BIOLOGIA, NUTRIÇÃO QUANTITATIVA E CONTROLE DE QUALIDADE DE
POPULAÇÕES DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM DUAS DIETAS ARTIFICIAIS

DILEIMAR MACHADO NALIM

Bióloga

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Ciências - Área de Concentração: Entomologia.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Janeiro - 1991

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

Nalim, Dileimar Machado

N171b Biologia, nutrição quantitativa e controle de qua-
lidade de populações de Spodoptera frugiperda (J.E.
Smith, 1797)(Lepidoptera: Noctuidae) em duas dietas
artificiais. Piracicaba, 1991.
150p. ilustr.

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Lagarta-do-cartucho - Biologia 2. Lagarta-do-
cartucho - Dieta artificial 3. Lagarta-do-cartucho -
Nutrição 4. Lagarta-do-cartucho - População - Contro-
le de qualidade 5. Praga agrícola I. Escola Superior
de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 632.78

BIOLOGIA, NUTRIÇÃO QUANTITATIVA E CONTROLE DE QUALIDADE DE
POPULAÇÕES DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM DUAS DIETAS ARTIFICIAIS

Dileimar Machado Nalim

Aprovada em: 25.03.1991

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. José Roberto Postali Parra	ESALQ/USP
Prof. Dr. José Djair Vendramim	ESALQ/USP
Prof. Dr. Luis Amilton Foerster	UFPR/PR
Dr. Antonio Ricardo Panizzi	CNPSoja/EMBRAPA
Dr. Paulo Sérgio Machado Botelho	UFSCAR/São Carlos

Prof. Dr. José Roberto Postali Parra
Orientador

Aos meus afilhados

URGEL e FABRIZIO

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. José Roberto Postali Parra, professor Associado do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, Piracicaba, pela orientação segura e indispensável deste trabalho, amizade e apoio nas horas difíceis e pelos ensinamentos transmitidos para minha formação profissional.

À Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina-PR, e ao Departamento de Biologia Animal e Vegetal - Área de Zoologia, pela oportunidade de realização do Curso de Pós-Graduação.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/PICD), pela concessão de bolsa de estudos.

À minha mãe Leonor, meus irmãos: Dilson, Dilce, Wesley, Maria e Dione, cunhados e sobrinhos pelo estímulo.

À professora Dra. Mariza Regitano D'Arce do Departamento de Tecnologia de Alimentos (ESALQ) pela realização das análises de teor de lipídeos e ao professor Dr. Raul Machado Neto do Departamento de Zoologia (ESALQ) pela análise eletroforética dos insetos.

À Sra. Neide Graciano Zério, técnica do Laboratório de Biologia de Insetos, do Departamento de Entomologia-ESALQ, pela ajuda no preparo das dietas; e a todos que colaboraram na realização deste trabalho direta ou indiretamente.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	xvi
RESUMO	xix
SUMMARY	xxii
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1. Biologia de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith, 1797)	03
2.1.1. Em dieta natural	03
2.1.2. Em dieta artificial	11
2.2. Canibalismo	16
2.3. Controle de qualidade de população de laboratório	20
2.4. Nutrição quantitativa de <i>Spodoptera</i> spp....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1. Procedimentos gerais	28
3.1.1. Criação estoque	28
3.1.2. Preparação das dietas artificiais ..	30
3.2. Desenvolvimento biológico de <i>S. frugiperda</i> em duas dietas artificiais	32
3.2.1. Biologia comparada em duas dietas artificiais	32
3.2.2. Tabela de vida de fertilidade	35
3.3. Canibalismo de lagartas de <i>S. frugiperda</i> em diferentes substratos alimentares	36
3.3.1. Canibalismo em dietas artificiais e natural	36

3.3.2. Influência do espaço disponível no canibalismo de <i>S. frugiperda</i> no hospedeiro natural	39
3.4. Influência do substrato alimentar na coloração de ovos de <i>S. frugiperda</i>	39
3.5. Nutrição quantitativa	41
3.5.1. Consumo e utilização do alimento por lagartas de <i>S. frugiperda</i> em duas dietas artificiais, por gerações sucessivas	41
3.5.2. Capacidade de conversão protéica de <i>S. frugiperda</i> em duas dietas artificiais	43
3.5.3. Análise do teor de lipídeos de adultos de <i>S. frugiperda</i>	44
3.6. Controle de qualidade de insetos mantidos em duas dietas artificiais	45
3.6.1. Efeito das duas dietas artificiais sobre parâmetros biológicos	45
3.6.2. Consumo de área foliar por lagartas de <i>S. frugiperda</i> mantidas em duas dietas artificiais, em relação à dieta natural, por gerações sucessivas	48
3.6.2.1. Obtenção das plantas de milho.	48
3.6.2.2. Consumo de área foliar (cm ²) ...	48
3.7. Eletroforese em gel de poliacrilamida de <i>S. frugiperda</i> coletada em três localidades	51
3.8. Análise estatística	52
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
4.1. Biologia de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith, 1977) em duas dietas artificiais	54

	Página
4.1.1. Fase de larva	54
4.1.1.1. Duração e viabilidade	54
4.1.1.2. Número de instares e duração de cada instar	56
4.1.2. Fase de pré-pupa	62
4.1.2.1. Duração e viabilidade	62
4.1.3. Fase pupal	62
4.1.3.1. Duração, peso e viabilidade	
4.1.3.2. Razão sexual	71
4.1.4. Fase adulta	72
4.1.4.1. Longevidade	72
4.1.4.2. Duração dos períodos de pré-oviposição e oviposição ...	74
4.1.4.3. Postura e acasalamento	74
4.1.5. Fase de ovo	81
4.1.5.1. Duração e viabilidade	81
4.1.6. Deformação de pupas e adultos	81
4.1.7. Ciclo total (ovo-adulto): duração e viabilidade	83
4.2. Tabela de vida de fertilidade	84
4.3. Canibalismo de <i>S. frugiperda</i> mantida em dietas artificiais e natural	86
4.4. Coloração de ovos de <i>S. frugiperda</i> em dietas artificiais e natural	94
4.5. Nutrição quantitativa de <i>S. frugiperda</i> em três substratos alimentares por gerações sucessivas	101
4.5.1. Alimento Ingerido (I)	101
4.5.2. Alimento Assimilado (I-F)	104
4.5.3. Fezes produzidas (F)	104
4.5.4. Ganho de Biomassa (B)	105
4.5.5. Alimento Metabolizado (M)	105
4.5.6. Duração da fase larval (T)	105

4.6. Índices nutricionais	107
4.6.1. Taxa de consumo relativo (RCR)	107
4.6.2. Taxa de crescimento relativo (RGR) .	107
4.6.3. Taxa metabólica relativa (RMR)	109
4.6.4. Digestibilidade aproximada (AD)	109
4.6.5. Eficiência de conversão do ingerido (ECI)	110
4.6.6. Eficiência de conversão do digerido (ECD)	110
4.6.7. Custo metabólico	110
4.7. Capacidade de conversão protéica por lagar- tas de <i>S. frugiperda</i> e teor de lipídeos em adultos em duas dietas artificiais	115
4.8. Controle de qualidade de <i>S. frugiperda</i> por gerações sucessivas	119
4.8.1. Efeito de duas dietas artificiais so- bre parâmetros biológicos	119
4.8.1.1. Duração e viabilidade da fa- se larval	119
4.8.1.2. Duração e viabilidade da fa- se pupal	119
4.8.1.3. Peso de pupas	122
4.8.1.4. Deformações de pupas e adul- tos	122
4.8.1.5. Duração do período de incu- bação e viabilidade de ovos	127
4.8.2. Consumo de área foliar (cm ²) por <i>S.</i> <i>frugiperda</i> mantida em dieta artifi- cial e natural	127
4.9. Considerações gerais	129
5. CONCLUSÕES	134
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	136

LISTA DE TABELAS

TABELA Nº		Página
01	Composição das dietas artificiais utilizadas para criação de <i>S. frugiperda</i> em laboratório	31
02	Total de insetos observados e índices nutricionais calculados para <i>S. frugiperda</i> em duas dietas artificiais por gerações sucessivas . Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.	47
03	Duração e viabilidade da fase larval de <i>S. frugiperda</i> mantida em dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	55
04	Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração dos <u>ínstares</u> larvais de <i>S. frugiperda</i> com 6 <u>ínstares</u> mantida em dieta artificial à base de feijão e levedura de cerveja (Dieta A). Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.	58
05	Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração dos <u>ínstares</u> larvais de <i>S. frugiperda</i> com 7 <u>ínstares</u> mantida em dieta artificial à base de feijão e levedura de cerveja (Dieta A). Temperatura: $25 \pm 10\%$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	59

TABELA Nº

Página

06	Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração dos ínsta <u>res</u> larvais de <i>S. frugiperda</i> com 6 ínsta <u>res</u> mantida em dieta artificial a base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo (Dieta B). Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.	60
07	Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração dos ínsta <u>res</u> larvais de <i>S. frugiperda</i> com 7 ínsta <u>res</u> mantida em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo (Dieta B). Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.	61
08	Duração e viabilidade da fase de pré-pupa de <i>S. frugiperda</i> mantida em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.	63
09	Duração e viabilidade da fase pupal e razão sexual de <i>S. frugiperda</i> mantida em dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.	66
10	Duração e viabilidade da fase de pupa (fêmea) de <i>S. frugiperda</i> mantida em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.	67

TABELA Nº

Página

11	Duração e viabilidade da fase de pupa (ma- cho) de <i>S. frugiperda</i> mantida em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm$ 2°C ; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h 68	68
12	Peso médio de pupas (δ e φ) de <i>S. frugi-</i> <i>perda</i> criadas em duas dietas artifi- ciais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm$ 10% ; fotofase: 14h 69	69
13	Peso médio de pupas por sexo de <i>S. fru-</i> <i>giperda</i> mantida em duas dietas artifi- ciais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm$ 10% ; fotofase: 14h. 70	70
14	Longevidade de adultos de <i>S. fru-</i> <i>giperda</i> mantidas em duas dietas artifi- ciais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm$ 10% ; fotofase: 14h 72	72
15	Longevidade de fêmeas e de machos de <i>S.</i> <i>frugiperda</i> mantidos em duas dietas artifi- ciais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm$ 10% ; fotofase: 14h. 73	73
16	Duração dos períodos de pré-oviposição e oviposição de <i>S. frugiperda</i> mantida em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm$ 2°C ; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h 75	75

TABELA Nº

Página

17	Número médio de ovos por postura total de ovos por fêmea e número médio de posturas por fêmea de <i>S. frugiperda</i> mantida em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	77
18	Correlação entre número total de ovos de <i>S. frugiperda</i> determinado pelo método 1 (contagem total) e método 2 (contagem parcial), em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	78
19	Distribuição percentual de espermátóforos em fêmeas de <i>S. frugiperda</i> mantida em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.	80
20	Duração e viabilidade da fase de ovo de <i>S. frugiperda</i> mantida em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	82
21	Deformação de pupas e adultos de <i>S. frugiperda</i> mantida em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	83

TABELA Nº

Página

22	Duração do período ovo-adulto e <u>viabilidade</u> total de <i>S. frugiperda</i> mantida em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	85
23	Taxa líquida de reprodução (Ro), duração de cada geração (T), capacidade inata de aumentar em número (rm), razão finita de aumento (λ) de <i>S. frugiperda</i> mantida em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	87
24	Porcentagem de lagartas de <i>S. frugiperda</i> que apresentaram diferentes níveis de canibalismo em duas dietas artificiais e alimento natural (milho) em três densidades diferentes. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.	90
25	Viabilidade corrigida (%) para canibalismo de <i>S. frugiperda</i> mantida em duas dietas artificiais e alimento natural (milho) em diferentes densidades em relação a um padrão (1 lagarta/recipiente). Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.	91
26	Coloração e porcentagem de ocorrência de <i>S. frugiperda</i> mantida em três substratos alimentares. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.	95

TABELA Nº

Página

27	Duração do período de incubação e viabilidade dos ovos de diferentes cores de <i>S. frugiperda</i> mantida em três substratos alimentares. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	99
28	Peso seco do alimento ingerido (g) (I), alimento assimilado (g) (I-F) e fezes (g) (F) produzidas por lagartas de <i>S. frugiperda</i> mantidas em duas dietas artificiais, por três gerações. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h ..	102
29	Ganho de biomassa (g) (B), alimento metabolizado (g) (M) e duração do período larval (dias) (T) de <i>S. frugiperda</i> , em duas dietas artificiais por três gerações. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	106
30	Taxa de consumo relativo (g/g/dia) (RCR), taxa de crescimento relativo (g/g /dia) (RGR), taxa metabólica relativa (g/g/dia) (RMR) de lagartas de <i>S. frugiperda</i> em duas dietas artificiais, por três gerações. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.	108

TABELA Nº

Página

31	Digestibilidade aproximada (%) (AD), eficiência de conversão do ingerido (%) (ECI), eficiência de conversão do digerido (%) (ECD) e custo metabólico (%) de lagartas de <i>S. frugiperda</i> mantidas em duas dietas artificiais por três gerações. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h ...	111
32	Determinação da proteína total em dietas, lagartas e fezes de <i>S. frugiperda</i> mantida em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	115
33	Determinação do teor de lipídeos e água (%) em adultos de <i>S. frugiperda</i> mantidos em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h ..	117
34	Duração e viabilidade da fase larval de <i>S. frugiperda</i> mantida em duas dietas artificiais por 5 gerações sucessivas. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.	120
35	Duração e viabilidade da fase pupal (média de machos e fêmeas) de <i>S. frugiperda</i> , mantida em duas dietas artificiais por gerações sucessivas. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	121

TABELA Nº

Página

36	Duração e viabilidade de pupa (σ e ϕ) por sexo de <i>S. frugiperda</i> criada em duas dietas artificiais por 5 gerações sucessivas. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	123
37	Peso médio (σ e ϕ) de pupas e por sexo de <i>S. frugiperda</i> mantida em duas dietas artificiais por gerações sucessivas. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	124
38	Porcentagem total e tipos de deformações em pupas de <i>S. frugiperda</i> mantida em duas dietas artificiais por gerações sucessivas. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	125
39	Porcentagem total de adultos de <i>S. frugiperda</i> com deformações nas asas, mantida em duas dietas artificiais por gerações consecutivas. Temperatura: $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.	126
40	Duração do período de incubação e viabilidade dos ovos de <i>S. frugiperda</i> mantida em duas dietas artificiais por gerações sucessivas. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	128

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nº		Página
01	Placa de Petri com círculos de folhas de milho para estudos de consumo de <i>S. frugiperda</i> em laboratório	50
02	Período de transformação (%) de <i>S. frugiperda</i> em pré-pupa (A), pupa (B) e adultos (C) em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	64
03	Porcentagem de lagartas de <i>S. frugiperda</i> que apresentaram diferentes hábitos <u>ca</u> nibalísticos, em duas dietas artificiais e alimento natural e em três densidades populacionais. Temp. $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.	89
04	Número de cores de posturas de <i>S. frugiperda</i> mantida em duas dietas artificiais e em alimento natural. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	96
05	Porcentagem de diferentes cores de posturas de <i>S. frugiperda</i> mantida em duas dietas artificiais e alimento natural. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	97

FIGURA Nº

Página

06	Viabilidade de ovos (%) nas diferentes tonalidades da cor verde, em posturas de <i>S. frugiperda</i> mantida em duas dietas artificiais e alimento natural. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	100
07	Peso seco do alimento ingerido (g) (I), alimento assimilado(g) (I-F), ganho de biomassa (g) (B), alimento metabolizado (g) (M), fezes produzidas (g) (F) e duração do período larval(dias) (T) de <i>S. frugiperda</i> mantida em duas dietas artificiais, por três gerações. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase:14h.	103
08	Taxa de consumo relativo (g/g/dia) (RCR), taxa de crescimento relativo (g/g/ dia) (RGR), taxa metabólica relativa (g/g/dia) (RMR), digestibilidade aproximada (%) (AD), eficiência de conversão do ingerido (%) (ECI) e eficiência de conversão do digerido (%) (ECD) de lagartas de <i>S. frugiperda</i> mantidas em duas dietas artificiais por três gerações. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.	112
09	Custo metabólico (%) de <i>S. frugiperda</i> mantida em duas dietas artificiais, por três gerações. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	114

FIGURA Nº

Página

10	Porcentagem de proteína total em dietas, lagartas e fezes de <i>S. frugiperda</i> mantidas em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.	116
11	Porcentagem do teor de óleo e água em adultos de <i>S. frugiperda</i> mantidos em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	118
12	Consumo de área foliar (cm^2) por lagartas de <i>S. frugiperda</i> mantidas em duas dietas artificiais e em alimento natural. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h	130
13	Eletrofotograma de lagartas de <i>S. frugiperda</i> coletadas em três localidades diferentes (Tanquinho, Guaíra e Santa Cruz das Palmeiras, SP). Gel de poliacrilamida 7%, tampão tris-glicina pH 8,4, 1,5 mA por repetição, durante uma hora e trinta minutos. Revelação com amido Black 10B, 1% em ácido acético glacial	133

BIOLOGIA, NUTRIÇÃO QUANTITATIVA E CONTROLE DE QUALIDADE DE
POPULAÇÕES DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM DUAS DIETAS ARTIFICIAIS

Autora: DILEIMAR MACHADO NALIM

Orientador: PROF. Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

RESUMO

Com o objetivo de se definir uma dieta adequada para criação de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e desenvolver uma metodologia de estudo para comparação de dietas artificiais em laboratório, foram conduzidos estudos biológicos e nutricionais por gerações sucessivas nos Laboratórios de Biologia do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP) Campus de Piracicaba, São Paulo, Brasil, em condições controladas, mantidos a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Foram realizados estudos biológicos em duas dietas artificiais, uma à base de levedura de cerveja e feijão e outra contendo como fontes protéicas levedura de cerveja, germe-de-trigo e feijão, sendo os estudos nutricionais realizados por cinco gerações sucessivas, com o objetivo de se ava-

liar o efeito da dieta na qualidade do inseto produzido em relação ao alimento natural (milho).

Concluiu-se que, das duas dietas artificiais estudadas, aquela à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo, foi a mais adequada para a criação de *S. frugiperda*. Esta dieta readuziu a duração da fase larval, reduziu a porcentagem de insetos com 7 ínstarés e originou pupas mais pesadas; proporcionou também maior uniformidade no desenvolvimento da população, com as fêmeas realizando maior número de cópulas e adultos acumulando maior teor de lipídeos. Observou-se ainda que neste meio os insetos consumiram menos alimento e apresentaram maiores taxas de crescimento (RGR) e de conversão (ECI e ECD). Os maiores valores de R_0 (taxa líquida de reprodução) e λ (razão finita de aumento) confirmaram a melhor adequação desta dieta ao desenvolvimento da espécie.

Constatou-se que o comportamento canibal da espécie ocorreu independente do substrato alimentar utilizado (artificial ou Natural), e que este comportamento foi mais acentuado em alimento inadequado nutricionalmente.

Verificou-se que existe uma estreita correlação entre o método de contagem total dos ovos de *S. frugiperda* e aquele em que se conta apenas os ovos da camada externa da massa, multiplicando-se este valor pelo número de camadas existente (avaliação parcial). O alimento (natural ou artificial) afetou a coloração dos ovos de *S. frugiperda*, e sua via

bilidade, não alterando, no entanto, o período de incubação. A variedade de cores foi menor nos alimentos mais adequados nutricionalmente. A qualidade dos insetos mantidos sobre as duas dietas artificiais não sofreu alterações, baseando-se no consumo de área foliar de milho, ao longo das gerações.

BIOLOGY, QUANTITATIVE NUTRITION AND QUALITY CONTROL OF
POPULATIONS OF *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) IN TWO ARTIFICIAL DIETS

Author: DILEIMAR MACHADO NALIM

Adviser: Prof. DR. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

SUMMARY

Biological and nutritional studies were conducted for successive generations of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) in the Biology Laboratory of the Department of Entomology of Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" of the University of São Paulo, maintained at $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, RH of $60 \pm 10\%$ and photophase of 14 hours. The objective of this study was to define an adequate diet for rearing this insect in the laboratory.

Biological studies were carried out using two artificial diets, one based on yeast and beans and the other containing yeast, wheat germ, and beans as protein sources; nutritional studies were conducted with the objective of evaluating the effect of the diets as compared with natural feed-corn - on the quality of the insect produced.

The bean, yeast and wheat germ medium proved to be the most adequate of the two artificial diets under study for rearing *S. frugiperda*. It reduced the duration of the

larval phase, resulted in heavier pupae and in lower percentage of insects with 7 instars; it also allowed a higher uniformity in the development of the population, with female which effected a higher number of matings and adults accumulating a higher lipid content. It was also shown that insects fed on the bean, yeast and wheat germ diet consumed less food and showed higher growth (RGR) and conversion (ECI and ECD) rates. The higher R_0 (net reproduction rate) and λ (finite increase rate) confirmed the better suitability of this diet for the development of this species.

The cannibalistic behavior of the species occurred regardless of the food substract utilized - artificial or natural; also, this behavior is more pronounced when the food is nutritionally inadequate.

It was shown that there is a close correlation between the method of counting total number of eggs of *S. frugiperda* and that where only the eggs of the external layer of mass are counted and multiplied by the existing number of layers (partial evaluation). The color and viability of *S. frugiperda* eggs were affected by the diet (natural or artificial), however, the incubation period was not altered. Nutritionally adequate diets produced lesser color variety. The quality of the insects maintained on the two artificial diets did not suffer alterations based on the consumption of corn leaf area, along generations.

1. INTRODUÇÃO

O suprimento contínuo de insetos é de fundamental importância para resolução de aspectos básicos ou aplicados de programas de Manejo de Pragas (KOGAN, 1980). Embora seja possível esta obtenção ininterrupta de insetos em meios naturais, é exigida excessiva mão-de-obra, neste caso, para manipulação do material biológico e das espécies vegetais utilizadas na alimentação dos insetos durante todo o ano. Assim, o desenvolvimento de técnicas, que visem ao controle racional de diversas pragas tem sido facilitado, através do avanço de estudos de criação de insetos em meios artificiais (KOGAN, 1980 e SINGH, 1985). Como vantagem, estas dietas (meios) artificiais, além de propiciarem uma nutrição adequada para o desenvolvimento dos insetos, permitem diminuir grandemente a mão-de-obra nas criações.

Como a qualidade do alimento (mesmo natural) pode afetar a alimentação, crescimento, sobrevivência e dispersão dos insetos no campo (SPARKS, 1979; SCRIBER & SLANSKY Jr., 1981 e VALVERDE & SARMIENTO, 1987 a), torna-se imprescindível

nas criações de insetos (especialmente em dietas artificiais), um rigoroso controle de qualidade ao longo das gerações.

Assim, para que programas de controle sejam bem sucedidos, os insetos utilizados devem manter a qualidade inalterada em relação aos insetos selvagens, preservando sua constituição genética, bem como suas características fenotípicas (KOGAN, 1986 e LEPPLA & FISCHER, 1989).

Sendo *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) uma espécie polífaga, considerada praga de grande importância em todo o mundo, o presente trabalho tem por objetivo, a obtenção de conhecimentos sobre os aspectos biológicos e nutricionais deste inseto, em duas dietas artificiais, utilizadas em laboratórios do Brasil.

A qualidade do inseto produzido ao longo das gerações foi acompanhada, baseando-se na biologia, parâmetros nutricionais e consumo de área foliar dos insetos mantidos nas duas dietas, em relação ao alimento natural.

Desta forma, objetivou-se, selecionar uma dieta artificial mais adequada ao desenvolvimento do inseto, desenvolvendo uma metodologia baseada nas técnicas mencionadas, e levando-se também em consideração disponibilidade dos ingredientes da dieta no mercado brasileiro e facilidade de preparo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797)

2.1.1. Em dieta natural

Dentre os inúmeros trabalhos realizados com *S. frugiperda*, uma das primeiras citações na literatura é a de SMITH (1797), que faz referências à sua pupação no solo, relatando um período pupal de 12 dias.

DEW (1913) estudou a biologia deste inseto em condições de campo e laboratório, e observou que as mariposas colocam durante a noite uma média de 160 a 170 ovos, sobre folhas de gramíneas e algodoeiro, entre outras plantas. Neste estudo, o período de incubação foi, em média, de 3 dias, a duração da fase larval de 14 dias, a fase pupal de 10 dias e o ciclo total de 30 dias à uma temperatura média de 25°C.

SMITH (1921) observou em culturas de aveia, trigo e alfafa, um período de pré-oviposição de 3 dias, encontran

do, em média, períodos larval e pupal de 23 e 7 dias, respectivamente.

LUGINBILL (1928) verificou que, em milho, o número médio de ovos por fêmea é de 1393, com um número de posturas variáveis de 1 a 13, com cerca de 243 ovos em cada uma delas. O período de incubação foi mais influenciado pela temperatura do que pela umidade, ocorrendo um encurtamento do período nas temperaturas mais altas. O período larval variou de 12,1 a 29,7 dias e a fase pupal de 9 a 27 dias, dependendo das condições do ambiente. Os adultos tiveram a longevidade afetada pela alimentação e temperatura, sendo que as mariposas viveram 13,3 dias quando alimentadas com solução de mel ou açúcar em água e 3,35 dias quando não alimentadas.

HYNES (1942) criou o inseto em laboratório, e verificou que o período de incubação foi de 2 a 3 dias e o pupal de 8 dias.

FONSECA (1937 e 1943) referiu o milho, alfaça, capins, arroz e algodoeiro, como as culturas mais atacadas por *S. frugiperda*. O autor observou que as lagartas eclodiam 8 a 10 dias após a postura, sendo as durações das fases larval e pupal variáveis de 20 a 30 dias e 10 a 12 dias, respectivamente.

BERTELS & ROCHA (1950) verificaram que a maior ocorrência do inseto se dá em anos secos, de preferência so-

bre o milho, batata doce e outras hortaliças. Os autores verificaram também que, em função da temperatura, o período de incubação durou 10 dias e o período larval de 3 a 4 semanas. A duração da fase pupal foi de 2 semanas.

Dependendo do substrato alimentar em que são mantidas em laboratório (folhas de milho, sorgo, gramíneas na tivas e algodoeiro), lagartas de *S. frugiperda* apresentaram uma variação de 4 a 7 instares (DEW, 1913; HYNES, 1942; LEIDERMAN & SAUER, 1953; VELEZ & SIFUENTES, 1967; LUCCHINI, 1977; LORDELLO et alii, 1980; PENCOE & MARTIN, 1981; ALVAREZ & SANCHES, 1983; PITRE & HOGG, 1983). No entanto, CASTRO & PITRE (1988) não encontraram diferenças com relação ao número de instares de *S. frugiperda* coletadas no Mississippi e Honduras, criadas em milho e sorgo. Por outro lado, outros parâmetros biológicos diferiram significativamente entre as duas populações.

ETCHEVERRY (1957) trabalhando com *S. frugiperda* em diferentes temperaturas, verificou que a cópula ocorre à noite, no segundo dia após a emergência. Obteve um período de pré-oviposição a 15°C de 7 dias e de 3 dias a 22°C; o período larval foi de 30 a 35 dias a 15°C e de 12 a 24 a 22°C. O período de incubação foi de 3 a 4 dias para a maior temperatura e de 7 a 9 dias para a menor delas.

ESTRADA (1960) observou uma duração de 11 dias para a fase larval, 8 dias para a fase pupal e 4 dias para a longevidade de adultos. O inseto completou o ciclo de vida em um mês aproximadamente, podendo ocorrer, segundo o autor, até 12 gerações em um ano.

A biologia de *S. frugiperda* foi revisada por SPARKS (1979). Por outro lado, LUCCHINI (1977), também estudando a biologia do inseto sobre milho, enfatizou o efeito da luminosidade no desenvolvimento larval. A duração média do período de incubação foi de 3 dias e a fase larval de 14,67 dias. A fase de pupa foi significativamente diferente para machos e fêmeas, sendo de 11,8 a 10,17 dias, respectivamente. O ciclo evolutivo também variou de acordo com o sexo, sendo de 31,27 dias para machos e de 30,17 para fêmeas. As posturas tinham em média 205,8 ovos e a viabilidade era de 51,22%. O autor observou também que quando as lagartas foram criadas sem possibilidade de se protegerem da luz, o estágio larval foi aumentado para 16,2 dias e a mortalidade era alta (64,3%).

SIFUENTES (1967) comparando a resistência do milho e sorgo a *S. frugiperda*, constatou marcante preferência de oviposição e alimentação por plantas de milho. Por outro lado, PITRE et alii (1983) avaliaram a preferência para postura da espécie em 8 culturas diferentes. Segundo os resultados obtidos, a deposição dos ovos foi de 100% em algodoeiro e soja, 92% em sorgo e 70% em milho.

PITRE & HOGG (1983) verificaram, a 25°C, que lagartas alimentadas com folhas de algodoeiro ou soja, apresentavam um desenvolvimento mais longo e as pupas eram menos pesadas do que as lagartas que se alimentaram em milho.

CHANG et alii (1986) observaram o crescimento e desenvolvimento de *S. frugiperda* em 4 gramíneas. Destas, o

milho foi o hospedeiro mais favorável, promovendo um rápido ganho de peso, período de desenvolvimento mais curto e baixa mortalidade de larvas e pupas.

Estudando o mesmo inseto sobre milho a uma temperatura de 27°C e 77% de umidade relativa, VELEZ & SIFUENTES (1967) constataram um período de incubação de 4 dias e a fase larval de 21 a 22 dias. A longevidade dos adultos foi de 15 dias e o período de pré-oviposição de 5 dias.

FERRAZ (1982) observou que a idade da planta de milho não afetou a duração de nenhuma das fases imaturas da lagarta-do-cartucho, porém as melhores viabilidades foram apresentadas por insetos que se alimentaram de folhas com 45 dias de idade.

LYE & SMITH (1988) observaram que lagartas, pupas e adultos de *S. frugiperda*, criados com folhas de arroz (quando a planta tinha 5 folhas), tiveram peso menor do que as lagartas que se alimentaram com folhas mais novas (plantas com 3 folhas).

LEUCK & SKINNER (1970) encontraram um ciclo de vida para *S. frugiperda* de 28,3 dias, sendo a média do peso das pupas de 168 mg, quando o inseto era criado em "grama bermuda" 'Coastal' a 26,7°C e 85% de umidade relativa.

Genótipos de milho com diferentes graus de resistência interferiram significativamente na taxa de alimentação (WILLIAMS alii, 1983) e peso pupal de *S. frugiperda* (VENDRAMIM & FANCELLI, 1988).

A correlação entre o peso da pupa e fecundi-

dade de *S. frugiperda*, foi investigada por LEUCK & PERKINS (1972). Os autores associaram estes parâmetros com a resistência da planta hospedeira e observaram que o peso das pupas variou de 160 a 343,9 mg, com uma média de 382 a 1387 ovos por fêmea.

WISEMAN et alii (1981) em testes de laboratório, com diferentes genótipos de milho, observaram que no genótipo resistente 'MpSWCB-4' as lagartas consumiram após 8 dias, 21,5 cm² de área foliar e pesaram 77,5 mg. No genótipo susceptível, 'Cacahuacintle', o consumo foi de 72,4 cm² e a média de peso de 294,2 mg, quando mantidas à 29,5°C e umidade relativa de 85 ± 2%.

GARNER & LYNCH (1981) avaliando o consumo de folhas de amendoim, observaram que o consumo foliar médio por lagarta de *S. frugiperda* era de 94,56 cm². Os autores não observaram diferença significativa no consumo de área foliar e no tempo de desenvolvimento de machos e fêmeas, embora o peso das pupas de machos fosse maior.

SEN-SEONG et alii (1985) em estudos comparativos de sobrevivência, crescimento e reprodução de *S. frugiperda* criada em genótipos de milho resistente e susceptível, observaram que a sobrevivência das larvas eram afetadas e as pupas de fêmeas eram menos pesadas nos genótipos resistentes. No entanto, para duração, peso de pupas de machos, porcentagem de emergência de adultos, deformações, longevidade, fecundidade de fêmeas, não houve influência dos tra

tamentos. Por outro lado, os autores obtiveram um baixo valor de R_0 (taxa líquida de reprodução) para fêmeas criadas nos genótipos resistentes.

MELO & SILVA (1987) estudaram a influência de três cultivares de milho sobre a biologia de *S. frugiperda*, quando mantidas a uma temperatura de 23°C e 75 ± 10% de umidade relativa. Os autores concluíram que a variedade AG-28 proporcionou maior número de ínstar, pupas mais pesadas e maior período pupal, sendo que os outros parâmetros observados não sofreram influência das 3 variedades.

A fertilização do solo, também influi nos parâmetros relacionados à biologia do inseto. LYNCH (1984) observou que a fertilização do solo para *Cynodon dactylon* (L.) Pers. fez com que aumentasse a sobrevivência larval, o peso de lagartas com 10 dias, a taxa de desenvolvimento o peso de pupas de *S. frugiperda*.

OLIVEIRA (1987) estudou a influência do milho cultivado em solos com diferentes teores de alumínio no desenvolvimento da lagarta-do-cartucho do milho. O autor observou que a fase larval era mais curta quando as lagartas eram alimentadas com folhas de milho procedentes de solo com menor teor de alumínio; o quarto ínstar do inseto foi mais longo e mais sensível às variações nos teores de alumínio no solo, mostrando-se como o estágio mais adequado para se detectar diferenças neste tipo de estudo.

PASHLEY (1988) revisou as pesquisas de linhagens de *S. frugiperda* provenientes de diferentes hospedeiros (arroz, milho e gramíneas nativas). Para o autor existem linhagens de *S. frugiperda* com características genéticas, associadas com a planta hospedeira da fase larval. A taxa de desenvolvimento e o peso das pupas diferiram ~~consistently~~ nas linhagens provenientes do milho e arroz. A linhagem coletada em arroz se adaptou mais facilmente quando alimentada em arroz e gramínea nativa, em relação ao milho.

Em geral, os autores citam o solo como o local de pupação de *S. frugiperda* (DEW, 1913; HYNES, 1942; FONSECA, 1937 e 1943; LEIDERMAN & SAUER, 1953); no entanto, BURKHARDT (1952) observou lagartas desta espécie transformando-se em pupa nas espigas e no cartucho do milho.

Fêmeas de *S. frugiperda*, como todos os noctuídeos, realizam posturas à noite. As posturas, podem ser feitas, em campo, em diferentes locais das folhas. Assim, as massas de ovos podem ser encontradas na página inferior das folhas (SMITH, 1921; FONSECA, 1937 e 1943) ou na superfície superior das mesmas (HYNES, 1942). No entanto, THOMSON & ALL (1982) observaram massas de ovos do inseto em todas as partes da planta de milho doce. Segundo os autores, as regiões preferidas eram a superfície inferior da folha e a região proximal da folha com o talo.

Os ovos de *S. frugiperda* são postos em massas, sem nenhuma ordenação e com número variável de camadas (SMITH,

1921; FONSECA, 1937 e 1943; HYNES, 1942; ETCHEVERRY, 1957; ESCALANTE, 1974 e THOMPSON & ALL, 1982).

ESCALANTE (1974) em criação do inseto com folhas de milho, grãos tenros de milho e folhas de repolho branco em ambiente natural onde a temperatura e a umidade relativa do ar eram variáveis, obteve posturas em grupos desde 20 até mais de 100 ovos, e os adultos tinham uma longevidade de 10 a 15 dias.

COMBS Jr. & VALERIO (1980) estudaram lagartas de *S. frugiperda* criadas em laboratório sobre 4 variedades de gramíneas em 3 temperaturas. Os autores não observaram diferenças entre os hospedeiros e a produção de ovos, mas a 25°C ocorria o melhor desenvolvimento da espécie com o máximo de ovos depositados.

Poucas citações são encontradas na literatura com respeito à coloração dos ovos de *S. frugiperda*. Alguns autores citam que as massas de ovos variam do cinza claro ao esverdeado (LEIDERMAN & SAUER, 1953) e do verde claro para o marrom claro, escurecendo gradualmente (ETCHEVERRY, 1957 e VELEZ & SIFUENTES, 1967), sem tecerem considerações a respeito das causas dessas variações.

2.1.2. Em dieta artificial

GEORGE et alii (1960) em dieta artificial modificada, conseguiram o desenvolvimento de lagartas de último instar de *S. frugiperda* coletadas no campo.

MARQUEZ et alii (1963-1964) verificaram que o ciclo de vida da lagarta-do-cartucho foi menor para insetos criados sobre dieta artificial à base de germe-de-trigo e vitaminas do que para os insetos criados em folhas de milho.

Lagartas de *S. frugiperda* foram mantidas (durante 20 gerações por REVELO & RAUN (1964) sobre uma dieta artificial, proposta por Becton et alii¹. Os autores não observaram perda do vigor ou alterações no comportamento das lagartas ao longo das gerações, em relação às criadas em folhas de milho.

BOWLING (1967) constatou que a duração da fase larval de *S. frugiperda* foi de 31,2 dias, quando as lagartas foram criadas em dieta artificial a 25-28°C, UR de 85 ± 5% e fotofase de 14 horas. Nessas condições, as pupas pesaram, em média 432 mg e cada fêmea colocou 696 ovos.

BAILEY & CHADA (1968) comparando insetos criados sobre folhas de sorgo e em dieta artificial à base de germe-de-trigo e caseína, verificaram que os ciclos de vida de *S. frugiperda* foram de 35,6 e 35,0 dias, respectivamente. A média de ovos produzidos por fêmea foi de 849, nos insetos criados na dieta natural e de 868 para os insetos mantidos na dieta artificial.

¹ BECTON, A.J.; GEORGE, B.W.; BRINDLEY, T.A. Continuous rearing of European corn borer larvae on artificial medium. Iowa State J. Sci. 37: 163-72, 1962.

Criando a mesma espécie, também com dieta artificial à base de germe-de-trigo e soja, BURTON & PERKINS(1972) constatarem um período pupal de 13,45 dias e uma média de 1091 ovos por fêmea.

Testando nove modificações, das dietas desenvolvidas por Burton ² e ³, WISEMAN et alii (1984b) observaram que lagartas de *S. frugiperda* que se alimentaram das dietas que continham farinha de feijão, foram menos pesadas do que aquelas que se alimentaram das dietas que continham germe-de-trigo.

Com o objetivo de se observar o efeito do germe-de-trigo e vitaminas em dietas artificiais sobre alguns parâmetros biológicos de *S. frugiperda*, MIELITZ et alii (1986) concluíram que o germe-de-trigo teve uma influência marcante nas diferentes fases do inseto. As lagartas criadas em dietas com este componente foram mais pesadas (646,7 mg), as fases de larva, pré-pupa e pupa tiveram menor duração, e o peso de pupas foi maior. Quanto à solução vitamínica, não se evidenciaram efeitos deste componente sobre a espécie.

KASTEN Jr. et alii (1978) observaram que a dieta artificial à base de feijão e levedura, oferecia melhores

² BURTON, R.L. Mass rearing the fall armyworm in the laboratory. USDA, ARS (Ser.) 33-117, 12 pp, 1967.

³ BURTON, R.L. Mass rearing the corn earworm in the laboratory. USDA, ARS 33-134, 8 pp, 1969.

possibilidades de substituir o alimento natural (milho) em criações de laboratório, embora a dieta natural tenha encurtado o ciclo de *S. frugiperda*.

• Por outro lado, PARRA & CARVALHO (1984) desenvolveram estudos sobre a espécie a 25°C, 70% de UR e fotofase de 14 horas, em dieta artificial, testando 7 variedades de feijão, como variável na pesquisa. A variedade Carioca se mostrou mais adequada, proporcionando um encurtamento do ciclo total, uma maior viabilidade total em relação às demais, e pupas fêmeas 30% mais pesadas que a testemunha.

Em insetos da espécie, provenientes de uma criação massal, onde as lagartas eram alimentadas com dieta artificial proposta por Burton ², o ciclo total do inseto foi de 66 dias a 15°C e de 18,5 dias a 35°C (BARFIELD et alii, 1978).

Alguns autores fizeram referências comparativas sobre parâmetros biológicos de *S. frugiperda*, quando mantidas em plantas hospedeiras e em dieta artificial. Assim, PENCOE & MARTIN (1981) observaram que as pupas provenientes da dieta artificial proposta por Burton ³, eram mais pesadas (264,3 mg), a duração larval era menor (16 dias), e as lagartas "passaram" por 6 ínstaes, enquanto que nas 16 plantas hospedeiras testadas, o número de ínstaes variou de 6 a 8, mostrando, neste caso, uma inadequação nutricional.

PANTOJA et alii (1987) em estudo sobre desenvolvimento, longevidade e reprodução de *S. frugiperda* prove-

nientes de Porto Rico (América Central) e da Louisiana (EUA), alimentadas com dieta artificial à base de feijão e levedura e em dieta natural (folhas de arroz), observaram que as lagartas originárias de Porto Rico se desenvolviam mais lentamente do que as da Louisiana, assim como as pupas eram menos pesadas nos dois substratos alimentares quando provenientes deste local. Esta diferença não era estendida a longevidade dos adultos ou a outros parâmetros biológicos, mas na geração seguinte as lagartas eram menores. Os dados relativos ao desenvolvimento não foram influenciados pela dieta e os resultados obtidos, sugerem uma possível diferença genética entre as duas populações, indicando algum grau de isolamento reprodutivo.

Por outro lado, QUISENBERRY & WHITFORD (1988) relataram que linhagens de *S. frugiperda* coletadas em milho, e criados sobre uma dieta artificial à base de feijão e germe de-trigo, apresentaram pupas significativamente mais pesadas do que quando coletadas em arroz. As progênes das linhagens de milho e de arroz, possuíam pesos larvais e sobrevivência similares, mas os dois diferiram significativamente no peso pupal e no tempo de desenvolvimento, quando estes foram criados sobre dieta artificial.

Alguns pesquisadores observaram alterações no desenvolvimento de *S. frugiperda*, quando extratos de plantas hospedeiras foram adicionados à dieta artificial.

Assim, WISEMAN et alii (1987a) incorporaram a uma dieta artificial para a lagarta-do-cartucho, sementes de dois genótipos de sorgo em vários estágios de desenvolvimen-

to. Para os autores, as lagartas criadas no genótipo de sorgo resistente foram menores, devido a uma inadequação nutricional do mesmo.

ISENHOOR et alii (1985) em estudos comparativos com o mesmo inseto, alimentado com dieta artificial acrescida a uma mistura de folhas de milho, observaram que o período de desenvolvimento das lagartas era diferente para três temperaturas testadas. O peso das lagartas era significativamente maior a 30°C, após 8 e 12 dias de alimentação. O período pupal foi de 25,6 dias a 25°C e de 15,6 dias quando criadas a 30°C.

Em estudos realizados sobre o desenvolvimento larval e a fecundidade de *S. frugiperda* em 5 gramíneas e sobre uma dieta artificial, PENCOE & MARTIN (1982) observaram que o alimento afetou o ritmo de postura da espécie. As fêmeas criadas sobre as 5 plantas hospedeiras, colocaram mais ovos no primeiro dia de oviposição, enquanto que naquelas criadas em dieta artificial o pico de oviposição ocorreu no segundo dia.

LYNCH et alii (1983) obtiveram estreita correlação entre o peso e número de ovos colocado, em massa, por *S. frugiperda* criada em dieta artificial em laboratório.

2.2. Canibalismo

Um dos principais problemas da criação de *S. frugiperda* em laboratório, é o canibalismo da espécie (BERTELS & ROCHA, 1950; LEIDERMAN & SAUER, 1953; ETCHEVERRY, 1957; ESCALANTE, 1974 e RAFFA, 1987).

A ocorrência do canibalismo em populações naturais foi discutida por alguns pesquisadores. FOX (1975a) referiu-se a alguns fatores que podem afetar o canibalismo, tais como: alimento, densidade populacional, disponibilidade de indivíduos vulneráveis e estresse. Além destes fatores, outros devem ser levados em consideração, pois sendo o canibalismo um fenômeno comum em muitas populações, pode influenciar a estrutura da população, biologia e competição. Esta importância pode ser estendida aos aspectos ecológicos e evolucionários de diferentes grupos de animais. O comportamento canibal, geralmente tem base genética mas é controlado ou induzido pelo ambiente. Portanto, canibalismo não é um comportamento aberrante, limitado a confinamentos ou a populações estressadas, mas sim uma resposta normal a muitos fatores ambientais (FOX, 1975a e POLIS, 1981).

Segundo POLIS (1981) as populações canibais são mais resistentes, porque os sobreviventes de uma população reduzida por canibalismo são mais vigorosos do que os sobreviventes de uma população onde não houve competição entre indivíduos.

Segundo FOX (1975b) o sucesso da continuidade de uma população, por gerações sucessivas, não está limitado diretamente pelo alimento, mas também por algum mecanismo intermediário que preserve a qualidade e a sobrevivência dos indivíduos. Assim, JOYNER & GOULD (1987) referiram-se à utilização de tecidos animais como fonte de nutrição (principalmente de proteínas) em certos estágios de desenvolvimento, de populações de aranhas e insetos. Segundo os auto-

res, esse processo é uma estratégia natural para a aquisição de nutrientes necessários para o crescimento, sobrevivência e reprodução.

Revisando alguns trabalhos sobre canibalismo, POLIS (1981) observou que podem ocorrer diferenças fenotípicas (polifenismo canibalístico) no comportamento, morfologia, crescimento e biologia entre formas canibais e não canibais numa mesma população. Segundo o autor, há evidências de que o fenótipo canibal é induzido por fatores relacionados com a dieta do animal, aumentando a estabilidade e diminuindo a probabilidade de extinção da população. Assim, os sobreviventes canibais são melhor alimentados e têm maior capacidade de contribuir nas gerações seguintes.

JOYNER & GOULD (1985) criaram lagartas de *Heliothis zea* (Bod., 1850) em dieta artificial. Em adição à dieta, eram oferecidas lagartas da espécie. Os insetos criados neste meio, tiveram um desenvolvimento rápido, alta sobrevivência e elevado peso pupal, comparados às lagartas mantidas na mesma dieta, mas onde não eram oferecidas lagartas.

RAFFA (1987) relatou que *S. frugiperda* apresentou uma taxa de canibalismo maior quando se alimentou de feijão em relação ao milho.

O canibalismo nos insetos pode ser variável em função do sexo RICH (1956 ; MERTZ & CAWTHON 1973) disponibilidade de alimento (DIMETRY 1974 ; FOX 1975a,b ; JOYNER & GOULD 1987) e espaço (FOX 1975a,b ; JOYNER & GOULD, 1987).

As vantagens e desvantagens do comportamento canibal são balanceadas em oposição a outros fatores que podem afetar a sobrevivência da população. Em alguns casos, a desvantagem do canibalismo pode ser menos severa do que as conseqüências da falta de alimento ou de uma reprodução deficiente, causada por uma nutrição inadequada (FOX, 1975a).

Segundo JOYNER & GOULD (1987) em muitas espécies, o ganho nutricional do consumo de tecidos animais, se manifesta através de um desenvolvimento mais rápido, aumento na taxa de sobrevivência, no tamanho e na fecundidade dos indivíduos. No entanto, para os autores, faltam informações sobre a fisiologia nutricional associada ao canibalismo.

2.3. Controle de qualidade de populações de laboratório

Recentemente, avanços nas técnicas de criação têm possibilitado a criação em larga escala de muitas espécies de insetos. Concomitantemente, tem-se notado alterações fisiológicas e comportamentais nestes insetos. Assim, linhagens criadas em laboratório podem apresentar diferenças importantes comparadas com insetos selvagens (BOLLER, 1972; CHAMBERS, 1977; BARTLETT, 1984 e LEPPLA, 1986).

BOLLER (1972) revisou a situação e os objetivos da criação massal de insetos, quanto ao aspecto comportamental dos insetos produzidos. Observou que uma baixa adaptação nas primeiras gerações ou um declínio uniforme no início da criação em dieta artificial, seguido por um aumento na produção após a 5ª ou 7ª gerações, indicam alguma alteração drástica. O insucesso durante os primeiros estágios da colonização sugere que a linhagem selvagem não é adaptada às condições de laboratório e que uma seleção intensa ocorre em F_1 e que nas gerações seguintes os indivíduos se adaptam às novas condições. Esse fenômeno para o autor, pode ser o resultado de uma seleção fisiológica individual compatível com a dieta artificial.

Revisando trabalhos sobre controle de qualidade em criação massal de insetos, CHAMBERS (1977) relatou que programas de liberação de insetos têm que ser precedidos de estudos sobre a fisiologia, etologia e ecologia dos indiví-

duos produzidos. Para o autor, programas que envolvem liberações de insetos, devem envolver duas etapas: a primeira delas relacionada à produção e a segunda, à avaliação da performance dos insetos produzidos.

Os princípios de controle de qualidade total em populações de insetos para sua utilização em Manejo de Pragas, foram discutidos por LEPPLA & FISCHER (1989) e por LEPPLA & ASHLEY (1989), onde os últimos autores sugerem um modelo para Lepidoptera baseando-se em *S. frugiperda*.

Vários parâmetros podem ser utilizados, para se avaliar a qualidade da população, em uma criação massal de insetos, tais como: produção de ovos, tamanho, peso e viabilidade das fases imaturas, deformações morfológicas, razão sexual, taxa de emergência, fertilidade, número de acasalamentos, fecundidade, ritmo de alimentação larval, irritabilidade, taxa de dispersão, respostas à luminosidade, feromônios e longevidade (CHAMBERS, 1977 ; KOGAN, 1986, VALVERDE & SARMIENTO, 1987a,b ; CALKINS et alii, 1988 e LEPPLA & ASHLEY, 1989).

Alterações na estrutura genotípica de uma população devem ser levadas em consideração em criações de laboratório. Assim, uma linhagem pode ser bem adaptada ao laboratório, mas não ser competitiva em condições de campo (MACKAUER, 1972 ; BARTLETT, 1984). Segundo RAULSTON (1975) populações selvagens e de laboratório de *Heliothis virescens* (Fabr., 1781) foram comparadas por sete gerações consecutivas, e os resultados demonstraram que a linhagem adaptada ao laboratório, apre

sentou maior porcentagem de acasalamento e copulou mais do que a linhagem selvagem, sugerindo que a oviposição é controlada geneticamente.

Observações dos parâmetros biológicos também são importantes para se avaliar a qualidade dos insetos produzidos.

LEPPLA et alii (1980) avaliaram por 10 gerações sucessivas alterações no comportamento e desenvolvimento de *Trichoplusia ni* (Hueb, 1802). Os autores observaram que as linhagens selvagem e de laboratório diferiram nas taxas de acasalamento e viabilidade de ovos.

2.4. Nutrição quantitativa de *Spodoptera* spp.

A fisiologia, comportamento, ecologia e evolução de um inseto são afetadas grandemente por fatores nutricionais. Assim, a qualidade e a quantidade de alimento consumido por uma lagarta, afetam sua performance (taxa de crescimento, tempo de desenvolvimento, peso final, dispersão e sobrevivência) e em outros casos, afetam também a atividade dos adultos (fecundidade, fertilidade e dispersão) (SCRIBER & SLANSKY Jr., 1981 e SLANSKY Jr., 1982).

Os métodos para se medir o consumo e utilização de alimentos por insetos em dietas naturais, foram discutidos por WALDBAUER (1968). Esse autor padronizou as informa

ções existentes para insetos, pois até então o método causava alguma confusão, pois os índices eram derivados da nutrição de vertebrados.

No entanto, algumas alterações foram propostas na terminologia estabelecida por WALDBAUER (1968), por SCRIBER & SLANSKY Jr. (1981), quando revisaram e atualizaram a bibliografia sobre o assunto.

PARRA (1979) considerou que devido às dificuldades técnicas na medição dos parâmetros necessários à avaliação do consumo e utilização dos alimentos, a nutrição quantitativa tem sido pouco estudada, embora as exigências nutricionais dos insetos sejam bem conhecidas do ponto de vista qualitativo. Entretanto, nos últimos anos, alguns pesquisadores têm dado maior atenção à nutrição quantitativa de insetos, considerando as variações do alimento e as pressões seletivas que o meio exerce sobre uma população e que resultam em adaptações para consumo e utilização do alimento (SLANSKY Jr., 1982 e SLANSKY Jr. & SCRIBER, 1985).

SLANSKY Jr. & SCRIBER (1985) observaram que, em condições naturais, o inseto "avalia" o ambiente e "decide" através de respostas fisiológicas, genéticas e comportamentais o consumo e utilização de alimento através da manutenção, compensação e indução.

Segundo estes autores, a qualidade e a quantidade do alimento ingerido pelo inseto, podem influenciar não somente a fase em que ocorre a ingestão como também a fase sub-

seguente. O alimento ingerido pela larva pode afetar sua taxa e tempo de desenvolvimento, peso final do corpo, capacidade de dispersão e probabilidade de sobrevivência, influenciando às vezes, também a performance do adulto. No caso do adulto, o alimento ingerido pode influenciar a habilidade de dispersão e acasalamento, reprodução e probabilidade de sobrevivência, afetando, em muitos casos, a larva da segunda geração.

SCRIBER (1982) em estudos realizados com *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) criada em diferentes hospedeiros, observou que a taxa de consumo, eficiência de alimentação e crescimento larval não são características específicas, populacionais ou mesmo individuais, dependendo também de aleloquímicos e da qualidade nutricional da planta.

MANUWOTO & SCRIBER (1985) após verificarem o consumo e a utilização do alimento em 3 genótipos de milho, na alimentação da broca do milho *Ostrinia nubilalis* Hübner, concluíram que a espécie foi afetada por fatores nutricionais ou pela variação de aleloquímicos presentes nas plantas.

Em estudos de biologia, visando o consumo e a utilização do alimento por *Spodoptera littoralis* (Boisduval) em diferentes hospedeiros naturais, DUODU & BINEY (1981) observaram uma inadequação nutricional dos hospedeiros, manifestando-se em elevada digestibilidade (AD) e baixa eficiência de conversão do digerido (ECD).

SOO-HOO & FRAENKEL (1966a) observaram que lagar

tas de *S. eridania* aceitaram inicialmente muitas plantas de diferentes famílias, mas as consumiram com diferentes intensidades e tiveram desenvolvimento larval desigual em todas elas. Os mesmos autores (1966b) estudaram a taxa de ingestão, digestibilidade e a eficiência de conversão do ingerido e do digerido no 5º ínstar em 18 espécies vegetais diferentes. Os autores concluíram que uma planta adequada para o inseto se alimentar seria aquela que apresentasse uma correlação inversa entre o consumo do alimento e a eficiência de utilização.

SCRIBER (1982) trabalhando com *S. eridania*, estudou o efeito da alimentação dos primeiros ínstaes sobre o consumo, assimilação e conversão de biomassa vegetal nos ínstaes subsequentes. Nos três hospedeiros com diferentes graus de preferência o autor não observou diferença significativa na digestibilidade. Entretanto, os insetos apresentaram sensível aumento na eficiência de utilização do nitrogênio.

* O acúmulo de nitrogênio em *Beta vulgaris* L. afetou a performance de *Spodoptera exigua* (Hübner), levando a maiores valores de AD, ECI e ECD, segundo AL-ZUBAIDI & CAPINERA (1983). Por outro lado, TABASHNIK & SLANSKY Jr. (1987) relataram que os insetos mastigadores têm desenvolvido estratégias para compensar as deficiências ou alterações nos teores de nitrogênio em vegetais. A mais comum, que os autores observaram foi um decréscimo na eficiência de utilização do nitrogênio, o qual é compensado com uma maior ingestão do alimento.

OLIVEIRA (1987) observou em solos com diferentes teores de alumínio, que o consumo e a eficiência de utilização do alimento foi diferente em lagartas de *S. frugiperda*, dependendo da nutrição do solo onde as folhas de milho foram produzidas. Em solos com baixo teor de alumínio, o alimento foi mais adequado, pois foi menos consumido e melhor digerido pelas lagartas, apresentando ainda menor custo metabólico.

O consumo e a utilização do alimento por *S. frugiperda* no 6º instar, criadas em sete variedades de gramíneas com diferentes percentuais de proteína, foram avaliados por QUISENBERRY & WILSON (1985). Os autores observaram que as variedades, com altos percentuais de proteína, diminuíram a taxa de consumo do inseto, aumentando ou mantendo a taxa de eficiência do alimento ingerido e do digerido.

CRÓCOMO & PARRA (1985) estudaram o consumo e a utilização de milho, trigo e sorgo por *S. frugiperda*. Foi verificado que as lagartas apresentaram capacidade de compensar as dificuldades de utilização encontradas nos diferentes hospedeiros e manter a performance de desenvolvimento. As lagartas mantidas em trigo apresentaram as mesmas taxas de consumo e custo metabólico e as maiores eficiências de conversão do alimento ingerido e do digerido. O ganho de biomassa foi semelhante nos três hospedeiros, sendo o custo metabólico maior quando as lagartas se alimentaram de milho. Assim, o trigo foi o alimento que apresentou melhores característi-

cas nutricionais e o milho foi o hospedeiro que mais afetou a fisiologia e o comportamento alimentar das lagartas.

PARRA & CARVALHO (1984) avaliaram o crescimento e nutrição de *S. frugiperda* em dietas artificiais à base de feijão e levedura, comparando sete variedades dessa leguminosa e concluíram que houve diferença nos índices nutricionais em função da variedade de feijão utilizada.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Biologia do Departamento de Entomologia, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), campus de Piracicaba, SP, mantido à temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, com a espécie *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae).

3.1. Procedimentos Gerais

3.1.1. Criação Estoque

Os experimentos relativos à observação dos parâmetros biológicos, foram conduzidos com insetos coletados em uma plantação de milho (variedade não identificada) localizada no município de Tanquinho, SP, durante o mês de janeiro de 1987.

As lagartas de *S. frugiperda* (de diferentes idades) coletadas no campo, foram trazidas para o laboratório, sendo individualizadas em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro e 8,0 cm de altura), tampados com algodão hidrófugo e alimentadas com folhas de milho da mesma cultura onde se realizaram as coletas dos insetos. As folhas, que serviram de alimento, eram lavadas em água corrente, retirando-se o excesso de água com uma toalha, antes de serem cortadas em pedaços (com tesoura) e oferecidas às lagartas.

Diariamente, o alimento era renovado, até a metamorfose em pupas. Estas eram mantidas em tubos de vidro semelhantes aos citados anteriormente, e separadas por sexo, segundo BUTT & CANTU (1962). Os adultos emergidos eram colocados em gaiolas cilíndricas de PVC de 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura, fechadas nas extremidades por uma placa de Petri de 16 cm de diâmetro. Cada gaiola era revestida internamente por papel jornal, colocando-se um casal de *S. frugiperda* emergido no mesmo dia. Como alimento, era oferecida solução aquosa de mel a 10%, colocada em um recipiente de vidro, com tampa de alumínio ou plástico com um orifício na parte central. Através deste orifício, era colocado um rolo dental Johnson's[®] que umidecido com o líquido do recipiente, permitia a alimentação do inseto. O alimento era renovado diariamente, para que não houvesse problemas de contaminação e fermentação por microorganismos.

As posturas eram recolhidas do papel jornal que revestia as gaiolas e as massas de ovos eram colocadas, sobre papel de filtro umidecido com água destilada, mantidas em placas de Petri de 9,5 cm de diâmetro até a eclosão das lagartas.

3.1.2. Preparação das dietas artificiais

As dietas foram preparadas conforme procedimento descritos por PARRA (1979). A quantidade de água utilizada para dissolver o ágar e os demais ingredientes, variou entre 50 a 70% do total utilizado. O feijão, variedade Carioca, usado nas duas dietas estudadas, foi cozido previamente, sendo a água do cozimento utilizada no preparo da dieta.

Após o preparo das dietas, estas foram colocadas ainda quentes nos tubos de vidro, com fundo chato (2,5 cm de diâmetro por 8,0 cm de altura), tampados previamente com algodão hidrófugo e esterilizados durante 2 horas em estufa à 120°C.

A quantidade de dieta colocada era aproximadamente de 1/3 do comprimento do tubo de vidro.

Foram consideradas para avaliação no presente estudo, duas dietas básicas citadas na literatura para *S. frugiperda*, com algumas modificações na sua composição original.

As dietas utilizadas foram as de BOWLING (1967) modificada por KASTEN Jr. et alii (1978), à base de feijão e levedura de cerveja que constituiu o tratamento A, e a dieta modificada de PERKINS et alii (1973), à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo, constituindo o tratamento B (Tabela 1).

Tabela 1. Composição das dietas artificiais utilizadas para criação de *S. frugiperda* em laboratório.

Componentes	Dieta	
	A*	B*
ágar	9,0 g	25,5 g
feijão (variedade Carioca)	100,0 g	165,0 g
germe-de-trigo	-	79,2 g
levedura de cerveja	15,0 g	50,5 g
ácido ascórbico	1,5 g	5,1 g
ácido sórbico	0,5 g	1,65g
metil-p-hidroxibenzoato (nipagin)	1,0 g	3,15g
água	625,0 ml	1195,0 ml
formaldeído 10%	-	12,5 ml
formaldeído 37%	1,0 ml	-

* Quantidade suficiente para 100 tubos de dieta.

3.2. Biologia comparada de *S. frugiperda* em duas dietas artificiais

A fim de evitar endogamia, eram retirados cerca de 30 ovos da primeira postura de cada gaiola de acasalamento da criação estoque, para dar início à pesquisa.

Devido a existência de canibalismo, as lagartas que eclodiram eram individualizadas, com auxílio de um pincel fino, em tubos contendo as dietas A e B (Tabela 1). Os tubos eram mantidos em prateleiras de madeira, em posição levemente inclinada, com a tampa de algodão voltada para baixo (PARRA, 1986).

Os parâmetros biológicos observados, para cada tratamento, foram os seguintes:

- . Fase de larva: - duração do período
viabilidade
número de ínstar e
duração de cada ínstar
- . Fase de pré-pupa: - duração do período
- viabilidade
- . Fase de pupa: - duração do período
- peso com 24 horas de idade
- viabilidade
- razão sexual
- porcentagem de deformação

. Fase adulta:

- longevidade de machos e fêmeas
- período de pré-oviposição
- período de oviposição
- número de posturas por fêmea
- número de ovos por fêmea/postura
- total de ovos por fêmea
- número de cópulas (medido pelo número de espermatóforos na bolsa copuladora das fêmeas)
- porcentagem de deformação (asas)

. Fase de ovo: - período de incubação
- viabilidade

. Ciclo total: - duração
- viabilidade

Os experimentos relativos à biologia foram iniciados, com 117 lagartas para o tratamento A (fontes protéicas: feijão e levedura de cerveja) e 119 lagartas para o tratamento B (fontes protéicas: feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo). Deste total, utilizaram-se 20 lagartas por tratamento para determinação do número de ínstaes, medindo-se diariamente a largura da cápsula cefálica dessas lagartas, através de uma ocular graduada acoplada a um microscópio este reoscópico.

Foi considerado início da fase de pré-pupa quando as lagartas começavam a mudar a cor do tegumento (coloração rosada) e paravam de se alimentar.

Após esta fase, as pupas já formadas foram retiradas dos tubos com dieta e transferidas para tubos limpos, sendo separadas por sexo (BUTT & CANTU, 1962), pesadas com 24 horas de idade, avaliando-se a razão sexual através da fórmula:

$$rs = \frac{\text{♀}}{\text{♀} + \text{♂}}$$

Após a emergência, foram separados 20 casais de mesma idade por tratamento, para obtenção dos dados relativos à fase adulta.

Os casais foram mantidos em gaiolas de PVC, revestidas internamente por papel jornal, o qual servia de substrato de postura, sendo os ovos retirados e contados diariamente.

O método de contagem dos ovos, foi o mesmo utilizado por LEUCK & PERKINS (1972), realizando-se a contagem do número de ovos na camada superior e multiplicando-se este valor pelo número de camadas existentes na postura, adicionando-se os ovos contados nas bordas das camadas subsequentes.

Objetivando-se determinar a validade desta técnica, 12 posturas da dieta A e 22 posturas da dieta B foram analisadas, comparando-se este método com aquele no qual os ovos foram contados na sua totalidade, individualizando-os através de um pincel fino. A comparação entre os dois métodos foi feita através de uma análise de correlação.

Para a determinação da viabilidade de ovos e do período de incubação, foi considerada a primeira postura por casal de cada tratamento, num total de 18 repetições. Em cada postura foi retirada, com um pincel fino, sob microscópio estereoscópico, uma amostra contendo 30 ovos, colocados em tampas de placas de Petri de 9,5 cm de diâmetro, contendo papel de filtro umedecido com água destilada. As placas contendo os ovos eram fechadas por tampas de igual diâmetro e vedadas com fita adesiva.

Diariamente, observou-se a eclosão das lagartas para a determinação do período de incubação e respectiva viabilidade por tratamento.

Os adultos eram manuseados e alimentados conforme descrito no item 3.1.1., sendo considerados deformados aqueles que apresentavam anomalias nas asas.

Após a morte dos adultos, as fêmeas copuladas foram separadas e o número de espermatóforos contados, utilizando-se a técnica de BROWN & DEWHURST (1975).

3.2.2. Tabela de vida de fertilidade

A partir dos dados biológicos obtidos, foram elaboradas tabelas de vida de fertilidade, segundo SILVEIRA NETO et alii (1976), para as duas dietas artificiais.

Foram calculados os seguintes parâmetros:

- . Taxa líquida de reprodução (R_0)

$$R_0 = \sum mx \cdot lx$$

- . Duração média de uma geração (T)

$$T = \frac{\sum mx \cdot lx \cdot x}{R_0}$$

- . Capacidade de aumentar em número (r_m)

$$r_m = \frac{\ln R_0}{T}$$

- . Razão finita de aumento (λ)

$$\lambda = e^{r_m}$$

sendo:

- x = intervalo de tempo no qual foi tomada a amostra;
- mx = fertilidade específica: número de descendente produzidos no estágio x , por fêmea e que darão fêmeas. Calculado em função da razão sexual;
- lx = taxa de sobrevivência: probabilidade do inseto nascido estar vivo na idade x .

3.3. Canibalismo de lagartas de *S. frugiperda* em diferentes substratos alimentares

3.3.1. Canibalismo em dietas artificiais e natural

Este experimento foi instalado para avaliar a influência do substrato alimentar no canibalismo da espécie.

As lagartas de *S. frugiperda* utilizadas neste estudo, eram provenientes de uma plantação de milho, da Fazenda Experimental da Agrocere, no município de Santa Cruz das Palmeiras, SP. O procedimento para obtenção dos ovos e consequentemente das lagartas, foi o mesmo descrito no item 3.1.1.

Foram estudados três substratos alimentares, quais sejam: dietas artificiais A e B (Tabela 1) e alimento natural (folhas de milho da variedade AG-162), obtido em casa-de-vegetação.

Para os três substratos foram considerados quatro tratamentos, constituídos por 1, 2, 3 e 4 lagartas por tubo de criação (tubo de vidro de 2,5 cm de diâmetro e 8,0 cm de altura). O número de repetições foi variável, sendo de 70 tubos para as dietas artificiais e de 50 para o alimento natural.

Para haver disponibilidade de alimento, nos tubos com um maior número de lagartas, foi colocada uma maior quantidade de dieta artificial em relação à normalmente utilizada, quando apenas uma lagarta é colocada por tubo de criação.

As lagartas foram observadas diariamente, a fim de verificar se ocorria canibalismo ou morte por outros fatores (estresse ou microorganismos).

Nos tubos de criação contendo milho, eram também realizadas observações diárias, oportunidade em que se procedia à troca de alimento.

As folhas de milho eram lavadas em água corrente, retirando-se o excesso de água com uma toalha de papel, cortadas com tesoura, em pedaços de aproximadamente 5,0 cm de comprimento e colocados nos tubos.

Como houve morte de lagartas nos tratamentos para os diferentes substratos alimentares utilizados, foi feita a correção da mortalidade em relação ao padrão (1 lagarta/tubo) utilizando-se a fórmula de Abbot, expressa em:

$$\% \text{ mortalidade corrigida} = \frac{\% \text{ mortalidade tratamento} - \% \text{ mortalidade testemunha}}{100 - \% \text{ mortalidade testemunha}} \times 100$$

De posse desses dados corrigiu-se a viabilidade para os diferentes tratamentos e dietas (artificiais e natural) através da fórmula:

$$\% \text{ viabilidade corrigida} = 100 - \% \text{ Mortalidade corrigida}$$

Uma vez obtidos no final do experimento tubos com número diferente de indivíduos, adotou-se a seguinte terminologia nos tratamentos para os substratos alimentares estudados:

Sem canibalismo: onde não ocorreu canibalismo nos recipientes de criação;

Canibalismo parcial: tratamentos em cujos recipientes restaram mais de um indivíduo;

Canibalismo total: tratamentos em cujos recipientes de criação restou somente um indivíduo.

Neste estudo, foram utilizadas lagartas de *S. frugiperda* coletadas na Fazenda Experimental da Agroceres no município de Santa Cruz das Palmeiras, SP.

As lagartas coletadas foram alimentadas inicialmente em folhas de milho, sendo mantidos os procedimentos utilizados nos itens 3.1.1. e 3.1.2.

Quando as lagartas eclodiram das posturas de adultos coletados no campo, foram separados 3 lotes com 80 lagartas, que foram transferidas para os tubos contendo dietas artificiais (A e B) e o 3º lote, mantido no alimento natural (folhas de milho da variedade AG-162).

Após a emergência, foram colocados 3 casais por gaiola, sendo observadas 7 gaiolas, totalizando 21 casais por tratamento.

Todos os dias, as posturas eram recortadas do papel jornal, que servia de substrato para oviposição e comparadas com as pranchas coloridas do Código Universal de Cores (SÉGUY, 1936) para a identificação da cor, para cada dieta.

A viabilidade dos ovos e o período de incubação, foram analisados para todas as posturas, mesmo que a sua coloração no mesmo dia fosse igual. A obtenção dos dados sobre viabilidade dos ovos por cor, foi realizada através da retirada de uma amostra de 50 ovos por postura que foram mantidos conforme descrito em 3.2.1.

3.5. Nutrição Quantitativa

3.5.1. Consumo e utilização do alimento por lagartas de *S. frugiperda* em duas dietas artificiais, por gerações sucessivas

Para a determinação dos índices de nutrição quantitativa, adotou-se a metodologia proposta por WALDBAUER (1968) e modificada por SCRIBER & SLANSKY Jr. (1981). Para o cálculo destes índices, foram determinados os seguintes parâmetros:

T = duração do período de alimentação (dias);

A_f = peso do alimento fornecido ao inseto (g);

A_r = peso da sobra do alimento fornecido ao inseto (g), após T ;

F = peso das fezes produzidas (em g) durante T ;

B = ganho de peso pelas lagartas (em g) durante T ;

$\bar{B}$ = peso médio das lagartas (em g) durante T ;

I = peso do alimento ingerido (em g) durante T ;

$I-F$ = alimento assimilado (em g) durante T ;

$M=(I-F)-B$ = alimento metabolizado durante o período de alimentação (em g).

Os dados foram obtidos com base no peso de matéria seca dos alimentos, dos insetos e das fezes.

Para cada dieta (A e B), foram utilizadas 20 lagartas (cada uma considerada uma repetição), individualiza-

das em tubos de vidro de 2,5 cm de diâmetro por 8,0 cm de altura, os quais foram pesados antes e após a colocação da dieta. Ao atingirem o máximo desenvolvimento (último ínstar), as lagartas foram retiradas dos tubos de criação, pesadas e mortas por congelamento. As fezes foram cuidadosamente separadas da dieta restante. A seguir, lagartas, fezes e sobra da dieta foram levados à estufa (55-60°C), para sua completa desidratação (até atingirem peso constante).

Separou-se paralelamente, uma alíquota de 10 tubos, sem lagartas, para cada tratamento (A e B), os quais foram pesados antes e após a colocação da dieta, e mantidos em estufa (55-60°C), para secagem de seus conteúdos.

Com os pesos fresco e seco da dieta contida nos tubos, calculou-se o fator de correção, que permitiu estimar o peso seco inicial da dieta, a partir do peso fresco conhecido.

Devido o peso inicial do inseto ser ínfimo, este foi desprezado (o peso inicial foi considerado zero), sendo computado somente o peso do inseto no final do período de alimentação (T), para a determinação do ganho de peso (B).

Após a obtenção destes parâmetros, foram determinados os índices de consumo e utilização para cada tratamento, através das seguintes fórmulas:

$$\text{Taxa de consumo relativo (g/g/dia) ou RCR} = \frac{I}{\bar{B} \cdot T}$$

- . Taxa de crescimento relativo (g/g/dia) ou RGR = $\frac{B}{\bar{B}.T}$
- . Taxa metabólica relativa (g/g/dia) ou RMR = $\frac{M}{\bar{B}.T}$
- . Digestibilidade aproximada (%) ou AD = $\frac{I-F}{I} \times 100$
- . Eficiência de conversão do alimento ingerido (%) ou ECI = $\frac{B}{I} \times 100$
- . Eficiência de conversão do alimento digerido (%) ou ECD = $\frac{B}{I-F} \times 100$
- . Custo metabólico (%) = $100 - ECD$

Estes índices nutricionais, foram calculados por três gerações sucessivas do inseto, mantido nas duas dietas artificiais.

3.5.2. Capacidade de conversão protéica de

S. frugiperda em duas dietas artificiais

A porcentagem do nitrogênio (N) total, foi determinada pelo método de Kjeldahl, em amostras de:

- 20 lagartas no máximo desenvolvimento;
- fezes produzidas durante o período de alimentação e;
- dietas (A e B) fornecidas ao inseto.

A determinação foi realizada com material seco utilizado no experimento 3.5.1 na primeira geração dos dois tratamentos.

As lagartas, as fezes e as dietas foram trituradas separadamente, com um pistilo em almofariz de porcelana. Do triturado, foram retiradas 4 alíquotas de 100 mg para a realização das análises.

Após titulação com H_2SO_4 0,01 N, os volumes obtidos foram multiplicados pelo fator 0,14 para obtenção do N total. Esse valor foi multiplicado novamente pelo fator 6,25 obtendo-se deste resultado a porcentagem de proteína existente nas amostras, para os dois tratamentos.

Em função dos valores de proteína obtidos na dieta, lagarta e fezes, estimou-se a capacidade de conversão protéica em cada substrato alimentar.

3.5.3. Análise do teor de lipídeos de adultos de *S. frugiperda*

Os adultos de *S. frugiperda* foram colocados individualmente em "freezer" em sacos plásticos, imediatamente após a emergência e descongelados, apenas no momento da análise de lipídeos.

Para determinação do teor de lipídeos totais, foram tomados 4 insetos por análise, num total de 5 repetições. Estes foram desidratados em estufa a 100-105°C por 12 horas, sendo registrados os pesos seco e úmido da amostra para cálculo do teor de umidade. A seguir, os insetos foram transferidos quantitativamente para almofariz e triturados com auxílio de uma porção de areia branca seca, previamente lava-

da com água e metanol-clorofórmio. Este material foi triturado juntamente com a areia e transferido quantitativamente para cartucho de papel de filtro, para extração com clorofórmio-metanol (2:1). A extração foi realizada com extrator de SOXHLET por 8 horas, o solvente evaporado e o balão pesado até peso constante. Com o peso de óleo extraído por amostra e seu peso seco, calculou-se o conteúdo em lipídeos corporais totais do inseto.

3.6. Controle de qualidade de insetos mantidos em duas dietas artificiais

3.6.1. Efeito das duas dietas artificiais sobre parâmetros biológicos

Para a avaliação da "qualidade" dos insetos, foram observados ao longo de 5 gerações, parâmetros biológicos, índices nutricionais (consumo e utilização do alimento) e consumo de área foliar (cm^2).

Conduziu-se a criação de *S. frugiperda* nas dietas A e B (Tabela 1), avaliando-se os seguintes parâmetros biológicos:

- . Fase de larva: - duração do período
- viabilidade

- . Fase de pupa: - duração do período
 - viabilidade
 - peso com 24 horas de idade
 - porcentagem de deformações
 - tipos e local da deformação
- . Fase adulta: - porcentagem de deformações
- . Fase de ovo: - duração do período de incubação
 - viabilidade

Os insetos utilizações neste experimento, foram coletados em uma propriedade agrícola particular, no município de Guaíra, SP. Os procedimentos relativos à criação dos insetos coletados no campo e a preparação das dietas, foram os mesmos citados nos ítems 3.1.1. e 3.1.2.

A determinação da viabilidade dos ovos ao longo das gerações foi realizada com a primeira postura, retirando-se uma amostra de 20 ovos, totalizando 30 repetições. Os procedimentos para a obtenção da porcentagem de eclosão e período de incubação foram os mesmos descritos em 3.2.1.

O número de insetos observados nas duas dietas, ao longo das gerações, foi variável, sendo feita a determinação dos índices nutricionais em apenas três gerações (Tabela 2).

Tabela 2. Total de insetos observados e índices nutricionais calculados para *S. frugiperda* mantida em duas dietas artificiais, por gerações sucessivas. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Geração	Total de insetos observados		Índices nutricionais calculados
	Dieta A*	Dieta B*	
1	81	95	RCR, RGR, RMR AD, ECI, Custo metabólico
2	180	164	-
3	218	254	RCR, RGR, RMR AD, ECI, ECD, Custo metabólico
4	177	181	RCR, RGR, RMR AD, ECI, ECD, Custo metabólico
5	198	178	-

* 1 lagarta por tubo de criação

Dieta A - fontes protéicas: feijão e levedura de cerveja

Dieta B - fontes protéicas: feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo.

3.6.2. Consumo de área foliar por lagartas de *S. frugiperda* mantidas em duas dietas artificiais, em relação à dieta natural, por gerações sucessivas

3.6.2.1. Obtenção das plantas de milho

O milho, variedade AG-162, foi cultivado em sacos plásticos de 5 kg (2 plantas por saco) mantidos em casa-de-vegetação. Quando o milho estava com 6 a 8 folhas bem desenvolvidas (entre 30 e 40 dias), foram feitas as coletas destas folhas, para a realização da pesquisa.

Após a coleta, as folhas eram imersas em água por 40 minutos aproximadamente, para manter a sua turgescência. A seguir, com auxílio de um vasador de área conhecida ($8,02 \text{ cm}^2$), foram retirados discos que eram colocados também em um recipiente com água destilada. Foram selecionadas as partes laterais da folha, desprezando-se a nervura central e as extremidades.

3.6.2.2. Consumo de área foliar (cm^2)

De cada tratamento (A e B), utilizaram-se 25 lagartas, recém transformadas para o 6º ínstar, na primeira, terceira e quarta gerações.

As lagartas eram retiradas das dietas artificiais, e transferidas, individualmente, para placas de Petri

de 16 cm de diâmetro contendo gesso no fundo e recobertas com papel de filtro umedecido com água destilada. As lagartas recebiam a folha de milho em forma de discos, dispostos em círculo e fixadas com alfinetes sobre o gesso das placas de Petri (Figura 1).

Para cada lagarta, foram oferecidos 5 discos da folha do milho por um período de 12 horas, sendo então renovados.

Após o período de alimentação, as sobras destes discos, foram desenhadas em papel Cham-ex 200, recortadas e pesadas, obtendo-se assim o peso da área do papel correspondente à sobra do alimento. Para o cálculo da área consumida foi utilizada a seguinte fórmula, conforme CROCOMO (1977):

$$AC = \frac{AF - PP}{DP}$$

onde: AC = área consumida;

AF = área do alimento fornecido;

PP = peso da área do papel correspondente à sobra do alimento;

DP = densidade do papel.

A densidade do papel foi obtida recortando-se 120 círculos com vasador; esses círculos foram pesados e o valor obtido dividido pela sua área.

Foram utilizadas como padrão de comparação aos insetos criados em dietas artificiais, lagartas de *S. frugiperda*, mantidas em milho, por uma geração.

Figura 1. Placa de Petri com círculos de folhas de milho para estudos de consumo de *S. frugiperda* em laboratório.

Para as lagartas de 6º ínstar criadas neste hospedeiro natural, foram oferecidos discos da folha de milho, de forma semelhante ao descrito para o inseto criado em dieta artificial.

O consumo da área foliar, para as duas dietas artificiais e no alimento natural, foi avaliado por 36 horas.

3.7. Eletroforese em gel de poliacrilamida de

S. frugiperda coletada em três localidades

Como durante a realização do presente trabalho, os insetos utilizados, nos diferentes experimentos, foram procedentes de diferentes locais (Tanquinho, Santa Cruz das Palmeiras e Guaíra), optou-se por uma análise eletroforética, uma vez que a literatura registra haver diferença entre espécimens coletados em diferentes locais (PASHLEY et alii, 1985), o que poderia levar, na presente pesquisa, a comparações entre populações quimicamente diferentes.

Em cada coleta, foi retirada uma amostra com 20 lagartas de 5º ou 6º ínstaes e mantidas em "freezer" até a realização das análises.

A eletroforese foi feita em gel de poliacrilamida a 7%, corrido em tampão tris-glicina pH 8,4, utilizando 1,5 mA por tubo (12 tubos), por uma hora e 30 minutos. A re-

velação das bandas foi feita com amido Black 10B, 1% em ácido acético glacial. O método utilizado para a análise eletroforética foi o proposto por BREWER & ASHWORTH (1969).

3.8. Análise Estatística

O delineamento experimental utilizado para biologia, parâmetros biológicos nas gerações sucessivas e consumo de área foliar, foi inteiramente casualizado. Para consumo e utilização do alimento o delineamento experimental foi inteiramente casualizado com esquema fatorial.

A comparação entre médias de tratamento foi feita pelo teste de Tukey, ao nível de 1 e 5% de probabilidade.

Na análise dos experimentos de biologia e nas gerações sucessivas os parâmetros: duração e viabilidade das fases larval e pupal, peso de pupas (macho e fêmea) foram consideradas como repetições médias de 5 insetos. Para análise da viabilidade dos ovos e período de incubação, nas diversas gerações, as repetições corresponderam à média de 2 insetos.

Para os parâmetros longevidade de machos e fêmeas, período de pré-oviposição, total de ovos por fêmea, viabilidade e período de incubação no experimento relativo à biologia e para os dados de consumo e utilização do alimento e consumo de área foliar nas diferentes gerações, cada inseto foi considerado como repetição.

A transformação utilizada foi $\sqrt{x+0,5}$, para as seguintes variáveis estudadas:

- . Biologia: viabilidade larval, pré-pupal, pupal, ovos e total; peso de pupas, período de oviposição, ovos/♀/postura; ovos/postura.
- . Controle de qualidade: viabilidade da fase de ovo, de larva de pupa e consumo de áreas foliar.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. *Biologia de Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) em duas dietas artificiais

4.1.1. Fase de larva

4.1.1.1. Duração e viabilidade

Houve diferença estatística na duração da fase larval nas duas dietas estudadas. Insetos alimentados com a dieta B (feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo), apresentaram a duração média dessa fase mais curta em relação à dieta A (feijão e levedura de cerveja), com uma diferença média de 3,8 dias para o período (Tabela 3).

Os valores observados na presente pesquisa estão dentro da faixa de resultados obtidos por outros autores como: BAILEY & CHADA (1968); FERRAZ (1982) e MARQUEZ et alii (1963-1964), sendo porém maiores do que aqueles obtidos por KASTEN Jr. et alii (1978), provavelmente devido ao fato desses últimos autores terem trabalhado com substratos e condições de ambiente diferentes.

Tabela 3. Duração e viabilidade da fase larval de *S. frugiperda* mantida em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Dieta ¹	Duração da** fase larval (dias)	Intervalo de variação	Viabilidade * (%)	Intervalo de variação
A	$21,03 \pm 0,22$ a	17,4 - 23,2	$97,5 \pm 1,4$	80,0 - 100,0
B	$17,28 \pm 0,09$ b	16,5 - 18,0	$98,3 \pm 1,5$	80,0 - 100,0

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja

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

* Não houve diferença estatística entre as médias.

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

* A redução do período larval dos insetos criados na dieta B, é devida à presença do germe-de-trigo, pois este componente da dieta é extremamente rico em nutrientes, contendo 18 aminoácidos, açúcares, triglicerídeos, fosfolipídeos, vitaminas do complexo B, tocoferol, caroteno, 21 elementos minerais e mais de 50 enzimas, além de ser fagoestimulante (PARRA, 1979). Além da maior riqueza de componentes, provavelmente eles estão também melhor balanceados, levando a uma menor amplitude no período de transformação em pupas (Tabela 3).

Embora tenha havido diferenças na duração da fase larval, as viabilidades foram semelhantes nas duas dietas, com valores altos (Tabela 3) e superiores aos obtidos em dieta à base de feijão e levedura (FERRAZ, 1982).

4.1.1.2. Número de ínstaes e duração de cada ínstar

Lagartas de *S. frugiperda* mantida nas duas dietas artificiais, apresentaram 6 ou 7 ínstaes, havendo uma maior porcentagem de lagartas com 7 ínstaes na dieta A. Assim na dieta A, houve 73% de lagartas com 6 ínstaes e portanto, 27% com 7 ínstaes; na dieta B, o número de lagartas com 7 ínstaes foi de 15%. Ínstaes adicionais são em geral reflexo de uma inadequação nutricional (SLANSKY Jr. & RODRIGUEZ, 1987).

Em geral, para os dois substratos alimentares, a largura da cápsula cefálica não apresentou grandes variações dentro do mesmo ínstar, para lagartas com 6 ou 7 instares (Tabelas 4 a 7).

Existem vários fatores que podem alterar o número de instares de insetos além do alimento, como temperatura, sexo, forma de criação e fatores genéticos (PARRA & HADDAD, 1989). Desta forma, a literatura registra variação do número de estádios para *S. frugiperda* de 5 (ESCALANTE, 1974) até 8 instares (PENCOE & MARTIN, 1981; ALVAREZ & SANCHEZ, 1983) dependendo das características de cada pesquisa.

O número de instares larvais observado no presente trabalho, coincide com aquele relatado pela maioria dos autores, que se referem a 6 instares, tanto para insetos mantidos sobre alimento natural como artificial (ETCHEVERRY, 1957; ESTRADA, 1960; MARQUEZ et alii, 1963-1964; PENCOE & MARTIN, 1981; FERRAZ, 1982; ALVAREZ & SANCHEZ, 1983; OLIVEIRA, 1987 e CASTRO & PITRE, 1988).

A razão de crescimento obtida nas duas dietas artificiais obedeceu à regra de DYAR (1890), encontrando-se no intervalo estabelecido por esse autor, que varia de 1,1 a 1,9.

Tabela 4. Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração dos instares larvais de *Strugiperda* com 6 instares mantida em dieta artificial à base de feijão e levedura de cerveja (Dieta A). Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

Ínstar	Largura da cápsula cefálica (mm)		Razão de crescimento	Duração (dias)	Intervalo de variação
	Média	Intervalo de variação			
1	$0,39 \pm 0,05$	$0,29 - 0,48$		$2,1 \pm 0,24$	$1,5 - 2,3$
2	$0,58 \pm 0,08$	$0,49 - 0,82$	1,71	$3,0 \pm 0,27$	$2,7 - 3,6$
3	$1,09 \pm 0,10$	$0,84 - 1,28$	1,06	$3,5 \pm 0,21$	$3,0 - 4,3$
4	$1,41 \pm 0,16$	$1,29 - 1,77$	1,44	$4,6 \pm 0,22$	$4,0 - 4,8$
5	$2,16 \pm 0,22$	$1,85 - 2,58$	1,44	$3,1 \pm 0,27$	$2,7 - 3,2$
6	$2,89 \pm 0,14$	$2,66 - 3,29$	1,34	$3,9 \pm 0,30$	$3,1 - 4,3$
Média da razão de crescimento			1,40		

Tabela 5. Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração dos instares larvais de *S. frugiperda* com 7 instares mantida em dieta artificial à base de feijão e levedura de cerveja (Dieta A). Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

Ínstar	Largura da cápsula cefálica (mm)		Razão de crescimento	Duração (dias)	Intervalo de variação
	Média	Intervalo de variação			
1	$0,39 \pm 0,05$	$0,29 - 0,48$	1,55	$2,15 \pm 0,24$	$1,6 - 2,8$
2	$0,56 \pm 0,05$	$0,49 - 0,69$	1,63	$2,30 \pm 0,30$	$1,5 - 2,9$
3	$0,97 \pm 0,10$	$0,78 - 1,14$	1,35	$3,10 \pm 0,27$	$2,4 - 3,5$
4	$1,31 \pm 0,06$	$1,16 - 1,45$	1,38	$3,60 \pm 0,24$	$3,0 - 4,2$
5	$1,85 \pm 0,17$	$1,49 - 2,12$	1,31	$2,20 \pm 0,17$	$1,8 - 2,5$
6	$2,34 \pm 0,14$	$2,14 - 2,58$	1,26	$3,40 \pm 0,30$	$2,5 - 3,8$
7	$2,89 \pm 0,15$	$2,66 - 3,29$		$4,20 \pm 0,36$	$3,6 - 4,9$
Média da razão de crescimento			1,41		

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

Instar	Largura da cápsula cefálica (mm)		Razão de crescimento	Duração (dias)	Intervalo de variação
	Média	Intervalo de variação			
1	$0,41 \pm 0,05$	$0,32 - 0,52$		$1,50 \pm 0,20$	$1,2 - 2,0$
2	$0,58 \pm 0,06$	$0,53 - 0,64$	1,38	$1,38 \pm 0,15$	$1,1 - 2,3$
3	$0,88 \pm 0,09$	$0,79 - 1,10$	1,62	$3,60 \pm 0,21$	$2,8 - 3,9$
4	$1,36 \pm 0,13$	$1,12 - 1,77$	1,53	$4,60 \pm 0,27$	$3,5 - 4,8$
5	$2,21 \pm 0,28$	$1,79 - 2,81$	1,60	$2,20 \pm 0,23$	$1,8 - 2,9$
6	$3,03 \pm 0,08$	$2,87 - 3,18$	1,31	$4,00 \pm 0,36$	$3,6 - 4,5$
Média da razão de crescimento			1,49		

Tabela 7. Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento e duração dos instares larvais de *S. luggeri* com 7 instares em dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe de trigo (Dieta B). Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

Ínstar	Largura da cápsula cefálica (mm)		Razão de crescimento	Duração (dias)	Intervalo de variação
	Média	Intervalo de variação			
1	$0,41 \pm 0,05$	$0,32 - 0,52$	1,38	$1,3 \pm 0,25$	$1,1 - 1,5$
2	$0,58 \pm 0,03$	$0,53 - 0,64$	1,62	$1,6 \pm 0,21$	$1,3 - 1,9$
3	$0,88 \pm 0,07$	$0,79 - 1,10$	1,28	$2,0 \pm 0,25$	$1,5 - 2,3$
4	$1,21 \pm 0,04$	$1,12 - 1,28$	1,27	$3,8 \pm 0,20$	$2,9 - 3,6$
5	$1,41 \pm 0,11$	$1,29 - 1,77$	1,50	$2,9 \pm 0,27$	$2,4 - 3,2$
6	$2,21 \pm 0,25$	$1,79 - 2,81$	1,31	$2,5 \pm 0,36$	$2,1 - 3,0$
7	$3,03 \pm 0,08$	$2,87 - 3,18$		$3,2 \pm 0,30$	$2,8 - 3,9$
Média da razão de crescimento			1,39		

4.1.2. Fase de pré-pupa

4.1.2.1. Duração e viabilidade

A duração e viabilidade da fase de pré-pupa não foram afetadas pelas dietas A e B (Tabela 8). Como a duração desta fase é curta para noctuídeos, aparentemente ocorrerá um reflexo do alimento sobre a pré-pupa, conforme observou FERRAZ (1982) com a mesma dieta utilizada na presente pesquisa, à base de feijão e levedura de cerveja. No entanto, quando a qualidade das dietas for muito diferente, pode haver efeito na duração da fase conforme observaram MIELITZ et alii (1986) na comparação de dietas para *S. frugiperda*. Neste caso, a dieta contendo feijão, levedura de cerveja e solução vitamínica promoveu um alongamento do período pré-pupal em relação àquela contendo feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo.

Nos insetos criados na dieta B o período de transformação em pré-pupa foi mais concentrado (Figura 2A).

4.1.3. Fase pupal

4.1.3.1. Duração, peso e viabilidade

A duração do período pupal considerada conjuntamente (média de machos e fêmeas) foi afetada pelo alimento fornecido às lagartas de *S. frugiperda*. A dieta artificial que não continha germe-de-trigo (dieta A), contrariando os resultados obtidos para a fase larval, proporcionou um perío-

Tabela 8. Duração e viabilidade da fase de pré-pupa de *S. frugiperda* mantida em duas dietas artificiais.
 Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Dieta ¹	Duração * pré - pupa (dias)	Intervalo de variação	Viabilidade * (%)	Intervalo de variação
A	$2,08 \pm 0,05$	1,6 - 2,4	$97,4 \pm 1,44$	80,0 - 100,0
B	$1,99 \pm 0,06$	1,6 - 3,0	$93,3 \pm 2,30$	60,0 - 100,0

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

B: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e gême-de-trigo.

* Não houve diferença estatística entre as médias para cada parâmetro analisado.

Figura 2. Período de transformação (%) de *S. frugiperda* em pré-pupa (A), pupa (B) e adultos (C) em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

do pupal menor do que o registrado na dieta B, a despeito das diferenças serem muito pequenas (Tabela 9).

Períodos pupais inferiores aos observados na presente pesquisa foram registrados por MARQUEZ et alii (1963-1964); KASTEN Jr. et alii (1978); FERRAZ (1982), PARRA & CARVALHO (1984) em dietas artificiais embora em condições de ambiente diferentes.

Quando considerados isoladamente, ambos os sexos mostraram variação na duração do período pupal, diferindo estatisticamente em função das dietas artificiais estudadas.

Os machos criados nas dietas A e B apresentaram um período pupal mais longo do que as fêmeas (Tabelas 10 e 11).

Esta tendência de diferença entre sexos, já fora observada por LEIDERMAN & SAUER (1953); PENCOE & MARTIN (1982); MELO & SILVA (1987), utilizando dietas naturais e por PARRA & CARVALHO (1984) empregando dietas artificiais com diferentes variedades de feijão e MIELITZ et alii (1986), em dietas artificiais à base de feijão, levedura de cerveja e solução vitamínica ou à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo.

O peso de pupas (♀ e ♂) foi afetado significativamente pelas dietas (Tabela 12), reforçando as citações de PENCOE & MARTIN (1981); PITRE & HOGG (1983); PARRA & CARVALHO (1984); MELO & SILVA (1987) e VENDRAMIM & FANCELLI (1988), quanto ao efeito do substrato alimentar (natural ou artificial) sobre este parâmetro biológico para a espécie. BAILEY & CHA-

Tabela 9. Duração e viabilidade da fase pupal e razão sexual de *S. frugiperda* mantida em dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Dieta ¹	Duração da fase** pupal (♀ e ♂) (dias)	Intervalo de variação	Viabilidade * (%)	Intervalo de variação	Razão sexual *
A	$10,51 \pm 0,13$ b	9,8 - 11,4	$98,00 \pm 0,91$	80,0 - 100,0	0,58
B	$11,04 \pm 0,14$ a	10,2 - 11,8	$96,00 \pm 1,94$	80,0 - 100,0	0,48

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

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

* Não houve diferença estatística entre as médias.

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

Tabela 10. Duração e viabilidade da fase de pupa (fêmea) de *S. frugiperda*, mantida em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Dieta ¹	Duração da** fase de pupa (♀) (dias)	Intervalo de variação	Viabilidade * (%)	Intervalo de variação
A	$10,06 \pm 0,05$ b	9,8 - 10,4	$98,57 \pm 1,43$	80,0 - 100,0
B	$10,51 \pm 0,10$ a	10,2 - 11,0	$96,36 \pm 2,44$	80,0 - 100,0

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

B: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e gema-de-trigo.

* Não houve diferença estatística entre as médias.

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

Tabela 11. Duração e viabilidade da fase de pupa (macho) de *S. frugiperda*, mantida em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Dieta ¹	Duração da fase de pupa ($\bar{x}$) (dias) ^{**}	Intervalo de variação	Viabilidade * (%)	Intervalo de variação
A	$11,10 \pm 0,14$ b	10,6 - 11,2	$96,0 \pm 4,0$	60,0 - 100,0
B	$10,62 \pm 0,10$ a	11,2 - 12,0	$94,5 \pm 3,66$	60,0 - 100,0

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

B: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e grão-de-trigo.

* Não houve diferença estatística entre as médias.

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

DA (1968), no entanto, não observaram esse efeito sobre *S. frugiperda*, provavelmente por terem trabalhado com dietas nutricionalmente adequadas.

Tabela 12. Peso médio de pupas (♂ e ♀) de *S. frugiperda*, criadas em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

Dieta ¹	Peso médio * de pupa (♂ e ♀) (mg)	Intervalo de variação
A	250,0 $\pm$ 0,02 b	220 - 290
B	270,0 $\pm$ 0,03 a	240 - 280

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

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

* As médias para as duas dietas diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

As pupas de ambos os sexos provenientes da dieta B foram mais pesadas (Tabela 13). Não foi observado, nas duas dietas um maior peso de pupas que deram origem a fêmeas conforme relataram KASTEN Jr. et alii (1978); PARRA & CARVALHO (1984), utilizando dietas artificiais para *S. frugiperda*. Esta aparente dis-

Tabela 13. Peso médio de pupas por sexo de *S. frugiperda*, mantida em duas dietas artificiais. Temperatura: 25 ± 2°C; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14 h.

Dieta ¹	Peso médio * ($\bar{x}$) (mg)	Intervalo de variação	Peso médio * ($\bar{x}$) (mg)	Intervalo de variação
A	250,0 ± 0,03 b	230,0 - 270,0	260,0 ± 0,03 b	220,0 - 290,0
B	270,0 ± 0,06 a	240,0 - 270,0	270,0 ± 0,02 a	260,0 - 280,0

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

B: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e gema-de-trigo.

* As médias para cada parâmetro e dieta nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

crepância pode estar relacionada ao fato especialmente nas duas primeiras citações, de se tratarem de populações adaptadas às condições de laboratório (PARRA, informação pessoal).

A viabilidade de pupas analisadas em conjunto (♀ e ♂) ou separadamente por sexo não foi afetada pelas dietas artificiais estudadas (Tabelas 9 a 11).

Apesar de não serem detectadas diferenças estatísticas entre as duas dietas (A e B) com relação a este parâmetro biológico, vários autores têm obtido altas viabilidades em dieta à base de feijão e levedura de cerveja (FERRAZ, 1982 e PARRA & CARVALHO 1984 e em alguns casos superior à dieta contendo germe-de-trigo (KASTEN Jr. et alii 1978).

Também para a fase de pupa, os insetos criados na dieta B apresentaram um período de transformação mais curto, ou seja mais concentrado (Figura 2B).

4.1.3.2. Razão sexual

As dietas artificiais não afetaram os sexos, pois a relação sexual foi de 1♂ : 1♀ em todos os substratos alimentares pesquisados (Tabela 9). Os resultados obtidos na dieta A são semelhantes aos encontrados por FERRAZ (1982) a 25°C nesta mesma dieta à base de feijão e levedura de cerveja, ou seja, razão sexual de 0,5.

4.1.4. Fase adulta

4.1.4.1. Longevidade

As dietas artificiais não interferiram na longevidade de machos e fêmeas de *S. frugiperda* (Tabelas 14 e 15). É conveniente salientar que os dados relacionados à longevidade de *S. frugiperda* são bastante discrepantes na literatura. Assim, KASTEN Jr. et alii (1978) estudando dietas artificiais com diferentes fontes protéicas, observaram uma maior longevidade de fêmeas. Por outro lado, PENCOE & MARTIN (1982) obtiveram maior longevidade de machos provenientes de dieta artificial com relação àqueles oriundos de alimento natural, enquanto que as fêmeas de ambos os substratos não apresentaram diferenças com relação a este parâmetro biológico. Os autores constataram que a longevidade pode estar relacionada ao tipo de alimentação dos adultos (COMBS Jr. & VALERIO, 1980).

Tabela 14. Longevidade de adultos de *S. frugiperda* mantidos em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

Dieta ¹	Longevidade *	Intervalo de variação
	(φ e δ) (dias)	
A	$14,97 \pm 0,73$	6,0 - 24,0
B	$15,78 \pm 0,48$	9,0 - 24,0

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.
B: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo.

* Não houve diferença estatística entre as médias.

Tabela 15. Longevidade de fêmeas e de machos de *S. guigipetida* mantidos duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Dieta ¹	Longevidade * de ♀ (dias)	Intervalo de variação	Longevidade * de ♂ (dias)	Intervalo de variação
A	$15,41 \pm 1,31$	6,0 - 24,0	$14,53 \pm 0,68$	9,0 - 20,0
B	$16,78 \pm 0,63$	12,0 - 24,0	$14,78 \pm 0,65$	9,0 - 19,0

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

B: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e gema-de-trigo.

* Não houve diferença estatística entre as médias, nos parâmetros analisados.

4.1.4.2. Duração dos períodos de pré-oviposição e oviposição

O período de pré-oviposição de *S. frugiperda* não foi afetado pelos dois substratos alimentares estudados (Tabela 16).

À semelhança da fase de pré-pupa, o período de pré-oviposição, por ser de curta duração em noctuídeos, não é um bom parâmetro para avaliar a adequação nutricional de uma dieta. Dessa forma, as medições desses dois parâmetros podem ser deixados de lado em estudos de comparação de substratos alimentares (PARRA, informação pessoal).

Os valores obtidos para o período de pré-oviposição encontram-se dentro dos limites citados por ESCALANTE (1974), quando os insetos foram mantidos em alimento natural.

O período de oviposição também não foi afetado pelo alimento ingerido durante o desenvolvimento larval (Tabela 16), e são semelhantes aos observados por COMBS Jr. & VALERIO (1980), em alimento natural.

4.1.4.3. Postura e acasalamento

As dietas não influíram na capacidade de postura de *S. frugiperda*, embora tenha havido uma tendência dos insetos criados na dieta B produzirem um maior

Tabela 16. Duração dos períodos de pré-oviposição e oviposição de *S. frugiperda* mantida em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Dieta ¹	Duração (dias)		
	Pré-oviposição *	Intervalo de variação	Oviposição* Intervalo de variação
A	$4,69 \pm 0,79$	$2,0 - 15,0$	$9,38 \pm 0,95$ $4,0 - 19,0$
B	$4,91 \pm 0,59$	$4,0 - 12,0$	$9,44 \pm 0,74$ $4,0 - 14,0$

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

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

* Não houve diferença estatística entre as médias, nos parâmetros analisados.

número de ovos, havendo inclusive nesta dieta um intervalo de variação mais próximo, indicando que em geral, as fêmeas, na dieta B, colocaram um maior número de ovos (Tabela 17).

O mesmo fato pôde ser observado com relação ao número de ovos/postura e ao número médio de posturas por fêmea (Tabela 17).

Os resultados obtidos na dieta B foram superiores aos encontrados por BURTON & PERKINS (1972) em dieta artificial à base de germe-de-trigo. Por outro lado, KASTEN Jr. et alii (1978) obtiveram valores inferiores, utilizando dietas artificiais à base de feijão e levedura de cerveja, e de feijão e germe-de-trigo, com relação a este parâmetro, assim como para o número médio de posturas realizado por fêmea nos mesmos substratos testados.

Com relação ao número de ovos por massa (postura) os valores obtidos na presente pesquisa, ou seja, 254,76 ovos para a dieta B e de 228,90 ovos para a dieta A (Tabela 17) são superiores aos encontrados por MARQUEZ et alii (1963 - 1964) em dieta artificial à base de germe-de-trigo e dos valores obtidos por LUCCHINI (1977) em alimento natural (milho), sendo os mesmos inferiores aos obtidos por FERRAZ (1982) em dietas à base de feijão e levedura de cerveja.

Considerando-se que *S. frugiperda* coloca um grande número de ovos, 2174 para insetos criados na dieta B e 1831 para aqueles provenientes da dieta A, há necessidade de uma técnica que agilize esta contagem de ovos.

Tabela 17. Número médio de ovos por postura, total de ovos por fêmea e número médio de posturas por fêmea de *S. frugiperda*, mantida em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 20^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Dieta	1	Média de ovos/ postura *	Intervalo de variação	Total de * ovos/♀	Intervalo de variação	Média de posturas /♀	Intervalo de variação
A		$228,90 \pm 23,2$	101,3 - 511,0	1831 ± 199	304,0 - 3276,0	$8,19 \pm 0,80$	3,0-12,0
B		$254,76 \pm 15,75$	132,6 - 405,4	2174 ± 131	1326,0 - 3909,0	$8,72 \pm 0,53$	5,0-13,0

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

B: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e grão-de-trigo.

* Não houve diferença estatística entre as médias, nos parâmetros analisados.

Assim, os resultados obtidos da contagem total de ovos (método 1), que seria um método mais trabalhoso e os da contagem de ovos apenas da camada externa, multiplicando-se este total pelo número de camadas existentes na postura (método 2), método mais simples, apresentaram uma estreita correlação pelo teste t, ao nível de 1% de probabilidade, para os dois substratos alimentares estudados (Tabela 18).

Tabela 18. Correlação entre o número total de ovos de *S. frugiperda* determinado pelo método 1 (contagem total) e método 2 (contagem parcial) em duas dietas artificiais. Temperatura: 25°C; UR: 60 ± 10%; fotofase 14h.

Dieta ¹	Método 1	Método 2	r
A	280,5	272,6	0,999 **
B	315,3	303,5	0,997 **

¹ A: à base de feijão e levedura de cerveja.

B: à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo.

Esta alta correlação sugere que estudos em que for exigida a contagem do número de ovos, que seja feita a contagem parcial dos mesmos, com uma eficiência semelhante à contagem total e com um dispêndio de tempo bem menor, concor-

dando assim com os resultados obtidos por LEUCK & PERKINS (1972). Assim, este método poderá substituir os métodos químicos (McMILLIAN & WISEMAN, 1971) ou físicos (GROSS et alii, 1981] de separação de ovos de *S. frugiperda*, para posterior contagem, e que nem sempre são viáveis numa atividade rotineira de laboratório.

Verificou-se que o número médio de espermatozoides transferidos para a bolsa copuladora de *S. frugiperda* foi de 2,2 espermatozoides/fêmea, para as duas dietas artificiais, (Tabela 19). Estas médias encontram-se dentro do intervalo observado para a espécie por BURTON & PERKINS (1972) que referiram de 2,1 a 2,6 espermatozoides/fêmea para insetos criados em dieta artificial à base de feijão e germe-de-trigo.

Houve uma variação de 1 a 6 espermatozoides transferidos por inseto da dieta A e de 1 a 8 espermatozoides por fêmea para os provenientes da dieta B. Em termos médios, para ambos os substratos, houve uma maior porcentagem de 1 e 2 cópulas/fêmea. A porcentagem de acasalamento nas duas dietas estudadas foi de 100% (Tabela 19); embora tenha havido maior número de acasalamentos na dieta B, a distribuição percentual com 1 e 2 espermatozoides foi semelhante nas duas dietas (Tabela 19).

Tabela 19. Distribuição percentual de espermatozóitos em fêmeas de *S. frugiperda* mantida em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Dieta 1	Fêmeas com números variáveis de espermatozóos (%)								Média * espermato- zóos/♀	Acasala- mento (%)	
	Nº esper- matózoos	1	2	3	4	5	6	7			8
A		43,8	25,0	12,5	12,5	0	6,3	0	0	2,2 ± 0,40 a	100
B		50,0	22,2	16,7	0	0	5,6	0	5,6	2,2 ± 0,47 a	100

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

B: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e grão-de-trigo.

* Não houve diferença estatística entre as médias.

4.1.5. Fase de ovo

4.1.5.1. Duração e viabilidade

As dietas não afetaram o período de incubação (Tabela 20), que foi semelhante aos resultados obtidos para *S. frugiperda* por BAILEY & CHADA (1968) em alimento natural e artificial a 27°C, por KASTEN Jr. et alii (1978) em dietas artificiais à base de feijão e feijão e germe-de-trigo também a 27°C e por FERRAZ (1982) a 25°C em dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

Os resultados obtidos para o desenvolvimento embrionário de *S. frugiperda* foram sempre em torno de 3 dias.

As viabilidades obtidas nas duas dietas artificiais, foram semelhantes estatisticamente (Tabela 20) e dentro da faixa de valores encontrada por BURTON & PERKINS (1972), sendo, no entanto, inferiores aos resultados de KASTEN Jr. et alii (1978) a 27°C.

4.1.6. Deformação de pupas e adultos

A inadequação ou deficiência nutricional de uma dieta pode acarretar alterações morfológicas expressas muitas vezes, por deformações nas pupas e adultos.

As baixas porcentagens de deformações registradas em pupas (segmentos abdominais alon-

Tabela 20. Duração e viabilidade da fase de ovo, de *S. rugipeda* mantida em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Dieta ¹	Duração da* fase de ovo (dias)	Intervalo de variação	Viabilidade * (%)	Intervalo de variação
A	$2,94 \pm 0,06$	2,0 - 3,0	$86,88 \pm 2,73$	55,0 - 97,0
B	$2,94 \pm 0,03$	2,0 - 3,0	$86,17 \pm 3,02$	47,0 - 100,0

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

B: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e grão-de-trigo.

* Não houve diferença estatística entre as médias, nos parâmetros analisados.

gados) ou adultos (enrolamento de asas), não foram suficientes para indicar a inadequação nutricional de uma das dietas (Tabela 21).

Tabela 21. Deformação de pupas e adultos de *S. frugiperdamanti* da em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Dieta ¹	Deformação (%)		
	Pupas	Adultos	
		♀	♂
A	0,9	1,8	0,9
B	1,8	0	1,0

¹ A: à base de feijão e levedura de cerveja.

B: à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo.

4.1.7. Ciclo total (ovo-adulto): duração e viabilidade

A duração média do período ovo-adulto variou em função do alimento fornecido às lagartas. Este período foi, em média, 3,5 dias maior nos insetos mantidos na dieta A, observando-se uma melhor adequação nutricional da die-

ta artificial com germe-de-trigo para *S. frugiperda*; a viabilidade no entanto, foi semelhante nas duas dietas (Tabela 22), atingindo valores que podem ser considerados adequados para que uma dieta seja utilizada em laboratório, ou seja, viabilidade superior a 75% (SINGH, 1983).

Para uma criação massal considerando-se um laboratório com condições controladas vigentes na presente pesquisa, seria possível obterem-se em um ano 9,6 gerações de *S. frugiperda* criada na dieta B e de 8,8 gerações na dieta A.

Uma outra vantagem da dieta B é que os insetos originados deste meio emergiram num período de tempo mais curto em relação àqueles provenientes da dieta A (Figura 2C). Esta concentração de emergência, aliada ao menor período também observado para as fases de pré-pupa e pupa (Figura 2A e 2B), a credenciam como a dieta mais adequada para a criação massal de *S. frugiperda*.

4.2. Tabela de vida de fertilidade

Com o objetivo de ter uma melhor visualização das diferenças ocorridas no estudo biológico de *S. frugiperda*, foram elaboradas tabelas de vida de fertilidade do inseto criado nas duas dietas artificiais.

Tabela 22. Duração do período ovo-adulto e viabilidade total de *S. gungipera* mantidas em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

Dieta ¹	Duração do período** ovo - adulto (dias)	Intervalo de variação	Viabilidade* total (%)	Intervalo de variação
A	$36,7 \pm 0,17$ a	35,2 - 37,4	$80,0 \pm 2,79$	55,0 - 97,0
B	$33,2 \pm 0,21$ b	32,0 - 34,8	$75,0 \pm 4,35$	38,0 - 100,0

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

B: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e grão-de-trigo.

* Não houve diferença estatística entre as médias, nos parâmetros analisados.

** Médias diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os insetos mantidos na dieta B, apresentaram taxa líquida de reprodução (R_0) e a razão finita de aumento (λ) maiores em relação à dieta A. Estes maiores valores foram reforçados pela menor duração de uma geração (T), ou seja, o período de tempo decorrido entre o nascimento dos pais e o de seus descendentes (Tabela 23). Os valores relativos à taxa líquida de reprodução são mais facilmente visualizados, pois houve um aumento aproximado de 727 vezes a cada geração dos insetos criados na dieta A e de 775 vezes na dieta B. Entretanto, as diferenças entre a razão finita de aumento (λ) somente tornam-se mais evidentes, elevando-se o valor obtido a um dado expoente por um período de tempo qualquer (λ^t); estimando-se desta forma o número de indivíduos que as fêmeas criadas nas diferentes dietas artificiais, podem adicionar à população, num mesmo período de tempo.

Assim sendo, elevando-se os valores de λ ao expoente 33,2 dias, que corresponde ao período ovo-adulto dos insetos mantidos na dieta B, foram adicionados à população 127 fêmeas, verificando-se que na dieta A este valor seria de 101 fêmeas, que corresponde a um decréscimo de 21% na população.

4.3. Canibalismo de *S. frugiperda* mantida em dietas artificiais e natural

As lagartas de *S. frugiperda* mostraram hábito canibalístico, independente do alimento utilizado, confirman-

Tabela 23. Taxa líquida de reprodução (Ro), duração média de cada geração (T), capacidade inata de aumentar em número (rm), razão finita de aumento (λ) de *S. frugiperda*, mantida em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Dieta ¹	Ro	T (dias)	rm	λ	N ²
A	726,646	47,51	0,139	1,149	16
B	774,610	43,84	0,145	1,157	18

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

B: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e grão-de-trigo.

² Total de casais observados.

das observações de diversos autores (BERTELS & ROCHA, 1950; LEIDERMAN & SAUER, 1953; ETCHEVERRY, 1957; VELEZ & SIFUENTES, 1967; ESCALANTE 1974; CRÓCOMO & PARRA, 1985 e RAFFA, 1987) (Figura 3 e Tabela 24).

Ocorreu uma alta contaminação por microorganismos nos dois meios artificiais (Trat. 3 e 4), contaminação esta variável de 37% a 47% na dieta A, e de 30% e 37% na dieta B. A causa provável da contaminação pode ser o próprio canibalismo, pois as partes remanescentes das lagartas podem ter criado condições para o desenvolvimento de fungos, que foram os microrganismos predominantes. As repetições contaminadas foram eliminadas da análise para viabilidade.

As viabilidades foram maiores, nas lagartas que se alimentaram na dieta B em todos os tratamentos, com exceção dos tratamentos 1 e 3 (Tabela 25). Independente do substrato alimentar utilizado, ficou claro que à medida que se aumentou o número de lagartas por recipiente de criação a viabilidade em relação ao padrão (uma lagarta/tubo), apresentou uma tendência de diminuição em todos os substratos testados, com exceção do tratamento 2 da dieta B (Tabela 25, Figura 3). Segundo observações de vários autores, com outras espécies, à medida que o número de indivíduos é aumentado no recipiente de criação, independente do substrato alimentar o comportamento canibal é mais acentuado (FOX, 1975a; POLIS, 1981; JOYNER & GOULD, 1985 e 1987 e RAFFA, 1987).

Figura 3. Porcentagem de lagartas de *S. frugiperda* que apresentaram diferentes hábitos canibalísticos, em duas dietas artificiais e em três densidades populacionais. Temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

Tabela 24. Porcentagem de lagartas de *S. fugiperda* que apresentaram diferentes níveis de canibalismo, em duas dietas artificiais e em alimento natural (milho), em três densidades diferentes. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Densidade (lagarta / recipiente)	Sem canibalismo			Canibalismo parcial ²			Canibalismo total ³		
	Dietas ¹			Milho			Milho		
	A	B		A	B		A	B	Milho
2	11,3	70,0	2,8	0	0	0	88,7	30,0	97,2
3	0	0	0	47,6	45,8	0	52,4	54,2	100,0
4	0	0	0	29,7	68,2	0	70,3	31,8	100,0

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.
 B: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e gema de trigo.
 Milho: variedade AG-162

² Parâmetro onde se obteve dois indivíduos/repetição.

³ Parâmetro onde se obteve somente um indivíduo/repetição.

Tabela 25. Viabilidade corrigida (%) para canibalismo de *S. frugiperda* mantida em duas dietas artificiais e alimento natural (milho) em diferentes densidades em relação a um padrão (1 lagarta/recipiente). Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

(lagarta/ recipiente)	Dietá A	Dietá B	Milho ²	Milho ³
Dietas ¹				
1	80,0	88,6	86,0	100,0
2	69,6	95,8	58,1	50,0
3	61,5	54,9	38,7	46,7
4	40,5	47,4	29,1	30,0

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

B: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e ~~gemme~~de-trigo.

Milho: variedade AG-162

² Recipiente utilizado: tubo de vidro com fundo chato (2,5cm de diâmetro por 8,0cm de altura)

³ Recipiente utilizado: placa de vidro com 9,5cm de diâmetro e 4,0cm de altura.

O alimento natural foi o que proporcionou o maior canibalismo de *S. frugiperda*, pois nos tratamentos com 3 e 4 lagartas/tubo houve 100% de canibalismo e de 97,2% com 2 lagartas/tubo (Tabela 24, Figura 3).

Mostrando mais uma vez a sua maior adequação nutricional, a dieta B apresentou 70% dos casos em que não houve canibalismo no tratamento com 2 lagartas/tubo, identificando a aparente discrepância de viabilidade (95,8%) que ocorrera com relação ao tratamento com 2 lagartas/recipientes (Tabelas 24 e 25, Figura 3).

CRÓCOMO & PARRA (1985) e RAFFA (1987) fizeram referências às elevadas porcentagens de canibalismo em alimento natural (milho), demonstrando desta forma a inadequação nutricional do milho em relação ao inseto.

AL-ZUBAID & CAPINERA (1983) demonstraram que o canibalismo pode ser afetado pela qualidade nutricional da planta, a qual não foi levada em consideração na presente pesquisa, pois não foi realizada adubação no milho fornecido às lagartas.

Indivíduos que apresentaram canibalismo parcial foram observados nos tratamentos 3 e 4, somente para as dietas artificiais A e B (Tabela 24; Figura 3).

Com relação ao canibalismo total, no tratamento com 4 lagartas houve menor canibalismo na dieta B (31,8%), quando comparado às lagartas da dieta A (70,3%) (Tabela 24; Figura 3). Estes resultados podem ser justificados por ser

a dieta B, nutricionalmente mais adequada em relação à dieta A e o alimento natural (milho), reforçando as citações de POLIS (1981); AL-ZUBAID & CAPINERA (1983); CRÓCOMO & PARRA (1985) e JOYNER & GOULD (1985 e 1987), com relação à qualidade do alimento.

Uma vez que todos os tubos receberam quantidades iguais e suficientes para a manutenção das lagartas até completarem seu desenvolvimento, nas dietas artificiais A e B e de alimento natural (milho), a hipótese de que o canibalismo é afetado pela falta de alimento foi descartada. Um outro aspecto referido como responsável pelo canibalismo, isto é, espaço disponível foi descartado, pois utilizando-se placas de vidro com espaço disponível maior observou-se altas porcentagens de canibalismo em todos os tratamentos estudados (Tabela 25).

Dentre os fatores ambientes que afetam o canibalismo, alguns foram levados em consideração neste trabalho, no entanto é provável que alguns indivíduos de *S. frugiperda* tenham um componente genético que interfira neste comportamento, havendo necessidade de estudos mais aprofundados para confirmação dessa hipótese.

4.4. Coloração de ovos de *S. frugiperda* em dietas artificiais e natural

Observou-se que as posturas de *S. frugiperda* variaram de cor dependendo do substrato alimentar (Tabela 26; Figura 4). Assim, as fêmeas provenientes da dieta A (feijão e levedura de cerveja) colocaram ovos de 24 cores, sendo que aquelas originadas do alimento natural (milho) colocaram ovos de 21 colorações. Na dieta B (feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo) foram colocados apenas 12 cores de ovos (Figura 4).

Houve cores que foram comuns aos três substratos alimentares (dietas A, B e milho), quais sejam: laranja, amarelo, verde e azul. A cor vermelha foi observada somente nas posturas dos insetos oriundos da dieta A, e a cor marrom nas posturas das dietas A e B (Tabela 26).

Entre as cores observadas (Tabela 26), a que teve maior porcentagem de ocorrência foi a cor azul (51%) na dieta A, a cor verde (43%) no alimento natural e a cor laranja (42% e 40%) na dieta B e no alimento natural, respectivamente (Figura 5).

Algumas cores de ovos que ocorreram neste trabalho, já foram citadas por LEIDERMAN & SAUER (1953) e ETCHEVERRY (1957) em insetos alimentados com milho, registrando-se posturas de coloração variáveis do cinza-claro ao esverdeado, e do verde-claro ao marrom, respectivamente.

Tabela 26. Coloração e porcentagem de ocorrência das posturas de *S. frugiperda* mantida em três substratos alimentares. Temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Nº cor ²	Cor	Dietas ¹			Ocorrência (%)		
		A	B	Milho	A	B	Milho
10	vermelho	x			0,96	-	-
20	vermelho	x			6,73	-	-
25	vermelho	x			0,96	-	-
185	laranja	x			0,96	-	-
190	laranja	x			1,92	-	-
203	laranja			x	-	-	1,72
204	laranja			x	-	-	5,17
205	laranja			x	-	-	1,72
209	laranja			x	-	-	5,17
210	laranja	x	x	x	0,96	14,6	10,34
220	laranja			x	-	-	1,72
233	laranja		x	x	-	8,1	8,62
234	laranja	x	x	x	6,73	19,5	3,45
235	laranja	x		x	1,92	-	1,75
250	amarelo			x	-	-	3,45
264	amarelo		x		-	0,8	-
295	amarelo	x		x	2,88	-	8,62
324	amarelo			x	-	-	1,72
330	amarelo	x			0,96	-	-
339	verde			x	-	-	5,17
340	verde		x	x	-	6,5	17,24
355	verde			x	-	-	3,45
359	verde	x			0,96	-	-
364	verde			x	-	-	1,72
365	verde			x	-	-	1,72
369	verde			x	-	-	1,72
370	verde		x		-	2,4	-
375	verde			x	-	-	6,90
385	verde	x			3,85	-	-
395	verde		x	x	-	4,1	5,17
405	verde	x	x		0,96	5,7	-
425	verde	x	x		1,92	0,8	-
439	azul	x			0,96	-	-
440	azul	x			0,96	-	-
445	azul		x		-	1,6	-
450	azul	x			11,54	-	-
494	azul	x			1,92	-	-
495	azul	x	x		19,23	14,6	-
504	azul	x			0,96	-	-
510	azul	x		x	14,42	-	3,45
524	azul	x			0,96	-	-
699	marrom	x			0,96	-	-
700	marrom	x	x		15,38	21,1	-

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

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

Milho: alimento natural, variedade AG-162

² Baseado no Código Internacional de Cores de SEGUY (1936).

Figura 4. Número de cores de posturas de *S. frugiperda* mantida em duas dietas artificiais e em alimento natural. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

Figura 5. Porcentagem de diferentes cores de posturas de *S. frugiperda* mantida em duas dietas artificiais e alimento natural. Temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

O período de incubação nos diferentes substratos alimentares, foi semelhante, variando em média de 2,9 dias na dieta B, 3,0 dias no alimento natural (milho) e de 3,1 dias na dieta A. Fato semelhante também se verificou com relação a viabilidade dos ovos, que foi em média de 84% na dieta A, 85,1% na dieta B e de 89,8% no alimento natural (Tabela 27).

Apesar de se obterem altas viabilidades para os três substratos alimentares e cores observadas, nas posturas dos insetos que receberam a dieta B como alimento, a variação nos percentuais deste parâmetro foi mais acentuada com relação à cor verde. Nesta cor, a tonalidade verde 395, foi a que teve a menor viabilidade do experimento, pois somente 28,8% dos ovos foram viáveis. No entanto, no alimento natural, esta mesma cor atingiu 96,6% de viabilidade nas posturas (Figura 6).

Através dos resultados obtidos nesta pesquisa algumas hipóteses podem ser levantadas à respeito dessa variação da cor das posturas de *S. frugiperda*, quando alimentadas, durante a fase larval, em diferentes substratos. Provavelmente, este fato tenha ocorrido devido às diferenças qualitativas e/ou quantitativas dos substratos estudados: do metabolismo diferente dos nutrientes disponíveis no alimento; por alterações na fisiologia da reprodução ou até mesmo por características genéticas dos indivíduos. Portanto, estudos mais

Tabela 27. Duração do período de incubação e viabilidade dos ovos de diferentes cores de *S. frugiperda* mantida em três substratos alimentares. Temperatura: 25 ± 2°C; UR: 60 ± 10%; fotofase: 14 h.

Cores	Período incubação (dias)			Viabilidade (%)		
	A	B	Milho	A	B	Milho
Dieta ¹						
Vermelho	2,9	0	0	93,5	0	0
Laranja	3,5	2,9	3,1	68,1	77,8	93,4
Amarelo	2,8	3,9	3,2	73,2	94,0	80,3
Verde	3,3	3,0	2,9	84,9	75,2	85,5
Azul	3,2	3,0	3,0	90,3	86,6	100,0
Marrom	2,9	2,7	0	93,9	91,7	0
$\bar{x}$	3,1	2,9	3,0	84,0	85,1	89,8

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

B: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e grão-de-trigo.

Milho: alimento natural, variedade AG-162.

Figura 6. Viabilidade de ovos (%) nas diferentes tonalidades da cor verde, em posturas de *S. frugiperda* mantida em duas dietas artificiais e alimento natural. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

detalhados devem ser feitos investigando as reais causas destas variações. De qualquer forma, ficou evidente que um aumento de posturas com coloração verde, dependendo do substrato alimentar, pode ser uma indicação de que houve redução na fertilização, o que poderá levar a uma diminuição do número de insetos produzidos em uma criação massal, por exemplo.

4.5. Nutrição quantitativa de *S. frugiperda* em três substratos alimentares por gerações sucessivas

Os estudos de nutrição foram realizados por quatro gerações sucessivas. No entanto, os dados relativos à segunda geração não foram computados, devido a alta contaminação por microrganismos.

4.5.1. Alimento ingerido (I)

O alimento ingerido (I) foi afetado pelo substrato alimentar e pelas gerações sendo, em média, maior na dieta A em relação a dieta B, havendo efeito significativo da interação dieta x geração (Tabela 28; Figuras 7A e 7B).

Tabela 28. Peso seco do alimento ingerido (g) (I), alimento assimilado (g) (I-F) e fezes (g) (F) produzidas por lagartas de *S. frugiperda* mantidas em duas dietas artificiais por três gerações. Temperatura $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

Geração	Alimento Ingerido (I)*		Alimento Assimilado(I-F)*		Fezes (F)*	
	Dieta A ¹	Dieta B ¹	Dieta A ¹	Dieta B ¹	Dieta A ¹	Dieta B ¹
1	0,81 Ab	0,55 Bb	0,41 Aa	0,31 Ba	0,40 Ab	0,24 Ba
3	0,94 Aa	0,63 Bab	0,46 Aa	0,34 Ba	0,48 Aa	0,29 Ba
4	0,77 Ab	0,65 Ba	0,29 Ab	0,30 Aa	0,48 Aa	0,35 Bb
Médias	0,84 A	0,61 B	0,39 A	0,32 B	0,45 A	0,29 B

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e da mesma letra minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

1. A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

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

Figura 7. Peso seco do alimento ingerido (g) (I), alimento assimilado (g) (I-F), ganho de biomassa (g) (B), alimento metabolizado (g) (M), fezes produzidas (g) (F) e duração do período larval (dias) (T) de *S. frugiperda* mantidas em duas dietas artificiais, por três gerações. Temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

A = dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

B = dieta à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo.

O fato da dieta A apresentar uma maior quantidade de alimento ingerido, pode estar de acordo com as pesquisas de TABASHNIK & SLANSKY Jr.(1987), que sugeriram que a forma de adaptação de insetos às inadequações nutricionais pode ser através do aumento de consumo. Este resultado sugere que as lagartas de *S. frugiperda* que se alimentaram na dieta A, apresentaram uma resposta compensatória diante da pior qualidade nutricional da dieta, ingerindo maior quantidade de alimento.

4.5.2. Alimento assimilado (I-F.)

A quantidade de alimento assimilado (I-F.) ou seja, a parte do alimento ingerido que foi utilizada pelo inseto para conversão em biomassa e/ou em energia para o metabolismo, diferiu significativamente entre as dietas e gerações, verificando-se interação significativa dieta x geração.

Os insetos criados na dieta A, apresentaram assimilação variável ao longo das gerações, diminuindo na última delas (Tabela 28 e Figura 7A). Na dieta B, esta assimilação foi constante nas três gerações estudadas (Tabela 28 e Figura 7B).

4.5.3. Fezes produzidas (F)

As lagartas de *S. frugiperda* que ingeriram a dieta A nas três gerações, apresentaram em média uma quantidade

de de fezes (F) significativamente maior do que aquelas alimentadas com a dieta B, durante toda a fase larval (Tabela 28 e Figuras 7A e 7B).

4.5.4. Ganho de biomassa (B)

A utilização do alimento para o crescimento, foi, em média, significativamente maior na dieta B, do que na dieta A ao longo das gerações (Tabela 29, Figuras 7A e 7B).

4.5.5. Alimento metabolizado (M)

Através da análise do alimento metabolizado (M), que representa a quantidade de alimento utilizado na forma de energia metabólica, foi maior na dieta A, evidenciando interação significativa dieta x geração (Tabela 29; Figuras 7A e 7B).

4.5.6. Duração da fase larval (T)

O tempo (T) necessário para que as lagartas atingissem o tamanho máximo, foi afetado significativamente pelo alimento. Na dieta B, os insetos se desenvolveram em menor tempo do que as lagartas que se alimentaram da dieta A, indicando uma melhor adequação da dieta B (Tabela 29 e Figuras 7A e 7B).

Tabela 29. Ganho de biomassa (g) (B), alimento metabolizado (g) (M) e duração do período larval (dias) (T) de *S. trugiperda* em duas dietas artificiais por três gerações. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

Geração	Ganho de biomassa (B) *		Alimento Metabolizado(M)*		Duração fase larval (T)*	
	Dieta A ¹	Dieta B ¹	Dieta A ¹	Dieta B ¹	Dieta A ¹	Dieta B ¹
1	0,17 Aa	0,20 Ba	0,24 Aab	0,12 Ba	19 Ab	16 Bb
3	0,18 Aa	0,19 Ba	0,28 Aa	0,15 Ba	20 Aa	18 Ba
4	0,14 Ab	0,16 Bb	0,15 Ab	0,14 Aa	21 Ac	18 Ba
Médias	0,16 A	0,18 B	0,22 A	0,14 B	20 A	17 B

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e da mesma letra minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

1. A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

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

4.6. Índices nutricionais

4.6.1. Taxa de consumo relativo (RCR)

A RCR diferiu significativamente nas duas dietas estudadas, sendo maior em média na dieta A (Tabela 30; Figuras 8A e 8B).

4.6.2. Taxa de crescimento relativo (RGR)

A RGR foi afetada significativamente pelas dietas artificiais estudadas. Os insetos que se alimentaram da dieta B, apresentaram, em média, uma maior RGR quando comparados aos insetos que receberam a dieta A como alimento (Tabela 30; Figuras 8A e 8B).

As lagartas da dieta A ingeriram uma maior quantidade de alimento e produziram mais fezes com relação as lagartas da dieta B, como já foi discutido anteriormente. Entretanto, os insetos da dieta B, mesmo ingerindo uma quantidade de alimento menor (aproximadamente 27% a menos), apresentando um ganho de peso maior (11%) do que os da dieta A (Tabelas 28 a 30; Figuras 7A e B; 8A e B).

Estes dados mostram uma superioridade da dieta B em relação a dieta A, considerando-se o peso adquirido pelas lagartas de *S. frugiperda* em relação à quantidade de alimento ingerido. Provavelmente, este fato ocorreu devido a diferenças qualitativas das duas dietas utilizadas.

Tabela 30. Taxa de consumo relativo (g/g/dia) (RCR), taxa de crescimento relativo (g/g/dia) (RGR), taxa metabólica relativa (g/g/dia) (RMR) de lagartas de *S. frugiperda* em duas dietas artificiais, por três gerações. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase 14h.

Geração	RCR *		RGR *		RMR *	
	Dieta A ¹	Dieta B ¹	Dieta A ¹	Dieta B ¹	Dieta A ¹	Dieta B ¹
1	0,51 Ab	0,37 Bb	0,11 Aa	0,14 Ba	0,15 Aa	0,09 Ba
3	0,51 Ab	0,38 Bb	0,10 Aa	0,11 Ab	0,15 Aa	0,10 Ba
4	0,53 Ab	0,46 Ba	0,10 Aa	0,11 Bb	0,11 Aa	0,10 Aa
Médias	0,52 A	0,43 B	0,10 A	0,12 B	0,14 A	0,09 B

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e da mesma letra minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

1. A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

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

4.6.3. Taxa metabólica relativa (RMR)

A RMR também diferiu significativamente entre as dietas estudadas. Os insetos mantidos na dieta A, apresentaram em média uma RMR maior do que a dieta B (Tabela 30; Figuras 8A e 8B).

Através dos resultados observados, fica evidente que a dieta A é menos adequada nutricionalmente para *S. frugiperda*.

Lagartas mantidas na dieta A, apresentaram as RCR e RMR maiores e a RGR menor do que a dieta B (Tabela 30). Isto pode significar que ao longo do desenvolvimento larval tenha ocorrido alguma alteração na fisiologia do inseto, exigindo um maior consumo de energia, o que não ocorreu com os insetos alimentados com a dieta B.

4.6.4. Digestibilidade aproximada (AD)

A digestibilidade aproximada (AD) representa a porcentagem do alimento que foi efetivamente assimilada. Este índice demonstra que a assimilação foi mais eficiente na dieta B em relação a dieta A (Tabela 31).

A digestibilidade aproximada nas duas dietas estudadas demonstrou uma tendência de diminuição ao longo das gerações (Tabela 31; Figuras 8A e 8B).

4.6.5. Eficiência de conversão do ingerido (ECI)

Este índice representa a porcentagem do alimento ingerido pelo inseto que é transformado em biomassa. A eficiência de conversão do ingerido (ECI), ou taxa bruta de eficiência, foi significativamente diferente nas duas dietas. A proporção do alimento ingerido que foi utilizado para ganho de biomassa, foi em média maior na dieta B (Tabela 31; Figuras 8A e 8B).

4.6.6. Eficiência de conversão do digerido (ECD)

A eficiência de conversão do alimento digerido (ECD), representa a porcentagem do alimento digerido que é convertido em biomassa do inseto. A ECD foi superior na dieta B, diferindo significativamente da dieta A (Tabela 31; Figuras 8A e 8B).

4.6.7. Custo metabólico

O inverso da ECD, ou seja 100-ECD, indica a porcentagem do alimento metabolizado em energia para a manutenção da vida.

Tabela 31. Digestibilidade aproximada (%) (AD), eficiência de conversão do ingerido (%) (ECI), eficiência de conversão do digerido (%) (ECD) e Custo Metabólico (%) de lagartas de *S. frugiperda* mantidas em duas dietas artificiais, por três gerações. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

Geração	AD*		ECI*		ECD*		Custo Metabólico *	
	Dieta A ¹	Dieta B ¹	Dieta A ¹	Dieta B ¹	Dieta A ¹	Dieta B ¹	Dieta A ¹	Dieta B ¹
1	50,00 Aa	56,07 Aa	21,24 Aa	36,78 Ba	41,46 Aa	64,50 Ba	58,54 Aa	35,50 Ba
3	48,94 Aa	52,54 Ab	19,43 Aa	21,70 Ab	39,13 Aa	60,61 Ba	60,84 Aa	39,39 Ba
4	38,54 Ab	46,07 Bb	18,13 Aa	25,47 Bb	53,83 Aa	55,17 Aa	41,67 Aa	44,83 Aa
Médias	45,57 A	51,56 B	19,60 A	27,99 B	46,31 A	60,09 B	53,69 A	39,91 B

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e da mesma letra minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

1. A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

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

Figura 8. Taxa de consumo relativo (g/g/dia) (RCR), taxa de crescimento relativo (g/g/dia) (RGR), taxa metabólica relativa (g/g/dia) (RMR), digestibilidade aproximada (%) (AD), eficiência de conversão do ingerido (%) (ECI), eficiência de conversão do digerido (%) (ECD) de lagartas de *S. frugiperda* mantidas em duas dietas artificiais por três gerações. Temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

A = dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

B = dieta à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo.

O custo metabólico, foi significativamente diferente para as dietas A e B, não havendo diferença estatística para gerações. O maior custo metabólico foi obtido para a dieta A, correspondendo a maior RCR obtida para esta dieta (Tabelas 30 e 31; Figura 9). Pelo percentual obtido na dieta A, ao longo das gerações 1 e 3, confirma-se que as lagartas que se alimentaram neste substrato, gastaram mais energia durante toda a fase larval.

SCRIBER & SLANSKY Jr. (1981), consideraram que um maior custo metabólico apresentado pelos insetos, se deve à presença de determinadas substâncias no alimento afetando a sua fisiologia; no presente caso, pode ter ocorrido este fato com os insetos que se alimentaram da dieta A, embora tenha apresentado uma capacidade compensatória, que permitiu seu crescimento através da ingestão de mais alimento.

Na 4ª geração, o custo metabólico diminuiu na dieta A, concordando com as observações de ALMEIDA & PARRA (1986) que *S. frugiperda* adapta-se à dieta de feijão e levedura na 3ª geração em condições de laboratório.

Figura 9. Custo metabólico (%) de *S. frugiperda* mantida em duas dietas artificiais, por três gerações. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

4.7. Capacidade de conversão protéica por lagartas de *S. frugiperda* e teor de lipídeos em adultos em duas dietas artificiais

Embora a dieta B contivesse maior porcentagem de proteína total, a capacidade de conversão protéica pelas lagartas foi semelhante nas duas dietas; na dieta B ocorreu uma maior retenção de proteína no organismo, pois as fezes continham um menor conteúdo protéico (Tabela 32, Figura 10).

Tabela 32. Determinação da proteína total em dietas, lagartas e fezes de *S. frugiperda* mantida em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Dieta ¹			
	Material analisado	Dieta -----	Lagarta ----- (%) ----- Fezes -----
A		21,9	45,31
B		23,8	47,88

¹ A: à base de feijão e levedura de cerveja.

B: à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo.

Figura 10. Porcentagem de proteína total em dietas, lagartas e fezes de *S. frugiperda* mantidas em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

O armazenamento de lipídeos nos insetos, segundo SLANSKY Jr. (1981), é de fundamental importância principalmente para dispersão, fecundação e diapausa.

Sendo a atividade de vôo um processo que demanda um gasto elevado de energia e como *S. frugiperda* é uma espécie de hábitos migratórios, o armazenamento de lipídeos para realização de tal processo, depende do alimento ingerido pelas lagartas durante seu desenvolvimento.

Os insetos provenientes da dieta à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo, apresentaram-se com maior teor de lipídeos (46,6%) e menor conteúdo de água (53,5%) em relação aos insetos criados na dieta A (41,8% e 57,6%, respectivamente) (Tabela 33, Figura 11).

Tabela 33. Determinação do teor de lipídeos e água (%) em adultos de *S. frugiperda* mantidos em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Dieta ¹	lipídeos	água
	----- (%) -----	-----
A	41,8	57,6
B	46,6	53,5

¹ A: à base de feijão e levedura de cerveja.

B: à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo.

Figura 11. Porcentagem do teor de óleo e água em adultos de *S. frugiperda* mantidos em duas dietas artificiais. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Isto talvez credencie os insetos criados na dieta B a uma maior facilidade de dispersão.

4.8. Controle de qualidade de *S. frugiperda* por gerações sucessivas

4.8.1. Efeito de duas dietas artificiais sobre parâmetros biológicos

4.8.1.1. Duração e viabilidade da fase larval

A duração da fase larval foi afetada pelas dietas A e B nas gerações sucessivas de *S. frugiperda* (Tabela 34). O período larval foi sempre menor, em todas as gerações, na dieta B, sendo a viabilidade semelhante em ambos os substratos até a 4ª geração. Na 5ª geração a viabilidade decresceu na dieta B, embora ainda mantendo no cômputo um percentual médio (80,2%) comparável ao da dieta A (75,8%) (Tabela 34).

4.8.1.2. Duração e viabilidade da fase pupal

A duração e viabilidade da fase pupal foram semelhantes nos meios estudados, sendo que na 5ª geração houve alguma alteração nos insetos mantidos na dieta B, pois houve um encurtamento da duração da fase pupal de fêmeas e um decréscimo da viabilidade (Tabelas 35 e 36).

Tabela 34. Duração e viabilidade da fase larval de *S. frugiperda*, mantida em duas dietas artificiais por 5 gerações sucessivas. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Geração	Parâ- metros	Duração (dias)*		Viabilidade (%) *	
		Dieta A ¹	Dieta B ¹	Dieta A ¹	Dieta B ¹
1		26,0 a	19,1 b	78,0 a	87,2 a
3		27,9 a	22,6 b	84,0 a	83,1 a
4		24,2 a	21,0 b	82,5 a	85,1 a
5		25,4 a	21,1 b	75,8 a	65,6 b

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

B: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e grão-de-trigo.

* Médias seguidas de letras diferentes nas linhas para cada parâmetro diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 35. Duração e viabilidade da fase pupal (média de machos e fêmeas) de *S. frugiperda*, mantida em duas dietas artificiais por gerações sucessivas. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Geração	Duração ($\bar{x}$ e $\bar{s}$) (dias)*		Viabilidade (%) *	
	Dieta A ¹	Dieta B ¹	Dieta A ¹	Dieta B ¹
1	11,8 a	11,3 a	98,4 a	91,2 b
3	11,6 a	11,1 a	82,5 a	83,6 a
4	11,8 a	11,7 a	88,3 a	87,5 a
5	11,6 a	10,5 b	93,0 a	80,0 b

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

B: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e grão-de-trigo.

* Médias seguidas de letras diferentes nas linhas para cada parâmetro diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.8.1.3. Peso de pupas

Em termos gerais, o peso de pupas foi sempre maior na dieta B nas 4 gerações estudadas, quer considerando os valores em conjunto ou os sexos isoladamente (Tabela 37).

Os insetos mantidos na dieta A apresentaram uma tendência de diminuição de peso a partir da 1ª geração (Tabela 37). Na dieta B, os pesos se mantiveram constantes ao longo das gerações.

4.8.1.4. Deformações de pupas e adultos

A inadequação nutricional de uma dieta, pode causar deformações em pupas e adultos ao longo de gerações, podendo ser um importante parâmetro para avaliação da "qualidade" do inseto criado em laboratório

A maior porcentagem de pupas e adultos deformados ocorreu na dieta B, havendo 53% e 14% a mais de deformações nas pupas e adultos, respectivamente, em relação aos insetos que se alimentaram da dieta A, ao longo das gerações (Tabela 38 e 39).

A porcentagem dos tipos de deformações nas pupas foram diferentes em função do alimento. Assim, na dieta A houve predominância dos segmentos abdominais alongados, enquanto na dieta B predominou o tipo de deformação definido como esclerotização incompleta da asa. De forma análoga, a

Tabela 36. Duração e viabilidade de pupa (♀ e ♂) separada por sexo de *S. frugiperda* mantida em duas dietas artificiais por gerações sucessivas. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Gerações parâ- metros	♀		♂	
	Duração (dias)*		Viabilidade (%)*	
	Dieta A ¹	Dieta B ¹	Dieta A ¹	Dieta B ¹
1	11,0a	10,9a	100,0a	86,3a
3	10,9a	10,5b	78,9a	80,0a
4	11,6a	10,9a	89,3a	81,7a
5	11,1a	10,2b	89,4a	82,5a
			12,3a	11,6a
			12,2a	11,7b
			12,1a	11,8b
			12,1a	10,8b
			97,8a	91,0a
			86,7a	86,0a
			89,3a	94,0a
			96,0a	72,7b

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.
B: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e grão-de-trigo.

* Médias seguidas de letras diferentes nas linhas, para cada parâmetro diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 37. Peso médio de pupas em conjunto (♂ e ♀) e separado por sexo de *S. frugiperda*, mantida em duas dietas artificiais por gerações sucessivas. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Geração	Peso pupa (♂ e ♀) (mg) *		Peso pupa ♀ (mg) *		Peso pupa ♂ (mg) *	
	Dieta A ¹	Dieta B ¹	Dieta A ¹	Dieta B ¹	Dieta A ¹	Dieta B ¹
Parâ- metros						
1	284,0 a	289,0 a	280,0 b	290,0 a	280,0 a	280,0 a
3	235,0 b	264,0 a	230,0 b	250,0 a	230,0 b	270,0 a
4	244,0 b	268,0 a	240,0 b	260,0 a	240,0 b	270,0 a
5	239,0 b	266,0 a	240,0 b	270,0 a	240,0 b	260,0 a

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

B: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e gema-de-trigo.

* Médias seguidas de letras diferentes nas linhas para cada parâmetro diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 38. Porcentagem total e tipo de deformações em pupas de *S. flygiperda* mantida em duas dietas artificiais por gerações sucessivas. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Tipo de deformação	Dieta A ¹ (%)					Dieta B ¹ (%)				
	Gerações					Gerações				
	1	3	4	5	Total	1	3	4	5	Total
Segmentos abdominais alongados	0	3,3	0,7	1,1	5,1	2,4	3,0	3,2	0,9	9,5
Esclerotização incompleta (asa)	0	2,2	0	0,5	2,7	0	2,5	1,3	7,8	11,6
Pupa desidratada	0	3,3	0	0	3,3	0	0	0	0	0
Retenção dos caracteres morfológicos larvais	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0,9	2,4

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

B: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e grão-de-trigo.

Tabela 39. Porcentagem total de adultos de *S. frugiperda* com deformações nas asas, mantida duas dietas artificiais por gerações consecutivas. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 h.

Tipo de deformação	Dieta A ¹ (%)					Dieta B ¹ (%)				
	1	3	4	5	Total	1	3	4	5	Total
Gerações										
Deformação asa (enrolamento)	9,7	5,3	8,4	12,5	35,9	3,7	18,0	7,4	12,8	41,9

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

B: dieta à base de feijão, levedura de cerveja e grão-de-trigo.

desidratação de pupas somente ocorreu na dieta A, enquanto a retenção de caracteres morfológicos larvais somente ficou evidente na dieta B (Tabela 38). Com relação às deformações de adultos elas foram semelhantes em ambas as dietas na 4ª e 5ª gerações, havendo uma maior porcentagem de adultos deformados na 3ª geração da dieta B (Tabela 39).

Os resultados obtidos sugerem que ambas as dietas podem ser melhoradas, pois tais deformações em pupas e adultos são uma indicação de que existem deficiências nutricionais nas duas dietas.

4.8.1.5. Duração do período de incubação e viabilidade de ovos

A duração e viabilidade não foram afetadas ao longo das gerações em ambas dietas. A duração foi semelhante para as duas dietas, sendo a viabilidade superior na dieta B (Tabela 40).

4.8.2. Consumo de área foliar (cm²) por *S. frugiperda* mantida em dieta artificial e natural

Lagartas de *S. frugiperda* mantidas sobre as dietas artificiais A e B, foram alimentadas durante seu desenvolvimento máximo (último ínstar), por um período de 36 h em alimento natural (milho AG-162), por três gerações consecutivas.

Tabela 40. Duração do período de incubação e viabilidade dos ovos de *S. frugiperda*, mantida em duas dietas artificiais por gerações sucessivas. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

Geração	Duração do período de incubação (dias)		Viabilidade ovos (%) *	
	Dieta A ¹	Dieta B ¹	Dieta A ¹	Dieta B ¹
1	3,0 a	3,0 a	89,5 a	91,8 a
3	3,0 a	3,0 a	47,7 b	68,8 a
4	3,0 a	3,0 a	73,4 a	84,5 a
5	3,0 a	3,0 a	79,6 a	82,3 a

¹ A: dieta à base de feijão e levedura de cerveja.

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

* Médias seguidas de letras diferentes nas linhas para cada parâmetro diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

As dietas artificiais A e B não interferiram no comportamento alimentar das lagartas, quando estas passaram a receber como alimento discos de milho.

Ambas as dietas mostraram-se adequadas para a criação de *S. frugiperda*, pois o consumo de área foliar foi sempre superior, em todas as gerações, àquele ingerido pelo inseto mantido em dieta natural (Figura 12).

4.9. Considerações gerais

Levando-se em consideração os diversos parâmetros biológicos e nutricionais estudados na presente pesquisa, pôde-se concluir que a dieta B, à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo é a mais adequada para a criação massal de *S. frugiperda*. Neste meio artificial, houve um encurtamento do período larval, o qual apresentou-se com menor número de ínstaes (7 ínstaes) em relação à dieta A, à base de feijão e levedura de cerveja (Tabela 3). Em estudos nutricionais, ínstaes adicionais são uma indicação de uma inadequação do substrato alimentar (SLANSKY Jr. & RODRIGUEZ, 1987; PARRA & HADDAD, 1989). O peso de pupas (♀) foi maior na dieta B, e embora não tenha havido diferença estatística com relação ao número de ovos colocados (que numericamente foi superior nesse meio), o mínimo de ovos colocado pelas fêmeas oriundas da dieta B foi bastante superior àquele

Figura 12. Consumo de área foliar (cm²) por lagartas de *S. frugiperda* mantidas em duas dietas artificiais e em alimento natural. Temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14h.

Letras sobre as colunas representam as diferenças estatísticas pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

colocado pelas fêmeas provenientes da dieta A (Tabelas 10 e 17). Uma outra evidência da maior adequação nutricional do meio B, foi o número de cópulas realizado pelas fêmeas criadas nesta dieta. Assim, enquanto o máximo de cópulas obtido nos insetos criados na dieta A foi 6, na dieta B foram anotadas até 8 cópulas (Tabela 19).

Um outro aspecto que credencia a dieta B como mais adequada para manutenção de *S. frugiperda* em laboratório é a concentração de transformação em pré-pupas, pupas e adultos, ou seja, num curto período de tempo todos os indivíduos da população sofreram a metamorfose (Figura 2). Como consequência dos resultados biológicos referidos, a razão finita de aumento (λ) e a taxa líquida de reprodução (R_0) foram maiores nesta dieta (Tabela 23).

Ocorreu um menor canibalismo nas lagartas de *S. frugiperda* criadas na dieta B em relação ao alimento natural e à dieta A. Como alimentos mais ricos nutricionalmente, propiciam um menor canibalismo (POLIS, 1981; AL-ZUBAID & CAPINERA, 1983; CRÓCOMO & PARRA, 1985; JOYNER & GOULD, 1985 e 1987), esta dieta mostrou ser o alimento mais adequado e completo para criação de *S. frugiperda* (Tabelas 24 e 25; Figura 3).

Os estudos nutricionais mostraram também a superioridade da dieta B, pois o alimento ingerido pelos insetos neste meio foi em menor quantidade se comparado com a dieta A (Tabela 28; Figuras 7A e 7B), havendo também um menor cus-

to metabólico aliado a maiores taxas de crescimento relativo e de eficiências de conversão (Tabelas 30 e 31; Figuras 8A, 8B e 9).

O controle de qualidade, baseado no consumo de área foliar ou em parâmetros biológicos, por quatro gerações sucessivas, mostrou que o inseto não sofreu alterações nas gerações estudadas, quando criado nas dietas A e B e que o consumo de milho (alimento natural), após a manutenção por 4 gerações nas dietas artificiais, foi até superior aos insetos da população selvagem (Figura 12). O maior teor de lipídeos na dieta B também poderá favorecer a dispersão do inseto.

É conveniente salientar que a despeito da dieta A, à base de feijão e levedura de cerveja, ter sido inferior aos parâmetros citados, em linhas gerais ela apenas alongou o período larval, redundando em menor incremento populacional. Entretanto, ela foi também adequada para criação de *S. frugiperda*, pois apresentou uma capacidade compensatória na utilização do alimento, uma boa capacidade de conversão protéica e não alterou as características dos insetos ao longo das gerações.

Dessa forma, em alguns casos, e considerando-se o seu menor custo, ela poderá também ser usada para criações de *S. frugiperda*.

Como os estudos biológicos e nutricionais foram conduzidos com populações provenientes de diferentes locais (Tanquinho, Guaíra e Santa Cruz das Palmeiras) poderia

acontecer que existisse uma outra variável, além das dietas, se as populações fossem quimicamente diferentes. Entretanto, a análise eletroforética revelou que as lagartas de *S. frugiperda*, provenientes dos 3 locais apresentarem o mesmo padrão de bandas no eletrofotograma, o qual é formado por 12 regiões protéicas, numeradas a partir do ânodo em direção ao cátodo, mostrando que, nos diferentes experimentos, as únicas variáveis foram as dietas, permitindo uma comparação segura entre as mesmas (Figura 13).

Figura 13. Eletrofotograma de lagartas de *S. frugiperda* coletadas em três localidades diferentes (Tanguinho, Guaíra e Santa Cruz das Palmeiras, SO). Gel de poliacrilamida 7%, tampão tris-glicina pH 8,4, 1,5 mA por repetição, durante uma hora e trinta minutos. Revelação com amido Black 10B, 1% em ácido acético glacial. A seta indica o sentido da migração eletroforética.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos na presente pesquisa permitem concluir:

1) Baseando-se em parâmetros biológicos e nutricionais a dieta artificial à base de feijão, levedura de cerveja e germe-de-trigo (dieta B) é a mais adequada para criação de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) em relação à dieta de levedura de cerveja e feijão (dieta A);

2) Há uma alta correlação entre o método de contagem total de ovos de *S. frugiperda* e o de avaliação parcial;

3) Ocorre canibalismo em lagartas de *S. frugiperda* criadas em dietas naturais e artificiais;

4) O canibalismo de *S. frugiperda* é inversamente correlacionado com a qualidade nutricional do alimento;

5) O alimento natural é inadequado nutricionalmente, propiciando maior canibalismo;

6) O tipo de alimento afeta a coloração de ovos de *S. frugiperda*;

7) Na dieta mais adequada ocorre menor variação de cores nos ovos;

8) A coloração não afeta o período embrionário, podendo afetar a viabilidade;

9) A manutenção de *S. frugiperda* nas duas dietas artificiais por quatro gerações sucessivas não afeta o consumo de folhas de milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, J.A.R. & SANCHEZ, G.G. Variacion en el numero de instares de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). Revista Colombiana de Entomologia, Bogotá, 9(1/4): 43-9, enero /dic. 1983.
- AL-ZUBAID, F.S. & CAPINERA, J.L. Application of different nitrogen levels to the host plant and cannibalistic behavior of beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Environmental Entomology, College Park, 12(6): 1687-9, Dec. 1983.
- BAILEY, D.L. & CHADA, H.L. Effects of natural (sorghum) and artificial (wheat germ) diets on development of the corn earworm, fall armyworm, and southwestern corn borer. Journal of Economic Entomology, College Park, 61(1): 257 - 60, 1968.
- BARFIELD, C.S.; MITCHELL, R.E.; POE, S.L. A temperature - dependent model for fall armyworm development. Annals of the Entomological Society of America, College Park, 71(1): 70-4, 1978.

- BARTLETT, A.C. Genetic changes during insect domestication. In: KING, E.G. & LEPPLA, N.C., ed. Advances and challenges in insect rearing. Government Printing Office, Washington, 1984. p.2-8.
- BERTELS, A. & ROCHA, M.A.B. Observações preliminares sobre pragas do milho. Agros, Pelotas, 3(3): 160-83, 1950.
- BOLLER, E. Behavioral aspects of mass-rearing of insects. Entomophaga, Paris, 17(1): 9-25, 1972.
- BOWLING, C.C. Rearing of two lepidopterous pests of rice on a common artificial diet. Annals of the Entomological Society of America, College Park, 60(6): 1215-6, 1967.
- BREWER, J.M. & ASHWORTH, R.B. Disc electrophoresis. Journal of Chemical Education, Washington, 46: 41-5, 1969.
- BROWN, E.S. & DEWHURST, C.F. The genus *Spodoptera* (Lepidoptera, Noctuidae) in Africa and the Near East. Bulletin of Entomological Research, London, 65: 221-62, 1975.
- BURKHARDT, C.C. Feeding and pupating habits of the fall armyworm in corn. Journal of Economic Entomology, Baltimore, 45(6): 1035-7, Dez. 1952.
- BURTON, R.L. & PERKINS, W.D. WSB, a new laboratory diet for the corn earworm and the fall armyworm. Journal of Economic Entomology, Baltimore, 65(2): 385-6, 1972.
- BUTT, B.A. & CANTU, E. Sex determination of lepidopterous pupae. Washington, U.S.D.A., 1962. 7p.

- CALKINS, C.O.; NGUYEN, R.; CORWIN, R.; BRAZZEL, J.R. Evolution of quality of irradiated mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Weidmann) (Diptera: Tephritidae), at the release site in Miami, Florida during an eradication program in 1985. Florida Entomologist, Gainesville, 71(3): 346 - 51, 1988.
- CASTRO, M.T. & PITRE, H.N. Development of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, from Honduras and Mississippi on sorghum or corn in the laboratory. Florida Entomologist, Gainesville, 71(1): 49-55, Mar. 1988.
- CHAMBERS, D.L. Quality control in mass rearing. Annual Review of Entomology, Palo Alto, 22: 228-308, 1977.
- CHANG, N.T.; WISEMAN, B.R.; LYNCH, R.E.; HABECK, D.H. Growth and development of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on selected grasses. Environmental Entomology, College Park, 15(1): 182-9, Feb. 1986.
- COMBS JUNIOR, R.L. & VALERIO, J.R. Biology of the fall armyworm on four varieties of bermudagrass when held at constant temperatures. Environmental Entomology, College Park, 9(4): 393-6, Aug. 1980.
- CRÔCOMO, W.B. Aspectos bionômicos e danos de *Eacles imperiales magnifica* Walker, 1856 (Lepidoptera: Attacidae) em cafeeiro. Piracicaba, 1977. 89p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- CRÔCOMO, W.B. & PARRA, J.R.P. Consumo e utilização de milho, trigo e sorgo por *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). Revista Brasileira de Entomologia, São Paulo, 29(2): 225-60, 1985.

- DEW, J.A. Fall armyworm *Laphygma frugiperda* (S. & A.). Journal of Economic Entomology, Baltimore, 6(4): 361-6, 1913.
- DIMETRY, N.Z. The consequences of egg cannibalism in *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). Entomophaga, Paris, 19(4): 445-51, 1974.
- DUODU, Y.A. & BINEY, F.F. Growth, food consumption and food utilization of *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) on four food-plants. Bulletin of Entomological Research, London, 71: 655-62, 1981.
- DYAR, H.G. The number of molts of lepidopterous larvae. Psyche, Massachussets, 5: 420-2, 1890.
- ESCALANTE, J.A.G. Contribuição al conocimiento de la biología de *Heliothis zea* y *Spodoptera frugiperda*, en el Cusco. Revista Peruana de Entomologia, Lima, 17(1): 121-2, dic. 1974.
- ESTRADA, F.A.R. Lista preliminar de insetos asociados al maíz en Nicaragua. Turrialba, San Jose, 10(2): 68-73, abr/jun. 1960.
- ETCHEVERRY, M. *Laphygma frugiperda* (Abbot & Smith) in Chile (Lepidoptera: Noctuidae). Revista Chilena de Entomologia, Santiago, 5: 183-92, out. 1957.
- FERRAZ, M.C.V.D. Determinação das exigências térmicas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultura de milho. Piracicaba, 1982. 81p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

- FONSECA, J.P. Lagartas nocivas aos milharaes, capinzaes, alfafaes e algodoaes. O Biológico, São Paulo, 45-50, 1937.
- FONSECA, J.P. Lagartas nocivas às gramíneas. O Biológico, São Paulo, 9(12): 411-4, 1943.
- FOX, L.R. Cannibalism in natural populations. Annual Review of Ecology and Systematics, Palo Alto, 6: 87-106, 1975a.
- FOX, L.R. Factors influencing cannibalism, a mechanism of populations limitations in the predator *Notonecta hoffmanni*. Ecology, Tempe, 56(4): 933-41, 1975b.
- GARNER, J.W. & LYNCH, R.E. Fall armyworm leaf consumption and development on florunner peanuts. Journal of Economic Entomology, College Park, 74(2): 191-3, Apr. 1981.
- GEORGE, B.W.; RAUN, E.S.; PETERS, D.C.; MENDOZA, C. Artificial medium for rearing some lepidopterous corn insects. Journal of Economic Entomology, College Park, 53(2): 318-9, 1960.
- GROSS, H.R. Jr.; JOHNSON, R.; HARREL, E.A.; PERKINS, W.D. Method of separating fall armyworm eggs from masses. Journal of Economic Entomology, College Park, 74: 122-3, 1981.
- HYNES, H.B.N. Lepidopterous pests of maize in Trinidad. Tropical Agriculture, Trinidad, 19(10): 194-202, 1942.
- ISENHOOR, D.J.; WISEMAN, B.R.; WIDSTROM, N.W. Fall armyworm (Lepidoptera, Noctuidae) feeding response on corn foliage and foliage/artificial diet medium mixtures at different temperatures. Journal of Economic Entomology, College Park, 78(2): 328-32, 1985.

- JOYNER, K. & GOULD, F. Developmental consequences of cannibalism in *Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae). Annals of the Entomological Society of America, College Park, 78(1): 24-8, Jan. 1985.
- JOYNER, K. & GOULD, F. Conspecific tissues and secretions as sources of nutrition. In: SLANSKY Jr., F. & RODRIGUEZ, J.G., ed. Nutricional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates. New York, John Willey, 1987. cap. 22, p.697-719.
- KASTEN JUNIOR, P.; PRECETTI, A.A.C.M.; PARRA, J.R.P. Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) em duas dietas artificiais e substrato natural. Revista de Agricultura, Piracicaba, 53(1/2): 68-78, 1978.
- KOGAN, M. Criação de insetos: bases nutricionais e aplicações em programas de manejo de pragas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 6., Campinas, 1980. Anais. Campinas, Fund. Cargill, 1980. p.45-75.
- KOGAN, M. Insect-plant interactions. In: MILLER, J.R. & MILLER, T.A., ed. Bioassays for measuring quality on insect food. New York, Springer-Verlag, 1986. cap. 6, p. 155-89.
- LEIDERMAN, L. & SAUER, H.F.G. A lagarta dos milharais (*Laphygma frugiperda* (Abbot & Smith, 1797)). O Biológico, São Paulo, 19(6): 105-13, jun. 1953.
- LEPPLA, N.C.; GUY, R.H.; CHAMBERS, D.L.; WORKMAN, R.B. Laboratory colonization of a noctuid moth. Annals of the Entomological Society of America, College Park, 73(5): 568-71, 1980.

- LEPPLA, N.C. Laboratory colonization of fruit flies. In: ROBINSON, A.S. & HOOPERS, G.H., ed. Fruitflies, Their biology, natural enemies and control. New York, Elsevier, 1986. (in press).
- LEPPLA, N.C. & FISHER, W.R. Total quality control in insect mass production for insect pest management. Journal Applied Entomology, 108(5): 452-61, Dec. 1989.
- LEPPLA, N.C. & ASHLEY, T.R. Quality control in insect mass production: a review and model. Bulletin of the Entomological Society of America, Lanham, 35(4): 33-44, 1989.
- LEUCK, D.B. & SKINNER, J.L. Resistance in bermudagrass affecting control of the fall armyworm. Journal of Economic Entomology, College Park, 63: 1981-2, 1970.
- LEUCK, D.B. & PERKINS, W.D. A method of estimating fall armyworm progeny reduction when evaluating control achieved host-plant resistance. Journal of Economic Entomology, College Park, 65: 482-3, 1972.
- LORDELLO, A.L.L.; LARA, F.M.; PARRA, J.R.P. Preferência para alimentação de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera - Noctuidae) em sorgo, em condições de laboratório. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Porto Alegre, 9(2): 219-41, 1980.
- LUCCHINI, F. Biologia da *Spodoptera frugiperda* (Smith e Abbot, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). Níveis de prejuízos e avaliação toxicológica de inseticidas para seu combate em milho. Curitiba, 1977. 114p. (Mestrado - Universidade Federal do Paraná).

- LUGINBILL, P. The fall armyworm. Washington, USDA, 1928. p2p. (USDA. Technical Bulletin, 34).
- LYE, BEN-HUAI & SMITH, C.M. Evaluation of rice cultivars for antibiosis and tolerance resistance to fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). Florida Entomologist, Gainesville, 71(3): 254-6, 1988.
- LYNCH, R.E.; PAIR, S.D.; JOHNSON, R. Fall armyworm fecundity: relationships of egg mass weight to number of eggs. Journal of the Georgia Entomological Society, Athens, 18 (4): 507-13, 1983.
- LYNCH, R.E. Effects of 'Coastal' bermudagrass fertilization levels and age of regrowth on fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae): larval biology and adult fecundity. Journal of Economic Entomology, College Park, 77(4): 948-53, Aug.1984.
- MACKAUER, M. Genetic aspects of insect production. Entomophaga, Paris, 17: 27-48, 1972.
- McMILLIAN, W.W. & WISEMAN, B.R. Separating egg masses of the fall armyworm. Journal of Economic Entomology, College Park, 65(3): 900-2, 1971.
- MANUWOTO, S. & SCRIBER, J.M. Consumption and utilization of experimentally altered corn by southern armyworm. Journal of Chemical Ecology, New York, 11(11): 1469-83, 1985.
- MARQUEZ, S.A.; VILLARREAL, J.F.; SCHALLENMUELLER, D.E.; VEILLARD, J.M. Estudios biológicos del gusano cogollero. Informe Anual de Investigacion, Monterrey, 9: 27-32, 1963/1964.

MELO, M. & SILVA, R.F.P. da. Influência de três cultivares de milho no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Porto Alegre, Ano 16(1): 37 - 49, 1987.

MERTZ, D.B. & CAWTHON, D.A. Sex differences in the cannibalistic roles of adult flour beetles. Ecology, Tempe, 54(6): 1400-2, apr. 1973.

MIELITZ, L.R.; CORSEUIL, E.; SOARES, C.M.S. Efeito do germe-de-trigo e vitaminas em dieta artificial sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Porto Alegre, 15: 105-15, 1986. Suplemento.

OLIVEIRA, L.J. Biologia, nutrição quantitativa e danos causados por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio. Piracicaba, 1987. 125p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

PANTOJA, A.; SMITH, C.M.; ROBINSON, J.F. Development of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), strains from Louisiana and Puerto Rico. Environmental Entomology, College Park, 16(1): 116-19, Feb., 1987.

PARRA, J.R.P. Criação de insetos para estudos com patógenos. ALVES, S.B., coord. Manole, 1986. In: Controle microbiano de insetos. São Paulo, p.348-73.

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

- PARRA, J.R.P. & CARVALHO, S.M. de. Biologia e nutrição quantitativa de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) em meios artificiais compostos de diferentes variedades de feijão. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. Porto Alegre, 12(2): 305-19, 1984.
- PARRA, J.R.P. & HADDAD, M.L. Determinação do número de ínstares de insetos. Piracicaba, FEALQ, 1989. 45p.
- PASHLEY, D.P.; JOHNSON, S.J.; SPARKS, A.N. Genetics population structure of migratory moths: the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). Annals of the Entomological Society of America, College Park, 78: 756-61, 1985.
- PASHLEY, D.P. Current status of fall armyworm host strains. Florida Entomologist, Gainesville, 71(3): 227-33, Sept. 1988.
- PENCOE, N.L. & MARTIN, P.M. Development and reproduction of fall armyworms on several wild grasses. Environmental Entomology, College Park, 10(6): 999-1002, 1981.
- PENCOE, N.L. & MARTIN, P.B. Fall armyworm (Lepidoptera, Noctuidae) larval development and adult fecundity of five grass hosts. Environmental Entomology, College Park, 11(3): 720-3, 1982.
- PERKINS, W.D.; JONES, R.L.; SPARKS, A.N.; WISEMAN, D.R.; SHOW, J.W.; McMILLIAN, W.W. Artificial diet for mass rearing of corn earworm (*Heliothis zea*). ARS. USDA, Prod. Res. Report n. 154, 1973. 7p.

- PITRE, H.N. & HOGG, D.B. Development of the fall armyworm on cotton, soybean and corn. Journal of the Georgia Entomological Society, Athens, 18(2): 182-7, Apr. 1983.
- PITRE, H.N.; MULROONEY, J.E.; HOGG, D.B. Fall armyworm (Lepidoptera - Noctuidae) oviposition: crop preferences and egg distribution on plants. Journal of Economic Entomology, College Park, 76(3): 463-6, june, 1983.
- POLIS, G.A. The evolution and dynamics of intraspecific predation. Annual Review of Ecology and Systematics, Palo Alto, 12: 225-51, 1981.
- QUISENBERRY, S.S. & WILSON, H.K. Consumption and utilization of Bermuda grass by fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. Journal of Economic Entomology, College Park, 78: 820-4, 1985.
- QUISENBERRY, S.S. & WITFORD, F. Evaluation of bermudagrass resistance to fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae): influence of host strain and dietary conditioning. Journal of Economic Entomology, College Park, 81(5): 1463-8, 1988.
- RAFFA, K.F. Effect of host plant on cannibalism rates by fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. Environmental Entomology, College Park, 16(3): 672-5, June, 1987.
- RAULSTON, J.R. Tobacco budworm: observations on the laboratory adaptation of a wild strain. Annals of the Entomological Society of America, College Park, 68(1): 139 - 42, 1975.
- REVELO, M.A. & RAUN, E.S. Rearing the fall armyworm under greenhouse conditions. Journal of Economic Entomology, College Park, 57(6): 1000, 1964.

- RICH, E.R. Egg cannibalism and fecundity in *Tribolium*. Ecology, Tempe, 37(1): 109-20, Jan. 1956.
- SCRIBER, J.M. & SLANSKY JUNIOR, F. The nutritional ecology of immature insects. Annual Review of Entomology, Palo Alto, 26: 183-211, 1981.
- SCRIBER, J.M. The behavior and nutritional physiology of southern armyworm larvae as a function of plant species consumed in earlier instars. Entomologia experimentalis et applicata, Amsterdam, 31: 359-69, 1982.
- SÉGUY, E. XXX Code universal des couleurs. Ed. Paul Lechevalier. Paris, 1936.
- SEN-SEONG, N.G.; DAVIS, F.M.; WILLIAMS, W.P. Survival growth, and reproduction of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) as affected by resistant corn genotypes. Journal of Entomology, College Park, 78(4): 967-71, Aug., 1985.
- SIFUENTES, J.A.A. Oviposición de palomillas de cogollero y daño de las larvas en plantulas de maíz y sorgo, en invernadero. Agricultura Técnica en México, México, 2(7): 311-14, 1967.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A.. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, Ceres, 1976. 419p.
- SINGH, P. A general purpose laboratory diet mixture for rearing insects. Insect Science and its Application, Elmsford, 4(4): 357-62, 1983.

- SINGH, P. Multiple species rearing diets. In: SINGH, P. & MOORE, R.F., ed. Handbook of insect rearing. New York, Elsevier Science, 1985. v.1. p.19-45.
- SLANSKY JUNIOR, F. Insect nutrition: an adaptationist's perspective. Florida Entomologist, Gainesville, 65(1): 45-71, 1982.
- SLANSKY JUNIOR, F. & RODRIGUEZ, J.G. Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates: an overview. In: SLANSKY JUNIOR, F. & RODRIGUEZ, J.G., ed. Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates. New York, John Wiley, 1987. p.1-69.
- SLANSKY JUNIOR, F. & SCRIBER, J.M. Food consumption and utilization. In: KERKUT, G.A. & GILBERT, L.I., ed. Comprehensive insect physiology, biochemistry, and pharmacology; regulation, digestion, nutrition, excretion. Oxford, Pergamon, 1985. v.4, p.165-211.
- SMITH, J.E. *Phalaena frugiperda*. In: ABBOTT, J. & SMITH, J.E. The natural history of the rarer lepidopterous insects of Georgia. London, 1797. p.191-2.
- SMITH, B.R.C. Observations on the fall armyworm (*Laphygma frugiperda* Smith & Abbott) and some control experiments. Journal of Economic Entomology, Baltimore, 14: 300-8, 1921.
- SOO-HOO, C.F. & FRAENKEL, G. The consumption digestion and utilization of food plant by a polyphagous insects, *Prodenia eridania* (Cramer): Journal of Insect Physiology, London, 12: 711-30, 1966a.
- SOO - HOO, C.F. & FRAENKEL, G. The selection of food plants in a polyphagous insect, *Prodenia eridania* (Cramer). Journal of Insect Physiology, London, 12: 639-709, 1966b.

- SPARKS, A.N. A review of the biology of the fall armyworm. Florida Entomologist, Gainesville, 62(2): 82-7, 1979.
- TABASHNIK, B.E. & SLANSKY JUNIOR, F. Nutritional ecology of forb foliage-chewing insects. In: SLANSKY JUNIOR, F. & RODRIGUEZ, J.G., ed. Nutritional ecology of insects, mites, and related invertebrates. New York, John Wiley, 1987. cap.2, p.71-104.
- THOMSON, M.S. & ALL, J.N. Distribution of fall armyworm egg masses on sweet corn. Journal of the Georgia Entomological Society, Athens, 18(2): 219-24, nov., 1982.
- VALVERDE, A.C. & SARMIENTO, J.M. Efecto de cuatro plantas hospedadoras en la biología de *Spodoptera eridania*. Revista Peruana de Entomología, Lima, 29: 55-60, oct. 1987a.
- VALVERDE, A.C. & SARMIENTO, J.M. Influencia de cuatro plantas hospedadoras en la susceptibilidad de *Spodoptera eridania* a tres insecticidas. Revista Peruana de Entomología, Lima, 29: 61-4, oct. 1987b.
- VELEZ, C.M. & SIFUENTES, J.A. El gusano cogollero de maíz: su combate con insecticidas granulados en el valle Apatzingan, Mich. Agricultura Técnica en México, Chapingo, 2(7): 315-7, 1967.
- VENDRAMIM, J.D. & FANCELLI, M. Efeito de genótipos de milho na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Porto Alegre, 17: 141-50, 1988. Suplemento.
- WALDBAUER, G.P. The consumption and utilization of food by insects. Advances in Insect Physiology, London, 5: 229-88, 1968.

WILLIAMS, W.P.; DAVIS, F.M.; WISEMAN, B.R. Fall armyworm resistance in corn and its suppression of larval survival and growth. Agronomy Journal, Madison, 75: 831-2, Sept./Oct., 1983.

WISEMAN, B.R.; WILLIAMS, W.P.; DAVIS, F.M. Fall armyworm: resistance mechanisms in selected corns. Journal of Economic Entomology, College Park, 74(5): 622-4, Oct. 1981.

WISEMAN, B.R.; GUELDER, R.C.; LYNCH, R.E. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) resistance bioassays using a modified pinto bean diet. Journal of Economic Entomology, College Park, 72(2): 545-9, 1984a.

* WISEMAN, B.R.; PITRE, H.N.; GOURLEY, L.; FALES, S.L. Differential growth responses of fall armyworm larvae on developing sorghum seeds incorporated into a meridic diet. Florida Entomologists, Gainesville, 67(3): 357-67, Sept., 1984b.