidos por adultos de *H. vires-*
cens, alimentados com solução de mel a 10%,
provenientes de lagartas mantidas em die-
tas artificiais à base de farinha de mi-
lho - germe de trigo - levedura de cerve-
ja ("MGTL") e caseína - germe de trigo
("CGT") por gerações sucessivas. Temperatu-
ra de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase
de 14 horas 83.

TABELA 13. Período de incubação e viabilidade de ovos
de *H. virescens*, obtidos por diferentes au-
tores em criações mantidas em dietas arti-
ficiais 84.

TABELA 14. Consumo e utilização de alimentos por la-
gartas de *H. virescens*, no máximo desenvol-
vimento da geração F_2 , mantidas em dietas
artificiais à base de farinha de milho -

germe de trigo - levedura de cerveja ("MGTL") e caseína - germe de trigo ("CGT"). Tempe- ratura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e foto- fase de 14 horas	85.
---	-----

TABELA 15. Índices nutricionais alcançados por lagar- tas de <i>H. virescens</i> , no máximo desenvolvi- mento da geração F_2 , mantidas em dietas artificiais à base de farinha de milho - germe de trigo - levedura de cerveja ("MGTL") e caseína - germe de trigo ("CGT"). Tempe- ratura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e foto- fase de 14 horas	86.
---	-----

COMPARAÇÃO DE DIETAS ARTIFICIAIS PARA *Heliothis virescens*
(FABR., 1781) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) ATRAVÉS DE
ESTUDOS BIOMÉTRICOS E NUTRICIONAIS

Autor: IRINEU LOBO RODRIGUES FILHO

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

RESUMO

Com o objetivo de substituir nas criações de *H. virescens*, a dieta padrão à base de caseína-germe de trigo, por outra(s) com menor custo econômico e componentes de fácil aquisição no mercado brasileiro, foram comparadas as dietas à base de: farinha de soja-germe de trigo ("SGT"), feijão cozido - levedura de cerveja ("FL"), farinha de milho - germe de trigo - levedura de cerveja ("MGTL") e caseína - germe de trigo ("CGT").

Os experimentos foram conduzidos à temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, sendo avaliados, na segunda geração, os índices nutricionais AD (Digestibilidade Aproximada), ECI (Eficiência de Conversão do Ingerido), ECD (Eficiência de Conversão do Digerido) e custo metabólico ($100 - \text{ECD}$) e em todas as gerações produzidas, os seguintes parâmetros biológicos: du

ração e viabilidade das fases de ovo, lagarta e pupa; duração da fase de adulto; peso, razão sexual e aberrações, na fase de pupa; períodos de pré-oviposição e postura; número de ovos/fêmea.

Paralelamente, foram discutidos os principais fatores que afetaram a viabilidade das respectivas fases, sendo descritas anomalias e aberrações ocorridas em lagartas e pupas.

Os tratamentos "SGT" e "FL" apresentaram as maiores durações e as mais baixas viabilidades da fase larval, determinando assim, a interrupção biológica das criações na primeira e segunda geração, respectivamente.

Os tratamentos "MGTL" e "CGT" propiciaram estudos por 5 gerações sucessivas, tendo o primeiro, além do custo econômico baixo, apresentado características nutricionais desejáveis para o consumo e utilização de uma dieta, bem como proporcionado a melhor performance biológica do inseto, em todas as gerações.

Os resultados obtidos permitem concluir que a dieta composta de farinha de milho, germe-de-trigo e levedura de cerveja, pode substituir a dieta convencional à base de caseína e germe-de-trigo, em criações de *H. virescens* nas condições brasileiras.

COMPARISON OF ARTIFICIAL DIETS FOR REARING *Heliothis*
virescens (FABR., 1781) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)
USING BIOMETRIC AND NUTRITIONAL STUDIES

Author: IRINEU LOBO RODRIGUES FILHO

Adviser: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

SUMMARY

The association of the casein and wheat germ have been commonly used in artificial diets for rearing *H. virescens*. To substitute these ingredients for other ones which are cheaper and easier to get in Brazilian markets, diets based on soybean - wheat germ ("SGT"), boiled bean-yeast ("FL"), corn meal - wheat germ - yeast ("MGTL"), and casein - wheat germ ("CGT") were tested.

The experiments were carried out at the temperature of $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, relative humidity $70 \pm 10\%$ and 14 hour photophase. The nutritional indices AD, ECI, ECD (Approximate Digestibility; Efficiency of Conversion of Ingested Food and Efficiency of Conversion of Digested Food, respectively) and metabolic cost ($100 - \text{E.C.D.}$) were only evaluated in the second generation. The following biological parameters were studied: duration and viability of the egg, larval and pupal stages; duration of the adult stage; pupal weight, sexual rate, pupal aberrations; preoviposition and oviposition periods and number of eggs

per female, were studied.

Simultaneously, the effect of the main factors on viability of different stages of life cycle, as well on the mal formations observed in larvae and pupae were discussed.

Longer periods and lower viabilities of the larval stage were observed in diets "SGT" and "FL" determining biological interruptions of the first and second generations, respectively.

Diets "MGTL" and "CGT" allow to rear *H. virescens* for five generations. However, diet "MGTL" was the cheapest, well accepted by the insect and the biological performance in all generations was considered excellent.

In conclusion, a diet based on corn meal-wheat germ - yeast can substitute the conventional diet based on casein wheat germ for rearing *H. virescens* under brazilian conditions.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de colônias de insetos de laboratório é de fundamental importância para a Entomologia pura ou aplicada. Em relação aos estudos de insetos pragas, a relevância da manutenção de criações em laboratório torna-se óbvia desde que, para a integração dos diversos métodos de controle, visando ao manejo de pragas, há necessidade de se dispor de grande quantidade de insetos. Para suprir esta necessidade crescente, houve nas últimas décadas uma grande evolução no desenvolvimento de meios artificiais em substituição aos naturais, existindo atualmente um grande número de dietas para espécies de diferentes Ordens e Famílias (SINGH, 1977; SINGH e MOORE, 1985), tornando possível independêr do hospedeiro natural e dispor de insetos durante todo o ano.

A Entomologia brasileira ainda carece de estudos básicos para diversas pragas de importância agrícola como *Heliothis virescens* (Fabr., 1781), que a partir de 1957 aumentou a sua importância para a cultura algodoeira, tornando-se, então, um dos insetos mais prejudiciais a cotonicultura pelo seu ataque aos órgãos de frutificação

(BLEICHER, 1982).

Com o avanço das pesquisas sobre manejo de pragas do algodoeiro, torna-se necessário o desenvolvimento de técnicas que possam manter à disposição do pesquisador populações em laboratório desse inseto, principalmente nos períodos de entressafra, para que sejam esclarecidos aspectos básicos da mesma. Assim, há necessidade do desenvolvimento de meios artificiais, que sejam porém, compatíveis com a realidade nacional.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar quatro meios artificiais para a criação de *H. virescens*, através do seu desenvolvimento biológico e aspectos nutricionais dos meios. Levou-se também em consideração, a disponibilidade, facilidade de aquisição e manipulação dos componentes das dietas, bem como, a adaptação, comportamento e qualidade do inseto por gerações sucessivas, visando, assim, criar possibilidades de manutenção constante do inseto em laboratório, com características semelhantes aos insetos da natureza.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Dietas artificiais para *Heliothis virescens* (Fabr., 1781)

Os trabalhos com dietas para *Heliothis* spp., podem ser agrupados em 2 fases, a primeira delas compreendendo pesquisas para o estabelecimento das exigências nutricionais do inseto e a segunda, englobando a redução dos custos destas dietas.

RAULSTON e KING (1984) revisaram o assunto, concluindo que, de maneira geral, as colônias de pesquisas são mantidas na dieta original à base de caseína-germe de trigo, desenvolvida por VANDERZANT et alii (1962) e que para as criações em larga escala, devido aos altos custos, torna-se necessário o desenvolvimento de novas dietas ou modificações das já existentes. Assim, as dietas artificiais atualmente utilizadas para *H. virescens*, têm por base aquelas desenvolvidas por VANDERZANT et alii (1962) para *Heliothis zea* (Bod., 1850) e por SHOREY (1963), para *Trichoplusia ni* (Hueb., 1802). A primeira dieta tem como fonte proteica a associação de caseína e germe de trigo, tendo sido modificada por BERGER (1963), constituindo-se, então, em um

padrão na maioria das criações de *H. virescens*. Buscando diminuir os custos dessa formulação, RAULSTON e SHAVER (1970) reduziram a quantidade de água, adicionando sabugo de milho moído à dieta e SHAVER e RAULSTON (1971) substituíram a caseína na dieta original por farinhas de soja, sendo a possibilidade de redução quantitativa e qualitativa do suplemento vitamínico, nessas novas formulações, estudada por RAULSTON (1975).

A fonte protéica da segunda dieta (SHOREY, 1963) foi feijão-de-lima associado à levedura de cerveja, sendo modificada por SHOREY e HALE (1965) que substituíram a variedade de feijão, eliminando ácido sôrbico e formaldeído da formulação e por PATANA (1969), que também trocou a variedade de feijão da dieta inicial.

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

2.2.1. Fase de ovo

O período de incubação de *H. virescens* é variável em dietas natural ou artificial, de 2 a 5 dias, apresentando uma média ao redor dos 3 dias (HERRICK, 1925; FONSECA, 1945; GARCIA, 1960; METCALF et alii, 1962; HABIB e PATEL, 1977; MORETI e PARRA, 1983; PRECETTI, 1984; CORREIA e VENDRAMIM, 1986), podendo variar drasticamente por

apresentar uma correlação inversa com a temperatura (ENKERLIN e LASTRA, 1967/1968; BUTLER e HAMILTON, 1976; BUTLER et alii, 1979; SOUZA, 1981). Por outro lado, MORETI e PARRA (1983) verificaram que a temperatura constante de 25°C, realmente manteve aquele período em 3 dias, independente do tipo da dieta (natural ou artificial) e do número de gerações, o que corroborou com os dados obtidos por SOUZA (1981).

A viabilidade de ovos de *H. virescens* é extremamente variável. Assim, segundo NADGAUDA e PITRE (1983), este parâmetro não sofreu influência da dieta larval, sendo que MORETI e PARRA (1983) observaram uma maior viabilidade em dieta artificial, com influência da geração de laboratório neste percentual. PRECETTI (1984) e CORREIA e VENDRAMIM (1986) também encontraram diferenças significativas da viabilidade em diferentes cultivares de algodoeiro. A elevação da temperatura influi diretamente na redução da fecundidade e fertilidade dos ovos (FYE e POOLE, 1971; SOUZA, 1981), obtendo-se maiores viabilidades nas temperaturas em torno dos 25°C (Tollefson e Watson¹ citados por NADGAUDA e PITRE, 1983). Segundo GUERRA e OUYE

¹ TOLLEFSON, M.S. & WATSON, T.F. Sazonal effects on the biology and damage by tobacco budworm in cotton. *Environmental Entomology*. College Park, 74:714-717, 1981.

(1968), a exposição contínua dos ovos a temperaturas elevadas ($46,1^{\circ}\text{C}$) foi letal ao desenvolvimento embrionário, o que não ocorreu em temperaturas de $43,4^{\circ}\text{C}$. JONES et alii (1978) observaram a influência negativa no desenvolvimento embrionário de temperaturas constantes com baixa umidade relativa do ar. Por outro lado, FYE e SURBER (1971) verificando a influência conjunta daqueles dois fatores, observaram uma redução drástica da viabilidade em temperaturas de $35-40^{\circ}\text{C}$ e umidades relativas de 10-20%, 40 e 60%, verificando, ainda, alta mortalidade de lagartas de um dia, provenientes de ovos expostos a 35°C por 8, 10 e 16 horas ou a 40°C por 4 horas, em umidades relativas de 10-20%.

2.2.2. Fase de larva

O número de ínstaes deste inseto é variável de 5 a 7, aumentando a cada geração o número de lagartas que apresentam um maior número de ínstaes (MORETI e PARRA, 1983; NADGAUDA e PITRE, 1983). A duração desses ínstaes foi de 2,4 dias para o primeiro e segundo; 2,8 dias para o terceiro e quarto; 4,6 dias para o quinto e 6,4 dias para o sexto ínstar, com medidas de cápsulas cefálicas variando de 0,26-0,31 mm; 0,43-0,52 mm; 0,68-0,95 mm; 1,42-1,64 mm, respectivamente, para o 1º, 2º, 3º e 4º ínstaes e 2,30-2,61 mm para o 5º e 6º ínstaes (BOLDT et alii, 1975).

A duração da fase larval sofre influência do substrato alimentar. Assim, em dieta natural, a duração foi

menor em frutos do quiabeiro quando comparadas à criação em folhas de algodoeiro (HABIB e PATEL, 1977), sendo que nesta última existiu a influência de diferentes cultivares (PRECETTI, 1984; CORREIA e VENDRAMIM, 1986) e de gerações sucessivas, acarretando um aumento na duração média a cada geração (MORETI & PARRA, 1983). Entretanto as criações em dietas artificiais proporcionaram uma duração média menor da fase larval, em comparação com as dietas naturais; cerca de 12 a 23 e 14,4 a 31 dias, respectivamente (MORGAN e McDONOUGH, 1917; SZUMKOWSKI, 1954; KINCADE et alii, 1967; SOUZA, 1981; MORETI e PARRA, 1983).

Nos estudos de interações temperaturas e dietas, os valores mais baixos de duração da fase larval em todas as condições térmicas pesquisadas, foram encontrados em dietas artificiais, sendo inversamente correlacionados com a temperatura (GUERRA, 1970; BUTLER et alii, 1976; MONTEWKA et alii, 1976; BUTLER et alii, 1979; SOUZA, 1981; NADGAUDA e PITRE, 1983).

A luz também influi no desenvolvimento larval (SULLIVAN et alii, 1969) sendo a condição de 14 horas de fotofase normalmente utilizada em criações de *H. virescens* (SOUZA, 1981; MORETI e PARRA, 1983 e PRECETTI, 1984).

A viabilidade desta fase varia com o substrato, número de gerações, temperatura e condições de sanidade da criação (SHOREY e HALE, 1965; SHAVER e LUKE-

FAHR, 1969; GUERRA e BHUYA, 1977; NADGAUDA e PITRE, 1983). Em dieta natural, a viabilidade decresceu a cada geração, enquanto que, em dieta artificial, existiu um decréscimo nas 3 primeiras gerações, aumentando a partir desse ponto e assim mantendo-se constante até a oitava geração. De maneira geral, as mais baixas viabilidades foram observadas no primeiro tipo de dieta em temperaturas de 25 a 30°C (SOUZA, 1981; MORETI e PARRA, 1983).

2.2.3. Fase de pupa

Em dieta natural (folhas de algodoeiro), esta fase variou de 10 a 27 dias tanto no campo como em laboratório (MORGAN e McDONOUGH, 1917; HERRICK, 1925; SZUMKOWSKI, 1954; GARCIA, 1960; PRECETTI, 1984; CORREIA e VENDRAMIM, 1986). De maneira geral, o período de pupa foi menor em dieta artificial do que dieta natural, aumentando, porém, a cada geração, com a maior duração sendo apresentada pelas pupas que dariam machos (MORETI e PARRA, 1983). Segundo NADGAUDA e PITRE (1983), a dieta larval apresentou pouca influência no período pupal, no entanto, PRECETTI (1984) e CORREIA e VENDRAMIM, 1986) observaram que diferentes cultivares de algodoeiro afetaram este parâmetro.

Existe uma correlação inversa entre temperatura e duração da fase pupal, tanto em dieta natural como em dieta artificial, porém com intervalos maiores para es-

ta última (SOUZA, 1981). Em contrapartida, exposições de pupas às temperaturas de 35 a 40°C por 16 e 18 horas, respectivamente, provocaram baixas fecundidade e longevidade nos adultos resultantes (FYE e POOLE, 1971).

O peso de pupas apresentou uma correlação direta com a temperatura, para lagartas alimentadas com soja e uma correlação inversa, para aquelas alimentadas com folhas de algodoeiro e dieta artificial à base de germe de trigo (SOUZA, 1981; NADGAUDA e PITRE, 1983). Entretanto, em média, o peso de pupas foi maior em dieta artificial (SHOREY e BHUYA, 1977; MORETI e PARRA, 1983). Em dieta natural, CORREIA e VENDRAMIM (1986) registraram diferenças significativas do peso de pupas, obtidas entre vários cultivares de algodoeiro, verificando, porém, a não existência de diferenças, entre sexos, dentro de uma mesma cultivar.

A viabilidade desta fase foi diretamente influenciada pela dieta larval, sendo maior em dieta artificial (MORETI e PARRA, 1983) e mais baixa nas temperaturas de 20 e 35°C (SOUZA, 1981).

2.2.4. Fase de adulto

A razão sexual a partir de criações em folhas de algodoeiro, foi 0,5 (HABIB e PATEL, 1977), no entanto ocorreram variações em função do tipo da dieta larval e do número de gerações (MORETI e PARRA, 1983).

Geralmente assume-se que igual número de ambos os sexos é produzido para continuação da espécie, podendo uma dieta ser caracterizada como pobre, se o número de machos exceder ao número de fêmeas. Assim, em uma dieta ade

quada, a proporção sexual esperada seria de 1:1, ou um número de fêmeas pouco maior que o de machos (BHATTACHARYA e PANT, 1976). Entretanto não só a dieta larval influi na razão sexual como também a temperatura, pois a condição térmica de 30°C gerou um maior número de machos de *H. virescens*, independente do tipo da dieta (SOUZA, 1981).

A longevidade dos adultos foi afetada pela dieta larval quando comparadas duas dietas naturais (folhas de algodoeiro e frutos de quiabeiro) (HABIB e PATEL, 1977), não o sendo, por diferentes cultivares de algodoeiro (PRECETTI, 1984). No entanto, NADGAUDA e PITRE (1983) afirmaram que a dieta larval não afetou aquele parâmetro e MORETI e PARRA (1983) obtiveram uma diferença significativa entre as longevidades de adultos, provenientes de lagartas criadas em dieta natural e artificial, alcançando nesta última, os valores mais baixos.

Segundo SOUZA (1981), a longevidade apresentou uma correlação inversa com a temperatura, fato este corroborado por NADGAUDA e PITRE (1983). A alimentação de adultos também influi na longevidade, sendo que os adultos alimentados por solução de sacarose, viveram em média, cerca de 2,3 vezes mais que os não alimentados e as fêmeas apresentaram a maior longevidade em ambas as situações.

MORETI e PARRA (1983) observaram em adultos alimentados com solução de mel a 10%, uma longevidade média maior para aqueles oriundos de lagartas mantidas em

dieta natural à base de folhas de algodoeiro.

O período de pré-oviposição foi menor em dietas naturais (GARCIA, 1960; MORETI e PARRA, 1983). No entanto, segundo NADGAUDA e PITRE (1983), dietas larvais ou temperaturas na faixa dos 20 - 30°C, não influenciaram significativamente este período. Por outro lado, BUTLER et alii (1979) e SOUZA (1981), observaram uma relação inversa entre a temperatura e o período de pré-oviposição.

A capacidade de postura foi afetada pela alimentação dos adultos, sendo que os alimentados ovipositaram cerca de 8,7 vezes mais que os não alimentados, apresentando ainda, uma fertilidade 3 vezes superior (LUKEFAHR e MARTIN, 1964). A dieta larval pareceu, também, influenciar naquela capacidade, sendo 1,44 vezes maior em adultos oriundos de lagartas criadas em folhas de algodoeiro, em comparação àquelas criadas em frutos de quiabeiro (HABIB e PATEL, 1977). Variação semelhante foi notada por MORETI e PARRA (1983), comparando dietas natural e artificial, tendo sido 80% dos ovos, colocados até o quinto e sexto dias de postura. CORREIA E VENDAMIM (1986), avaliando a influência de diferentes cultivares de algodoeiro, encontraram diferenças significativas no número médio de ovos por fêmeas. Geralmente, o número de ovos por fêmea foi sempre maior em dieta artificial (GUERRA, 1970; GUERRA e BHUYA, 1977; HABIB e PATEL, 1977; MORETI e PARRA, 1983), alcançado os valores mais altos em temperaturas de 20°C (NADGAUDA e PITRE, 1983). Entretanto, SOUZA (1981) concluiu que não houve influência da dieta ou temperatura na capacidade de postura de *H. virescens*. Segundo RAULSTON (1975), a origem da popu-

lação inicial pode afetar a manutenção da sua base genética, e as variações no comportamento reprodutivo de *H. virescens*, em laboratório, são geneticamente controladas, existindo maior influência materna.

2.3. Nutrição de *H. virescens* - consumo e utilização de alimento

Segundo PARRA (1980), as publicações de vários autores demonstraram que a busca do conhecimento da nutrição qualitativa de insetos, em dietas naturais, receberam atenção desde o início do século. Porém, somente nas últimas décadas ocorreu o desenvolvimento de dietas artificiais, sendo a primeira tentativa de criação de um inseto fitófago realizada por BOTGER (1942) com *Ostrinia nubilalis* Hübner). Esse desenvolvimento e produção acentuaram-se nos últimos anos, para suprir as necessidades dos programas de pesquisas que exigiam grandes quantidades (criações massais) de insetos. Face a isto, as exigências nutricionais qualitativas foram totalmente definidas, sendo semelhantes para a maioria dos insetos, enquanto que as exigências quantitativas, devido em parte às dificuldades para se medir o consumo e a utilização de alimentos, não o foram (WALDBAUER, 1972).

Segundo KOGAN e PARRA (1981), tal campo de estudos situa-se no limite da fisiologia alimentar e o com-

portamento de seleção do hospedeiro, sendo pois, necessário a compreensão da adaptação de diferentes espécies de insetos a um dado hospedeiro, ou de determinada espécie a vários hospedeiros. Dethier¹, citado por KOGAN e COPE (1974), sugeriu que a adaptação a um hospedeiro estaria submetida a níveis sensoriais e a níveis de utilização de alimentos. A seleção do hospedeiro ao nível sensorial seria realizada por estímulos da planta, os quais induziriam, ou não, a orientação, estabelecimento e manutenção da alimentação (DETHIER et alii, 1960; BECK, 1965; KOGAN, 1975).

No que diz respeito à utilização do alimento, mesmo que qualitativamente as exigências nutricionais sejam uniformes, FRAENKEL (1959) afirmou que a seleção do hospedeiro é feita por substâncias secundárias (aleloquímicos), cuja interação com nutrientes tem sido determinada através de índices nutricionais (REESE, 1977).

A grande maioria desses índices foram determinados com insetos mantidos em dietas naturais, porém as medidas não eram padronizadas e os métodos variavam em precisão. WALDBAUER (1968) revisou o assunto, padronizando os índices para medir o consumo e utilização de alimento.

¹ DETHIER, V.G. *Chemical insect attractants and repellents*. Philadelphia, Blakiston Co., 1947, 289 p.

tos por insetos fitófagos. Recentemente foi apresentada uma nova contribuição sobre o assunto por SLANSKY e SCRIBER (1982), SLANSKY e RODRIGUES (1987) e KOGAN (1986).

SANG (1959) sugeriu que para uma mesma espécie deva existir mais de uma dieta adequada. KLEIN e KOGAN (1974) assinalaram a importância da determinação da eficiência de utilização do alimento na análise da interação inseto-planta, e segundo BHATTACHARYA e PANT (1976), o desenvolvimento e crescimento de populações de insetos, dependem sobretudo da digestibilidade e da eficiência de conversão do alimento em biomassa. Baseando-se nestes princípios, os índices nutricionais têm sido utilizados para estudar a influência de substâncias específicas e o efeito de parasitoides em lagartas de *H. virescens* bem como, na seleção de dietas artificiais e na escolha de recipientes de criação para aquele inseto. Assim, SHAVER et alii (1970) observaram que dietas contendo gossipol, não apresentaram efeitos na sua utilização por lagartas de *H. virescens*, embora o peso larval tenha diminuído e o consumo das dietas apresentado uma correlação inversa com a quantidade daquela substância. CHOU et alii (1973) encontraram uma significativa diferença na digestibilidade aproximada das lagartas, mantidas em dietas quimicamente definidas contendo dois isômeros de metionina. DIKEMAN et alii (1981) demonstraram que as lagartas de *H. virescens* absorveram durante a digestão, ácidos graxos poli-insaturados (linoleico e linolênico).

GUILLOT e VINSON (1973) constataram a redução do consumo de alimento em lagartas de *H. virescens*, parasitadas por *Cardiochiles nigriceps*, enquanto que BREWER e KING (1980) relataram que as lagartas de 3º ou 4º ínsta-res, parasitadas por *Eucelatoria* sp., consumiram menos alimento do que as não parasitadas, ocorrendo o inverso com as de 5º ínstar, as quais apresentaram maior digestibilidade a proximada e nenhuma diferença na conversão do alimento ingerido.

ZUÑIGA e TEJADA (1976) obtiveram uma maior eficiência protéica, biológica e econômica, utilizando algas e milho variedade "Opaco-2", em substituição à caseína na criação da fase larval de *H. virescens*. Segundo BREWER (1981), baseando-se nos índices de consumo e utilização de alimentos, a dieta à base de farinha de soja e óleo de milho foi suficientemente nutritiva para substituir, economicamente, a dieta à base de farinha de soja e germe de trigo. O mesmo resultado foi alcançado por MIHSFELDT et alii (1984), substituindo a dieta à base de caseína e germe de trigo por outra à base de milho (variedade "Nutrimaiz"), germe de trigo e levedura.

BREWER e KING (1979) compararam dietas à base de farinha de soja, avaliando a substituição do agar por sabugo de milho, bem como diferentes recipientes para criação da fase larval de *H. virescens*.

PRECETTI (1984) estudou a nutrição quantitatiu

va do inseto em dietas naturais, constituídas por folhas de três cultivares de algodoeiro.

2.4. Anormalidades morfológicas como critério de avaliação para estudos de insetos em meios artificiais

De maneira geral, os efeitos de dietas para insetos são medidos em termos de: razão de crescimento, desenvolvimento, reprodução, longevidade, características nutricionais e anormalidades morfológicas (SINGH, 1977). Este último item tem sido, particularmente, o mais utilizado e dentro de tais anormalidades, talvez devido à frequência e características facilmente notáveis, as deformações de asas na fase de pupa são as mais comentadas. Assim, MORETI e PARRA (1983) utilizaram tais ocorrências para controle de qualidade do vigor de populações de *H. virescens*, mantidas em laboratório por gerações sucessivas. BERENBAUM (1986) chamou de síndrome pupal as anormalidades morfológicas em pupas, definindo como esclerotização incompleta, àquelas referidas as asas onde é vista uma faixa branca abaixo das mesmas. Não obstante, a origem dessas deformações, bem como a relação causa/efeito, não se encontram esclarecidas, podendo ser acarretadas por doenças nutricionais e/ou aberrações e doenças genéticas (BENZ, 1963; HOUSE, 1963).

No primeiro caso, a maior dificuldade da pes-

quiza reside na produção de efeitos característicos, pois na maioria dos casos, a deficiência de um nutriente causa, tão somente, a interrupção do desenvolvimento ou a sobrevivência prolongada (Gordon¹ citado por HOUSE, 1963).

No segundo caso, a dificuldade reside na pequena quantidade de trabalhos científicos existentes Steinhaus² citado por BENZ, 1963). Em se tratando de doenças nutricionais, HOUSE (1963) revisou o assunto, tendo sido poucas as substâncias nutritivas relacionadas com aquelas deformações. O autor concluiu que os sintomas de doenças nutricionais, variam com as espécies, na dependência das suas diferenças metabólicas.

Quanto às tentativas de se explicar a deformação de asas, citada anteriormente como uma doença nutricional, BERENBAUM (1986) utilizou os trabalhos de alguns pesquisadores, entretanto, uns informaram que tal ocorrência era derivada de deficiências de lipídeos nos meios artificiais e que tal evento seria ausente em insetos mantidos em folhas, enquanto que outros, atribuíram o fato a a-

¹ GORDON, H.T. Minimal nutritional requirements of the german roach, *Blatella germanica* L. *Annals of the New York Academic Science*, 77:290-301, 1959.

² STEINHAUS, E.A. Noninfectious disease: an area of neglect in insect pathology. *Journal of Insect Pathology*, Berkeley, 4, i-viii, 1962.

aleloquímicos presentes nas dietas. No entanto, o sintoma também foi obtido, pelos pesquisadores citados, em insetos mantidos sobre folhas livres de aleloquímicos, não o sendo, ora em dietas controladas contendo estas substâncias, ora em pulverizações no campo, de aleloquímicos, que haviam produzido o efeito desejado quando incorporado em dietas artificiais.

BENZ (1963) revisou a literatura sobre aberrações e doenças genéticas, definindo uma terminologia apropriada. Assim, denominou de aberração qualquer variação fenotípica produzida por fatores ambientais ou por mudanças no material genético, sendo então, chamadas de aberrações genéticas. No entanto, se a aberração for nociva ao inseto, o autor chamou-a de doença, e se transmitida hereditariamente, de doença genética, salientando ainda, a dificuldade da distinção entre as duas categorias, uma vez que alguns fatores hereditários são inofensivos em um ambiente e nocivos em outro (doença genética condicionada), e que algumas doenças descritas como variações morfológicas, não letais, são denominadas de malformações genéticas.

Por outro lado, podem ocorrer interações entre doenças nutricionais e problemas genéticos, dificultando ainda mais a caracterização da causa de um sintoma, como por exemplo: a formação do pigmento marrom dos olhos de *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830,

pode ser impedida por mutação dos genes que controlam aquele caráter, o qual ocorre através de conversão do triptofano no precursor do pigmento, a quiunerina (BENZ, 1963). Entretanto, Kanehisa¹ citado por HOUSE (1963), enfocou este problema pelo lado nutricional, relacionando-o simplesmente com o metabolismo do triptofano.

Segundo ROBINSON (1971), para se estudar aberrações, faz-se necessário um programa de acasalamento consanguíneo, bem planejado. Este autor relacionou aberrações ocorridas em espécies de lepidópteros, com os respectivos genes envolvidos.

2.5. Controle de qualidade em gerações sucessivas

Segundo KOGAN (1986), em qualquer programa de criação de insetos sob condições artificiais, é essencial que os mesmos preservem as características genotípicas e fenotípicas que possam representar as populações selvagens.

¹ KANEHISA, T. Relation between the formation of melanotic tumors and tryptophane metabolism involving eye-colour in *Drosophila*. *Annotationes Zool. Japan*, 29:97-100, 1956.

Boller e Chambers¹, citados por PARRA (1986), relacionaram parâmetros biológicos e de comportamento, como componentes de qualidade cuja importância relativa varia de acordo com o objetivo da criação. A variabilidade que pode ocorrer em uma população de laboratório, em relação àquela da natureza, pode ser devida a mudanças genéticas por técnicas de manipulação, qualidade nutricional da dieta, bem como, alterações físicas do ambiente (KOGAN, 1986). Não obstante, os efeitos dessas variações podem ser utilizados no monitoramento da criação, através de métodos diversos e compatíveis com os seus objetivos. Assim, para as atividades rotineiras de laboratório, podem ser avaliadas nas gerações sucessivas, alterações nas características biológicas e fenotípicas do inseto (PARRA, 1986).

¹ BOLLER, E.F. e CHAMBERS, D.L. Quality aspects of mass-reared insects. In: RIDGWAY, R.L. e VINSON, S.B. ed. Biological Control by augmentation of natural enemies. New York, Plenum Press, 1977. p. 219-235.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido nos laboratórios de Biologia do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queirões", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, sendo conduzido à temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Adotou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado, comparando-se o desenvolvimento de *Heliothis virescens* (Fabr., 1781) em 5 gerações sucessivas, com base em parâmetros biológicos e índices nutricionais (WALDBAUER, 1968 e SLANSKY e SCRIBER, 1982), em quatro dietas artificiais com as seguintes fontes protéicas: à base de farinha de soja e germe de trigo (SHAVER e RAULSTON, 1971); feijão cozido e levedura de cerveja (BOWLING, 1967); farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja (POITOUT e BUES, 1970) adaptada por MIHSFELDT (1985); e como padrão, a dieta à base de caseína e germe de trigo (BERGER, 1963), adaptada por MORETI e PARRA (1983) para as condições brasileiras (Tabela 1). Para facilidade de redação, convencionou-se denominar as dietas de: "SGT", "FL", "MGTL"

e "CGT", que são as iniciais das respectivas fontes protéicas.

As dietas foram preparadas segundo as técnicas descritas por PARRA (1979). Como recipientes para as dietas, utilizaram-se tubos de vidro de 2,5 cm de diâmetro por 8,5 cm de altura, tendo como tampa algodão hidrófugo. Este conjunto foi esterilizado em estufa a 100°C por uma hora, transferindo-se em média, $12,58 \pm 0,70$ gramas de dieta para cada tubo e procedendo-se então a uma nova esterilização por igual período de tempo, em câmara asséptica modelo "PLANALSUCAR" (MENDES, 1980).

Utilizaram-se 100 tubos por tratamento, sendo considerado cada tubo, uma repetição.

3.1. Parâmetros biológicos estudados

3.1.1. Fase de larva

A população inicial foi obtida de ovos de *H. virescens*, mantida em laboratório sob condições não controladas e criadas em folhas de algodoeiro por gerações sucessivas.

As lagartas recém-eclodidas foram transferidas, individualmente, para os tubos com dietas. Cada tratamento foi acondicionado em estantes, que permitiam a inclinação dos tubos para facilitar o escoamento de água e

conseqüentemente, diminuir a possibilidade de contaminação por microorganismos. Estes tratamentos constituíram a geração F_1 de laboratório, sendo avaliados os seguintes parâmetros:

- a. duração média da fase;
- b. viabilidade da fase.

3.1.2. Fase de pupa

As pupas foram separadas por sexo (BUTT e CANTU, 1962), pesadas com 24 horas de idade e individualizadas em tubos de vidro, idênticos aos descritos anteriormente. Observaram-se os seguintes itens:

- a. duração média da fase (machos e fêmeas);
- b. peso médio de pupas (machos e fêmeas);
- c. razão sexual ($rs = \frac{\text{♀}}{\text{♀} + \text{♂}}$);
- d. aberrações (alterações morfológicas);
- e. viabilidade da fase.

3.1.3. Fase de adulto

Os casais foram formados com indivíduos morfológicamente normais, emergidos no mesmo dia, mantidos em gaiolas de tubo de PVC com 10 cm de diâmetro por 22 cm de altura e alimentados com solução de mel a 10% fornecida em recipiente de vidro, através de pavio de algodão (rolo den-

tal) parcialmente imerso na solução.

As partes superiores e inferiores das gaiolas foram fechadas, respectivamente, com material plástico transparente e placa de Petri forrada com papel filtro. A face interna da gaiola e a externa do recipiente de alimentação foram revestidas de papel jornal, como subtrato de postura.

Umedeceram-se as gaiolas diariamente, observando-se os seguintes itens:

- a. período médio de pré-oviposição;
- b. período médio de postura;
- c. número médio de ovos por fêmea;
- d. longevidade média de machos e fêmeas.

3.1.4. Fase de ovo

Obtidas as posturas, tomaram-se alíquotas de no máximo, 100 ovos por postura, por dia. Estas foram desinfestadas, por imersão em formaldeído a 5% por cinco minutos, e água destilada por dez minutos, quanto então foram transferidos para placas de Petri, contendo um pedaço de algodão hidrófilo mantido umedecido, diariamente. As placas foram vedadas com filme transparente de PVC ("MAGIPACK"). A incubação deu-se em câmara climatizada regulada a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas. Foram observados os parâmetros:

- a. período médio de incubação;
- b. viabilidade média da fase.

3.2. Índices nutricionais

As determinações foram feitas durante a geração F_2 com lagartas no "máximo desenvolvimento", nas dietas "CGT" e "MGTL". Os outros tratamentos (dietas) foram eliminados, por não produzirem insetos com características biológicas desejáveis à sua utilização. Considerou-se "máximo desenvolvimento" o momento no qual o inseto deixou de se alimentar, começando a raspar a dieta para formação da câmara pupal.

Para cálculo de consumo e utilização do alimento, foram determinados os seguintes índices nutricionais em peso de matéria seca (WALDBAUER, 1968; SLANSKY e SCRIBER, 1982).

1. Digestibilidade aproximada

$$AD = \frac{\text{consumo líquido}}{\text{consumo bruto}} \times 100$$

2. Eficiência de conversão do alimento ingerido

$$ECI = \frac{\text{ganho de biomassa}}{\text{consumo bruto}} \times 100$$

3. Eficiência de conversão do alimento digerido

$$ECD = \frac{\text{ganho de biomassa}}{\text{consumo líquido}} \times 100$$

4. Custo metabólico

$$CM = 100 - ECD$$

Consumo bruto = peso seco do alimento consumido.

Consumo líquido = consumo bruto - peso seco das fezes.

Ganho de biomassa = peso seco do inseto no máximo desenvolvimento.

Para se determinar esses parâmetros, iniciou-se a avaliação com 60 lagartas por dieta. Ao atingir o "máximo desenvolvimento", as lagartas foram mortas em "freezer" e as fezes separadas do alimento não consumido. Estes três componentes (lagartas, fezes e alimentos), foram postos a secar por 30 dias, em estufa mantida a 55°C, sendo então pesados.

Para obtenção do ganho de biomassa das lagartas, considerou-se o seu peso inicial igual a zero.

Uma alíquota com 10 tubos, somente com dietas, sofreu o mesmo processo de secagem para se estimar o percentual de água do meio. Com este fator de correção, calculou-se o peso seco inicial da dieta fornecida às lagartas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Fase de larva

As durações médias desta fase, dentro dos respectivos tratamentos, não apresentaram grandes variações ao longo das gerações estudadas, ocorrendo, entretanto, um alongamento excessivo do período larval nas dietas à base de soja-germe de trigo ("SGT") e feijão-levedura ("FL"). Isto determinou a interrupção das criações na 1ª e 2ª geração, respectivamente, devido a elevada mortalidade ocorrida nas mesmas. Por outro lado, as dietas à base de milho-germe de trigo-levedura ("MGTL") e caseína-germe de trigo ("CGT"), propiciaram estudos por 5 gerações sucessivas. Os resultados encontrados, bem como os registrados na literatura, são apresentados nas tabelas 2 e 3, respectivamente, e por facilidade de entendimento, os tratamentos serão discutidos dois a dois.

4.1.1. Dietas a base de soja-germe de trigo ("SGT") e feijão-levedura ("FL")

Embora não tenha sido registrada a maior duração da fase larval na dieta "SGT" (Tabela 2), ela mostrou-se inadequada pela baixa viabilidade obtida nesta fase (5%) o que, provavelmente, deveu-se tanto a fatores independentes como a fatores dependentes da dieta.

Em relação ao primeiro caso (fatores independentes), observou-se que 11% das lagartas morreram em 24 horas após a eclosão, fato que pode ser atribuído a alterações embrionárias e/ou a problemas ocorridos durante a manipulação, na transferência das lagartas para os tubos com dieta.

A segunda situação (fatores dependentes) pode ser encarada sob os seguintes aspectos: propriedades físicas indesejadas e/ou características nutricionais inadequadas da dieta. Em relação às características físicas, a substituição do agar por sabugo de milho moído, no presente trabalho, provocou a morte de 12% das lagartas por afogamento. Este fato já fora observado por RAULSTON e SHAVER (1970) e atribuído à excessiva liberação de água por aquele material, adicionado à dieta de BERGER (1963).

No que diz respeito a características nutricionais, o excesso de água poderia ter acarretado um atraso no desenvolvimento do inseto, bem como uma redução na viabi

lidade larval (RAULSTON & SHAVER, 1970). No entanto, SHAVER e RAULSTON (1971), utilizando dietas à base de "SGI" com sabugo de milho moído, obtiveram uma alta viabilidade larval (81-92%), sem constatarem efeitos deletérios aparentes, sobre o crescimento e desenvolvimento de *Heliothis virescens*. Não obstante, no presente trabalho, além da elevada duração da fase larval, ocorreu uma perda de 72% das largatas devido a deformações cefálicas e anomalias por ocasião da ecdise, que impediram a liberação total da exúvia. Estas aberrações foram caracterizadas principalmente por:

- a. expansão da fronte e intumescimento das mandíbulas;

b. descaracterização do vértice;

c. fusão de cápsulas cefálicas na ecdise, ocorrendo superposição de exúvias;

Os resultados obtidos realmente sugeriram uma inadequação nutricional da dieta, apoiado principalmente na teoria de Gordon¹, citado por HOUSE (1963), a qual enuncia que: - "Deficiências nutricionais geralmente causam uma paralização do crescimento, alongando o período de de-

¹ GORDON, H.T. Minimal nutritional requirements of the German roach, *Blatella germanica* L. *Annals of the New York Academic Science*, 77:290-351, 1959.

seenvolvimento, ou produzem alta mortalidade". Entretanto, pode-se supor que a deficiência nutricional em questão, pode ter sido provocada por alterações físicas da dieta.

A teoria de inadequação nutricional também pode ser aplicável à dieta "FL", a qual proporcionou a maior duração da fase larval, nas duas gerações obtidas, não existindo diferenças significativas entre as médias alcançadas em ambas as gerações (Tabela 2). Essas médias, por sua vez, foram totalmente discrepantes da literatura em geral, principalmente no tocante à dieta formulada com feijão (Tabela 3), o que talvez seja devido a questões varietais, pois PARRA e CARVALHO (1984) observaram um comportamento diferencial de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) em dietas formuladas com diferentes variedades dessa leguminosa.

As perdas na fase larval, durante a primeira geração na dieta "FL", totalizaram 70%, tendo 2% de mortalidade ocorrido em 24 horas após a eclosão e 68% em meio ao desenvolvimento. Conseqüentemente, embora apresentando maior viabilidade larval do que aquela encontrada na dieta "CGT", proporcionando inclusive uma segunda geração, a dieta "FL" e a dieta "SGT" foram eliminadas dos demais experimentos, principalmente devido ao alongamento excessivo do período larval.

4.1.2. Dietas à base de milho-germe de trigo-levedura ("MGTL") e caseína-germe de trigo ("CGT")

As menores médias de duração da fase larval foram obtidas nestas duas dietas, sendo, a menor delas, apresentada pelos insetos mantidos na dieta "MGTL", em todas as gerações (Tabela 2). Além disso, os intervalos de variação indicaram que esta dieta promoveu um crescimento mais uniforme e concentrado, proporcionando condições para um melhor planejamento de criações de laboratório (Figura 1). Assim, a dieta "MGTL" produziu uma média entre gerações próxima àquelas registradas por alguns autores, no entanto, inferiores àquelas observadas por SOUZA (1981) e MORETI e PARRA (1983), nas condições brasileiras (Tabelas 2 e 3). Na dieta "CGT", a média obtida foi muito superior às citadas, inclusive àquelas dos autores anteriormente relatados e que trabalharam em condições de ambiente idênticas, sugerindo, pois, que a discrepância dos resultados pode ser devida, entre outros fatores, a variações intra-específicas e na qualidade dos componentes da dieta.

Esta variação na qualidade dos componentes é muito importante, especialmente para as condições brasileiras, pois, dado ao elevado custo dos ingredientes das dietas artificiais, nem sempre há possibilidades de se trabalhar com componentes puros (para análise); então opta-se

por produtos de qualidade inferior e que em alguns casos, contêm traços de substâncias (impurezas) que podem prejudicar o normal desenvolvimento do inseto.

Os percentuais das perdas ocorridos nos dois tratamentos podem ser observados na tabela 4, onde em termos totais, os maiores valores foram obtidos na primeira geração em ambas as dietas, sugerindo uma provável adaptação ao novo substrato ao longo das gerações.

Na dieta "MGTL", o componente que mais afetou a viabilidade da fase foi o relativo à "mortalidade em pré-pupa", seguido de perto por um elevado percentual de mortes em meio ao desenvolvimento larval (Tabela 4). No primeiro caso, embora sem uma análise patológica detalhada, todos os insetos apresentaram sintomas de infecção virótica, mostrando uma coloração escura e flacidez corpórea, o que certamente, mascarou a influência nutricional da dieta no desenvolvimento do inseto.

Por outro lado na dieta "CGT", a mortalidade larval em meio ao desenvolvimento foi a maior responsável pelas perdas, embora estas tenham sido computadas, também, em dietas contaminadas com microorganismos (Tabela 4), levando à subestimação do parâmetro viabilidade. Não obstante, este valor foi semelhante, na média entre gerações, nos dois tratamentos e discrepante da literatura em geral (Tabela 3).

Assim, os resultados sugeriram que na dieta

"MGTL", a viabilidade da fase larval sofreu maior influência de fatores independentes das suas qualidades nutricionais, pois, caso não fossem computadas as mortalidades em pré-pupa, atribuídas a uma provável infecção virótica, as viabilidades seriam comparáveis às registradas na literatura. Com a segunda dieta ("CGT") ocorreria algo semelhante, se descontadas as contaminações do meio por microorganismos, o que certamente alterou as características dietéticas e nutricionais desse substrato, influenciando na sua utilização pelos insetos. Essas considerações, encontram fortes evidências nos resultados demonstrados pelos índices nutricionais (Tabela 15), onde a dieta "MGTL" promoveu um crescimento muito superior àquele obtido na dieta "CGT", que é uma dieta nutricionalmente consagrada nas criações de *H. virescens*.

Tomando-se por base estes fatos, excluindo-se portanto o parâmetro viabilidade, a dieta "MGTL" mostrou-se superior em relação à dieta "CGT", por não apresentar as contaminações por microorganismos, o que concorre no seu credenciamento para utilização nas condições brasileiras.

4.2. Fase de pupa

Como a sexagem foi realizada baseando-se em caracteres morfológicos da pupa, a razão sexual foi determinada nesta fase. Em ambas as dietas ("MGTL" e "CGT"), ocorreu uma pequena variabilidade deste parâmetro gerando, en-

tretanto, médias totais semelhantes a 0,5 (Tabela 5). Os resultados obtidos indicam a qualidade nutricional das duas dietas, tomando-se como base a teoria de BHATTACHARYA e PANT (1976), onde é dito que: "Uma dieta pode ser caracterizada como nutricionalmente adequada, se no mínimo a razão sexual for 0,5 e no máximo, o número de fêmeas exceder o de machos".

Os pesos médios de pupas, incluindo machos e fêmeas, observados nas duas dietas, encontram-se no intervalo de variação registrado na literatura, não tendo sido observadas diferenças em função do sexo (Tabelas 6 e 7). Entretanto, aqueles produzidos pela dieta "MGTL" foram superiores em todas as gerações, alcançando um valor médio total, cerca de 1,45 vezes maior do que aquele obtido na dieta "CGT" (Tabela 6). Esses resultados sugeriram que, neste trabalho, a dieta "MGTL" foi dieteticamente mais adequada ou melhor metabolizada. A segunda hipótese pareceu a mais viável, em primeiro lugar devido ao fato que na literatura, a dieta "CGT", uma dieta padrão, apresentou peso de pupas semelhantes e até superiores àqueles produzidos neste estudo, pela dieta "MGTL". Em segundo lugar, pelo maior custo metabólico da fase larval, observado na dieta "CGT" (Tabela 15). No entanto, não se pode deixar de levar em conta, que outros fatores, tais como: qualidade dos ingredientes da dieta e base genética da população, podem ter tido influências nesses resultados.

Na duração da fase pupal, houve variação entre as gerações 2, 4 e 5 nas duas dietas e apesar disto, as médias dos tratamentos foram muito próximas (Tabela 5). Esses resultados sugerem que não houve influência, pelo menos detectável, da dieta larval naquele parâmetro, o que coincide com resultados observados na literatura, onde os valores apresentados são semelhantes aos encontrados neste trabalho e as variações ocorrem entre os autores, e não entre as dietas por eles utilizadas (Tabela 7).

A viabilidade de pupas foi um parâmetro irregular ao longo das gerações, alcançando valores ora semelhantes, ora mais baixos que os registrados na literatura. Assim, a dieta "MGTL" apresentou a menor média total, enquanto que a obtida na dieta "CGT", assemelhou-se àquelas encontradas por alguns autores (Tabelas 8 e 7).

A mortalidade durante a fase pupal ocorreu principalmente em pupas com aberrações (Tabela 8), cuja presença em todas as gerações já fora observada por MORETI e PARRA (1983) e considerada pelos autores, como um parâmetro importante na avaliação de dietas ou na medição do vigor de populações de laboratório. Como as pupas deformadas deram origem a adultos deformados ou não permitiram as suas emergências, o número real dos mesmos foi mascarado. Por este motivo e considerando que deformações morfológicas de adultos, podem ser causadas por fatores externos como a manipulação, deu-se preferência à discussão das aber-

rações na fase pupal.

Em média, as aberrações de pupas obtidas nas dietas "MGTL" e "CGT", foram cerca de 37,47 e 27,66%, respectivamente. Estes dados foram diferentes daqueles obtidos por MORETI e PARRA (1983), que registraram uma média de 9,28% até a quinta geração e de 12,23% até a oitava geração, para *H. virescens* provenientes de lagartas mantidas na dieta "CGT" (Figura 2).

Dentre as causas citadas na literatura, que poderiam produzir aberrações e explicar esses resultados, encontram-se: fatores ambientais, nutrição, idade da criação de laboratório e variabilidade genética. A primeira causa foi descartada, pois, neste trabalho as condições de laboratório atendiam as exigências da espécie. A segunda também não pareceu a responsável pelas aberrações, devido aos seguintes fatos:

1. A dieta "MGTL", quando comparada à dieta "CGT", apresentou índices nutricionais bastante elevados (Tabela 15);

2. MIHSFELDT et alii (1984) não encontraram diferenças significativas entre os valores nutricionais das duas dietas;

3. MORETI e PARRA (1983), utilizando a dieta "CGT", obtiveram um percentual médio de deformações de pupas, 2,98 vezes menor do que o observado neste trabalho, na mesma dieta.

Assim, a idade da criação e a variabilidade genética pareceram ser as mais prováveis responsáveis pela degeneração da população, já que ambas estão intimamente correlacionadas, sendo que, esta degeneração pode ter sido antecipada em função das técnicas de manipulação da criação (KOGAN, 1986). Desta forma, algumas gerações foram iniciadas com ovos de uma mesma gaiola, o que fatalmente aumentou a taxa de consaguinidade da população.

Analisando-se a presente pesquisa e os dados de MORETI e PARRA (1983) (Figura 2), observa-se que a fase de pupa obtida da primeira geração de laboratório, apresentou um percentual de aberrações, na dieta "MGTL", 3,03 vezes superior ao encontrado na dieta "CGT", o qual, por sua vez, foi 1,81 vezes maior que o registrado por aqueles autores, na mesma dieta. Além disso, o parâmetro em questão foi extremamente variável, aumentando sua ocorrência bruscamente em determinadas gerações.

Avaliando-se em conjunto os dados obtidos, a literatura disponível e o estabelecimento deste experimento, o fator que melhor poderia justificar os resultados encontrados, seria o relativo a variabilidade genética, pois a população inicial deste trabalho foi originária de insetos mantidos por várias gerações em laboratório, determinando assim, uma maior probabilidade de endogamia, o que talvez explique os elevados percentuais de aberrações observados nas duas dietas. Essa hipótese en-

contra forte evidência nos baixos percentuais encontrados por MORETI e PARRA (1983), que iniciaram seu trabalho com material de campo e portanto, com maiores chances de diversificação da base genética da criação.

A falta de nitidez na correlação entre o percentual de aberrações e o número de gerações, demonstrada pelas variações numéricas ao longo destas, sugere que aqueles valores podem ser determinados pelo acaso e devido à falta de controle genético na criação.

A dificuldade de se manipular aquele parâmetro residiu na falta de caracterização das aberrações, sendo as referências na literatura em pequeno número, meramente descritivas e contraditórias, impossibilitando, assim, um estabelecimento mais preciso da relação causa/efeito. Devido às características desse estudo, procurou-se representar as aberrações encontradas, como um subsídio a trabalhos futuros, sem no entanto definir as verdadeiras causas. Essas aberrações ocorreram em insetos provenientes de todas as dietas, às vezes acompanhadas de tumores lisos, de coloração negra e aspecto brilhante.

As principais deformações em relação a uma pupa morfolologicamente normal (a), foram as seguintes:

a. Pupa morfologicamente normal:

b. Retenção de caracteres morfológicos larvais:

c. Atrofia das asas, caracterizada por expor o 3º e 4º urômeros, os quais se apresentam despigmentados na área que deveria ser coberta por asas de tamanho normal. BERNBAUM (1966) definiu tal situação como sendo "escleroti-

zação incompleta", porém é fato que este sintoma encontra-se associado à atrofia das asas;

d. Atrofia e deformação das antenas;

e. deformação de urômeros, com descaracterização da terminália;

f. Deslocamento de órgãos de forma específica ou generalizada, acontecendo principalmente com antenas e peças bucais;

g. Tumores afetando asas e regiões circunvizinhas;

h. Formação de "bolsa aquosa" na asa.

4.3. Fase de adulto

O período de pré-oviposição apresentou uma ligeira variação nas médias dentre as gerações estudadas (Figura 3), o que não influenciou nas médias totais, nos dois tratamentos (Tabela 9). Esses dados sugeriram que não houve influência da dieta larval neste parâmetro, o que concorda com a hipótese de SOUZA (1981) e NADGAUDA e PITRE

(1982), contrariando, no entanto, a de MORETI e PARRA (1983).

O número médio de posturas por fêmeas, diminuiu de maneira geral a cada geração, exceto nas gerações F_3 e F_4 , nas dietas "MGTL" e "CGT", respectivamente (Figura 3), sendo que, a primeira apresentou as maiores médias em todas as gerações (Tabela 9). Esses resultados, provavelmente, deveram-se a uma queda percentual do número de fêmeas que colocaram ovos, o que foi mais acentuado na segunda dieta (Figura 4). Entretanto existiu em ambos os tratamentos, uma relação direta entre o número de posturas e o número de ovos produzidos, em todas as gerações (Figura 3), sugerindo pois, que aquele parâmetro pode eventualmente definir a escolha de uma dieta artificial. A dieta larval pareceu influenciar no número de posturas, uma vez que na dieta que gerou pupas mais pesadas ("MGTL"), os adultos obtidos apresentaram uma tendência a realizar maior número de posturas e produzir maior quantidade de ovos (Tabela 9; Figura 3).

O número médio de ovos por fêmea entre as gerações, em ambas as dietas, apresentou uma variabilidade coincidente com a literatura, demonstrando uma tendência decrescente ao longo do tempo, mais acentuada na segunda dieta ("CGT") e ocorrendo os menores valores observados, nos dois tratamentos e na última geração onde a viabilidade foi zero (Figura 3; Tabelas 9, 10 e 12). Esses resultados ocorreram em função de que 100% das fêmeas acasaladas, ovipositaram até a terceira e segunda gerações nos tratamentos "MGTL" e "CGT",

respectivamente, existindo a partir dessas gerações, um de
clínio mais pronunciado na dieta "CGT" (Figura 4). Assim,
a média total de ovos obtida entre os tratamentos foi cerca
ca de 1,91 vezes maior na dieta "MGTL", sendo ambas as mê-
dias ocasionalmente semelhantes às encontradas na literatu
ra e superiores às observadas por SOUZA (1981) e MORETI e
PARRA (1983), nas condições brasileiras (Tabelas 9 e 10).

As longevidades dos adultos foram semelhantes
às aquelas citadas na literatura, em ambas as dietas, sendo
do os maiores valores, observados nos adultos provenientes
da dieta larval "MGTL" (Tabela 11), o que sugere uma provável
vel influência desse meio. Entretanto esta influência pare
ceu casual, devido aquele parâmetro apresentar pouca vari
abilidade nos diferentes meios artificiais, usados em
criações de *H. virescens* (Tabela 10), além de não diferir
em comparações entre dietas naturais (folhas de algodoeiro
e artificiais (SOUZA, 1981; MORETI e PARRA, 1983) e entre
cultivares de algodoeiro (PRECETTI, 1984; CORREIA e VENDRAMIM
DRAMIM, 1986). No entanto, segundo HABIB e PATEL (1977), a
longevidade de adultos é influenciada, quando se fornece
diferentes órgãos vegetais, como dieta. Aparentemente, a
dieta larval provocou diferenças na longevidade dos sexos,
pois na dieta "MGTL" os machos viveram sempre mais que as
fêmeas.

4.4. Fase de ovo

O período de incubação apresentou uma desprezível variação ao longo das gerações (Figura 3), o que pode ser confirmado pela igualdade numérica das médias totais (Tabela 12). Estes resultados foram semelhantes aos encontrados na literatura (Tabela 13), sugerindo que a dieta larval e o número de gerações não influenciaram significativamente aquele parâmetro, podendo, isto, ser explicado através da constância das condições de laboratório (SOUZA, 1981; MORETI e PARRA, 1983).

A viabilidade dos ovos foi extremamente variável, sendo os valores médios obtidos, parciais ou totais, inferiores àqueles encontrados na literatura, em ambas as dietas (Tabela 12). Segundo MORETI e PARRA (1983), este parâmetro é diretamente influenciado pela alimentação e pela diminuição da variabilidade genética. No que diz respeito ao primeiro caso, os resultados obtidos, embora baixos, não sugeriram uma inadequação nutricional das dietas, uma vez que, a dieta "CGT", é um padrão na criação de *H. virescens* e a dieta teste "MGTL", apresentou, numericamente, a melhor performance biológica em todos os itens analisados. Portanto, baseado na condução geneticamente estanque do experimento, os resultados obtidos deveram-se, provavelmente, a pequena base genética da população inicial, diminuída ao longo das gerações por acasalamentos consanguíneos, o que

segundo RAULSTON (1975), reflete diretamente no comportamento reprodutivo de *H. virescens*. Essa hipótese foi reforçada pela diminuição, ao longo das gerações, do número médio de posturas por fêmeas (Figura 3) e do aumento de número de fêmeas com posturas inviáveis (Figura 5), com conseqüente redução do número médio de ovos, por fêmea, e respectivas viabilidades (Figura 3).

4.5. Consumo e utilização das dietas "MGTL" e "CGT" por lagartas de *H. virescens*

A comparação dos dados obtidos neste item, observados nas tabelas 14 e 15, com os existentes na literatura, torna-se difícil pois a maioria dos autores determinou os índices nutricionais por instar e na presente pesquisa, a determinação foi feita para a fase larval como um todo. O consumo bruto em peso de matéria seca da dieta "MGTL", foi 1,44 vezes maior que o da dieta "CGT". Como a digestibilidade aproximada (AD) é a representação percentual do consumo líquido sobre o bruto, observou-se que a dieta "MGTL", a mais consumida, apresentou a menor A.D. (38,68%), eliminando portanto 61,32% do consumo bruto na forma de fezes. Por outro lado, a dieta "CGT", a menos consumida, apresentou um ligeiro equilíbrio entre esses dois fatores, com uma (AD) de 50,19% e uma produção de fezes de 49,81%. Assim, esses resultados sugeriram que a primeira dieta apresentou uma me

nor proporção de material nutritivo por quantidade de alimento ingerido, levando o inseto a um consumo maior. Apesar disso, pelos valores obtidos na ECI, observou-se que a dieta "MGTL" promoveu uma maior produção de biomassa.

A produção de biomassa, no total, foi 1,72 vezes maior na dieta "MGTL", onde mais da metade do consumo líquido, conforme a E.C.D., foi convertido, sendo 43,85% deste consumo destinado ao custo metabólico. Na segunda dieta ocorreu uma situação inversa, sendo a maior parte daquele consumo utilizado no metabolismo energético e 36,83% (ECD) convertido em peso corpóreo. Portanto, sob o ponto de vista de aproveitamento, a dieta "MGTL" apresentou a melhor performance. No entanto, o desequilíbrio mostrado na utilização, pelas lagartas, da dieta "CGT" (um substrato convencional), sugeriu que fatores independentes da dietética contribuíram para esses resultados, levando o inseto a um custo metabólico elevado, com comprometimento da produção de biomassa e da duração de determinados eventos biológicos, como por exemplo a duração da fase larval (Tabelas 14, 15 e 2).

Assim, WALDBAUER (1968) enunciou que: "quantidades proporcionais da porção digerível (consumo líquido), são utilizadas ora para conversão em substâncias do corpo, ora para metabolizar energia de manutenção da vida". E CRŐCOMO (1983) levantou a hipótese de que "características indesejáveis do alimento e funções fisiológicas

que não resultam em crescimento, podem consumir energia". Neste trabalho poder-se-ia dizer que aquelas características levaram àquelas funções, uma vez que a dieta "CGT" desidratou mais rapidamente, apresentando, ainda, visível aspecto de oxidação. Estes fatores, associados a outros não tão facilmente detectáveis, como a pureza dos ingredientes, podem ter afetado a utilização dos nutrientes pelo inseto, levando a maior parte do consumo líquido à produção de energia de manutenção da vida.

4.6. Considerações gerais

A dieta "CGT", em função da sua condição de padrão convencional para as criações de *H. virescens*, deveria ter apresentado neste trabalho, uma performance, no mínimo, semelhante àquelas registradas na literatura. Entretanto a não ocorrência deste fato, permitiu o questionamento sobre a validade da utilização de análises estatísticas em um experimento onde o padrão apresentou dados que não expressaram verdadeiramente as suas características como tal. Portanto, optou-se pela não inclusão daquelas análises, pois, devido a discrepância dos resultados obtidos na comparação entre os tratamentos "CGT" e "MGTL", serviriam, tão somente, para constatação do óbvio.

Quanto aos parâmetros biológicos analisados sugere-se que o período de incubação de ovos, o período

de pré-oviposição e a duração da fase de pupa, sejam desconsiderados em trabalhos que visem a comparação de dietas artificiais para *H. virescens*, por não apresentarem nenhuma ou pequena variabilidade, e neste caso inexpressiva, em relação à dieta larval.

Ainda, estabelecendo-se um paralelo entre os resultados biológicos e nutricionais obtidos ao longo desta pesquisa, comparando-se as dietas à base de farinha de milho, germe de trigo e levedura de cerveja ("MGTL") e aquela composta de caseína e germe de trigo ("CGT"), pode-se concluir que a primeira delas foi a mais adequada para criação de *H. virescens* em laboratório, principalmente para as condições brasileiras, pelos seguintes motivos:

- promoveu um encurtamento da fase larval de *H. virescens* em todas as gerações, com crescimento bastante uniforme, condição esta interessante para criações de insetos em laboratório;

- foi menos sensível a contaminação por microorganismos, os quais dependendo da extensão de ataque, podem ser limitantes à produção de insetos;

- proporcionou um maior peso de pupas, o que levou a um maior número de posturas e quase o dobro do número de ovos por fêmea;

- promoveu maior ganho de biomassa, maior eficiência de conversão do ingerido (ECI) e digerido ECD proporcionando um bom desenvolvimento com baixo

custo metabólico (100 - ECD);

- apresenta um custo, obviamente, menor em relação à dieta convencionalmente utilizada para criar *H. virescens*.

Desta forma, a despeito de ter apresentado baixas viabilidades nas fases estudadas, esta dieta poderá ser utilizada para produção de *H. virescens*, sugerindo-se que seja permitido um período de adaptação do inseto ao meio, no mínimo por uma geração, e que a criação seja iniciada com o maior número possível de indivíduos, preferencialmente oriundos do campo, a fim de minimizar a ação desfavorável de fatores genéticos sobre os resultados.

5. CONCLUSÕES

Considerando-se os resultados obtidos na presente pesquisa com *Heliothis virescens* (Fabr., 1781), pode-se concluir que:

- Baseando-se em parâmetros biológicos, nutricionais e econômicos, a dieta composta de farinha de milho, germe-de-trigo e levedura de cerveja pode substituir a dieta convencional à base de caseína e germe-de-trigo, em criações de *H. virescens*, nas condições brasileiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BHATTACHARYA, A.K. e PANT, G.B. Studies on the host plant relationships: Consumption and utilization profile in insects. *Proceedings of Natural Academy of Science*, Allahabad, 46(1,2):273-301, 1976.
- BECK, S.D. Resistance of plants to insects. *Annual Review of Entomology*. Palo Alto, 10:207-232, 1965.
- BENZ, G. Genetic diseases and aberrations. In: STEINHAUS, A.E., ed. *Insect Pathology*, New York. Academic Press, 1:161-185, 1963.
- BERENBAUM, M. Post ingestive effects of phytochemicals on insects: On paracelsus and plant products. In: MILLER, J.R. e MILLER, T.A. ed. *Insect-plant interactions*. New York, Springer-Verlag Inc. 1986. p. 121-153.
- BERGER, R.S. Laboratory techniques for rearing *Heliothis* spp. on artificial medium. A.R.S., United States Department of Agriculture. Washington, 33-84, 1963. 4p.
- BLEICHER, E. Importância relativa das principais pragas do algodoeiro no Brasil, através do tempo. In: Reunião Na-

cional do Algodão, 3, Salvador, 1982. *Resumo*. Campina Grande, EMBRAPA-CNPA, 1982. p. 175.

BOLDT, P.E.; BIEVER, K.D. & IGNOFFO, C.M. Lepidopteran pests of soybeans: Consumption of soybean foliage and pods and development time. *Journal of Economic Entomology*. College Park, 68 (4): 480-482, 1975.

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

BOWLING, C.C. Rearing of two lepidopterous pests of rice on a common artificial diet. *Annals of the Entomological Society of America*. Columbus, 60(6): 1215-1216, 1967.

BREWER, F. D. Development of *Heliothis virescens* *Diatrea saccharalis* on a soyflour-corn oil diet. *Annals of the Entomological Society of America*. Columbus, 74 (3): 320-323, 1981.

BREWER, F.D. e KING, E.G. Consumption and utilization of soyflour-wheat germ diets by *Heliothis* spp. *Annals of the Entomological Society of America*. College Park, 72 (3): 415-417, 1979.

BREWER, F.D. e KING, E.G. Consumption and utilization of a soyflour-wheat germ diet by larvae of the tobacco budworm parasitized by the tachinid *Eucelatoria* sp. *Entomophaga*, 25 (1): 95-101, 1980.

- BUTLER, G.D. Jr. e HAMILTON, A.G. Development time of *Heliothis virescens* in relation to constant temperature. *Environmental Entomology*, Maryland, 5(4):759-760.1976.
- BUTLER, G.D. Jr.; HAMILTON, A.G. e PROSHOLD, F.I. Developmental times of *Heliothis virescens* and *H. subflexa* in relation to constant temperature. *Annals of the Entomological Society of America*. Columbus, 72(2):263-266,1979.
- BUTT, B.A. e CANTU, E. Sex determination of lepidopterous pupae. *A.R.S.*, United State Department of Agriculture. Washington, nº 33-75, 7 p., 1962.
- CHOU, Y.M., ROCK, G.C. e HODGSON, E. Consumption and utilization of chemically defined diets by *Argyrotaenia velutinana* and *Heliothis virescens*. *Annals of the Entomological Society of America*. College Park, 66(3): 627-632, 1973.
- CORREIA, J.S. e VENDAMIM, J.D. Influência de cultivares de algodoeiro na biologia de *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) (Lepidoptera, Noctuidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. Porto Alegre, 15(1): 48-59, 1986.
- CRÔCOMO, B.W. Consumo e utilização de três diferentes gramíneas por *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA-NOCTUIDAE). Piracicaba, 1983, 95pp. (Doutorado-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP .
- DETHIER, V.G., BROWNE, L.B. e SMITH, C.N. The designation of chemicals in terms of the responses they elicit from

insects. *Journal of Economic Entomology*. College Park, 53 (1): 134-136, 1960.

DIKEMAN, N.R., LAMBREMONT, E.N. e ALLEN, R.S. Evidence for selective absorption of polyunsaturated fatty acids during digestion in the tobacco budworm, *Heliothis virescens* F. *Journal of Insect Physiology*, Great Britain, 27: 31-33, 1981.

ENKERLIN, D. e LASTRA, N. Estudio comparativo de la biología de *Heliothis virescens* (Fabricius) y *Helicoperva zea* (Boddie). *Informe de Investigación*, Escuela de Agricultura y Ganadería, Monterrey, 11: 55-58, 1967/68.

FONSECA, J.P. da. A lagarta verde dos capulhos do algodoeiro. *O Biológico*, São Paulo, 11 (4): 110-111, 1945.

FRAENKEL, G. The raison d'être of secondary plant substances. *Science*, Lancaster, 129: 1466-1470, 1959.

FYE, R.E. e POOLE, H.K. Effect of high temperature on fecundity and fertility of six lepidopterous pests of cotton in Arizona. *A.R.S.*, United States Department of Agriculture. Washington, 131, 8 p., 1971.

FYE, R.E. e SURBER, D.E. Effects of several temperature and humidity regimens on eggs of six species of lepidopterous pests of cotton in Arizona. *Journal of Economic Entomology*, Geneva, 64 (5): 1138-1142, 1971.

- GARCIA, B.G. Método de Crianza artificial y massiva de *Heliothis virescens* J. *Revista Peruana de Entomologia*, Lima, 3(1): 65-66, 1960.
- GUERRA, A.A. Effect of biologically active substances in diet on development and reproduction of *Heliothis* spp. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 63 (5): 1518-1521, 1970.
- GUERRA, A.A. e BHUIHA, A.D. Nutrition of the tobacco budworm: an economical larval diet for rearing. *Journal of Economic Entomology*. College Park, 62(3): 643-646, 1977.
- GUERRA, A.A. e 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): 14-16, 1968.
- GUILLOT, S.F. e VINSON, E.B. Effect of parasitism by *Cardiochiles nigriceps* on food consumption and utilization by *Heliothis virescens*. *Journal of Insect Physiology*, Great Britain, 19: 2073-2083, 1973.
- HABIB, M.E.M. e PATEL, P.N. Biology of *Heliothis virescens* (Fabr., 1781) (Lepidoptera-Noctuidae) on two host plants in laboratory. *Indian Journal of Agricultural Science*. New Delhi, 47(11): 537-539, 1977.
- HERRICK, G.W. *Manual of injurious insects*. New York, Henry Hilt, 1925. 489 p.
- HOUSE, L.H. Nutritional diseases. In: STEINHAUS, A.E., ed. *Insect Pathology*. New York and London, Academic Press,

1963, p. 133-155.

JONES, R.L.; PERKINS, W.D. e SPARKS, A.N. Corn earworm: effects of temperature variations on a colony. *Annals of the Entomological Society of America*. 71:393-396. 1978.

KINCADE, R.T.; LASTER, M.L. e BRAZZEL, J.R. Damage to cotton by the tobacco budworm. *Journal of Economic Entomology*. College Park, 6(4):1163-1164, 1967.

KLEIN, I. e KOGAN, M. Analysis of food intake, utilization and growth in phytophagous insects a computer program. *Annals of the Entomological Society of America*, College Park, 67:295-297, 1974.

KOGAN, M. Plant resistance in pest management. In: METCALF, R.L. e LUCKMANN, W.H. ed. *Introduction to insect pest management*, New York, John Wiley e Sons, 1975. p. 103-146.

KOGAN, M. Bioassays for measuring quality of insect food. In: MILLER, J.R. e MILLER, T.A., ed. *Insect-plant interactions*. New York, Springer-Verlag Inc. 1986. p. 181-184.

KOGAN, M. e COPE, D. Feeding and nutrition associated with soybeans. Food intake, utilization and growth in the soybean looper *Pseudoplusia includens*. *Annals of the Entomological Society of America*, College Park, 67:67-72, 1974.

- KOGAN, M. e PARRA, J.R.P. Techniques and applications of measurements of consumption and utilization of food by phytophagous insects. In: BHASKARAN, G.; FRIEDMAN, S.; RODRIGUEZ, J.G. eds. *Current topics in insect endocrinology and nutrition*. New York, Plenum Publishing Corporation, 1981, 337-352.
- LUKEFAHAR, M.J. e MARTIN, D.F. The effects of various larval and adults diets on the fecundity and longevity of the bollworm, tobacco budworm and cotton leafworm. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 59(2): 233-235, 1964.
- MENDES, A.C. Métodos de criação de parasitos da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794). In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 6, Campinas 1980. *Anais*. Campinas, Fundação Cargill, 1980, 103-132.
- METCALF, C.L.; FLINT, W.P. e METCALF, R.L. *Destructive and useful insects-their habits and control*. 4 ed., New York, McGraw-Hill, 1962. 1087 p.
- MIHSFELDT, L.H. Comparação de dietas artificiais para a criação de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera-Pyralidae). Piracicaba, 1985. 120 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

- MIHSFELDT, L.H.; PARRA, J.R.P. e SERRA, H.J.P. Comparação de duas dietas artificiais para *Heliothis virescens* (F. 1781). In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 9, Londrina, 1984. *Resumos*. Londrina, Sociedade Entomológica do Brasil, 1984. p. 70.
- MONTEWKA, R.H.; PONGPONRANT, P. e FEARS, R.D. *Rearing Tobacco budworm in the laboratory*. Wayside, Mississippi, Dow Chemical, 1976, 6 p.
- MORETI, A.C.C.C. e 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*, São Paulo, 50 (1/4):7-15, 1983.
- MORGAN, A.C. e McDONOUGH, F.L. The tobacco budworm and its control in southern tobacco districts. *Farmers Bulletin*, Washington, n. 819. 11 p., 1917.
- NADGAUDA, D. e PITRE, H. Development, fecundity, and longevity of the tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) fed soybean, cotton, and artificial diet at three temperatures. *Environmental Entomology*, Maryland, 12(2):583-586, 1983.
- PARRA, J.R.P. *Biologia dos Insetos*. Piracicaba, 1979. 383 p. (Apostila - Escola Superior de Agricultura Luiz de

Queiroz).

PARRA, J.R.P. Métodos para medir consumo e utilização de alimentos por insetos. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 6, Campinas, 1980. *Anais*, Campinas. RAMIRO, Z.A.; GRAZIA, J.; LARA, F.M. eds., 1980. 193-212.

PARRA, J.R.P. Criação de insetos para estudos com patógenos. In: ALVES, S.B. Coord. Controle Microbiano de Insetos. São Paulo, Editora Manole, 1986. p. 368-369.

PARRA, J.R.P. e CARVALHO, S.M. de. Biologia e nutrição de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) em meios artificiais compostos de diferentes variedades de feijão. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Porto Alegre, 13(2):305-319, 1984.

PATANA, R. *Rearing cotton insects in the laboratory*. Washington, USDA, University of Arizona Agricultural Experiment Stations, 1969, P.R.R. 108, 6 p.

POITOUT, S. e BUES, R. Élevage de plusieurs espèces de lépidoptères Noctuidae sur milieu artificiel riche et sur milieu artificiel simplifié. *Annales de Zoologie Ecologie*. Paris. 2:79-91, 1970.

PRECETTI, A.A.C.M. Biologia e nutrição quantitativa de *Heliothis virescens* (Fabr., 1781) (Lepidoptera: Noctuidae) em três cultivares de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*

var. *latifolium* L.). Piracicaba, 1984. 122 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queir6z"/USP).

RAULSTON, J.R. e SHAVER, T.N. A low agar casein - wheat germ diet for rearing tobacco budworm. *Journal of Economic Entomology*, Geneva, 63(6):1743-1744, 1970.

RAULSTON, J.R. B-vitamin supplements required for soy-flour - wheat germ diet used in rearing tobacco budworms. *Annals of the Entomological Society of America*, College Park, 68(2):387-388, 1975.

RAULSTON, J.R. e KING, E.G. Rearing the tobacco budworm, *Heliothis virescens*, and the corn earworm, *Heliothis zea*. In: KING, E.G. e LEPPLA, N.C. ed. *Advances and challenges in insect rearing*. New Orleans, Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture, 1984, p. 167-175.

REESE, J.C. The effects of plant biochemicals on insect growth and nutritional physiology. In: HEDIN, P.A. ed. *Host-plant resistance to pests*, Washington, American Chemical Society, 1977, p. 129-152. (Symposium series, 62).

ROBINSON, R. *Lepidoptera genetics*. Hungary, Pergamon Press, 1971. 687 p.

- SANG, J.H. Circunstances affeting the nutritional requiri-
ments of *Drosophila melanogaster*. *Annals of the New York*
Academic Science, New York, 77:352-365, 1959.
- SHAVER, T.N. e LUKEFAHAR, M.J. Effect of flavonoid pig-
ments and gossypol on growth and development of the boll
worm, tobacco budworm and pink bollworm. *Journal of Eco*
nomic Entomology. College Park, 62(3):643-646, 1969.
- SHAVER, T.N.; LUKEFAHAR, M.J. e GARCIA, J.A. Food utiliza-
tion, ingestion, and growth of larvae of the bollworm
and tobacco budworm on diets containing gossypol. *Jour*
nal of Economic Entomology, College Park, 63(5): 1544-
1546, 1970.
- SHAVER, T.N. e RAULSTON, J.R. A soybean - wheat germ diet
for rearing the tobacco budworm. *Annals of the Entomolo*
gical Society of America, Washington, 64(5): 1077-1079,
1971.
- SHOREY, H.H. A simple artificial medium for the cabbagelooper.
Journal of Economic Entomology, Geneva, 56:536-537, 1963.
- SHOREY, H.H. e HALE, R.L. Mass-rearing of the larvae of
nine noctuid species on a simple artificial medium. *Jour*
nal of Economic Entomology, Geneva, 58(3):522-524, 1965.
- SINGH, P. *Artificial diets for insects, mites and spiders*.
New York, IFI/Plenum, 1977. 718 p.

SINGH, P. e MOORE, R. F. eds. *Handbook of insect rearing*. Amsterdam, Elsevier Science Publishing. Company Inc., 1985. 2 V.

SLANSKY Jr., F. e RODRIGUES, J. G. eds. *Nutritional Ecology of Insects, Mites, Spiders and Related Invertebrates*. USA, John Wiley & Sons Inc. 1987. 1016 p.

SLANSKY Jr., F. e SCRIBER, J. M. Selected bibliography and summary of quantitative food utilization by immature insects. *Bulletin of Entomological Society of America*, Washington, 28(1):43-55, 1982.

SOUZA, A. R. E. Biologia comparada de *Heliothis virescens* (Fabr., 1781) (Lepidoptera: Noctuidae) a diferentes temperaturas em meios natural e artificial. Piracicaba, 1981. 87 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queir6z"/USP).

SULLIVAN, W. N.; CAWLEY, B. M.; OLIVER, M.; HAYES, D. K. e McGUIRE, J. U. Manipulating the photoperiod to damage insects. *Nature*, London, 221(4):60-61, 1969.

SZUMKOWSKI, W. Recomendaciones para el combate de las plagas del algod6nero, segun los resultados de los estudios biol6gicos. *Agronomie Tropicale*, Maracay, 13(4):273-290, 1954.

- VANDERZANT, E.S.; RICHARDZON, D.C. e FORT Jr., S.W. Rearing of the bollworm on artificial diet. *Journal of Economic Entomology*, College Par, 55 (1): 140, 1962.
- WALDBAUER, G.P. The consumption and utilization of food by insects. *Advances in Insect Physiology*. London, 5: 229-228, 1968.
- WALDBAUER, G.P. Food utilization. In: RODRIGUEZ, J.C., ed. *Insect and mite nutrition*, Amsterdam, 1972, p. 53-55.
- ZÚÑIGA, G.A. e TEJADA, L.O. Algas y Maiz Opaco-2, dos fuentes de proteínas adecuadas y económicas para crias de *Heliothis virescens* (Fab.). *Folia Entomologica Mexicana*, México, 36: 33-34, 1976.

APÉNDICES

FIGURA 1. Percentual de lagartas de *H. virescens*, mantidas em duas dietas artificiais, que completaram a fase larval e respectivas durações. Temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

FIGURA 2. Percentual de deformações morfológicas de pupas de *H. virescens* obtidas em dietas à base de farinha de milho - germe de trigo - levedura de ceveja ("MGTL"), caseína - germe de trigo ("CGT"), em gerações sucessivas, em comparação aos dados obtidos por MORETI e PARRA (1983).

FIGURA 3. Parâmetros reprodutivos, período de incubação e viabilidade de ovos de *H. virescens*, criada em duas dietas artificiais. Temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

FIGURA 4. Percentual de fêmeas de *H. virescens* provenientes de duas dietas artificiais, que realizaram posturas em cinco gerações sucessivas. Temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

FIGURA 5. Percentual de fêmeas de *H. virescens* provenientes de duas dietas artificiais, que realizaram posturas inviáveis em cinco gerações sucessivas. Temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

TABELA 1. Composição de dietas artificiais, utilizadas para criação de *H. virescens*

Ingredientes	SHAVER e RAULSTON (1971)	BOWLING (1967)	POITOUT e BUES (1970) (Modificada)	BERGER (1963) (Modificada)
LÍQUIDOS (ml)				
Ácido Acético (25%)	40.00	-	-	-
Ácido Acético Glacial	-	-	-	0.13
Água	3000.00	6.400.00	200.00	800.00
Cloreto de Colina (10%)	25.00	-	-	1.00
Formaldeído (10%)	15.00	-	-	-
Formaldeído (37.2%)	-	20.00	-	0.50
Solução Vitamínica (A)	12.00	-	-	10.00
KOH (4m)	18.00	-	-	5.00
SÓLIDOS (g)				
Ácido Ascórbico	-	32.00	1.00	4.00
Ácido Benzóico	-	-	0.25	-
Ácido Sórbito	3.25	10.00	-	-
Ágar	15.00	128.00	5.00	25.00
Aureomicina	0.50	-	-	0.30
Caseína	-	-	-	35.00
Celulose (B)	-	-	-	5.00
Farinha de Milho (C)	-	-	28.00	-
Farinha de Soja	242.00	-	-	-
Feijão Cozido (D)	-	2.135.00	-	-
Germê de Trigo	108.00	-	7.00	30.00
Levedura	-	320.00	7.50	-
Metil P-Hidroxibenzoato (Nipagin)	5.40	20.00	0.20	1.50
Sabugo de Milho (E)	250.00	-	-	-
Sacarose	44.00	-	-	35.00
Sais de Wesson	36.00	-	-	10.00

- A. Composição da Sol. vitamínica (PARRA, 1979): niacinamida, 110 g; pan totenato de cálcio, 1.0 g; tiamina, 0.5 g; piridoxina, 0.25 g; ácido fólico, 0.1 g; biotina, 0.02 g; vitamina B12 (1000 mg/cc), 2.0 ml; água destilada, 1000 ml.
- B. Lâminas de *Eucalyptus* sp., sulfato branqueados, trituradas em liquidificador.
- C. Milho, variedade VD.2 br202, moído em macromoinho TE-0340 (TECNAL) e peneirado em malha 30.
- D. Feijão da variedade "ROSINHA".
- E. Sabugo de milho moído em macromoinho TE-0340 (TECNAL).

TABELA 2. Duração da fase larval (lagarta + prē-pupa) de *H. virescens* mantida em dietas artificiais à base de farinha de soja - germe de trigo ("SGT"), feijão - levedura de cerveja ("FL"), farinha de milho - germe de trigo - levedura ("MGTL") e caseína - germe de trigo ("CGT"), por gerações sucessivas. Temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

Dietas	Gerações	Período larval (dias)	
		Médias $\pm s^*$	I.V.**
"SGT"	F ₁	45.46 $\pm$ 3.45	44 - 48
	F ₂	-	-
	F ₃	-	-
	F ₄	-	-
	F ₅	-	-
	Total	45.46 $\pm$ 3.45	-
"FL"	F ₁	50.39 $\pm$ 8.90	30 - 77
	F ₂	50.50 $\pm$ 15.01	33 - 75
	F ₃	-	-
	F ₄	-	-
	F ₅	-	-
	Total	50.45 $\pm$ 11.96	30 - 77
"MGTL"	F ₁	20.09 $\pm$ 3.95	17 - 25
	F ₂	19.37 $\pm$ 2.50	15 - 28
	F ₃	19.29 $\pm$ 2.33	16 - 28
	F ₄	19.24 $\pm$ 2.60	15 - 28
	F ₅	17.34 $\pm$ 1.98	15 - 28
	Total	19.05 $\pm$ 2.67	15 - 28
"CGT"	F ₁	23.30 $\pm$ 5.13	18 - 43
	F ₂	32.51 $\pm$ 3.80	20 - 45
	F ₃	26.00 $\pm$ 3.55	19 - 46
	F ₄	26.58 $\pm$ 4.25	18 - 46
	F ₅	31.96 $\pm$ 4.48	24 - 50
	Total	28.07 $\pm$ 4.24	18 - 50

* Erro padrão.

** Intervalo de variação.

TABELA 3. Duração e viabilidade da fase larval de *H. virescens*, obtidas por diferentes autores em criações mantidas em dietas artificiais

Referência Bibliográfica	Fontes protéicas utilizadas	Fase de lagarta + pré-pupa	
		Duração (dias) média	Viabilidade (%) média
SHOREY e HALE (1965)	Feijão - levedura	18.25	80.00
GUERRA e OUYE (1968)	Caseína - germe de trigo	17.00	-
GUERRA et alii (1968)*	Caseína - germe de trigo	16 e 18.00	-
GUERRA (1970)*	Caseína - germe de trigo	12 a 15.00	-
RAULSTON e SHAVER (1970)	Caseína - germe de trigo	12.60	89.90
SHAYER e RAULSTON (1971)	BERGER, 1963 + sabugo de milho moído	14.40	54.10
	Caseína - germe de trigo (3 gerações)	11.70	82.33
	Farelo de soja torrado - germe de trigo (2 gerações)	12.80	88.00
	Farelo de soja - germe de trigo (2 gerações)	12.20	84.50
	Farinha de soja - germe de trigo (3 gerações)	11.47	85.00
PATANA e MCADA (1973)	Feijão - levedura	-	-
GUERRA e BHUIYA (1977)	Farelo de soja - germe de trigo	13.00	79.00
	Farelo de soja - óleo de germe de trigo	14.00	91.20
	Farelo de soja - óleo de milho	13.00	89.00
BREWER (1981)	Farelo de soja - germe de trigo (5 gerações)	10.65	-
	Farelo de soja - óleo de milho (5 gerações)	11.08	-
SOUZA (1981)	Germe de trigo - caseína	43.04	46.00
	200C	23.44	66.00
	250C	21.40	57.00
	300C	16.10	52.00
	350C		
NADGAUDA e PITRE	Germe de trigo (Bio-Mix 9781, Bio Serv.; Inc)	31.10	98.00
	200C	16.10	100.00
	250C	15.00	100.00
	300C		
MORETI e PARRA (1983)	Caseína - germe de trigo (5 gerações)	23.42	78.28

* Populações diferentes.

TABELA 4. Mortalidade e viabilidade total, observadas na fase larval (lagarta + pré-pupa) de *H. virescens*, mantida em dietas artificiais à base de farinha de milho - germe de trigo - levedura de cerveja ("MGTL") e caseína - germe de trigo ("CGT"), por gerações sucessivas. Temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

Dietas	Gerações	Fases de mortalidade larval (%)			Total (%)	Viabilidade (%)
		Nas 24 horas iniciais	Em meio ao desenvolvimento	Em pré-pupa		
"MGTL"	F ₁	15	28	35	78	22
	F ₂	04	15	30	49	51
	F ₃	03	30	14	47	53
	F ₄	01	26	23	50	50
	F ₅	07	01	34	42	58
	Média	06	20	27.20	53.20	46.80
"CGT"	F ₁	23	57(41*)	00	80	20
	F ₂	02	18(01*)	06	26	74
	F ₃	38(7*)	08(03*)	01	47	53
	F ₄	18	42	02	62	38
	F ₅	15	21(01*)	04	50	50
	Média	19.20	31.20	2.60	53	47

* Percentual de tubos de dietas, contaminados por microorganismos.

TABELA 5. Duração da fase, proporção e razão sexual de pupas de *H. virescens*, provenientes de lagartas mantidas em dietas artificiais, à base de farinha de milho - germe de trigo - levedura de cerveja ("MGTL") e caseína - germe de trigo ("CGT"), por gerações sucessivas. Temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

Dietas	Gerações	Período pupal (dias)		P. sexual $\sigma : \varphi$	Razão sexual
		Média $\pm$ s*	I.V.**		
"MGTL"	F ₁	16.23 $\pm$ 4.01	14 - 19	1:1	0.50
	F ₂	15.57 $\pm$ 2.26	13 - 19	1:0.96	0.49
	F ₃	13.93 $\pm$ 1.80	11 - 17	1:1.24	0.55
	F ₄	13.80 $\pm$ 1.94	09 - 15	1:0.81	0.45
	F ₅	14.40 $\pm$ 2.04	13 - 16	1:0.93	0.48
	Total	14.79 $\pm$ 2.41	09 - 19	1:0.99	0.49
"CGT"	F ₁	16.06 $\pm$ 3.52	14 - 19	1:1.5	0.60
	F ₂	14.17 $\pm$ 4.40	12 - 17	1:0.74	0.42
	F ₃	13.88 $\pm$ 1.91	12 - 17	1:1	0.50
	F ₄	14.39 $\pm$ 2.21	12 - 16	1:0.73	0.42
	F ₅	15.17 $\pm$ 2.43	13 - 21	1:0.72	0.42
	Total	14.73 $\pm$ 2.89	12 - 19	1:0.94	0.47

* Erro padrão.

** Intervalo de variação.

TABELA 6. Peso de pupas de *H. virescens*, provenientes de lagartas mantidas em dietas artificiais, à base de farinha de milho - germe de trigo - levedura de cerveja ("MGTL") e caseína - germe de trigo ("CGT"), por gerações sucessivas. Temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

Dietas	Gerações	Peso de pupas (g)		Peso de pupas ♂ (g)		Peso de pupas ♀ (g)	
		Média $\pm$ s*	I.V.**	Média $\pm$ s	I.V.	Média $\pm$ s	I.V.
"MGTL"	F ₁	0.32 $\pm$ 0.06	0.23 - 0.37	0.32 $\pm$ 0.09	0.26 - 0.37	0.31 $\pm$ 0.09	0.23 - 0.36
	F ₂	0.29 $\pm$ 0.04	0.10 - 0.36	0.28 $\pm$ 0.06	0.18 - 0.36	0.29 $\pm$ 0.06	0.10 - 0.36
	F ₃	0.28 $\pm$ 0.04	0.12 - 0.38	0.29 $\pm$ 0.06	0.24 - 0.34	0.28 $\pm$ 0.05	0.12 - 0.38
	F ₄	0.27 $\pm$ 0.04	0.09 - 0.34	0.28 $\pm$ 0.05	0.14 - 0.34	0.26 $\pm$ 0.06	0.09 - 0.30
	F ₅	0.28 $\pm$ 0.04	0.16 - 0.35	0.29 $\pm$ 0.05	0.16 - 0.34	0.28 $\pm$ 0.06	0.20 - 0.35
Total		0.29 $\pm$ 0.05	0.09 - 0.38	0.29 $\pm$ 0.06	0.14 - 0.37	0.28 $\pm$ 0.06	0.09 - 0.38
"CGT"	F ₁	0.23 $\pm$ 0.05	0.16 - 0.30	0.22 $\pm$ 0.08	0.18 - 0.26	0.23 $\pm$ 0.08	0.16 - 0.30
	F ₂	0.18 $\pm$ 0.02	0.09 - 0.30	0.18 $\pm$ 0.03	0.10 - 0.25	0.18 $\pm$ 0.03	0.09 - 0.30
	F ₃	0.19 $\pm$ 0.03	0.09 - 0.27	0.19 $\pm$ 0.04	0.09 - 0.26	0.19 $\pm$ 0.04	0.12 - 0.27
	F ₄	0.18 $\pm$ 0.03	0.09 - 0.24	0.19 $\pm$ 0.04	0.12 - 0.24	0.16 $\pm$ 0.04	0.09 - 0.23
	F ₅	0.20 $\pm$ 0.03	0.10 - 0.31	0.19 $\pm$ 0.03	0.10 - 0.28	0.21 $\pm$ 0.05	0.12 - 0.31
Total		0.20 $\pm$ 0.03	0.09 - 0.31	0.19 $\pm$ 0.04	0.09 - 0.28	0.19 $\pm$ 0.05	0.09 - 0.31

* Erro padrão.

** Intervalo de variação.

TABELA 7. Duração da fase, peso e viabilidade de pupas de *H. virescens*, obtidas por diferentes autores em criações mantidas em dietas artificiais

Referências Bibliográficas	Fontes proteicas utilizadas	Fase de pupa		
		Duração (dias) média	Peso (g) média	Viabilidade (%) média
SHORRY e HALE (1965)	Feijão - levedura	13.30	0.29	74.00
GUERRA e OUYE (1968)	Caseína - germe de trigo	14.00	-	-
GUERRA et alii (1968)*	Caseína - germe de trigo	12 e 14.00	-	-
GUERRA (1970)*	Caseína - germe de trigo	13 a 15.00	0.28-0.39	-
RAULSTON e SHAVER (1970)	Caseína - germe de trigo	22.60	0.29	-
	BERGER, 1963 + sabugo de milho moído	24.50	0.28	-
SHAVER e RAULSTON (1971)	Caseína - germe de trigo (3 gerações)	21.67	0.28	88.33
	Farelo de soja torrado - germe de trigo (2 gerações)	21.90	0.29	87.00
	Farelo de soja - germe de trigo (2 gerações)	21.90	0.29	87.50
	Farinha de soja - germe de trigo (3 gerações)	21.40	0.29	92.67
PATANA e MCADA (1973)	Feijão - levedura	-	0.27	-
GUERRA e BHUIYA (1977)	Farelo de soja - germe de trigo	13.00	0.30	80.00
	Farelo de soja - óleo de germe de trigo	13.00	0.34	89.00
BREWER (1981)	Farelo de soja - óleo de milho	13.00	0.33	92.00
	Farelo de soja - germe de trigo (5 gerações)	9.57	0.28	98-99.00
SOUZA (1981)	Farelo de soja - óleo de milho (5 gerações)	9.18	0.29	98-99.00
	Germe de trigo - caseína			
	200C	34.50	0.18	33.00
	250C	16.19	0.17	76.00
	300C	12.00	0.16	70.00
	350C	9.33	0.16	30.00
NADGAUDA e PITRE (1983)	Germe de trigo (Bio-Mix 9781, Bio Serv.; Inc)			
	200C	15.00	0.29	100.00
	250C	12.80	0.30	100.00
	300C	8.20	0.31	96.00
MORETI e PARRA (1983)	Caseína - germe de trigo (5 gerações)	19.87	0.31	88.52

* Populações diferentes.

TABELA 8 - Mortalidade e viabilidade total, observadas na fase de pupa de *H. virescens*, mantidas em dietas artificiais à base de farinha de milho - germe de trigo - levedura de cerveja ("MGTL") e caseína - germe de trigo ("CGT"), por gerações sucessivas. Temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Dietas	Gerações	Mortalidades de pupas (%)		Total	Viabilidade %
		Com aberrações	Normais		
"MGTL"	F ₁	27.27	13.64	40.91	59.09
	F ₂	31.37	00.00	31.37	68.68
	F ₃	14.29	3.57	17.86	82.14
	F ₄	26.00	4.00	30.00	70.00
	F ₅	41.38	00.00	41.38	58.62
	Média	28.06	4.24	32.30	67.71
"CGT"	F ₁	10.00	00.00	10.00	90.00
	F ₂	13.70	12.33	26.03	73.97
	F ₃	13.46	3.85	17.31	82.69
	F ₄	13.16	00.00	13.16	86.84
	F ₅	30.00	10.00	40.00	60.00
	Média	16.06	5.24	21.30	78.70

TABELA 9. Parâmetros reprodutivos dos adultos de *H. virescens*, alimentados com solução de mel a 10%, provenientes de lagartas mantidas em dietas artificiais, à base de farinha de milho - germe de trigo - levedura de cerveja ("MGTL") e caseína - germe de trigo ("CGT"), por gerações sucessivas. Temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

Dietas	Gerações	Período de pré-oviposição (dias)		Número de posturas/♀		Número de ovos/♀	
		Média $\pm$ s*	I.V.**	Média $\pm$ s	I.V.	Média $\pm$ s	I.V.
"MGTL"	F ₁	3.50 $\pm$ 2.69	2 - 5	10.50 $\pm$ 8.75	9 - 12	807.00 $\pm$ 572.05	750 - 864
	F ₂	6.00 $\pm$ 2.55	2 - 13	8.13 $\pm$ 3.22	5 - 17	405.75 $\pm$ 198.48	50 - 1290
	F ₃	4.40 $\pm$ 1.28	3 - 7	11.00 $\pm$ 2.95	7 - 13	1179.00 $\pm$ 374.81	254 - 1903
	F ₄	4.50 $\pm$ 1.96	3 - 9	7.17 $\pm$ 3.44	3 - 14	437.67 $\pm$ 242.26	10 - 971
	F ₅	5.00 $\pm$ 1.38	4 - 6	4.43 $\pm$ 1.78	2 - 8	175.86 $\pm$ 87.75	10 - 419
	Total	4.68 $\pm$ 1.97	2 - 13	8.25 $\pm$ 4.02	2 - 17	601.06 $\pm$ 295.07	10 - 1903
"CGT"	F ₁	4.00 $\pm$ 2.82	-	8.50 $\pm$ 6.50	5 - 12	656.50 $\pm$ 502.35	385 - 928
	F ₂	4.10 $\pm$ 1.45	2 - 6	6.50 $\pm$ 1.40	3 - 9	406.90 $\pm$ 119.42	69 - 817
	F ₃	5.00 $\pm$ 1.56	3 - 6	3.71 $\pm$ 1.64	1 - 7	226.14 $\pm$ 129.05	4 - 414
	F ₄	4.40 $\pm$ 1.57	3 - 5	4.80 $\pm$ 2.17	3 - 7	246.60 $\pm$ 184.20	14 - 868
	F ₅	4.50 $\pm$ 3.20	4 - 5	2.50 $\pm$ 1.80	2 - 3	23.00 $\pm$ 17.46	14 - 32
	Total	4.40 $\pm$ 2.12	0 - 6	5.20 $\pm$ 2.70	1 - 12	311.83 $\pm$ 190.50	4 - 928

* Erro padrão.

** Intervalo de variação.

TABELA 10. Longevidade e parâmetros reprodutivos de *H. virescens*, obtidos por diferentes autores em criações mantidas em dietas artificiais

Referências Bibliográficas	Fontes protéicas utilizadas	Fase de adulto		
		Duração (dias) média	P.pré-oviposição (dias) média	Nº de ovos (fêmea) média
SHOREY e HALE (1965)	Feijão - levedura	12.35	-	816.00
GUERRA e OUYE (1968)	Caseína - germe de trigo	14.00	-	-
GUERRA et alii (1968)*	Caseína - germe de trigo	13 e 14.00	-	-
GUERRA (1970)*	Caseína - germe de trigo	-	-	182-197.00/dia
RAULSTON e SHAVER (1970)	Caseína - germe de trigo	-	-	-
BERGER, 1963 + sabugo de milho moído		17.55	-	584.00
SHAVIER e RAULSTON (1981)	Caseína - germe de trigo (3 gerações)	16.40	-	680.00
	Farelo de soja torrado - germe de trigo (3 gerações)	-	-	-
	Farelo de soja - germe de trigo (2 gerações)	-	-	-
	Farelo de soja - germe de trigo (3 gerações)	15.75	-	725.00
PATANA e MCADA (1973)	Farinha de soja - levedura	-	-	1172-1247.00
GUERRA e BHUIYA (1977)	Farelo de soja - germe de trigo	-	-	300.00/dia
	Farelo de soja - óleo de germe de trigo	-	-	295.00/dia
	Farelo de soja - óleo de milho	-	-	285.00/dia
BREWER (1981)	Farelo de soja - germe de trigo (5 gerações)	-	-	-
	Farelo de soja - óleo de milho (5 gerações)	-	-	-
SOUZA (1981)	Germe de trigo - caseína	-	-	-
	20°C	20.00	9.80	205.33
	25°C	11.31	6.14	130.57
	30°C	15.26	5.63	141.67
	35°C	2.14	-	0.00
NADGAUDA e PITRE (1983)	Germe de trigo (Bio-Mix 9781, Bio Serv.; Inc)	26.85	4.30	1457.90
	20°C	15.85	2.30	1400.60
	25°C	16.95	2.30	1126.50
MORETI e PARRA (1983)	Caseína - germe de trigo (5 gerações)	10.95	6.43	232.16

* Populações diferentes.

TABELA 11. Longevidade dos adultos de *H. virescens*, alimentados com solução de mel a 10%, provenientes de lagartas mantidas em dietas artificiais, à base de farinha de milho - germe de trigo - levedura de cerveja ("MGTL") e caseína - germe de trigo ("CGT") por gerações sucessivas. Temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

Dietas	Gerações	Longevidade do ♂ (dias)		Longevidade da ♀ (dias)	
		Média $\pm$ s*	I.V.**	Média $\pm$ s*	I.V.**
"MGTL"	F ₁	17.00 $\pm$ 12.21	14-20	15.00 $\pm$ 11.01	14-17
	F ₂	17.88 $\pm$ 6.35	11-24	15.63 $\pm$ 5.73	5-21
	F ₃	19.40 $\pm$ 5.28	16-26	15.30 $\pm$ 4.18	12-20
	F ₄	15.71 $\pm$ 6.02	7-23	13.00 $\pm$ 4.94	8-17
	F ₅	16.13 $\pm$ 6.00	9-26	12.50 $\pm$ 4.29	7-17
Total		17.22 $\pm$ 7.17	7-26	14.39 $\pm$ 6.03	5-21
"CGT"	F ₁	14.50 $\pm$ 10.26	14-15	12.00 $\pm$ 8.94	8-16
	F ₂	11.00 $\pm$ 2.73	4-15	11.30 $\pm$ 3.08	5-15
	F ₃	10.10 $\pm$ 4.08	6-16	9.60 $\pm$ 3.10	5-19
	F ₄	8.40 $\pm$ 2.38	7-11	8.90 $\pm$ 2.61	7-12
	F ₅	10.14 $\pm$ 4.39	8-12	9.86 $\pm$ 3.61	8-11
Total		10.83 $\pm$ 4.77	4-15	10.33 $\pm$ 4.27	5-19

* Erro padrão.

** Intervalo de variação.

TABELA 12. Período de incubação e viabilidade dos ovos produzidos por adultos de *H. virescens*, alimentados com solução de mel a 10%, provenientes de lagartas mantidas em dietas artificiais à base de farinha de milho - germe de trigo - levedura de cerveja ("MGTL") e caseína - germe de trigo ("CGT") por gerações sucessivas. Temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

Dietas	Gerações	Período de incubação (dias)		Viabilidade (%)	
		Média $\pm$ s *	I.V. **	Média $\pm$ s	I.V.
"MGTL"	F1	3.01 $\pm$ 0.07	2 - 3	59.31 $\pm$ 4.13	58 - 61
	F2	3.21 $\pm$ 0.06	3 - 4	13.45 $\pm$ 6.70	0 - 59
	F3	3.15 $\pm$ 0.03	2 - 4	31.11 $\pm$ 4.70	1 - 58
	F4	3.75 $\pm$ 0.07	3 - 4	9.74 $\pm$ 7.6	0 - 50
	F5	-	-	-	-
Total		3.28 $\pm$ 0.06	2 - 4	22.72 $\pm$ 4.62	0 - 61
"CGT"	F1	3.30 $\pm$ 0.03	3 - 4	14.19 $\pm$ 11.28	4.83 - 23.54
	F2	2.98 $\pm$ 0.07	2 - 3	17.54 $\pm$ 8.36	0 - 50
	F3	3.40 $\pm$ 0.28	3 - 4	3.76 $\pm$ 3.91	0 - 12.26
	F4	3.52 $\pm$ 1.49	2 - 4	5.00 $\pm$ 4.95	0 - 49.98
	F5	-	-	-	-
Total		3.30 $\pm$ 0.37	2 - 4	8.10 $\pm$ 5.70	0 - 50

* Erro padrão.

** Intervalo de variação.

TABELA 13. Período de incubação e viabilidade de ovos de *H. virescens*, obtidos por diferentes autores em criações mantidas em dietas artificiais

Referências Bibliográficas	Fontes protéicas utilizadas	Fase de ovo	
		P. de incubação (dias) média	Viabilidade (%) média
SHORRY e HALE (1965)	Feijão - levedura	3.30	43.00
GUERRA e OUYE (1968)	Caseína - germe de trigo	-	76.00
GUERRA et alii (1968)*	Caseína - germe de trigo	-	78 e 88.00
GUERRA (1970)*	Caseína - germe de trigo	-	79 e 89.00
RAULSTON e SHAVER (1970)	Caseína - germe de trigo	-	-
SHAVAR e RAULSTON (1971)	BERGER, 1963 + sabugo de milho moído	-	-
	Caseína - germe de trigo (3 gerações)	-	-
	Farelo de soja torrado - germe de trigo (2 gerações)	-	-
	Farelo de soja - germe de trigo (2 gerações)	-	-
	Farinha de soja - germe de trigo (3 gerações)	-	-
PATANA e MCADA (1973)	Feijão - levedura	-	-
GUERRA e BHUIYA (1977)	Farelo de soja - germe de trigo	-	76.00
	Farelo de soja - óleo de germe de trigo	-	78.00
	Farelo de soja - óleo de milho	-	75.00
BREWER (1981)	Farelo de soja - germe de trigo (5 gerações)	-	94-99.00
	Farelo de soja - óleo de milho (5 gerações)	-	94-99.00
SOUZA (1981)	Germe de trigo - caseína	-	-
	20°C	6.25	48.00
	25°C	4.83	49.00
	30°C	3.12	16.00
	35°C	-	-
NADGAUDA e PITRE	Germe de trigo (Bio-Mix 9781, Bio Serv.; Inc)	-	-
	20°C	-	64.90
	25°C	-	76.60
	30°C	-	58.30
MORETI e PARRA (1983)	Caseína - germe de trigo (5 gerações)	3.00	92.80

* Populações diferentes.

TABELA 14. Consumo e utilização de alimentos por lagartas de *H. virescens*, no máximo desenvolvimento da geração F₂, mantidas em dietas artificiais à base de farinha de milho - germe de trigo - levedura de cerveja ("MGTL") e caseína - germe de trigo ("CGT"). Temperatura de $24 \pm 6^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

Parâmetros nutricionais	Dietas artificiais	
	"MGTL"	"CGT"
	Média $\pm$ s*	Média $\pm$ s
Peso seco (g)		
Consumo bruto	0.55 ± 0.10	0.38 ± 0.04
Produção de fezes	0.34 ± 0.06	0.19 ± 0.04
Consumo líquido	0.21 ± 0.04	0.19 ± 0.04
Ganho de biomassa	0.12 ± 0.02	0.07 ± 0.02

* Erro padrão.

TABELA 15. Índices nutricionais alcançados por lagartas de *H. virescens*, no máximo desenvolvimento da geração F_2 , mantidas em dietas artificiais à base de farinha de milho - germe de trigo - levedura de cerveja ("MGTL") e caseína - germe de trigo ("CGT"). Temperatura de $24 \pm 6^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas

Índices nutricionais (%)	Dietas artificiais	
	"MGTL"	"CGT"
	Média $\pm$ s*	Média $\pm$ s
ECI	21.72 $\pm$ 4.51	18.49 $\pm$ 3.86
AD	38.68 $\pm$ 6.97	50.19 $\pm$ 10.36
ECD	56.15 $\pm$ 10.34	36.83 $\pm$ 7.54
Custo metabólico (100 - ECD)	43.85 $\pm$ 7.97	63.17 $\pm$ 12.87

* Erro padrão.