

**BIOLOGIA DE *Diatraea saccharalis* (FABRICIUS, 1794)
(LEPIDOPTERA - PYRALIDAE) EM DIFERENTES TEMPERATURAS
PARA DETERMINAÇÃO DAS EXIGÊNCIAS TÉRMICAS**

ALEXANDRE BRITO PEREIRA DE MÉLO

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRÁ

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 1984

Aos meus pais

Saulo e Mirtes

e aos meus irmãos

Saulo, Eduardo, Rosário e Ângelo,

OFEREÇO.

À Ana Luzia,

minha esposa,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

- Ao Dr. José Roberto Postalí Parra, Professor Adjunto do Departamento de Entomologia, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), pela criteriosa e objetiva orientação na elaboração do presente trabalho;
- Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pelos ensinamentos transmitidos;
- À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pela concessão de uma bolsa de estudos para realização do Curso de Pós-Graduação;
- À Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), pelo financiamento da pesquisa;
- Ao Dr. Carlos Henrique Mattioli, pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pelas análises estatísticas;
- Aos Colegas Engenheiros Agrônomos Bonifácio Peixoto Magalhães, Luiz Evaldo de Moura Pádua e Renato José Arleu, pela colaboração e amizade;

Ao Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar (PLANALSUCAR), do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), pelo auxílio prestado no desenvolvimento desta pesquisa;

À Companhia Industrial e Agrícola de Santa Bárbara D'Oeste, de São Paulo, na pessoa do Engenheiro Agrônomo Hêlio José Castilho, pelas facilidades oferecidas para o fornecimento dos insetos para realização deste trabalho;

Aos Pesquisadores da Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e professores do Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ/USP, pelo fornecimento dos dados climatológicos utilizados no presente trabalho;

Aos Colegas do Curso de Pós-Graduação pela amizade e estímulos recebidos;

Aos Funcionários da Biblioteca Central da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pelas colaborações recebidas;

E a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram na execução deste trabalho.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE APÊNDICES.....	xiii
RESUMO.....	xiv
SUMMARY.....	xvi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Técnicas de criação e biologia de <i>Diatraea</i> <i>saccharalis</i> (Fabricius, 1794).....	3
2.1.1. Em dieta natural.....	3
2.1.2. Em dieta artificial.....	7
2.2. Influência dos fatores ecológicos sobre <i>D.</i> <i>saccharalis</i>	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1. Colônia inicial de insetos.....	18
3.2. Biologia em diferentes temperaturas.....	19
3.2.1. Técnica de criação de <i>D. saccharalis</i> ..	20
3.2.1.1. Fase de lagarta.....	20
3.2.1.2. Fase de pupa.....	21
3.2.1.3. Fase adulta.....	22
3.2.1.4. Fase de ovo.....	23

3.3. Tabela de vida de fertilidade.....	24
3.4. Análise estatística dos dados biológicos obti dos.....	25
3.5. Determinação da constante térmica.....	25
3.6. Determinação do número de gerações de <i>D. sac-</i> <i>charalis</i> , com base nas suas exigências térmi- cas, em quatro localidades canavieiras do Es- tado de São Paulo.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1. Fase de ovo.....	29
4.2. Fase de lagarta.....	31
4.2.1. Duração e viabilidade.....	31
4.2.2. Número, duração e viabilidade dos íns- tares larvais.....	34
4.3. Fase de pupa.....	42
4.3.1. Duração, peso e viabilidade.....	42
4.3.2. Razão sexual.....	45
4.4. Fase adulta.....	46
4.4.1. Longevidade e período de pré-oviposição ...	46
4.4.2. Período de oviposição e capacidade de postura.....	50
4.5. Ciclo total.....	55
4.6. Tabela de vida de fertilidade.....	58
4.7. Considerações gerais.....	64

4.8. Determinação das exigências térmicas.....	71
4.9. Estimativa de número de gerações anuais de <i>D.</i> <i>saccharalis</i>	72
5. CONCLUSÕES.....	77
6. LITERATURA CITADA.....	80
7. APÊNDICE.....	97

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Período de incubação e viabilidade dos ovos na colônia inicial de <i>D. saccharalis</i> , em cinco temperaturas. UR: 70±10% e fotofase: 14 horas.....	30
2	Duração média, viabilidade da fase larval de <i>D. saccharalis</i> , criada em dieta artificial, em cinco temperaturas, com a respectiva contaminação por tratamento. UR: 70 ± 10% e fotofase: 14 horas.....	32
3	Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento, duração e viabilidade de cada ínstar de lagartas de <i>D. saccharalis</i> , criadas em dieta artificial à 20°C. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.....	37
4	Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento, duração e viabilidade de cada ínstar de lagartas de <i>D. saccharalis</i> , criadas em dieta artificial à 22°C. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.	38
5	Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento, duração e viabilidade de cada ínstar de lagartas de <i>D. saccharalis</i> , criadas em dieta artificial à 25°C. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.....	39

Tabela

Página

6	Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento, duração e viabilidade de cada instar de lagartas de <i>D. saccharalis</i> , criadas em dieta artificial à 30°C. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.....	40
7	Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento, duração e viabilidade de cada instar de lagartas de <i>D. saccharalis</i> , criadas em dieta artificial à 32°C. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.....	41
8	Duração e peso de pupas de <i>D. saccharalis</i> , criadas em dieta artificial, com as respectivas viabilidades, em cinco temperaturas. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.....	44
9	Razão sexual e relação sexual de <i>D. saccharalis</i> , criada em dieta artificial em cinco temperaturas. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.....	45
10	Longevidade de adultos, período de pré-oviposição e de pós-oviposição, número de posturas por fêmea, total de ovos e porcentagem de fêmeas férteis de <i>D. saccharalis</i> , mantida em dieta artificial, em cinco temperaturas. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.....	47
11	Porcentagem de deformação de adultos de <i>D. saccharalis</i> , provenientes de lagartas criadas em dieta artificial em cinco temperaturas. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.....	49

Tabela

Página

12	Duração média (dias) das fases de lagarta, pupa, adulta e período de incubação dos ovos de <i>D. saccharalis</i> , criada em dieta artificial em diferentes temperaturas. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.....	56
13	Viabilidade total do ciclo de <i>D. saccharalis</i> , criada em dieta artificial, em diferentes temperaturas. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.....	58
14	Tabela de vida de fertilidade para <i>D. saccharalis</i> , mantida em dieta artificial, à temperatura de 20°C. UR: 70±10%, fotofase : 14 horas.....	60
15	Tabela de vida de fertilidade para <i>D. saccharalis</i> , mantida em dieta artificial, à temperatura de 22°C. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.....	61
16	Tabela de vida de fertilidade para <i>D. saccharalis</i> , mantida em dieta artificial, à temperatura de 25°C. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.....	62
17	Tabela de vida de fertilidade para <i>D. saccharalis</i> , mantida em dieta artificial, à temperatura de 30°C. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.....	63

Tabela

Página

18	Equações logísticas representativas da % de obtenção de pupas x dias de desenvolvimento, para <i>D. saccharalis</i> submetida a diferentes temperaturas, com os respectivos T_{50} . UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.....	67
19	Equações logísticas representativas da % de obtenção de adultos x dias de desenvolvimento, para <i>D. saccharalis</i> submetida a diferentes temperaturas, com os respectivos T_{50} . UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.....	68
20	Temperaturas bases (T_b) e constantes térmicas (K) das diferentes fases do ciclo biológico de <i>D. saccharalis</i> criada em dieta artificial.....	72

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Localidades do Estado de São Paulo, selecionadas para determinação do número de gerações anuais de <i>D. saccharalis</i> , com base em suas exigências térmicas.....	28
2	Porcentagem de fêmeas de <i>D. saccharalis</i> que realizaram postura/dia à 20, 22, 25 e 30°C. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.....	51
3	Posturas e viabilidades diárias de <i>D. saccharalis</i> mantida em dieta artificial à 20, 22, 25 e 30°C. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.....	54
4	Duração média (dias) das fases de ovo, lagarta, pupa e adulto e ciclo total de <i>D. saccharalis</i> , criada em dieta artificial em diferentes temperaturas. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.....	57
5	Probabilidade de obtenção de pupas de <i>D. saccharalis</i> em diferentes temperaturas. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.....	69
6	Probabilidade de obtenção de adultos de <i>D. saccharalis</i> em diferentes temperaturas. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.....	70
7	Número provável de gerações de <i>D. saccharalis</i> , com base em sua constante térmica, em Jaú, Pindorama, Ribeirão Preto e Piracicaba (SP) ..	76

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice		Página
1	Temperatura média mensal do ar (°C), de Piracicaba, SP, do período de 1917 a 1970	98
2	Temperatura média diária do ar (°C), de Pindorama, SP, do período de 1970 a 1982	99
3	Temperatura média diária do ar (°C), de Ribeirão Preto, SP, do período de 1970 a 1982.....	100
4	Temperatura média diária do ar (°C), de Jaú, SP, do período de 1970 a 1982.....	101

BIOLOGIA DE *Diatraea saccharalis* (FABRICIUS, 1794)
(LEPIDOPTERA - PYRALIDAE) EM DIFERENTES
TEMPERATURAS PARA DETERMINAÇÃO DAS EXIGÊNCIAS TÉRMICAS

AUTOR: ALEXANDRE BRITO PEREIRA DE MÉLO

ORIENTADOR: DR. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

RESUMO

A biologia de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) foi estudada em dieta artificial, em cinco temperaturas constantes (20, 22, 25, 30 e 32°C), visando fornecer subsídios para a criação massal em condições de laboratório, bem como determinar as exigências térmicas do inseto.

As durações do período de incubação e da fase larval foram decrescentes com a elevação térmica sendo que houve um encurtamento da fase pupal, para ambos os sexos, com o aumento de temperatura na faixa de 20 a 30°C. A temperatura afetou o número de ínstaes; as lagartas mantidas à 20 e 22°C, apresentaram sempre seis ínstaes e aquelas criadas à 25, 30 e 32°C, 5 ou 6 ínstaes. O peso de pupas, de ambos os sexos, foi menor à 32°C, sendo que em todas as temperaturas as pupas que deram origem a fêmeas foram mais pesadas do que aquelas que originaram machos. A longevidade de adultos foi decrescente com

o aumento da temperatura na faixa de 20 a 30°C, sendo que em todas as condições experimentais as fêmeas viveram mais do que os machos. A temperatura não afetou o período de pré-oviposição, sendo que o número de posturas diminuiu com a elevação térmica. A temperatura de 20°C foi a mais adequada para oviposição sendo que a maior porcentagem de postura ocorreu entre o primeiro e quarto dias. O ciclo total do inseto decresceu com o incremento térmico, sendo a maior viabilidade obtida à 30°C. A temperatura de 30°C foi a mais adequada para manutenção de ovos, lagartas e pupas de *D. saccharalis*, sendo a de 32°C prejudicial ao normal desenvolvimento do inseto.

A taxa líquida de reprodução (R_0) e a razão finita de aumento (λ) foram maiores à 20 e 30°C, respectivamente.

As temperaturas bases foram de 11,2; 7,3; 10,6 e 7,1°C para as fases de ovo, lagarta, pupa e adulto, respectivamente, sendo as constantes térmicas das quatro fases (ovo, lagarta, pupa e adulto) 67,47; 516,96; 126,08 e 172,02 GD. Baseando-se nas exigências térmicas das diferentes fases evolutivas do inseto, estimou-se que a praga pode apresentar 5 gerações anuais completas nas localidades de Piracicaba, Ribeirão Preto, Jaú e Pindorama, no Estado de São Paulo.

BIOLOGY OF *Diatraea saccharalis* (FABRICIUS, 1794)
(LEPIDOPTERA-PYRALIDAE) UNDER DIFFERENT TEMPERATURES
FOR THE DETERMINATION OF ITS THERMAL REQUIREMENTS

AUTHOR: ALEXANDRE BRITO PEREIRA DE MÉLO

ADVISER: DR. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA

SUMMARY

The biology of *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) was studied in the laboratory on an artificial diet and under five constant temperatures (20, 22, 25, 30 and 32°C). The objective of the study was to optimize the technique for mass rearing of *D. saccharalis* in the laboratory as well as to determine this insect's thermal requirements.

The duration of the incubation period and the larval phase decreased with increasing temperatures, and the pupal phase was shortened, for both sexes, with increasing temperatures in the range from 20° to 30°C. The number of instars was affected by temperature: larvae maintained at 20° and 22°C always presented six instars, while those reared under 25°, 30°, and 32°C presented 5 or 6 instars. Pupal weight was lower at 32°C for both sexes. Pupal weight of females was higher than

that of males under all temperatures. Longevity of adults decreased with increasing temperatures in the range from 20° to 30°C. Female adults lived longer than males under all experimental conditions. Temperature did not affect the period of pre-oviposition. The number of egg-layings decreased with increasing temperatures. The most favorable temperature for egg-laying was 20°C, and the highest number of egg-layings occurred between the first and the fourth days. The insect's total life cycle decreased with increasing temperatures. The highest viability was obtained at 30°C. The most favorable temperature for maintaining *D. saccharalis* eggs, larvæ and pupæ was 30°C, while 32°C proved to be harmful for the insect's normal development.

The net reproduction ratio (R_0) and the finite rate of increase (λ) were highest at 20° and 30°C, respectively.

Threshold temperatures for egg, larval, pupal and adult phases were 11.2, 7.3, 10.6, and 7.1°C, respectively, while the thermal requirements for the four phases (egg, larva, pupa and adult) were 67.47, 516.96, 126.08, and 172.02 degree days. Based on the thermal requirements of the insect's different biological phases, it was estimated that the pest can complete five generations per year in the localities of Piracicaba, Ribeirão Preto, Jaú and Pindorama, in the State of São Paulo, Brazil.

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma cultura de grande importância econômica para alguns países das Américas, especialmente o Brasil, primeiro produtor mundial de açúcar e álcool de cana, com uma produção estimada de 9 milhões de toneladas de açúcar e cerca de 5,2 bilhões de litros de álcool, para a safra 82/83 (IEA, 1982).

No Estado de São Paulo esta cultura sofre o ataque de inúmeros insetos pragas, os quais se constituem muitas vezes em fatores limitantes à produção sucro-alcooleira. Dentre estes, destaca-se a broca-da-cana, *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794), cujas infestações nos canaviais paulistas ocasionam perdas estimadas em cerca de 20% da produção de açúcar (GALLO, 1980). Como a produção de açúcar deste Estado representa 48,6% da produção brasileira (IEA, 1982), estas perdas provocadas pela broca são significativas na economia do país.

A importância dessa praga para a cultura canavieira se prende aos prejuízos diretos e indiretos que ela causa à planta. As lagartas causam prejuízos diretos, pela abertura de galerias, o que ocasiona perda de peso da cana, morte das gemas, acarretando falhas na germinação e ainda tombamento da cana pelo vento. Os prejuízos indiretos são os mais importantes, pois através dos orifícios e galerias, penetram fungos que causam a inversão da sacarose, diminuindo assim a pureza do caldo e dando menor rendimento em açúcar e álcool (GALLO *et alii*, 1978).

Desta forma, torna-se necessário o controle do inseto, o qual vem sendo realizado já há alguns anos através da criação e liberação de vários parasitóides de lagartas. Embora o programa de controle biológico da broca-da-cana tenha atingido um bom nível, através de pesquisas realizadas por entidades oficiais e privadas, a sua evolução depende de um melhor conhecimento de aspectos básicos dos insetos nele envolvidos.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo estudar a biologia de *D. saccharalis* em diferentes temperaturas, visando fornecer subsídios para a criação massal em condições de laboratório, bem como avaliar a sua adaptação em diferentes regiões do Estado de São Paulo, tomando-se por base as exigências térmicas deste inseto.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. TÉCNICAS DE CRIAÇÃO E BIOLOGIA DE *Diatraea saccharalis* (FABRICIUS, 1794)

2.1.1. EM DIETA NATURAL

MEADOWS (1938), em biologia desenvolvida em condições de campo, na Louisiana (EUA), verificou que no verão o período de incubação foi de 4 a 6 dias, enquanto na primavera e outono, a duração desta fase variou de 8 a 12 dias. O período larval foi bastante variável e também dependente da temperatura; no inverno se estendeu de outubro a março, enquanto que nas demais estações a duração média desta fase foi de 21,2 dias. A fase pupal variou durante o ano de 5 a 22 dias, com uma média de duração de 7,3 dias. Segundo o autor, a oviposição e a

longevidade de adultos foram afetadas pelas condições climáticas. Assim, a média nos meses frios foi de 454 ovos por fêmea e a longevidade dos adultos de 5,8 dias, enquanto nos meses quentes e secos a capacidade de postura foi de 63 ovos por fêmea, com os adultos vivendo de 2 a 4 dias.

BERGAMIN (1943) descreveu dois métodos para criação de *D. saccharalis* em colmos de cana-de-açúcar: um método consistiu na utilização de placas de madeira com um orifício circular onde era colocado um pedaço de colmo, do qual se alimentavam as lagartas; o autor observou que a troca periódica do alimento retardou o desenvolvimento larval, não permitindo a determinação da duração real dos instares. Para o outro método, foram utilizadas pequenas campânulas de vidro onde eram colocadas lagartas recém-eclodidas sobre pedaços de colmos de 20 a 30 cm de comprimento, os quais eram trocados a intervalos de 7 a 15 dias. Segundo o autor os dois métodos se complementaram: o primeiro deu condições para observações do comportamento larval e o segundo permitiu estimar a duração desta fase.

Estudando o ciclo biológico da broca-da-cana em condições de laboratório por quatro gerações, TAYLOR (1944) constatou um ciclo total médio de 85,7 dias.

BERGAMIN (1948) ao desenvolver a biologia de *D. saccharalis* em colmos de cana observou que o período de incubação variou de 4 a 9 dias, o período larval de 23 a 64 dias, o período de pré-pupa de 2 a 4 dias e o período de pupa de 6 a 14 dias, com as fêmeas apresentando uma capacidade de postura

de 200 a 300 ovos.

RATKOVICH (1953), ao manter a broca-da-cana-de-açúcar por quatro gerações, em condições não controladas, verificou que o ciclo total das três primeiras gerações foi de 40 a 50 dias, havendo um alongamento na quarta geração para mais de 200 dias.

WALKER *et alii* (1966) observaram que lagartas de *D. saccharalis*, alimentadas com colmos de milho em laboratório, apresentaram um período larval de 50 dias com 5 instares e peso de pupas de 52 e 122 mg, respectivamente, para machos e fêmeas. Com relação à fase adulta, constataram que os machos viveram 4 dias e as fêmeas 5 dias, período no qual cada fêmea colocou uma média de 550 ovos. VAN DINTHER e GOOSSENS (1970), utilizando o mesmo meio natural, observaram que a fase larval tinha uma duração de 28 dias com uma viabilidade de 70% e que as pupas pesavam 46 mg e 103 mg, respectivamente, se machos ou fêmeas. Em colmos de arroz, estes autores verificaram uma redução na viabilidade para 30%, com uma duração da fase larval de 30 dias; houve um aumento no peso das pupas que deram origem a machos e diminuição naquelas que originaram fêmeas.

→ As exigências térmicas de *D. saccharalis*, criada em colmos de milho, foram determinados por JASIC (1967b). Este autor verificou que os limiares de desenvolvimento para ovo, lagarta, pupa e ciclo total foram 12,8; 12,1; 12,6 e 12,5°C, respectivamente.

A possibilidade da produção massal de *D. saccha*

ralis sobre arroz em casca, a baixo custo e com bastante facilidade, foi demonstrada por MACEDO *et alii* (1976). Entretanto, os autores ressaltaram a necessidade de se investigar frascos mais adequados, quantidades ideais de arroz, número de lagartas por frasco e o teor de umidade mais conveniente para criação do inseto. VILLACORTA e MAGRO (1975) descreveram uma metodologia de criação de *D. saccharalis* em laboratório, usando espigas de milho verde como alimento natural.

GUEVARA (1976), estudando a biologia da broca-da-cana em condições naturais, constatou que o período de incubação foi de 9 dias, o de lagartas 68,9 dias e, o de pupa 10,9 dias, sendo o ciclo total (postura até emergência dos adultos) de 88,8 dias. ARAÚJO *et alii* (1982) também estudaram o ciclo biológico da praga em condições de campo, obtendo um período de incubação menor (8 dias), sendo que para as fases de lagarta e pupa, o período de desenvolvimento foi superior em 1,55 dias e 1 dia, respectivamente. O ciclo total encontrado por estes autores foi de 109,16 dias.

MANPRIM e BORTOLI (1983) estudaram as diferentes fases do ciclo biológico de *D. saccharalis* em plantas de milho, encontrando que o período de incubação e as fases de lagarta e pupa duraram respectivamente 7,1; 43,9 e 6,4 dias, dando um ciclo total de 60,6 dias.

2.1.2. EM DIETA ARTIFICIAL

PAN e LONG (1961) realizaram criação massal de *D. saccharalis* em dieta artificial e em "ponta de cana". Ao me direm o consumo de alimento pelo inseto, os autores não verifi caram diferença significativa entre os dois meios de criação, ob servando que as fêmeas pareciam ser mais sensíveis às deficiên cias nutricionais do que os machos, em ambos os substratos.

WONGSIRI e RANDOLPH (1962) compararam a biolo gia da broca-da-cana-de-açúcar em dieta artificial à base de germe de trigo e colmos de sorgo, em temperatura de 25°C. Ob servaram que o período larval constou de 5 ínstaes em ambos os substratos, sendo que a duração foi menor em meio natural. A du ração da fase pupal foi maior em dieta artificial sendo que o ciclo total foi de 42,8 e 40 dias, respectivamente.

Uma criação massal de *D. saccharalis* foi condu zida por SANTA CRUZ *et alii* (1964), visando a obtenção de inse tos para estudos da resistência de variedades de milho. A fim de desenvolver uma dieta mais adequada para criação do inseto, os autores compararam quatro dietas e observaram que por três gerações sucessivas as dietas à base de soja e milho opaco, fo ram superiores àquelas preparadas com feijão cozido ou cru, com relação à viabilidade pupal, peso médio de pupas, longevidade de adultos e número de ovos por fêmea.

MISKIMEN (1965) estudando o efeito da temperatu ra e umidade relativa do ar no desenvolvimento da broca, veri

ficou que a melhor temperatura para criação do inseto foi de 26°C, pois nesta temperatura foram registradas as maiores viabilidades nas diferentes fases e menores porcentagens de anormalidades de adultos. Segundo o autor, o primeiro e segundo ínstar exigem umidade abaixo de 85%, pois altas umidades podem provocar a condensação das paredes do tubo de criação e provocar a morte destas lagartas; a partir do 3º ínstar a umidade pode chegar a 90% sem afetar o normal desenvolvimento do inseto.

Pesquisando uma técnica de criação para *D. saccharalis* utilizando dieta à base de milho, WALKER *et alii* (1966) obtiveram uma viabilidade total (ovo a adulto) de 90%.

BOWLING (1967) relatou que em dieta à base de feijão, em temperatura de $26,6 \pm 1,6^\circ\text{C}$ e fotofase de 14 horas, o período de incubação era de 6,5 dias sendo os períodos larval e pupal de 6,5 a 7,9 dias, respectivamente.

Estudos da biologia de *D. saccharalis* foram conduzidos por WALKER (1968), visando a aplicação da técnica do inseto estéril. A fim de verificar o melhor estágio para esterilizar o inseto (com raios- γ ^{60}Co), observou que a broca apresentou melhor desenvolvimento em dieta à base de milho, cenoura em pó e caseína, do que em dieta natural (colmos de milho).

HENSLEY e HAMMOND (1968) apresentaram técnicas de criação de lagartas da broca-da-cana em laboratório, utilizando dietas artificiais. Constataram que a adição do germe de trigo à dieta deu origem a um meio de alto valor nutricional

que propiciou o desenvolvimento de insetos comparáveis àqueles criados em cana ou milho.

O desenvolvimento de *D. saccharalis* foi acompanhado por VAN DITHER e GOOSSENS (1970), em nove dietas artificiais, contendo diferentes porcentagens de feijão, milho, cenoura e arroz. Os insetos foram mantidos em temperaturas e umidades que variaram de 24 a 28°C e 65 a 90%, respectivamente e fotofase de 12 horas. Os autores constataram que os insetos criados na dieta com 12% de feijão, 3,7% de milho e 1,8% de cenoura apresentaram alta viabilidade larval (81%), elevado peso de pupas (machos e fêmeas), fêmeas mais férteis, as quais produziram em média 394 ovos com uma alta viabilidade (94%), quando comparada com as demais.

No Brasil, os trabalhos com dietas artificiais foram iniciados no Departamento de Entomologia da ESALQ, em Piracicaba, SP, por GALLO *et alii* (1971). Estes autores utilizaram a dieta proposta por HENSLEY e HAMMOND (1968) com algumas modificações, para multiplicação de *D. saccharalis*, em um programa visando ao seu controle biológico, através de taquinídeos. A partir daí, outros trabalhos de pesquisa foram desenvolvidos, visando a criação desse lepidóptero no país. Assim, SGRILLO (1973) estudou a criação do inseto, em laboratório, com o objetivo de automatizar a distribuição da dieta e dos ovos, escolher técnicas de manuseio para os insetos e analisar custos da criação.

MENDONÇA FILHO (1973) descreveu a metodologia

de criação de *D. saccharalis* em dieta artificial para produção de parasitóides, utilizada pelo PLANALSUCAR em Maceió, AL.

RISCO *et alii* (1973) criando a praga numa dieta artificial à base de fibra de cana e pó de cenoura, obtiveram uma porcentagem de 54,12% de lagartas do 4º ínstar, aptas a serem "inoculadas" com parasitóides da broca.

VILLACORTA e MAGRO (1975) descreveram uma metodologia de criação de *D. saccharalis*, em laboratório, com dieta artificial à base de feijão. Testando diferentes variedades de feijão como fonte de proteína, NOVARETTI e TERAN (1976) verificaram que na dieta com feijão branco, ocorreu um maior peso de pupas e maior porcentagem de brocas aptas para inoculação com parasitóides do inseto.

BREWER (1976) comparou dietas com diferentes fontes protéicas (feijão, caseína, germe de trigo, soja), discutindo os custos e qualidade destas dietas para *D. saccharalis*. O mesmo autor em 1977 observou que pantotenato de cálcio, niacina e riboflavina foram essenciais ao crescimento, desenvolvimento e reprodução do inseto.

KING *et alii* (1975), pesquisando a biologia de *D. saccharalis* em oito temperaturas constantes, 16,6; 18,4; 22; 26; 28; 30; 32 e 34°C, verificaram que houve um decréscimo do período de incubação com a elevação da temperatura até 32°C. Com relação ao desenvolvimento do período larval, ocorreu um alongamento à temperatura de 22°C, apresentando-se mais curto à 30°C. Observaram ainda que a fase pupal foi menor à 33°C, embo

ra a esta temperatura tenha havido uma alta mortalidade. O peso de pupas foi maior à 22°C, tanto para machos como para fêmeas. Os adultos apresentaram maior longevidade à 15,6°C, enquanto as fêmeas produziram maior número de ovos à 24°C.

BREWER (1981) comparou duas dietas, uma à base de soja e óleo de milho e outra contendo soja e germe de trigo. As lagartas foram criadas à 29,5°C, 75% de umidade relativa e fotofase de 14 horas e os adultos à 24°C, 80% de umidade relativa do ar e a mesma fotofase utilizada para lagartas. Pôde-se verificar, que os períodos larval e pupal foram menores nos insetos criados nas dietas à base de soja e óleo de milho, apresentando em média, durante 5 gerações, 30 e 8,4 dias, respectivamente. Com relação ao peso de pupas, estas também foram mais pesadas nessa dieta.

ROE *et alii* (1982), criando *D. saccharalis* em dieta à base de germe de trigo, caseína e farinha de milho, à 30°C, observaram que o período larval constou de até sete ínstaes, sendo que 28,3% das lagartas apresentaram 5 ínstaes, 68,9%, 6 ínstaes e 2,8%, 7 ínstaes.

OSORES *et alii* (1982b) descreveram um método de criação da broca-da-cana-de-açúcar em meio artificial, visando a criação massal de parasitóides do inseto. Os insetos foram mantidos à 26±2°C e apresentaram um ciclo total médio de 45 dias. Segundo o autor, nestas condições, as lagartas com 18 dias estavam aptas para serem "inoculadas" com parasitóides.

2.2. INFLUÊNCIA DOS FATORES ECOLÓGICOS SOBRE

D. saccharalis

WOLCOTT (1915) verificou em Porto Rico que a população da broca-da-cana-de-açúcar está inversamente correlacionada com a precipitação pluviométrica, ocorrendo ataques mais severos nas regiões secas (pluviosidade média anual entre 600 e 750 mm). Também na Guiana Inglesa foi observado que o nível de infestação da broca é menor na estação das chuvas do que no período seco (BOX, 1925). A explicação para o fato, segundo este autor, é que os parasitóides de ovos apresentavam uma máxima eficiência no período seco e eram exterminados no período de alta pluviosidade.

Segundo PICKEL (1939) a população de *D. saccharalis* é influenciada pelas chuvas, entretanto, reconheceu não saber de que forma se manifestava esta interferência.

BERTELS (1970) verificou que a chuva influiu diretamente sobre a população da broca, de forma físico-mecânica e a temperatura e umidade relativa do ar também influíram na dinâmica populacional da praga, pois de um modo geral o tempo úmido e quente foi favorável ao aumento da população.

LARA (1974) estudando a influência dos fatores ecológicos na coleta de pragas com armadilhas luminosas, observou correlação inversa entre pressão barométrica e umidade relativa e coleta de adultos de *D. saccharalis*.

Através de levantamentos mensais em cinco re-

giões canavieiras no Estado de Alagoas, durante todo o ciclo da cultura da cana-de-açúcar, MENDONÇA FILHO (1978) verificou que a precipitação pluviométrica afetou a população da praga em cana-soca; em cana-planta, no entanto, não foi observada cor relação entre esse parâmetro climático e as formas imaturas do inseto.

➤ A temperatura influi diretamente sobre *D. saccharalis*, afetando o seu desenvolvimento (HOLLOWAY e HALEY, 1927; BOX, 1952).

HAYWARD (1943) relatou que em Tucumán (Argentina), o ciclo biológico da broca-da-cana-de-açúcar é mais curto na época quente, havendo um alongamento no inverno. Segundo o autor, as lagartas são muito sensíveis às temperaturas abaixo de zero, chuvas excessivas e secas prolongadas. OSORES *et alii* (1982a), observaram que nesta Província Argentina *D. saccharalis* apresentou 5 gerações durante o ano, sendo que a 1ª geração (outubro - dezembro) ocorreu em meses com temperaturas médias que variaram entre 21 e 25°C e com pluviosidade entre 50 e 150 mm. As 3 gerações seguintes (dezembro - janeiro, janeiro - março e março - abril) denominadas de verão, apresentaram uma duração média de 40 dias e neste período as temperaturas médias mensais e pluviosidades foram superiores à 22°C e 150mm, respectivamente. Na geração de inverno (abril - outubro) as temperaturas médias mensais foram inferiores à 13°C e as pluviosidades menores que 40 mm.

Nas condições do Estado de São Paulo a broca-

-da-cana produz de 4 a 5 gerações, sendo uma geração de lagartas hibernantes (GALLO, 1964). Esse autor afirmou ainda que o período larval se completa em 23 a 64 dias, influenciando muito nessa variação a temperatura do ambiente: com temperaturas médias mais elevadas (28°C), o período é curto, enquanto que com temperaturas médias mais baixas (20°C) o período é mais longo. Por outro lado, quando as condições térmicas situam-se abaixo de 18°C, as lagartas entram em diapausa, fato que se nota para as condições desse Estado, com as lagartas eclodidas em abril - maio.

Na Louisiana, FLOYD (1966) verificou que sob condições de inverno rigoroso (temperatura abaixo de -12°C), a mortalidade da broca chega a ser de 100%, enquanto CHARPENTIER *et alii* (1967) citaram esta mortalidade como sendo de 98% e mencionaram que sob condições de temperaturas mais amenas, as lagartas conseguem atravessar o inverno em colmos velhos de milho. Por outro lado, HENSLEY (1971) relatou que temperaturas de inverno ao redor de -7°C mataram mais de 80% da população.

Os trabalhos experimentais de KIRST e HENSLEY (1974) demonstraram que baixas temperaturas são um importante fator de decréscimo da população de lagartas de *D. saccharalis*, observando que o efeito de baixas temperaturas está mais relacionado com o número de dias nos quais a temperatura está abaixo de 0°C do que com pequenos períodos de temperaturas abaixo de -6°C. Os autores não encontraram correlação entre os dados de pluviosidade semanal e a mortalidade larval.

PRUNA (1969) fez uma ampla revisão de literatura sobre a broca-da-cana-de-açúcar, referente à biologia, e apontou a temperatura como um dos fatores que mais influi na duração do ciclo de vida, o qual se prolonga à medida que a temperatura diminui. WALDER (1976) também observou que a temperatura e umidade do ar foram os fatores meteorológicos que mais influíram na população da praga.

Em estudos de flutuação populacional, SILVEIRA NETO (1972) verificou os efeitos da pressão barométrica, temperatura máxima, graus-dias e umidade relativa sobre a coleta de adultos de *D. saccharalis*.

MENDES (1976), estudando a influência dos elementos climáticos sobre a flutuação populacional da broca-da-cana, em Araras, SP, verificou que os adultos de *D. saccharalis* ocorreram em todos os meses do ano com um acme na 2ª quinzena de agosto e com dois picos secundários, um na 1ª quinzena de janeiro e outro na 2ª quinzena de março. Este autor concluiu que os elementos meteorológicos explicaram 41,3% da flutuação populacional da praga, sendo que a amplitude térmica foi o fator mais importante, com uma participação de 27,8%.

Vários estudos foram desenvolvidos com relação à diapausa da broca-da-cana-de-açúcar.

Assim, nos Estados Unidos, STUBBS e MORGAN (1902) e HOLLOWAY *et alii* (1928) sugeriram que lagartas por eles observadas estavam, provavelmente, num estágio de quiescência ou diapausa.

KATYAR e LONG (1961) conduziram observações sobre a ocorrência de diapausa de *D. saccharalis* na Louisiana, durante o período de julho de 1959 a março de 1960, concluindo que no campo as lagartas em diapausa eram mais abundantes no período de outubro a dezembro. Verificaram ainda que o período da diapausa foi em torno de 3 meses.

Em Louisiana, Kurst (1973), citado por OSMAN (1975), coletou mensalmente lagartas de broca (de dezembro de 1965 a março de 1966) e expôs estas formas imaturas a dois regimes de fotofases: 10 e 14 horas. Todos os insetos foram alimentados com dieta artificial e mantidos a uma temperatura de 21°C. Lagartas coletadas em dezembro e janeiro e expostas a uma fotofase de 10 horas, exigiram um maior período (40 dias) para completar o desenvolvimento, quando comparadas àquelas expostas à 14 horas de luz. Por outro lado, não ocorreu diferença no período de desenvolvimento nas lagartas coletadas em fevereiro e março.

OSMAN (1975), criando em laboratório, lagartas coletadas no campo, em duas temperaturas (21 e 26°C) e em duas fotofases (10 e 14 horas) verificou que aquelas criadas à 26°C e expostas à 10 horas de luz exigiram 2 dias a mais para completar a fase larval do que aquelas criadas à 14 horas de luz. Por outro lado, à 21°C, as lagartas submetidas à 10 horas de luz, apresentaram um período larval de 36,5 dias a mais que as lagartas criadas com 14 horas de luz. Para o autor, isto indicou que o efeito do fotoperíodo sobre o desenvolvimento da bro

ca foi mais pronunciado em baixas temperaturas.

Segundo FUCHS *et alii* (1979), populações de *D. saccharalis*, do Vale do Rio Grande (Texas - EUA), apresentaram diapausa facultativa no último ínstar larval. De acordo com os autores, a indução e término da diapausa são dependentes da temperatura e fotoperíodo.

No Brasil a "diapausa" de *D. saccharalis* foi referida por BERGAMIN (1948), GALLO *et alii* (1970), WALDER (1976) e SGRILLO (1979).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida nos laboratórios de Biologia do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, em Piracicaba, SP, com *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera - Pyralidae).

3.1. COLÔNIA INICIAL DE INSETOS

A pesquisa foi iniciada a partir de ovos provenientes do laboratório de criação massal de *D. saccharalis* da Companhia Industrial e Agrícola de Santa Bárbara D'Oeste, sendo a técnica utilizada para a criação deste lepidóptero semelhante à descrita por MENDES (1980).

Os ovos foram mantidos em placas de Petri (10 cm de diâmetro x 2,0 cm de altura) forradas com papel de filtro u

medecido com água destilada; uniram-se tampa com tampa ou fundo com fundo destas placas para permitir a vedação do conjunto com fita adesiva, sendo a seguir colocados em câmara climatizada modelo BOD 347G da FANEM, regulada à 30°C, umidade relativa de 70±10% e fotofase de 14 horas, até a eclosão das lagartas.

3.2. BIOLOGIA EM DIFERENTES TEMPERATURAS

A biologia de *D. saccharalis* foi conduzida em câmaras climatizadas (idênticas àquelas descritas no item 3.1.), reguladas à 20, 22, 25, 30 e 32°C, umidade relativa de 70±10% e fotofase de 14 horas.

Em cada temperatura, foram observados os seguintes parâmetros do ciclo biológico do inseto:

a) Fase de ovo:

- . período de incubação
- . viabilidade

b) Fase de lagarta:

- . duração total da fase
- . número de ínstars
- . duração dos ínstars

- . viabilidade por instar
- . viabilidade total

c) Fase de pupa:

- . duração da fase
- . peso de machos e fêmeas
- . viabilidade
- . razão sexual, calculada através da fórmula: $rs = \frac{\text{♀}}{\text{♀} + \text{♂}}$

d) Fase adulta:

- . período de pré-oviposição
- . período de oviposição
- . número de posturas por fêmea
- . número de ovos por postura
- . número total de ovos por fêmea
- . longevidade de machos e fêmeas
- . porcentagem de deformação
- . pós-oviposição

3.2.1. TÉCNICA DE CRIAÇÃO DE *D. saccharalis*

3.2.1.1. Fase de lagarta

Em cada temperatura, lagartas recém-eclodidas, retiradas da colônia inicial, foram transferidas, individual-

mente, para 160 tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro x 8,5 cm de altura), previamente esterilizados, contendo dieta artificial, desenvolvida por HENSLEY e HAMMOND (1968). O preparo do meio artificial, transferência de lagartas e cuidados assépticos foram feitos segundo PARFA (1979). Os tubos de criação foram tampados com algodão hidrófobo esterilizado e mantidos em suportes de arame com a extremidade superior voltada para baixo, para reduzir a contaminação por microrganismos. As lagartas eram observadas diariamente e as mortas eliminadas, após a medição da cápsula cefálica.

Para avaliação do número de instares larvais, foi feita a medição da largura da cápsula cefálica de 25 lagartas, previamente escolhidas, para cada tratamento. As medições foram feitas através de uma ocular graduada BAUSCH & LOMB, acoplada a um microscópio-estereoscópico WILD M4A.

3.2.1.2. Fase de pupa

Assim que se dava a transformação, cada pupa obtida era transferida para um tubo de vidro semelhante ao utilizado para criação de lagartas, o qual era tampado com algodão hidrófobo e devidamente identificado. As pupas com 24 horas de idade, foram pesadas em uma balança METTLER H7, com aproximação até centésimo de grama e separadas por sexo, segundo BUTT e CANTU (1962). A seguir, as pupas eram recolocadas nos tubos

de vidro e aí mantidas até a emergência dos adultos.

3.2.1.3. Fase adulta

Após a emergência, para ambos os sexos, foi anotado o número de indivíduos que apresentavam asas anormais.

Para observações da fase adulta, machos e fêmeas nascidos no mesmo dia, com idade entre 8 e 10 horas, eram colocados na proporção indicada por MISKIMEN (1965), de 2 machos para uma fêmea, em gaiolas, para acasalamento. Estas gaiolas consistiram de tubos de PVC com 10 cm de diâmetro e 22 cm de altura, fechadas nas extremidades com placas de Petri de 16 cm de diâmetro. A placa colocada na parte inferior era revestida com papel de filtro. As paredes internas da gaiola foram revestidas com papel sulfite com a finalidade de proporcionar um local adequado de postura (MENDES *et alii*, 1977; MENDES, 1980). Diariamente, o papel de filtro e o sulfite eram umedecidos com água destilada. A umidade no interior de gaiolas foi medida, quando necessária, através de pares termoelétricos (cobre-constantan) à semelhança de um conjunto psicrométrico. Assim, para funcionar como bulbo úmido, um dos pares era envolvido com gaze umedecida, sendo que o outro par funcionava como bulbo seco.

Os adultos foram alimentados com solução aquosa de mel à 10%, fornecida por capilaridade, através de um rolo dental "Johnson's", mantido em copos plásticos. O alimento era

renovado a intervalos de dois dias, tempo suficiente para que não fermentasse.

Para cada temperatura, estudaram-se 15 casais com observações diárias de toda a fase.

3.2.1.4. Fase de ovo

As massas de ovos obtidas no papel sulfite eram retiradas diariamente das gaiolas, esterilizadas externamente com solução de formaldeído à 5% por 5 minutos e, posteriormente, lavadas com água destilada por mais 5 minutos, sendo a seguir colocadas para secar. Recortavam-se então, pedaços de papel sulfite, contendo aproximadamente 25 ovos por massa, mantendo-os em placas de Petri revestidas internamente com papel de filtro umedecido.

Para aumentar a precisão e por facilidade de manuseio e visualização, a contagem dos ovos foi efetuada no final do desenvolvimento embrionário, quando era visível a cabeça da lagarta (pontos escuros). A determinação do período de incubação e viabilidade dos ovos originados de adultos criados em diferentes temperaturas, foi feita através das contagens diárias das lagartas eclodidas em todas as posturas.

3.3. TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE

Com os resultados obtidos nas diferentes temperaturas, foram elaboradas as tabelas de vida de fertilidade, sendo os valores das colunas (x , m_x , l_x) e os índices (R_0 , T , r_m e λ) calculados segundo SILVEIRA NETO *et alii* (1976), como segue:

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

Baseando-se nestes dados, foram calculados os índices:

- . R_0 = taxa líquida de reprodução, onde $R_0 = \sum m_x \cdot l_x$;
- . T = duração média de uma geração, onde:

$$T = \frac{\sum m_x \cdot l_x \cdot x}{R_0} ;$$

- . r_m = capacidade de aumentar em número, onde $r_m = \frac{R_0}{T}$;
- . λ = razão finita de aumento, onde $\lambda = e^{r_m}$.

3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS BIOLÓGICOS OBTIDOS

Os dados biológicos de *D. saccharalis* obtidos em condições de laboratório, foram analisados através da estatística não-paramétrica, utilizando-se o teste de Kruskal-Wallis (CAMPOS, 1979), sendo as médias comparadas pelo teste não-paramétrico de Comparações Múltiplas, ao nível de 5% de probabilidade.

Estimaram-se, com os dados biológicos das diferentes temperaturas, as transformações de 50% da população em pupas e adultos (T_{50}), nos diferentes tratamentos, sendo os resultados obtidos ajustados às equações logísticas adequadas.

3.5. DETERMINAÇÃO DA CONSTANTE TÉRMICA

Os limiares de desenvolvimento (temperaturas bases) para as fases de ovo, lagarta, pupa e adulto de *D. saccharalis* foram estimados pelo método do coeficiente de variação (CV), proposto por ARNOLD (1959), que consiste na determinação da constante térmica (K) em cada temperatura, em função da atribuição de valores arbitrários de limiar de desenvolvimento. O mais baixo CV encontrado entre os quatro valores de K (K_{20} , K_{22} , K_{25} , K_{30}) correspondeu à temperatura base.

Os cálculos de determinação dos limiares de desenvolvimento das fases de ovo, lagarta, pupa e adulto basea-

ram-se nos resultados obtidos à 20, 22, 25 e 30°C, não sendo computado neste cálculo aqueles registrados à 32°C, uma vez que esta temperatura foi inadequada ao desenvolvimento do inseto.

A constante térmica foi estimada conforme SILVEIRA NETO *et alii* (1976) pela fórmula $K = y(t - a)$, onde K = constante térmica (graus-dias), y = tempo de desenvolvimento (dias), t = temperatura ambiente (°C), a = temperatura base (°C).

3.6. DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE GERAÇÕES DE *D. saccharalis*, COM BASE NAS SUAS EXIGÊNCIAS TÉRMICAS, EM QUATRO LOCALIDADES CANAVIEIRAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

O número provável de gerações de *D. saccharalis* foi estimado em quatro locais do Estado de São Paulo, tomando-se como base as exigências térmicas da praga, determinadas em condições de laboratório (item 3.5.). Estes locais foram escolhidos (Figura 1) por serem representativos de regiões canavieiras do Estado e por apresentarem dados climatológicos consistentes.

Utilizaram-se as temperaturas médias diárias de 1970 a 1982, para os municípios de Pindorama, Jaú e Ribeirão Preto, obtidas no arquivo de dados da Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agronômico de Campinas, e a média mensal de 1917 a 1970 para o município de Piracicaba, obtida através do Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ.

O número de gerações foi calculado baseando-se em PARRA (1981), sendo que o início da contagem deste número foi feito a partir do pico populacional de adultos de *D. saccharalis* em cada área. Este pico foi determinado baseando-se em estudos com armadilhas luminosas, modelo "Luiz de Queiroz", providas de lâmpadas fluorescentes ultravioletas, modelo F15T8BL da General Electric, realizados pelo PLANALSUCAR - Seção de Entomologia - Araras, SP, no período de 1976-1982. Nas quatro regiões analisadas este pico correspondeu ao mês de agosto.

Para os cálculos dos graus-dias (acumulações diárias), utilizou-se o computador COMMODORE-CBM-MODEL 3032, linguagem BASIC, do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), em Piracicaba, SP. Como para Piracicaba não foi possível a obtenção dos dados diários de temperatura, considerou-se que todos os dias de cada mês apresentavam temperatura idêntica à temperatura média do mês considerado.



Figura 1 - Localidades do Estado de São Paulo, selecionadas para determinação do número de gerações anuais de *D. saccharalis*, com base em suas exigências térmicas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. FASE DE OVO

O período médio de incubação e respectiva viabilidade de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794), obtidos nas diferentes temperaturas encontram-se na Tabela 1. O período de incubação foi decrescente com o aumento da temperatura, coincidindo com os dados de KING *et alii* (1975). Os valores médios obtidos na presente pesquisa à 25 e 30°C, se aproximam daqueles obtidos por BOWLING (1967) e WALKER (1968) em temperaturas de 26,5±1,5°C e 29,4°C, respectivamente.

A porcentagem de eclosão obtida nas diferentes temperaturas foi bastante variável (Tabela 1), obtendo-se a maior viabilidade à 30°C e a menor à 22°C. Os resultados observados por KING *et alii* (1975) também oscilaram com a variação de temperatura, sendo que estes autores obtiveram uma maior por

Tabela 1 - Período de incubação e viabilidade dos ovos na colônia inicial* de *D. saccharalis*, em cinco temperaturas. UR: 70±10% e fotofase: 14 horas.

Temperatura (°C)	Período de incubação** (dias)	viabilidade (%)
20	10,60±0,24 a	78,20
22	7,23±0,21 ab	70,10
25	6,08±0,12 abc	81,80
30	4,91±0,16 bc	86,70
32	4,27±0,23 c	76,90

* Insetos mantidos em meio artificial à 27 ± 2°C; UR: 70 ± 10% e fotofase: 14 horas.

** Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste não-paramétrico de Comparações Múltiplas, ao nível de 5% de probabilidade.

centagem de eclosão à 26°C (98,6%), enquanto que à 34°C a viabilidade obtida foi de 10%, mostrando o seu efeito adverso no desenvolvimento embrionário do inseto. Os resultados obtidos na presente pesquisa e aqueles de KING *et alii* (1975) sugerem que a faixa de desenvolvimento da broca-da-cana é mais ampla do que entre 20 e 34°C. Pela baixa viabilidade obtida por KING *et alii* (1975) à 34°C, é de se supor que o limite superior esteja próximo deste valor. Entretanto, como na presente pesquisa à 20°C foi obtida uma alta viabilidade (78,2%), o limite infe

rior deve estar bem aquém desta temperatura.

Em termos gerais, a viabilidade em laboratório nas diferentes temperaturas, foi próxima à obtida por ARAÚJO *et alii* (1982), ou seja, 80,80% e superior àquela encontrada por GUEVARA (1976) (68,4%), ambos em estudos de biologia desenvolvidos em condições de campo.

4.2. FASE DE LAGARTA

4.2.1. DURAÇÃO E VIABILIDADE

Os valores médios da duração da fase larval, bem como a viabilidade obtida nas diferentes temperaturas são apresentados na Tabela 2.

Houve diminuição no período larval médio com a elevação da temperatura, dentro do intervalo de 20 a 32°C; esta tendência também foi observada por KING *et alii* (1975), embora estes autores tenham encontrado valores menores com relação à duração à 30°C e superiores à 22°C. Essas variações talvez possam ser explicadas pelas diferenças de "strains" utilizados, desde que as dietas utilizadas foram semelhantes e em ambas as pesquisas os insetos foram mantidos em temperaturas constantes. Essas diferenças de "strains" chegam a ser bastante grandes pois HENSLEY (1969), trabalhando com populações de

D. saccharalis de Porto Rico e Louisiana, observou diferenças nas exigências nutricionais dos insetos dos dois locais.

Tabela 2 - Duração média, viabilidade da fase larval de *D. saccharalis*, criada em dieta artificial em cinco temperaturas, com a respectiva contaminação* por tratamento. UR: 70±10% e fotofase: 14 horas.

Temperatura (OC)	Intervalo de variação (dias)	Duração** (dias)	Viabilidade (%)	Contaminação (%)
20	34 - 76	45,40±0,94 a	77,50	5,00
22	23 - 59	29,78±0,55 b	71,00	4,50
25	20 - 49	27,84±0,62 b	81,25	6,50
30	15 - 44	24,78±0,62 c	85,60	3,50
32	16 - 39	22,89±0,50 c	60,60	1,00

* *Aspergillus* spp.

** Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste não-paramétrico de Comparações Múltiplas, ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados divergentes com a literatura em relação à influência da temperatura no desenvolvimento larval do inseto podem ser atribuídos a diferentes meios artificiais utilizados para a criação, por se tratarem de populações ("strains") diferentes de *D. saccharalis* ou pela manutenção dos insetos em diferentes condições ambientais.

Assim, BOWLING (1967) estudando a biologia da

broca-da-cana em dieta à base de feijão, em temperatura de $26,5 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$, encontrou uma fase larval de 30,1 dias, sendo que BREWER (1981) obteve duração larval de 30,37 dias à $29,5^{\circ}\text{C}$ criando o inseto em dieta à base de soja e óleo de milho, durações longas se comparadas com os resultados obtidos nesse trabalho. De uma maneira geral, entretanto, a literatura demonstra que o corre uma diminuição da fase larval com o aumento da temperatura (MEADOWS, 1938; RISCO, 1959; BERGAMIN, 1948; BERTELS, 1970).

A viabilidade larval foi maior à 30°C e atingiu o menor valor à 32°C (Tabela 2) concordando com KING *et alii* (1975). A baixa viabilidade obtida na temperatura de 32°C pode ter sido influenciada pelo rápido ressecamento da dieta nesta temperatura. Além disto, em observações realizadas durante o trabalho, constatou-se que ocorria condensação nas paredes do tubo de criação a qual provocava uma alta mortalidade (por "afogamento") das lagartas do 1^o ínstar. Este fato já fora ressaltado por MISKIMEN (1965), o qual relatou que lagartas do 1^o e 2^o ínstars exigem umidade abaixo de 85%, para não morrerem por "afogamento"; a partir do 3^o ínstar, entretanto, a umidade pode chegar à 90% sem afetar o normal desenvolvimento da lagarta. Um outro fato que pode ter provocado morte de lagartas foi a ocorrência de rápida oxidação da dieta mantida à 32°C (caracterizada pelo seu escurecimento), o que pode ter influenciado a fagoestimulação de lagartas do 1^o ínstar.

Observou-se maior contaminação por microrganismos, especialmente *Aspergillus* spp., nas dietas mantidas à 25°C ,

sendo esta contaminação decrescente com o aumento da temperatura, a partir deste nível térmico. Esta porcentagem de contaminação foi pequena, se comparada com HENSLEY e HAMMOND (1968), que observaram uma contaminação de 11% em criação de *D. saccharalis* mantida à $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e em relação a ROE *et alii* (1982) que à $27 \pm 1^\circ\text{C}$ obtiveram 16,2% de contaminação de *Aspergillus* spp., em dieta semelhante à utilizada no presente trabalho. Tomando-se por base os resultados obtidos, sugere-se que sejam feitos estudos para se determinar as causas da contaminação nas baixas temperaturas, especialmente à 25°C , pois estes resultados contrariam aqueles obtidos por FERRAZ (1982) com *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), onde as maiores contaminações foram registradas nas temperaturas mais elevadas.

4.2.2. NÚMERO, DURAÇÃO E VIABILIDADE DOS ÍNSTARES LARVAIS

As larguras das cápsulas cefálicas, o número de ínstaes, duração e viabilidade de cada ínstar, com as respectivas razões de crescimento, nas diferentes temperaturas estudadas, encontram-se nas Tabelas 3, 4, 5, 6 e 7. O número de ecdises de *D. saccharalis* foi influenciado pela temperatura. Assim, à 20 e 22°C todas as lagartas apresentaram 6 ínstaes, com um alongamento da duração de cada ínstar. Por outro lado, à 25 , 30 e 32°C as lagartas apresentaram 5 ou 6 ínstaes. Nestas tem

peraturas, houve predominância de lagartas com 6 ínstares, sendo a porcentagem de indivíduos com 5 ínstares variável de 5, 20 ou 16% à 25, 30 e 32°C, respectivamente (Tabelas 5, 6 e 7). Variações no número de ínstares, em função da temperatura, foram também observados por KING *et alii* (1975) e ROE *et alii* (1982).

A razão de crescimento obtida em cada temperatura encontra-se no intervalo estabelecido por DYAR (1890) ou seja de 1,1 a 1,9, e é semelhante aos resultados obtidos por ROE *et alii* (1982).

A mortalidade foi maior no último ínstar larval principalmente à 20 e 22°C (Tabelas 3 e 4), embora tenha havido uma baixa viabilidade no 1º ínstar à 32°C. Uma das causas da mortalidade nas temperaturas mais baixas (20 e 22°C) pode ser explicado pela contaminação da dieta, por microrganismos, pois como o período de desenvolvimento foi muito longo nestas temperaturas, e como havia manipulação constante dos insetos para observação, foram criadas condições para maior contaminação nos tubos de criação. Um outro fator que pode ter ocasionado a mortalidade dos insetos, foi a manipulação no final do seu desenvolvimento. As lagartas, em função do seu hábito natural, penetram na dieta a partir do 2º ínstar e, na sua grande maioria, pupam no interior do meio artificial; durante as observações, visando verificar a sua pupação, elas eram desalojadas e isto

talvez tenha afetado o seu comportamento, uma vez que após a manipulação deixavam de se alimentar e muitas vezes não chegaram a pupar.

Tabela 3 - Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento, duração e viabilidade de cada instar de lagartas de *D. saccharalis*, criadas em dieta artificial à 20°C. UR: 70 ± 10%, fotofase: 14 horas.

Instar	Largura da cápsula cefálica (mm)		Razão de crescimento	Duração (dias)	Viabilidade (%)
	Intervalo de variação	Média			
1♀	0,29 - 0,33	0,31	1,38	11,21±3,28	98,10
2♀	0,41 - 0,48	0,43	1,58	6,38±1,93	99,40
3♀	0,63 - 0,72	0,68	1,45	5,41±1,08	98,70
4♀	0,88 - 1,13	0,99	1,50	8,00±2,17	98,70
5♀	1,32 - 1,66	1,49	1,18	9,66±3,19	98,60
6♀*	1,70 - 1,92	1,77		9,91±4,87	82,60
Média da razão de crescimento			1,41		

* 100% das lagartas apresentaram 6 instares.

Tabela 4 - Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento, duração e viabilidade de cada instar de lagartas de *D. saccharalis*, criadas em dieta à 22°C. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.

Instar	Largura da cápsula cefálica (mm)		Razão de crescimento	Duração (dias)	Viabilidade (%)
	Intervalo de variação	Média			
1º	0,27 - 0,34	0,31	1,45	6,50±0,37	94,50
2º	0,41 - 0,49	0,45	1,57	3,68±0,23	97,80
3º	0,60 - 0,80	0,71	1,46	4,75±0,41	99,40
4º	0,85 - 1,24	1,04	1,46	4,26±0,24	98,90
5º	1,33 - 1,61	1,52	1,19	4,72±0,50	95,60
6º*	1,73 - 2,01	1,82		6,44±0,58	83,40
Média da razão de crescimento			1,42		

* 100% das lagartas apresentaram 6 instares.

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

Instar	Largura da cápsula cefálica (mm)		Razão de crescimento	Duração (dias)	Viabilidade (%)
	Intervalo de variação	Média			
1♀	0,29 - 0,33	0,31	1,45	5,76±0,25	96,25
2♀	0,41 - 0,49	0,45	1,48	3,07±0,23	100,00
3♀	0,60 - 0,79	0,67	1,46	3,58±0,19	99,40
4♀	0,89 - 1,07	0,98	1,52	4,36±0,48	99,40
5♀	1,33 - 1,60	1,49	1,22	4,57±0,35	98,70
6♀*	1,71 - 2,07	1,82		4,00±0,58	88,00
Média da razão de crescimento			1,42		

* 8% das lagartas apresentaram 5 instares.

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

Instar	Largura da cápsula cefálica (mm)		Razão de crescimento	Duração (dias)	Viabilidade (%)
	Intervalo de variação	Média			
1♀	0,30 - 0,34	0,32	1,25	3,88±0,30	98,10
2♀	0,38 - 0,44	0,40	1,72	3,75±0,58	100,00
3♀	0,49 - 0,85	0,69	1,46	4,10±0,43	98,00
4♀	0,88 - 1,18	1,01	1,44	2,76±0,30	99,30
5♀	1,21 - 1,65	1,46	1,27	2,69±0,20	99,30
6♀*	1,85 - 1,93	1,86		5,36±0,53	91,00
Média da razão de crescimento					1,42

* 20% das lagartas apresentaram 5 ínstars.

Tabela 7 - Largura média da cápsula cefálica, razão de crescimento, duração e viabilidade de cada ínstar de lagartas de *B. saccharalis*, criadas em dieta artificial à 32°C. UR: 70 ± 10%, fotofase: 14 horas.

Ínstar	Largura da cápsula cefálica (mm)		Razão de crescimento	Duração (dias)	Viabilidade (%)
	Intervalo de variação	Média			
1ª	0,27 - 0,33	0,30	1,46	6,10±0,49	88,75
2ª	0,39 - 0,55	0,44	1,50	4,00±0,26	95,00
3ª	0,60 - 0,85	0,66	1,45	3,00±0,40	91,00
4ª	0,87 - 1,05	0,96	1,48	4,60±0,57	92,00
5ª	1,26 - 1,57	1,43	1,23	5,28±0,52	92,25
6ª*	1,62 - 1,83	1,74		7,00±0,68	94,40
Média da razão de crescimento			1,42		

* 16% das lagartas apresentaram 5 ínstars.

4.3. FASE DE PUPA

4.3.1. DURAÇÃO, PESO E VIABILIDADE

O período pupal para ambos os sexos de *D. saccharalis* foi afetado pela temperatura; decresceu com a elevação térmica até 30°C (Tabela 8) sendo que à 32°C houve um aumento da fase para machos e fêmeas. Tal tendência foi observada por KING *et alii* (1975), os quais verificaram que à 33°C o período pupal é de 7,9 e 7,3 dias para machos e fêmeas, respectivamente. De uma maneira geral, observou-se que a duração da fase pupal nas diferentes temperaturas foi maior para fêmeas sendo marcadamente superior à 20°C. Esta diferença não foi observada pelos autores anteriormente citados.

As pupas fêmeas foram sempre mais pesadas que os machos (Tabela 8) sendo a diferença entre 45 e 63%. Tal diferença foi observada por SANTA CRUZ *et alii* (1964), BOWLING (1967), KING *et alii* (1975) e BREWER (1976), sendo que ROE *et alii* (1982), relataram que essa diferença entre o peso de machos e fêmeas já pode ser observado no último instar larval, onde as lagartas que originarão fêmeas são 1,53 vezes mais pesadas que aquelas que vão dar origem a machos.

Não houve diferença significativa no peso das pupas, para ambos os sexos, no intervalo de 20 à 30°C, embora tenham-se obtido fêmeas mais pesadas à 25°C. Por outro lado, à 32°C observou-se que tanto os machos como as fêmeas apresenta

ram menor peso, demonstrando desta forma, que temperaturas acima de 30°C influenciam o desenvolvimento do inseto, o que concorda com KING *et alii* (1975) que verificaram que à 33°C as pupas foram mais leves, para ambos os sexos.

A viabilidade pupal foi maior à 22°C, ficando estável entre 25 e 30°C (Tabela 8). Houve diminuição da viabilidade à 22°C, sendo, no entanto, mais drástica no limite superior (32°C). Esses resultados comprovam as observações de KING *et alii* (1975), embora estes autores tenham obtido maior mortalidade pupal no intervalo de 28 e 33°C.

Tabela 8 - Duração e peso de pupas de *D. saccharalis*, criadas em dieta artificial com as respectivas viabilidades, em cinco temperaturas. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.

Temperatura (°C)	Período pupal (dias)				Viabilidade (%)	Peso das pupas (mg)			
	Macho		Fêmea			Macho		Fêmea	
	\bar{X} *	Intervalo de variação	\bar{X} *	Intervalo de variação		\bar{X} *	Intervalo de variação	\bar{X} *	Intervalo de variação
20	13,35±0,24a	8 - 17	14,06±0,15a	12 - 17	86,00	110,00±2,26a	69 - 150	165,60±3,68a	119 - 235
22	11,11±0,15b	7 - 14	11,08±0,17b	8 - 15	78,20	110,69±2,21a	60 - 169	160,78±3,21a	125 - 229
25	7,90±0,10c	6 - 9	3,06±0,09c	6 - 9	80,64	107,22±1,90a	63 - 160	173,78±3,85a	122 - 244
30	6,75±0,10c	4 - 8	6,89±0,07c	6 - 8	80,88	104,30±2,13a	63 - 135	170,00±3,44a	121 - 242
32	7,16±0,11c	6 - 8	7,39±0,09c	5 - 10	55,78	89,56±2,34b	41 - 127	137,53±3,71b	107 - 213

* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste não-paramétrico de Comparações Múltiplas, ao nível de 5% de probabilidade.

4.3.2. RAZÃO SEXUAL

Os dados referentes à razão sexual e relação sexual da broca-da-cana-de-açúcar, para cada temperatura, estão apresentados na Tabela 9. O maior número de machos foi registrado à 22°C, sendo que a partir desta temperatura, houve uma diminuição desse número obtendo-se então uma proporção sexual ao redor de 1♂:1♀.

Tabela 9 - Razão sexual e relação sexual de *D. saccharalis**, criada em dieta artificial em cinco temperaturas. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.

Temperatura (°C)	Relação Sexual (♂ : ♀)	Razão Sexual
20	1,23:1	0,44
22	1,31:1	0,43
25	1,13:1	0,46
30	1,12:1	0,47
32	1,02:1	0,49
Média	-	0,46

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

Estes dados foram inferiores aos obtidos por FUCHS e HARDING (1978) e ARAÚJO *et alii* (1982) que verificaram em condições de campo 1,97♂:1♀ e 1,70♂:1♀, respectivamente, indicando desta forma que, em condições naturais, o número de ma-

chos é superior ao número de fêmeas. Entretanto, BERGAMIN (1948) constatou uma relação sexual de 1,11♂: 1♀ e razão sexual de 0,47, embora o inseto fosse criado em colmos de cana-de-açúcar e não em dieta artificial, como no presente trabalho.

4.4. FASE ADULTA

4.4.1. LONGEVIDADE E PERÍODO DE PRÉ-OVIPOSIÇÃO

De modo geral, a longevidade de adultos foi decrescente com o incremento térmico até 25°C, embora à 30°C, as fêmeas tenham apresentado longevidade semelhante àquelas submetidas à 25°C (Tabela 10). Em todas as temperaturas as fêmeas viveram mais que os machos, contrariando os dados obtidos por KING *et alii* (1975), os quais obtiveram dados bastante variáveis com relação à longevidade de adultos, sendo as fêmeas mais longevas à 22, 26, 28, 32 e 34°C e os machos à 15,6, 24 e 30°C.

As fêmeas viveram mais à 20°C, não havendo diferença com relação à longevidade no intervalo de 25 a 30°C. Para os machos, assim como ocorreu para as fêmeas, a maior longevidade foi obtida à 20°C, embora não ocorresse diferença estatística com aqueles criados à 22°C (Tabela 10).

Não foi possível a verificação da longevidade de adultos à 32°C, pois, devido à baixa viabilidade pupal, foram obtidas poucas fêmeas nesta temperatura.

Tabela 10 - Longevidade de adultos, período de pré-oviposição e de pós-oviposição, número de posturas por fêmea, total de ovos e porcentagem de fêmeas férteis de *D. saccharalis*, mantida em dieta artificial, em cinco temperaturas. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.

Temperatura (°C)	Longevidade (dias)**	Período de pré-oviposição (dias)	Período de oviposição	Ovos/♀	♀Férteis (%)	Período de pós-oviposição (dias)
20	σ 13,30±0,58 a** ♀ 16,60±1,00 a	2,10±0,11a**	7,30±0,94a**	607,80±88,22a**	90,00	6,12±0,97a**
22	σ 10,30±0,46 ab ♀ 10,40±0,38 b	2,00±0,00a	5,63±0,37ab	527,70±44,08ab	100,00	0,73±0,16b
25	σ 8,60±0,95 bc ♀ 8,70±0,90b	2,16±0,15a	4,58±0,71ab	406,00±67,86bc	92,30	0,81±0,22b
30	σ 7,69±0,37 c ♀ 9,00±0,82 b	2,00±0,00a	3,50±0,50b	283,10±48,84c	76,90	4,70±1,08a
32	*	*	*	*	*	*

* Não foi obtido número suficiente de adultos para acasalamento.

** Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste não-paramétrico de Comparações Múltiplas, ao nível de 5% de probabilidade.

*** A comparação estatística nas diferentes temperaturas foi feita separadamente para cada sexo.

Os valores de longevidade de adultos obtidos por KING *et alii* (1975) foram inferiores, em todas as temperaturas estudadas, quando comparados aos da presente pesquisa, chegando a diferença em algumas vezes, como à 22°C, a ser de 5,5 dias em relação aos machos e 8,4 dias para fêmeas. Em vista do tipo de estudo realizado, torna-se difícil a explicação do porquê dessas diferenças, especialmente nas temperaturas mais baixas. Em temperaturas mais elevadas, a explicação poderia estar ligada a umidade no interior das gaiolas de acasalamento, pois em observações feitas no desenvolvimento do presente trabalho, verificou-se que as condições higrométricas do papel sulfite colocado nas gaiolas de criação são extremamente importantes na longevidade de adultos e na fertilidade de ovos. Em temperaturas mais altas ocorreu o ressecamento mais rápido do papel que revestia internamente a gaiola, oferecendo condições adversas ao inseto ali confinado. Utilizando-se pares termoelétricos, pôde-se verificar que em gaiolas nas quais se "molhava" o papel sulfite (condição normal de criação), a umidade atingiu 92%, enquanto em gaiolas onde não ocorreu esta prática, a umidade chegou a 70%, independente da temperatura. Como os autores anteriormente citados não fizeram referência às condições de umidade de gaiolas, as variações deste parâmetro, em função da temperatura, podem ter levado a estes resultados discrepantes.

A porcentagem de adultos deformados foi maior na temperatura de 32°C (Tabela 11). Este fato pode ser explicado pelos resultados obtidos por GRAU e TERRIERE (1967) com *Tricho*

plusia ni (Hübner, 1802) onde temperaturas elevadas afetaram a disponibilidade de ácidos graxos na fase pupal, provocando deformações nas asas deste lepidóptero. O aumento da porcentagem de deformações de asas em função da temperatura, também foi observado em *Autographa californica* (Speyer, 1815) e *Peridroma saucia* (Hübner) por SCHAFER *et alii* (1968).

Tabela 11 - Porcentagem de deformação de adultos de *D. saccharalis*, provenientes de lagartas criadas em dieta artificial em cinco temperaturas. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.

Temperatura (°C)	Deformação de adultos (%)
20	3,00
22	4,54
25	2,00
30	11,00
32	30,20

O período de pré-oviposição não diferiu estatisticamente nas diferentes temperaturas, indicando que a temperatura não exerceu nenhuma influência sobre este parâmetro biológico (Tabela 10). Esses dados coincidem com as observações de KING *et alii* (1975) que encontraram uma média de 2 dias para este período.

4.4.2. PERÍODO DE OVIPOSIÇÃO E CAPACIDADE DE POSTURA

O número de posturas foi decrescente com o aumento da temperatura (Tabela 10), não havendo diferença estatística no intervalo de 20 a 25°C. A diminuição do período de oviposição em função da elevação da temperatura foi observado em *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) por KASTEN (1980) e, em *S. frugiperda* por FERRAZ (1982).

Considerando-se a porcentagem de fêmeas que ovipositaram, observou-se que apenas à 22°C todas as fêmeas efetuaram postura, havendo portanto efeito da temperatura na porcentagem de fêmeas férteis (Tabela 10) e interação entre temperatura e idade das fêmeas (Figura 2). Embora à 20°C, apenas 90% tivessem sido férteis verificou-se que o total de ovos por fêmea foi superior quando comparado à 25 e 30°C:

Pôde-se observar que a temperatura de 20°C foi ideal para postura de *D. saccharalis*, embora o total de ovos por fêmea não apresentasse diferença estatística em relação à 22°C (Tabela 10). Estes resultados coincidem com ARAÚJO *et alii* (1980), que observaram que nas temperaturas de 20 e 23°C as fêmeas apresentaram maior capacidade de postura, embora os valores encontrados tenham sido inferiores aos obtidos no presente trabalho, ou seja, 448,48 e 324,70 ovos, respectivamente.

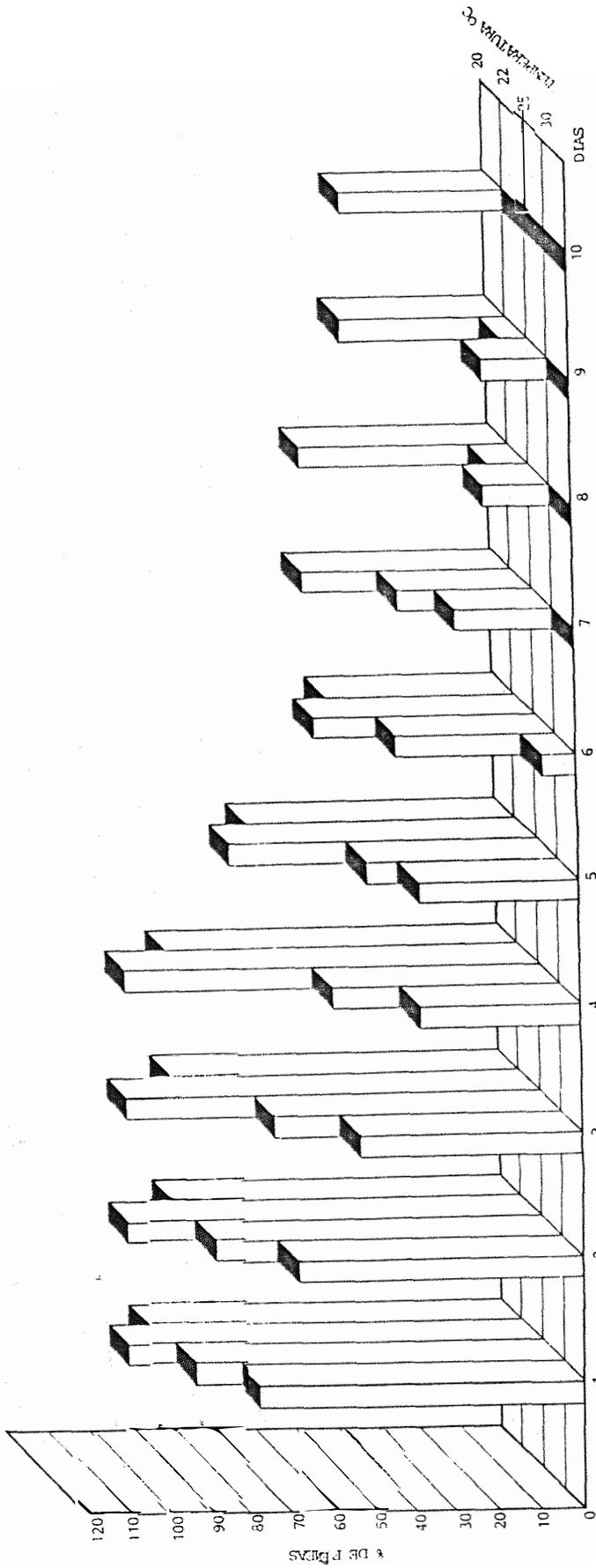


Figura 2 - Porcentagem de fêmeas de *D. saccharalis* que realizaram postura/dia à 20, 22, 25 e 30°C. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.

te. Por outro lado, KING *et alii* (1975) obtiveram maior número de ovos quando os adultos foram criados à 24 e 26°C, sendo o número médio de ovos por fêmea 729 e 435, respectivamente. Os baixos valores obtidos por ARAÚJO *et alii* (1980) podem ser atribuídos ao elevado número de indivíduos na gaiola de criação, pois o tamanho do recipiente de criação pode também influenciar na fecundidade e no comportamento dos insetos (PETERS e BARBOSA, 1977), fato observado por SGRILLO (1973) para *D. saccharalis*. A discordância existente entre os resultados do presente trabalho, com aqueles de KING *et alii* (1975) pode ser atribuída à diferença de "strains", ou talvez a diferente proporção de machos e fêmeas utilizada nas duas pesquisas, para estudo da fase adulta. Por este motivo, sugere-se a realização de estudos para se determinar a melhor relação entre machos e fêmeas, uma vez que a literatura é bastante divergente neste aspecto. Assim, MISKIMEN (1965) encontrou a melhor proporção entre machos e fêmeas como sendo 2:1, SGRILLO (1973) e GUEVARA (1976) 3:1 e KING *et alii* (1975) 1:1.

De um modo geral, a maior porcentagem de postura ocorreu nos 4 primeiros dias (Figuras 2 e 3), coincidindo com os resultados de WALKER e FIGUEROA (1964) que obtiveram 76,58% dos ovos de *D. saccharalis* do primeiro ao quarto dia de postura. Entretanto, ALVAREZ (1970) e SGRILLO (1973) constataram à 26°C, uma porcentagem média de postura neste mesmo período de 85,52% e 98,94%, respectivamente, o que pode indicar que, nesta temperatura, o período de postura se concentrou num período de

tempo menor. Na presente pesquisa, a partir do quarto dia houve uma diminuição da postura, nas diferentes temperaturas, indicando que a fecundidade média diária das fêmeas diminui com a longevidade.

À 20°C e 30°C as fêmeas apresentaram um período médio de pós-oviposição de 6,1 e 4,7 dias (Tabela 10), respectivamente, sendo que à 22 e 25°C 95% morreram após a última postura.

De uma maneira geral, a viabilidade foi maior nas cinco primeiras posturas, entretanto, à 20°C houve um aumento na sexta, sétima e oitava posturas (Figura 3).

À 30°C a viabilidade dos ovos foi inferior à 60% em todas posturas, mostrando assim, que a temperatura afetou o comportamento reprodutivo dos adultos. MISKIMEN (1973) observou que elevadas temperaturas afetam a maturação dos ovos e a fertilidade de fêmeas de *D. saccharalis*. Por outro lado, esta baixa viabilidade talvez possa ser explicada pelos resultados obtidos por JASIC (1967a), o qual verificou que fêmeas mantidas à 60% de umidade depositaram ovos cuja viabilidade atingiu 36,3%; na presente condição experimental (30°C), a umidade da gaiola de criação pode ter diminuído em função do rápido ressecamento do papel que revestiu suas paredes internas, afetando assim a porcentagem de eclosão.

As viabilidades obtidas no presente trabalho 45,80% (30°C), 72,60% (25°C), 82,60 (22°C) e 73,40% (20°C) foram inferiores àquelas obtidas por ARAÚJO *et alii* (1980) na faixa de 17 a 32°C.

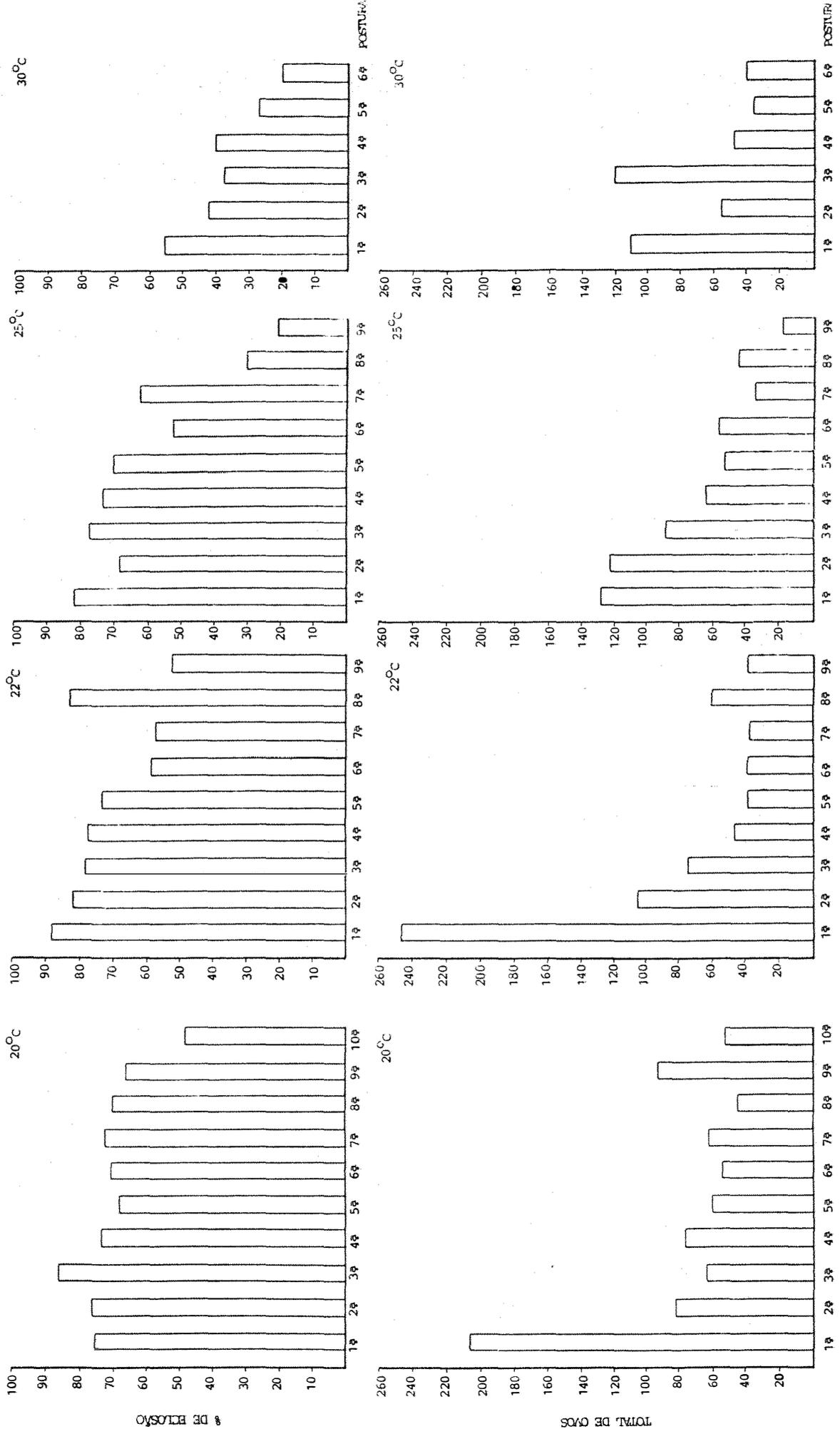


Figura 3 - Posturas e viabilidades diárias de *D. saccharalis* mantida em dieta artificial, à 20, 22, 25 e 30°C. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.

4.5. CICLO TOTAL

O ciclo biológico completo (ovo até morte de adultos) de *D. saccharalis* consta na Tabela 12 e Figura 4.

Como as diferentes fases do ciclo biológico de *D. saccharalis* foram influenciadas pela temperatura, é evidente que o ciclo total também o foi, havendo uma diminuição com a elevação térmica nas condições experimentais estudadas. Pôde-se observar que a temperatura de 32°C foi prejudicial ao inseto, uma vez que nessa condição obteve-se uma viabilidade total de 33,2% (Tabela 13). Houve um alongamento do ciclo à 20°C, ocorrendo uma diminuição de 26,45, 35,09, 41,56 e 55,60 dias nas temperaturas de 22, 25, 30 e 32°C, respectivamente, comparada àquela temperatura (Tabela 12). Tal tendência foi também observada por KING *et alii* (1975), muito embora estes autores tenham observado uma duração de 63,45 e 35,05 dias do ciclo de vida do inseto mantido à 22 e 30°C, respectivamente.

Tabela 12 - Duração média (dias) das fases de lagarta, pupa, adulto e período de incubação dos ovos de *D. saccharalis* criada em dieta artificial em diferentes temperaturas. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.

Fase do ciclo	20°C	22°C	25°C	30°C	32°C
Lagarta	45,40±0,94	29,78±0,55	27,84±0,62	24,78±0,62	22,89±0,50
Pupa	<u>♂13,35±0,24</u>	<u>♂11,11±0,15</u>	<u>♂7,90±0,10</u>	<u>♂6,75±0,10</u>	<u>♂7,16±0,11</u>
	♀14,06±0,15	♀11,08±0,17	♀8,06±0,09	♀6,89±0,07	♀7,39±0,94
Adulto	<u>♂13,30±0,58</u>	<u>♂10,30±0,46</u>	<u>♂8,60±0,95</u>	<u>♂7,69±0,37</u>	
	♀16,60±1,00	♀10,40±0,38	♀8,70±0,90	♀9,00±0,82	*
Ovo (período de incubação)	11,71±0,02	8,17±0,09	6,20±0,14	4,32±0,16	--
TOTAL	85,76	59,31	50,67	44,20	

* Não foi obtido número suficiente de adultos para acasalamento.

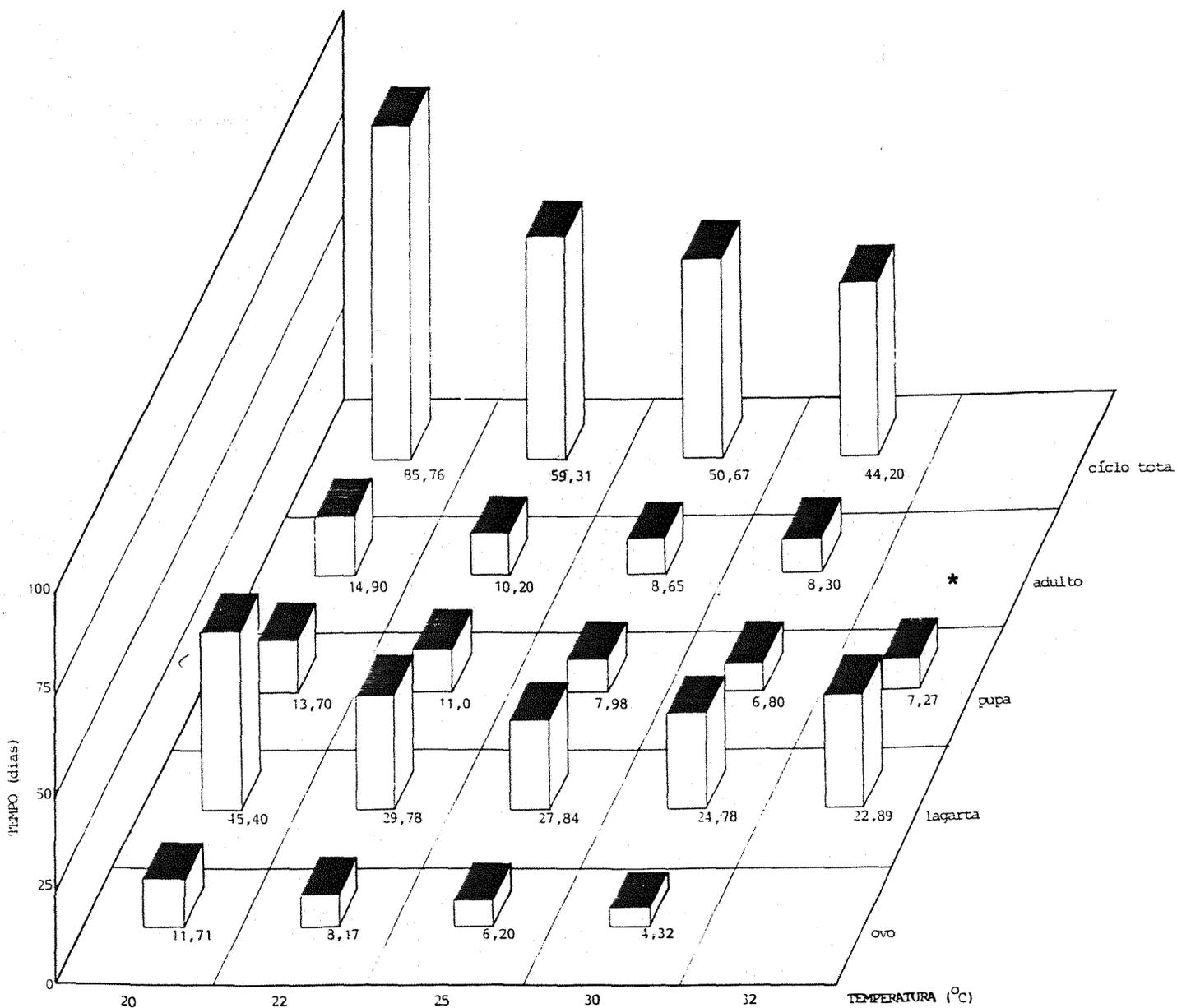


Figura 4 - Duração média (dias) das fases de ovo, lagarta, pupa e adulto e ciclo total de *D. saccharalis*, criada em dieta artificial em diferentes temperaturas. UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas.

* Não foi obtido número suficiente de adultos para acasalamento.

Tabela 13 - Viabilidade total do ciclo de *D. saccharalis* criada em dieta artificial em diferentes temperaturas. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.

Temperatura (°C)	Viabilidade (%)
20	61,25
22	55,00
25	61,90
30	68,20
32	33,20

4.6. TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE

As tabelas de vida de *D. saccharalis* à 20, 22, 25 e 30°C, são apresentados nas Tabelas 14, 15, 16 e 17. Como não se obteve número de adultos suficiente para acasalamento à 32°C, não foi possível a elaboração de tabelas de vida de fertilidade nesta temperatura.

Observou-se que a taxa líquida de aumento (R_0) foi decrescente com o aumento da temperatura, sendo maior à 20°C, com uma capacidade de aumento de 161,53 vezes, de uma geração para outra.

Analogamente, a duração média de uma geração (T)

decreceu com a elevação térmica, tendo menor valor à 30°C. Entretanto, a razão finita de aumento (λ) foi maior à 30°C, sendo que à 20°C atingiu menor valor.

Embora à 20°C, o inseto tenha apresentado maior capacidade de postura e de aumento de uma geração para outra ($R_0 = 161,53$), à 30°C, a capacidade de produzir fêmeas que darão fêmeas foi maior ($\lambda = 1,0880$) e a duração média de uma geração foi inferior em 48,05 dias em relação àquela temperatura, indicando que nestas condições (30°C) é possível obter-se um maior número de gerações da praga durante um ano.

Como os índices (R_0 , T , r_m e λ) foram obtidos em condições de laboratório os valores apresentados não são definitivos, uma vez que a população de *D. saccharalis*, em condições de campo, é atacada por inúmeros parasitos e predadores (DEGASPARI *et alii*, 1981; DEGASPARI *et alii*, 1983a); sofre influência dos fatores climáticos e tem sua população regulada por determinados tratamentos culturais, como a queima (DEGASPARI *et alii*, 1983b). Desta forma, são necessários estudos em condições naturais, para elaboração de tabelas de vida ecológicas, as quais são de grande valia para compreensão da dinâmica populacional da praga.

Tabela 14 - Tabela de vida de fertilidade para *D. saccharalis* mantida em dieta artificial, à temperatura de 20°C. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.

x	mx	lx	mx . lx	mx . lx.x	Fase
0,5	-	1,0	-	-	ovo, lagarta
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
84,5	-	-	-	-	pupa
85,5	-	0,61	-	-	
86,5	-	0,61	-	-	pré-oviposi- ção
87,5	12,0	0,61	7,32	640,50	
88,5	3,8	0,61	2,31	205,14	adulto
89,5	7,3	0,61	4,45	398,54	
90,5	6,8	0,61	4,15	375,39	
91,5	28,3	0,61	17,26	1579,56	
92,5	2,1	0,61	1,28	118,49	
93,5	5,9	0,61	3,60	336,51	
94,5	18,8	0,61	11,47	1083,73	
95,5	10,6	0,61	6,47	617,50	
96,5	16,5	0,61	10,07	971,27	
97,5	12,2	0,61	7,44	725,60	
98,5	5,6	0,57	3,19	314,41	
99,5	14,4	0,53	7,63	759,38	
100,5	54,8	0,51	27,95	2808,77	
101,5	16,9	0,45	7,61	771,91	
102,5	10,7	0,45	4,82	493,54	
103,5	9,9	0,41	4,06	420,11	
104,5	14,9	0,37	5,51	576,11	
105,5	4,2	0,33	1,39	146,22	
106,5	5,6	0,33	1,85	196,81	
107,5	3,8	0,31	1,18	126,64	
108,5	27,5	0,24	6,60	716,10	
109,5	0,0	0,24	0,0	0,0	
110,5	36,7	0,22	8,07	892,18	
111,5	29,2	0,20	5,84	651,16	
Σ			161,53	15925,57	

$$R_0 = 161,53$$

$$T = 98,3$$

$$r_m = 0,0515$$

$$\lambda = 1,0529$$

Tabela 15 - Tabela de vida de fertilidade para *D. saccharalis* mantida em dieta artificial à temperatura de 22°C. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.

x	mx	lx	mx . lx	mx . lx . x	Fase
0,5	-	1,0	-	-] ovo, lagarta pupa
∴	∴	∴	∴	∴	
∴	∴	∴	∴	∴	
57,5	-	-	-	-] pré-oviposi- ção
58,5	-	0,55	-	-	
59,5	-	0,55	-	-] adulto
60,5	12,2	0,55	6,71	405,96	
61,5	14,0	0,54	12,96	797,04	
62,5	27,3	0,52	14,20	887,50	
63,5	29,4	0,51	14,99	951,87	
64,5	24,2	0,43	10,47	671,45	
65,5	61,3	0,39	23,91	1566,11	
66,5	33,8	0,34	11,49	764,09	
67,5	43,3	0,27	11,69	789,08	
68,5	72,5	0,23	16,68	1142,58	
69,5	66,4	0,18	11,95	830,53	
70,5	39,1	0,15	5,87	413,84	
71,5	31,1	0,14	4,35	311,03	
72,5	6,0	0,12	0,72	52,20	
73,5	0,0	0,12	0,0	0,0	
74,5	28,2	0,09	2,54	189,23	
75,5	62,5	0,08	5,00	377,50	
76,5	145,5	0,07	10,19	779,54	
Σ			160,66	10929,55	

$$R_0 = 160,66$$

$$T = 68,02$$

$$r_m = 0,0763$$

$$\lambda = 1,0792$$

Tabela 16 - Tabela de vida de fertilidade para *D. saccharalis* mantida em dieta artificial, à temperatura de 25°C. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.

x	mx	lx	mx . lx	mx . lx . x	Fase
0,5	-	1,0	-	-	} ovo, lagarta pupa
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
49,5	-	-	-	-	} pré-oviposi- ção
50,5	-	0,61	-	-	
51,5	-	0,61	-	-	} adulto
52,5	0,7	0,61	0,43	22,58	
53,5	6,2	0,61	3,78	202,23	
54,5	32,2	0,61	19,64	1070,38	
55,5	16,5	0,56	9,24	512,82	
56,5	22,4	0,51	11,42	645,23	
57,5	18,4	0,50	9,20	529,00	
58,5	30,8	0,46	14,17	828,95	
59,5	17,1	0,42	7,18	427,21	
60,5	18,1	0,37	6,70	405,35	
61,5	21,5	0,35	7,53	463,10	
62,5	13,1	0,35	4,59	286,88	
63,5	10,4	0,34	3,54	224,79	
64,5	0,0	0,31	0,0	0,0	
65,5	0,0	0,21	0,0	0,0	
66,5	16,6	0,20	3,32	220,78	
67,5	50,0	0,18	9,00	607,50	
68,5	25,7	0,17	4,37	299,35	
69,5	25,0	0,17	4,25	295,38	
70,5	7,5	0,12	0,90	63,45	
71,5	10,0	0,12	1,20	85,80	
Σ			120,46	7190,78	

$$R_0 = 120,46$$

$$T = 59,70$$

$$r_m = 0,0802$$

$$\lambda = 1,0835$$

Tabela 17 - Tabela de vida de fertilidade para *D. saccharalis* mantida em dieta artificial, à temperatura de 30°C. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.

x	mx	lx	mx . lx	mx . lx . x	Fase
0,5	-	1,0	-	-] ovo, lagarta pupa
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
42,5	-	-	-	-] pré-oviposi- ção
43,5	-	0,68	-	-	
44,5	-	0,68	-	-	
45,5	2,4	0,68	1,63	74,17] adulto
46,5	1,3	0,68	0,88	40,92	
47,5	18,5	0,68	12,58	597,55	
48,5	31,5	0,68	21,42	1038,87	
49,5	8,8	0,66	5,81	287,60	
50,5	6,5	0,59	3,84	193,92	
51,5	0,0	0,55	0,0	0,0	
52,5	36,3	0,47	17,06	895,65	
53,5	5,8	0,33	1,91	102,19	
54,5	0,0	0,31	0,0	0,0	
55,5	0,0	0,29	0,0	0,0	
56,5	2,3	0,26	0,60	33,90	
57,5	5,7	0,20	1,14	65,55	
58,5	6,1	0,20	1,31	77,22	
59,5	4,9	0,20	0,98	58,31	
60,5	2,6	0,20	0,52	31,46	
Σ			69,59	3497,31	

$$R_0 = 69,59$$

$$T = 50,25$$

$$r_m = 0,0844$$

$$\lambda = 1,0880$$

4.7. CONSIDERAÇÕES GERAIS

No Brasil, o controle da broca-da-cana é feito através da criação e liberação de vários parasitóides do inseto, destacando-se entre estes o microhimenóptero *Apanteles flavipes* (Cameron, 1891) e os taquinídeos *Metagonistylum minense* (Townsend, 1926) e *Paratheresia claripalpis* (Wulf, 1896). Assim, para produção massal desses inimigos naturais, é necessária a criação em grande escala do hospedeiro sobre o qual criam - se os parasitóides.

Desta forma, os laboratórios de multiplicação desses inimigos naturais necessitam dispor de técnicas eficientes e aprimoradas para garantirem elevados índices de multiplicação dos parasitóides (MENDES *et alii*, 1977).

Atualmente, as técnicas de criação massal do hospedeiro (*D. saccharalis*), visando a produção em alta escala de seus parasitóides, são bastante conhecidas (MENDES, 1980; TERAN, 1980; MACEDO *et alii*, 1983). Entretanto, é necessário um constante aprimoramento nessas técnicas de criação visto que alguns ajustes ou adaptações no sistema de produção podem trazer sensíveis benefícios tanto para obtenção de um maior número de insetos num menor período de tempo como também na redução de custos operacionais. Assim, é de fundamental importância o desenvolvimento de técnicas que possibilitem economia na criação, permitindo a obtenção de um maior número de insetos possível, compatível com a infra-estrutura dos laboratórios de

criação e com a mão-de-obra disponível.

Através dos resultados obtidos no presente trabalho, pôde-se constatar que as condições de temperatura do laboratório são extremamente importantes para a criação massal de *D. saccharalis*, em relação às diferentes fases do seu ciclo biológico.

Portanto, em laboratório, que apresente controle de temperatura, pode-se manter os ovos, lagartas e pupas em temperatura de 30°C. Nesta temperatura obteve-se menor duração e/ou alta viabilidade (Tabelas 1, 2 e 8).

À 30°C, as lagartas atingiram o 4º e 5º instares em 14,49 e 17,19 dias, respectivamente, com viabilidades de 95,47 e 94,80% (Tabela 6); período no qual, segundo MACEDO *et alii* (1983), as lagartas estão aptas a servirem de hospedeiro dos parasitoides.

As equações logísticas apresentadas nas Tabelas 18 e 19 e Figuras 5 e 6 são de suma importância em programas de criação massal, para estimar a porcentagem de obtenção de pupas ou adultos (PARRA *et alii*, 1983). Através do T_{50} (Tabela 18) pode-se observar que embora o tempo necessário para transformação da população de lagartas em pupas à 30°C fosse superior em 2,73 dias, em relação à 32°C, a viabilidade nesta temperatura (30°C) foi bastante superior (Tabela 2).

Com relação à fase pupal, o peso das pupas em ambos os sexos mantidos à 30°C, não mostrou diferença estatística em relação à 20, 22 e 25°C. O peso de pupas fêmeas, que é

de grande importância num programa de criação (pois as mais pesadas serão as mais fecundas), foi maior à 25°C, embora não dife-
risse de 30°C (Tabela 8). Através da Tabela 19, pôde-se constatar a re-
dução do período pupal em temperatura de 30°C, com uma viabili-
dade de 80,88% (Tabela 8).

Por outro lado, para criação de adultos deve-se optar pela temperatura de 20°C pois, nesta condição obtém-se maior número de ovos por fêmea (embora não diferindo de 22°C), maior período de oviposição e maior longevidade, tanto para os machos como para as fêmeas (Tabela 10). Pelos resultados obti-
dos conclui-se que em grandes criações, os adultos devem ser mantidos até o 5º dia de postura, pois neste período as fêmeas colocam 80% dos ovos (Figura 3). A partir deste período, o número de ovos por postura diminui, sendo que do 6º dia de postu-
ra em diante apenas 50% das fêmeas ovipositam (Figura 2), produzindo um baixo número de ovos e com menor viabilidade (Figura 3). Desta forma, a eliminação dos adultos após o 5º dia é justificável, pois num programa de criação massal, a obtenção de ovos viáveis e em grande quantidade é um dos pontos mais importantes do processo.

Tabela 18 - Equações logísticas* representativas da % de obtenção de pupas x dias de desenvolvimento, para *D. saccharalis* submetida a diferentes temperaturas, com as respectivas T_{50} . UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.

Temperatura (°C)	Coeficientes				T_{50} (dias)**
	a	b	r	r^2	
20	5,59	-0,12	-0,98	0,97	43,43
22	4,66	-0,16	-0,94	0,89	27,84
25	5,65	-0,20	-0,90	0,81	28,10
30	5,96	-0,23	-0,93	0,87	25,38
32	6,25	-0,27	-0,92	0,85	22,65

* Equação geral: $y = \frac{1}{1 + e^{a + bx}}$

y = % de obtenção;

x = duração de desenvolvimento (dias);

a e b = coeficientes.

** Tempo necessário (dias) para transformação de 50% da população.

Tabela 19 - Equações logísticas* representativas da % de obtenção de adultos x dias de desenvolvimento, para *D. saccharalis* submetida a diferentes temperaturas com os respectivos T_{50} . UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 14 horas.

Temperatura (°C)	Coeficientes				T_{50} (dias)**
	a	b	r	r^2	
20	13,56	-1,04	-0,99	0,98	13,02
22	13,41	-1,25	-0,99	0,98	10,70
25	18,86	-2,56	-0,98	0,97	7,35
30	14,85	-2,39	-0,99	0,98	6,20
32	12,50	-1,81	-0,96	0,92	6,89

* Equação geral:
$$y = \frac{1}{1 + e^{a + bx}}$$

y = % de obtenção;

x = duração de desenvolvimento (dias);

a e b = coeficientes.

** Tempo necessário (dias) para transformação de 50% da população.

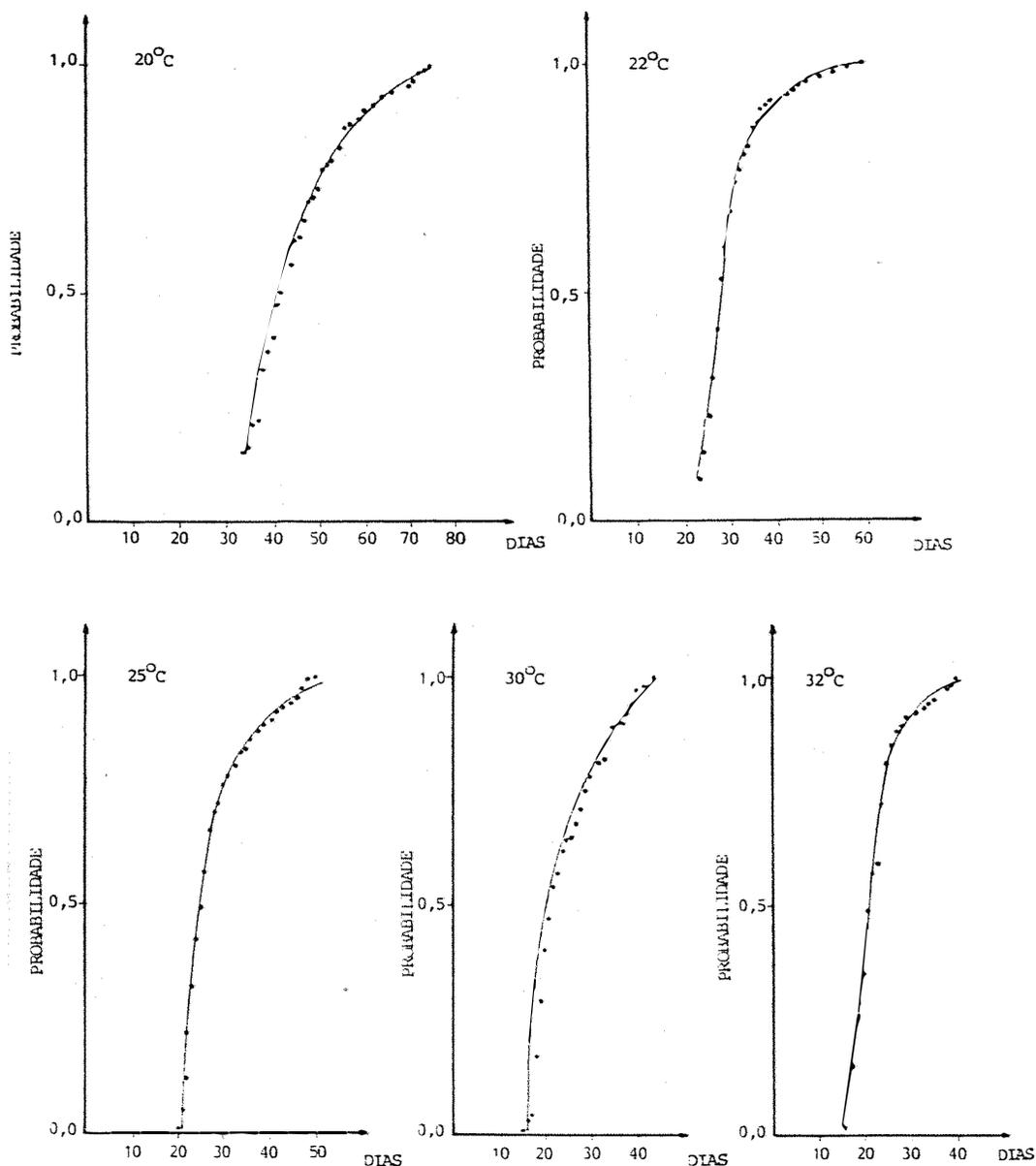


Figura 5 - Probabilidade de obtenção de pupas de *D. saccharalis* em diferentes temperaturas. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.

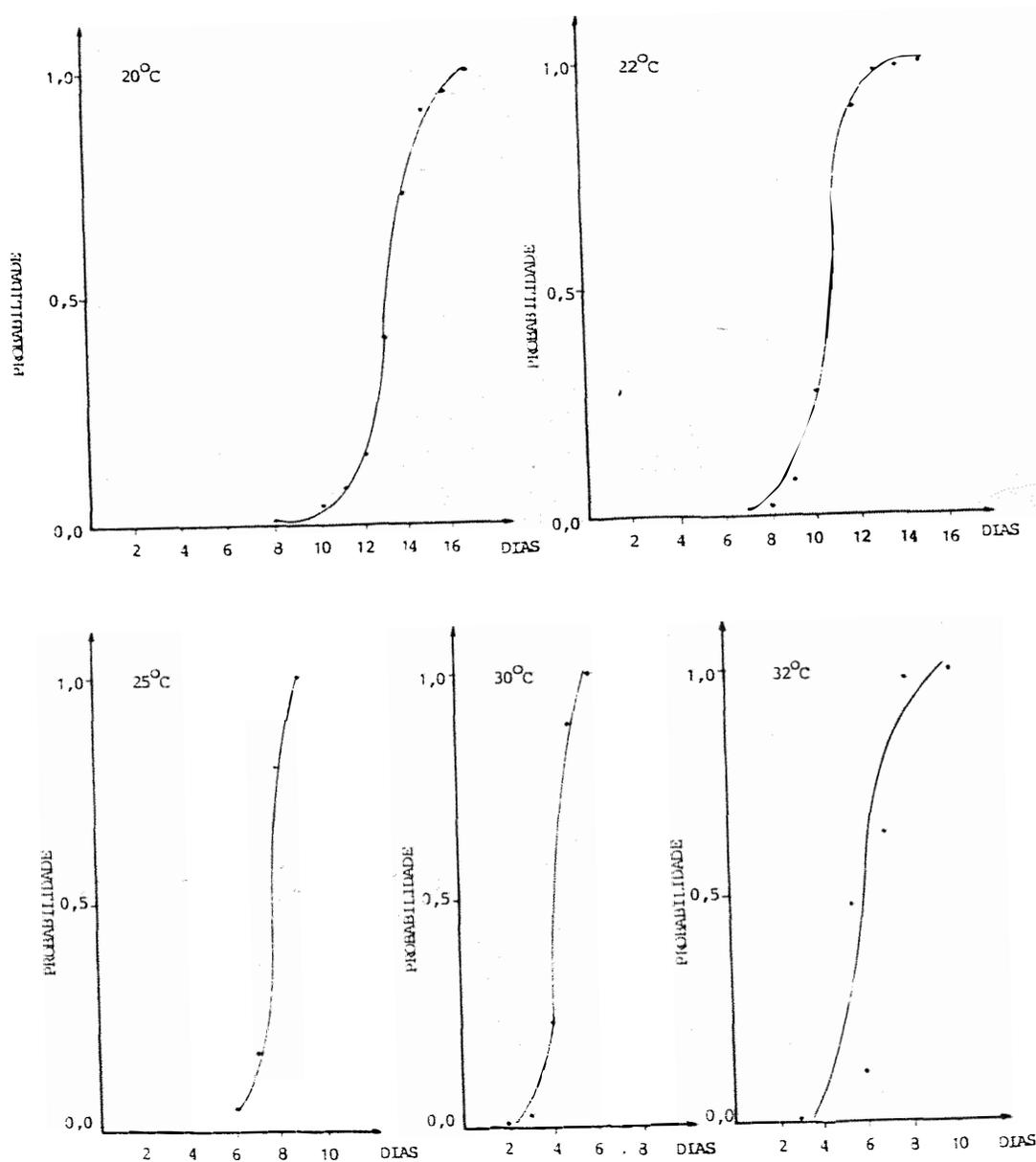


Figura 6 - Probabilidade de obtenção de adultos de *D. saccharalis* em diferentes temperaturas. UR: 70±10%, fotofase: 14 horas.

4.8. DETERMINAÇÃO DAS EXIGÊNCIAS TÉRMICAS

Os limiares de desenvolvimento obtidos para as fases de ovo, lagarta, pupa e adulto e ciclo total são apresentados na Tabela 20. Os resultados obtidos são inferiores aos de JASIC (1967b), que encontrou valores de 12,8; 12,1; 12,6 e 12,5°C, respectivamente como temperaturas bases para as fases de ovo, lagarta, pupa e ciclo total. A temperatura base do ciclo total obtida na presente pesquisa (9,4°C) foi inferior àquela registrada por JASIC (1967b) (12,5°C). As diferenças observadas podem ser devidas ao fato daquele autor ter criado *D. saccharalis* em meio natural, ou seja, em colmos de milho, além, evidentemente de se tratarem de "strains" diferentes.

A constante térmica para o ciclo total do inseto foi de 882,53 GD. Computando-se apenas as fases de ovo, lagarta e pupa, o valor da constante térmica foi de 710,51 GD (Tabela 20), bastante próximo aos 714,6 GD obtidos por JASIC (1967b), que considerou apenas estas três fases para tal determinação. A diferença de 4,19 GD pode ser considerada desprezível para elaboração de modelos de previsão de pragas.

Tabela 20 - Temperaturas bases (Tb) e constantes térmicas (k) das diferentes fases do ciclo biológico de *D. saccharalis* criada em dieta artificial.

Fases do ciclo	Tb (°C)*	k (GD)
Ovo	11,2	67,47
Lagarta	7,3	516,96
Pupa	10,6	126,08
Adulto	7,1	172,02
Ciclo total	9,4	882,53

* Calculada pelo método do coeficiente de variação.

4.9. ESTIMATIVA DE NÚMERO DE GERAÇÕES ANUAIS DE *D. saccharalis*

O número de gerações de *D. saccharalis*, tomando-se por base suas exigências térmicas, nas localidades canavieiras selecionadas, consta na Figura 7. e as temperaturas médias diárias e mensal do ar desses locais, nos Apêndices 1,2,3 e 4.

Em todas as localidades o inseto apresentou 5 gerações anuais, concordando com BERGAMIN (1948), BERGAMIN (1949), GALLO (1964) e GALLO *et alii* (1978), os quais relataram que nas

condições do Estado de São Paulo, a praga pode apresentar de 4 a 5 gerações durante o ano. Entretanto, estes dados não concordam com os resultados obtidos por WALDER (1976), o qual concluiu que *D. saccharalis* apresenta 4 gerações nas regiões de Ribeirão Preto, Araraquara, Jaú e Piracicaba, baseado em levantamento de formas imaturas (lagartas e pupas).

Nas 4 localidades, a última geração (a partir de abril) apresentou maior duração (Figura 7). Em condições naturais, as temperaturas médias diárias a partir de abril são inferiores à 23°C nas 4 localidades (Apêndices 1, 2, 3 e 4), o que indica que o desenvolvimento do inseto neste período é alongado por influência de baixas temperaturas (Tabela 12 e Figura 4).

Talvez, além da temperatura, o fotoperíodo nesta época do ano, possa afetar o desenvolvimento do inseto em condições de campo. A influência da interação temperatura-fotoperíodo foi relatada por OSMAN (1975) e PARRA *et alii* (1983), que verificaram que em insetos mantidos sob regime de fotoperíodo curto e temperaturas baixas ocorre um alongamento da fase larval da praga. Por outro lado, SGRILLO (1979), em modelo matemático proposto para *D. saccharalis*, considerou que as lagartas desta espécie entram em diapausa em fotofases menores do que 11,6 horas, associadas a temperaturas abaixo de 21°C.

A estimativa do número de gerações de *D. saccharalis*, baseado nas suas exigências térmicas, não pode ser con-

siderado como definitivo, uma vez que a população da praga em condições naturais, não é regulada apenas pela temperatura, embora este elemento climático seja um importante regulador (CHARPENTIER *et alii*, 1967; FLOYD, 1966; GALLO, 1964; HENSLEY, 1971; HOLLOWAY e HALEY, 1927; WALDER, 1976). Além deste fator, outros podem afetar a flutuação populacional da broca em condições de campo, tais como parasitos-predadores (DEGASPARI *et alii*, 1981; DEGASPARI *et alii*, 1983a); outros fatores climáticos; tratamentos culturais (queima da cana) (DEGASPARI *et alii*, 1983b), etc.

Por outro lado, como no presente trabalho não foi determinada a temperatura base superior, é provável que existam períodos no ano nos quais o inseto terá dificuldades para seu normal desenvolvimento, uma vez que KING *et alii* (1975) observaram que *D. saccharalis* não se desenvolve em temperaturas acima de 34°C. Desta forma, sugere-se que sejam conduzidos estudos neste sentido, pois pelos resultados obtidos esta temperatura base superior deve situar-se entre 32 e 35°C. Raciocínio análogo pode ser feito com relação às temperaturas baixas que ocorrem durante os meses frios do ano, nas 4 localidades, que devem também afetar o normal desenvolvimento do inseto, ou mesmo serem letais, e que não foram consideradas no presente trabalho.

De acordo com estes resultados, embora baseados em dados macroclimáticos, pode-se afirmar que o modelo obtido em condições de laboratório pode ser aplicável em condições de campo, dentro do programa de controle integrado de *D. sacchara*

lis, principalmente em modelos que visem a previsão de ocorrência da praga em condições naturais. Entretanto, são necessárias pesquisas que visem estudar o efeito de outros elementos climáticos no desenvolvimento da praga, como a umidade, por exemplo; o efeito de características hídricas e nutricionais da planta na evolução populacional da praga e principalmente estudos de laboratório que permitam identificar se o inseto realmente apresenta "diapausa" em nossas condições. Estes estudos sobre "diapausa" devem ser conduzidos em laboratório, medindo-se parâmetros característicos de um inseto em diapausa, tais como diminuição do metabolismo, aumento de reservas gordurosas, diminuição do nível de enzimas oxidativas, diminuição do conteúdo de água no corpo, resistência às baixas temperaturas, etc. (PARRA, 1979), pois a caracterização de um inseto em diapausa pelo simples levantamento populacional, em condições de campo, pode levar a imperfeições, dada a dificuldade de amostragem dos estágios iniciais de desenvolvimento larval de *D. saccharalis*.

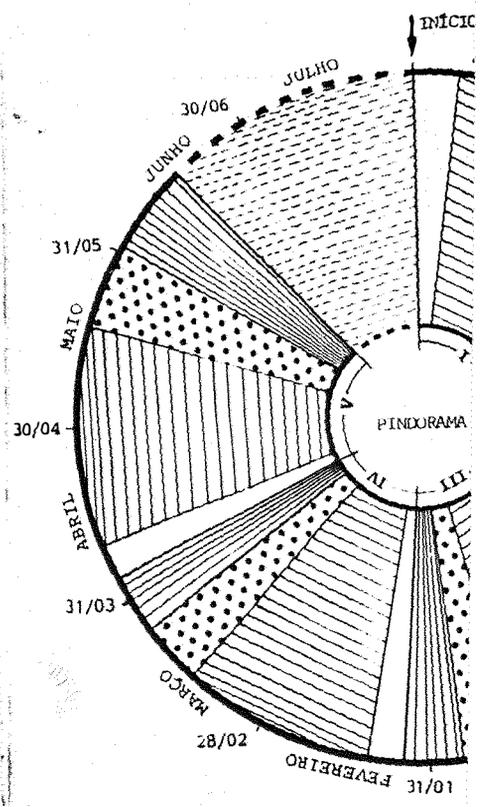
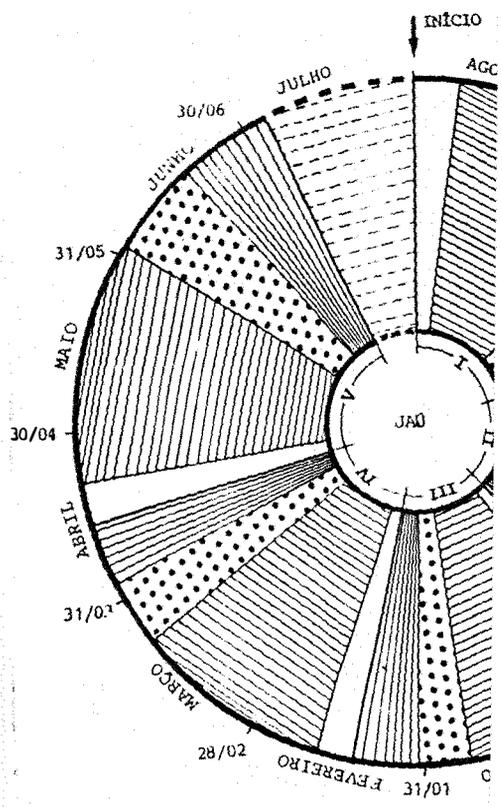


Figura 7 - Número tante t

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos na presente pesquisa com *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794), podem ser estabelecidas as seguintes conclusões:

- 5.1. O período de incubação é decrescente com a elevação térmica.
- 5.2. A duração da fase larval é inversamente proporcional ao aumento da temperatura.
- 5.3. Com a elevação térmica, a duração da fase pupal, para ambos os sexos, é decrescente na faixa de 20 a 30°C.
- 5.4. Há menor viabilidade, tanto para fase larval como pupal, à 32°C.

- 5.5. A temperatura afeta o número de instares.
- 5.6. O peso de pupas, de ambos os sexos é menor à 32°C, sendo que em todas as condições as pupas que deram fêmeas foram mais pesadas.
- 5.7. Há uma maior porcentagem de adultos deformados à 32°C.
- 5.8. A longevidade de adultos é decrescente com a elevação térmica, na faixa de 20 à 30°C, sendo que em todas as condições as fêmeas viveram mais.
- 5.9. A temperatura não afeta o período de pré-oviposição.
- 5.10. O número de posturas diminui com o aumento da temperatura.
- 5.11. A temperatura de 20°C é a mais adequada para postura, havendo uma diminuição no número de ovos por fêmea com o aumento da temperatura.
- 5.12. A maior porcentagem de postura ocorre entre o primeiro e quarto dias.
- 5.13. O ciclo total do inseto é decrescente com a elevação térmica.

- 5.14. A viabilidade total do ciclo é maior à 30°C.
- 5.15. A taxa líquida de reprodução (R_0) e a razão finita de aumento (λ) são maiores à 20 e 30°C, respectivamente.
- 5.16. A temperatura de 30°C é a mais adequada para manutenção de ovos, lagartas e pupas.
- 5.17. As temperaturas bases são de 11,2; 7,3; 10,6 e 7,1°C para as fases de ovo, lagarta, pupa e adulto, respectivamente.
- 5.18. As exigências térmicas das fases de ovo, lagarta, pupa e adulto são respectivamente 67,47; 516,96; 126,08 e 172,02 GD.
- 5.19. Nas localidades de Piracicaba, Ribeirão Preto, Jaú e Pindorama, o inseto pode apresentar cinco gerações anuais completas.

6. LITERATURA CITADA

ALVAREZ, L., 1970. Contribución a la bionomia del borer de la caña de azúcar [*Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera - Crambidae)]. Havana, Universidad de La Habana, 34p.

ARAÚJO, J.R.; S.M.S. ARAÚJO; P.S.M. BOTELHO; N. DEGASPARI, 1980. Obtenção de posturas de *Diatraea saccharalis* em condições de laboratório. **Brasil Açucareiro**. Rio de Janeiro, 97(3): 67-73.

ARAÚJO, J.R.; S.M.S. ARAÚJO; P.S.M. BOTELHO; N. DEGASPARI, 1982. Biologia da *Diatraea saccharalis* em condições de campo. **Brasil Açucareiro**. Rio de Janeiro, 99(2): 31-34.

- ARNOLD, C.Y., 1959. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**. St. Joseph, 74: 430-445.
- BERGAMIN, J., 1943. Métodos de laboratório para observação e criação de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794), a broca da cana. **Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo, 14: 351-355.
- BERGAMIN, J., 1948. A broca da cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**. Rio de Janeiro, 32(5): 72-76.
- BERGAMIN, J., 1949. A broca da cana-de-açúcar [*Diatraea saccharalis* (F.)]. Ligeiras notas sobre seu desenvolvimento em laboratório. In: LIMA, A.C. Insetos do Brasil. Ed. Nacional de Agronomia. Vol. 6, 2ª parte, p.61-76.
- BERTELS, A., 1970. Estudos da influência da umidade sobre a dinâmica de populações de lepidópteros, pragas do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Rio de Janeiro, 5: 67-79.
- BOWLING, C.C., 1967. Rearing of two lepidopterous pests of rice on a common artificial diet. **Annals of the Entomological Society of America**. Columbus, 60(6): 1215-1216.

- BOX, H.E., 1925. Sugar-cane moth borers (*Diatraea* spp.) in British Guiana. **Bulletin of Entomological Research**. London, 16: 249-266.
- BOX, H.E., 1952. Informe preliminar sobre taladores de la caña de azúcar (*Diatraea* spp.) en Venezuela. Boletín Técnico do Instituto Nacional de Agricultura. Maracay, nº 2, 91p.
- BREWER, F.D., 1976. Development of the sugarcane borer on various artificial diets. ARS, United State Department of Agriculture. Washington, 116: 1-6.
- BREWER, F.D., 1977. Alternate protein sources and supplemental B-vitamin requeriments in rearing the sugarcane borer on a wheat germ diet. **Journal Georgia Entomology Society**. Athens, 12(4): 283-291.
- BREWER, F.D., 1981. Development of *Heliothis virescens* and *Diatraea saccharalis* on a soyflour-corn oil diet. **Annals of the Entomological Society of America**. Columbus, 74(3): 320-323.
- BUTT, B.A. e E. CANTU, 1962. Sex determination of lepidopterous pupae. ARS, United States Department of Agriculture. Washington, nº 33-75, 7p.

CAMPOS, H. de, 1979. *Estatística Experimental Não-Paramétrica*. 3ed. Piracicaba, ESALQ/USP, 343p.

CHARPENTIER, J.J.; R. MATHES; W.J. McCORMICK; J.W. SANFORD, 1967. Injury and losses caused by the sugarcane borer in Louisiana. In: Proceedings of 12th Congress of International Society of Sugar Cane Technologists. Manila, p.1383-1387.

DEGASPARI, N.; N. MACEDC; J. BORGES; P.S.M. BOTELHO, 1981. Artrópodos predadores em cana-de-açúcar. In: Congresso Nacional da STAB. Rio de Janeiro, p.13.

DEGASPARI, N.; P.S.M. BOTELHO; N. MACEDO, 1983a. A melhor opção de controle da broca da cana-de-açúcar na região Centro-Sul. STAB. Rio de Janeiro, 1(4): 40-43.

DEGASPARI, N.; N. MACEDO; P.S.M. BOTELHO; L.C. ALMEIDA; J.R. ARAÚJO, 1983b. A queima da cana-de-açúcar, os efeitos sobre a população da broca *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794), seus predadores e parasitos. In: Resumos do 8º Congresso Brasileiro de Entomologia. Brasília, p.207.

DYAR, H.G., 1890. The number of molts of lepidopterous larvae. *Psyche*. Massachusetts, 5: 420-422.

- FERRAZ, M.C.V.D., 1982. Determinação das exigências térmicas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae) em cultura de milho. Piracicaba, ESALQ/USP, 81p. [Dissertação de Mestrado].
- FLOYD, E.H., 1966. Survival of the sugarcane borer overwintering in corn stalks in Louisiana. **Journal of Economic Entomology**. Geneva, 59(4): 825-827.
- FUCHS, T.W. e J.A. HARDING, 1978. Oviposition patterns, egg parasitism, and spring emergence of the sugarcane borer *Diatraea saccharalis*. **Environmental Entomology**. College Park, 7(4): 601-604.
- FUCHS, T.W.; J.A. HARDING; J.W. SMITH, 1979. Induction and termination of diapause in the sugarcane borer. **Annals of the Entomological Society of America**. Columbus, 72(2): 271-274.
- GALLO, D., 1964. Pragas da cana-de-açúcar. In: Cultura e adubação da cana-de-açúcar. São Paulo, Instituto Brasileiro da Potassa, p.192-198.
- GALLO, D., 1980. Situação do controle biológico da broca da cana-de-açúcar no Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. Jaboticabal, 9(2): 303-308.

GALLO, D.; O. NAKANO; F.M. WIENDL; S. SILVEIRA NETO; R.P.L. CARVALHO, 1970. **Manual de Entomologia**. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 854p.

GALLO, D.; R.N. WILLIAMS; A.S. PEDROSO; E. BERTI FILHO, 1971. Curso sobre criação e alimentação artificial da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*) para utilização na obtenção de inimigos naturais. Piracicaba, ESALQ/USP, 4p. [Mimeografado].

GALLO, D.; O. NAKANO; S. SILVEIRA NETO; R.P.L. CARVALHO; G.C. de BATISTA; E. BERTI FILHO; J.R.P. PARRA; R.A. ZUCCHI; S.B. ALVES, 1978. **Manual de Entomologia Agrícola**. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 551p.

GRAU, P.A. e L.C. TERRIERE, 1967. A temperature-dependent factor for normal wing development in the cabbage looper, *Trichoplusia ni* (Lepidoptera - Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America**. Columbus, 60(3): 549-552.

GUEVARA, L.A.C., 1976. Aspectos da biologia em condições naturais e frequência de acasalamento da *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera - Crambidae) a broca da cana-de-açúcar. Piracicaba, ESALQ/USP, 70p. [Dissertação de Mestrado].

- HAYWARD, K.J., 1943. A broca da cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**. Rio de Janeiro, 22(11): 69-74.
- HENSLEY, S.D., 1969. Comparison of growth and development of sugarcane borer larvae from Puerto Rico and Louisiana. **Journal of Agriculture of the University Puerto Rico**. Rio Pedras, 1: 147-148.
- HENSLEY, S.D., 1971. Management of sugarcane borer populations in Louisiana, a decade of change. **Entomophaga**. Paris, 16(1): 133-146.
- HENSLEY, S.D. e A.H. HAMMOND, 1968. Laboratory techniques for rearing the sugarcane borer on an artificial diet. **Journal of Economic Entomology**. Geneva, 61(6): 1742-1743.
- HOLLOWAY, T.E. e W.E. HALEY, 1927. Factors influencing the abundance of the sugar cane moth borer. **Facts about Sugar**. Russel Palmer, 22(2): 42-43.
- HOLLOWAY, T.E.; W.E. HALEY; V.C. LOFTIN; C. HEIRINCH, 1928. The sugarcane moth borer in the United States. United States Department of Agriculture, Tech. Bulletin, 41, 31p.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, 1982. **Prognóstico 82/83**. São Paulo, Secretaria da Agricultura, 11: 115-121.

- JASIC, J., 1967a. Aporte a la cuestion de la fecundidad de *Diatraea saccharalis*. **Poeyana**. Havana, n° 38, 6p. **Apud:** Review of Applied of Entomology. Serie A. London, 56: 452. 1968.
- JASIC, J., 1967b. Influencia de las condiciones de temperatura en la evolución de *Diatraea saccharalis* (Fabricius). **Poeyana**. Havana, n° 39, 9p. **Apud:** Review of Applied of Entomology. Serie A. London, 56: 452. 1968.
- KASTEN, P.Jr., 1980. Biologia de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera-Noctuidae) em diferentes temperaturas, na cultivar de algodoeiro "IAC-17". Piracicaba, ESALQ/USP, 56p. [Dissertação de Mestrado].
- KATYAR, K.P. e W.H. LONG, 1961. Diapause in the sugarcane borer, *Diatraea saccharalis*. **Journal of Economic Entomology**. Geneva, 54: 285-287.
- KING, E.G.; F.D. BREWER; D.F. MARTIN, 1975. Development of *Diatraea saccharalis* (Lep.: Pyralidae) at constant temperatures. **Entomophaga**. Paris, 20(3): 301-306.
- KIRST, L.D. e S.D. HENSLEY, 1974. A study of the overwintering populations of *Diatraea saccharalis* (F.) in Louisiana. In: Proceedings of 14th Congress of International Society of Sugar-Cane Technologists. New Orleans, p.475-487.

- LARA, F.M., 1974. Influência de fatores ecológicos na coleta de algumas pragas com armadilhas luminosas. Piracicaba, ESALQ/USP, 142p. [Dissertação de Mestrado].
- MACEDO, N.; A.C. MENDES; P.S.M. BOTELHO; O. NAKANO, 1976. Criação massal em laboratório de *Diatraea saccharalis* (F., 1794) sobre arroz (*Oryza sativa*). **Brasil Açucareiro**. Rio de Janeiro, 87(1): 65-67.
- MACEDO, N.; P.S.M. BOTELHO; N. DEGASPARI; L.C. ALMEIDA; J.R. ARAÚJO; E.A. MAGRINI, 1983. Controle biológico da broca da cana-de-açúcar. Piracicaba, IAA/PLANALSUCAR, 22p.
- MANPRIM, M.C. e S.A. de BORTOLI, 1983. Aspectos ecológicos de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep.:Pyralidae) em milho. In: Resumos do 8º Congresso Brasileiro de Entomologia. Brasília, p.1.
- MEADOWS, C.M., 1938. The biology of the sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (F.). Baton Rouge, LSU, 50p. [Master of Science Thesis].

- MENDES, A.C., 1976. Influência dos elementos climáticos sobre a população da broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Fabr.) e da cigarrinha da raiz *Mahanarva fimbriolata* (Stal). Araras, São Paulo. Piracicaba, ESALQ/USP, 104p. [Dissertação de Mestrado].
- MENDES, A.C., 1980. Métodos de criação de parasitos da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794). **In:** Anais do 6º Congresso Brasileiro de Entomologia. Campinas, p.103-132.
- MENDES, A.C.; P.S.M. BOTELHO; N. MACEDO, 1977. Estudos comparativos de novos substratos para oviposição de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep.:Crambidae) em condições de laboratório. **Brasil Açucareiro**. Rio de Janeiro, 87(6): 73-77.
- MENDONÇA FILHO, A., 1973. Criação artificial em laboratório dos parasitos da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea* spp.) (Lep., Crambidae). **Brasil Açucareiro**. Rio de Janeiro, 81(4): 47-80.
- MENDONÇA FILHO, A., 1978. As brocas da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) e *Diatraea flavipennella* (BOX, 1931) (Lepidoptera:Pyralidae) e seu controle biológico no Estado de Alagoas. Piracicaba, ESALQ/USP, 201p. [Dissertação de Mestrado].
- MISKIMEN, G.W., 1965. Nonaseptic laboratory rearing of the sugarcane borer, *Diatraea saccharalis*. **Annals of the Entomological Society of America**. Columbus, 58(6): 820-823.

- MISKIMEN, G.W., 1973. High-temperature effects on sugarcane borers. 2. Mating success, fecundity, and fertility. **Environmental Entomology**. College Park, 2(6): 986-990.
- NOVARETTI, W.R. e F.O. TERAN, 1976. Melhorias introduzidas nas dietas usadas para criação da *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794). In: Anais do IV Seminário COPERSUCAR da Agroindústria Açucareira. São Paulo, p.81-84.
- OSMAN, N.B., 1975. Response of sugarcane borer larvae, *Diatraea saccharalis* (F.) to photoperiod and temperature. Baton Rouge, State University, 84p. [Master of Science Thesis].
- OSORES, V.M.; E. WILLINK; M.A. COSTILLA, 1982a. Generaciones de *Diatraea saccharalis* y daño producido en cañaverales de la Provincia de Tucumán. **Revista Industrial y Agrícola de Tucumán**. San Miguel de Tucumán, 58(2): 49-56.
- OSORES, V.M.; E. WILLINK; M.A. COSTILLA, 1982b. Cria de *Diatraea saccharalis* F. en laboratório. Estación Experimental Agro-Industrial "O BISPO COLOMBRES", San Miguel de Tucumán, 10p. [Boletín nº 39].
- PAN, Y. e W.H. LONG, 1961. Diets for rearing the sugarcane borer. **Journal of Economic Entomology**. Geneva, 54(2): 257-261.

- PARRA, J.R.P., 1979. **Biologia dos insetos**. Piracicaba, ESALQ, 383p. [Mimeografado].
- PARRA, J.R.P., 1981. Biologia comparada de *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) (Lepidoptera:Lyonetiidae), visando ao seu zoneamento ecológico no Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ/USP, 96p. [Tese de Livre-Docência].
- PARRA, J.R.P.; A.B.P. MÉLO; B.P. MAGALHÃES; S. SILVEIRA NETO; P.S.M. BOTELHO, 1983. Efeito do fotoperíodo no ciclo biológico de *Diatraea saccharalis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, 18(5): 463-472.
- PETERS, T.M. e P. BARBOSA, 1977. Influence population density on size, fecundity, and development rate of insects in culture. **Annual Review of Entomology**. Palo Alto, 22: 431-450.
- PICKEL, B., 1939. Os insetos daninhos da cana-de-açúcar em Pernambuco. **Brasil Açucareiro**. Rio de Janeiro, 12(5): 39-45.
- PLANALSUCAR, 1976-1982. Relatório Anual da Seção de Entomologia - Coordenadoria Regional Sul. Araras, SP.

- PRUNA, P.M., 1969. Revision de la literatura acerca del borer de la caña de azúcar, *Diatraea saccharalis* (Fabricius). Academia de Ciências. Havana, Série Biológica, nº 5, 66p.
- RATKOVICH, M., 1953. El gusano perforador de la caña de azúcar. *Revista Agronômica del Noroeste Argentino*. San Miguel de Tucumán, 1(1): 1-67.
- RISCO, S.H., 1959. Combating the borer in Peru success of the campaign of biological control. In: Proceedings of 11th Congress of International Society of Sugar Cane Technologists. Hawaii, p.877-886.
- RISCO, S.H.; N. MORALES; G. AYQUIPA, 1973. Uma dieta para la crianza masiva de orugas del borer de la caña de azúcar: *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lep.:Crambidae). *Saccharum*. São Paulo, 1(1): 27-42.
- ROE, R.M.; A.M. HAMMOND; T.C. SPARKS, 1982. Growth of larval *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera:Pyralidae) on an artificial diet and synchronization of the last larval stadium. *Annals of the Entomological Society of America*. Columbus, 75(4): 421-429.

SANTA CRUZ, J.M.S.; C.S. MOSS; G.G. RAYNAUD; C.G. MONTALVO, 1964. Cria artificial de *Diatraea saccharalis* Fab. (Lepidoptera:Pyralidae) y su aplicación en la evolución de resistencia en maiz. **Agrociencia**. Mexico, 18: 3-13.

SCHAFER, J.; P. GRAU; L.C. TERRIERE, 1968. Temperature-induced wing malformation in alfalfa loopers and variegated cutworms. **Journal of Economic Entomology**. Geneva, 61(2): 575-576.

SGRILLO, R.B., 1973. Criação em laboratório da broca da cana-de-açúcar [*Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794)] visando seu controle. Piracicaba, ESALQ/USP, 98p. [Dissertação de Mestrado].

SGRILLO, R.B., 1979. Desenvolvimento de modelo matemático para população da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) e simulação da técnica do indivíduo estéril. Piracicaba, ESALQ/USP, 189p. [Tese de Doutorado].

SILVEIRA NETO, S., 1972. Levantamento de insetos e flutuação da população de pragas da Ordem Lepidoptera, com o uso de armadilhas luminosas, em diversas regiões do Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ/USP, 183p. [Tese de Livre-Docência].

- SILVEIRA NETO, S.; O. NAKANO; D. BARBIN; N.A. VILLA NOVA, 1976.
Manual de Ecologia dos Insetos. São Paulo, Ed. Ceres, 419p.
- STUBBS, W.C. e H.A. MORGAN, 1902. Cane borer (*Diatraea saccharalis*). Louisiana, Agriculture Expt. Sta. Bulletin, 70: 888-927.
- TAYLOR, D.J., 1944. Life history studies of the sugarcane moth borer. *Florida Entomologist*. Gainesville, 27(1): 10-13.
- TERAN, F.O., 1980. Criação de parasitos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794). In: Anais do 6º Congresso Brasileiro de Entomologia. Campinas, p.133-140.
- VAN DINTHER, J.B.M. e P.A. GOOSSENS, 1970. Rearing of *Diatraea saccharalis* on diets in Surinam. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. Amsterdam, 13: 320-326.
- VILLACORTA, A. e J.A. MAGRO, 1975. Criação massal de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera:Pyralidae) em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. Jaboticabal, 4(1): 43-48.

- WALDER, J.M.M., 1976. Estudo da população da *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) em quatro regiões canavieiras do Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ/USP, 111p. [Tese de Doutorado].
- WALKER, D.W., 1968. Potential for control of sugarcane borer through radio-induced sterility. In: Radiation, radioisotopes and rearing methods in control of insects pests. Proceedings of a Panel. Tel-Aviv, IAEA, p.131-140.
- WALKER, D.W. e M. FIGUEROA, 1964. Biology of the sugarcane borer, *Diatraea saccharalis* (F.). III. Oviposition rate. **Annals of the Entomological Society of America**. Columbus, 57(4): 515-516.
- WALKER, D.W.; A.V. ALEMANY; V. QUINTANA; F. PADOVANI; K.S. HAGEN, 1966. Improved xenic diets for rearing the sugarcane borer in Puerto Rico. **Journal of Economic Entomology**. Geneva, 59(1): 1-4.
- WOLCOTT, G.N., 1915. The influence of rainfall and the non-burning of trash on the abundance of *Diatraea saccharalis*. **Journal of Economic Entomology**. Geneva, 8(5): 496-498.

WONGSIRI, T. e N.M. RANDOLPH, 1962. A comparison of the biology of the sugarcane borer on artificial and natural diets. *Journal of Economic Entomology*. Geneva, 55(4): 472-473.

7. APÊNDICE

Apêndice 1 - Temperatura média mensal do ar (°C), de Piracicaba, SP, do período de 1917 a 1970.

AGO	SEF	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL
18,5	20,4	21,5	22,5	23,2	23,6	23,5	23,1	21,1	18,4	17,0	16,7

Apêndice 2 - Temperatura média diária do ar (°C), de Pindorama, SP, do período de 1970 a 1982.

Meses Dias	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho
1.0	20.6	20.8	22.7	23.0	23.7	23.2	23.7	24.2	23.9	20.5	17.5	19.7
2.0	21.0	20.8	22.0	23.7	23.7	23.2	24.2	24.3	23.2	20.1	18.5	18.4
3.0	20.9	21.7	23.1	23.0	23.3	23.2	24.5	24.4	23.3	20.7	19.2	18.0
4.0	20.5	22.3	22.1	23.5	22.5	23.8	24.3	24.5	23.0	20.2	19.3	18.9
5.0	20.0	21.4	22.7	24.3	23.5	24.4	24.6	23.9	22.1	20.6	20.2	18.5
6.0	20.1	21.3	22.4	23.8	24.4	24.0	24.1	24.3	22.5	21.0	19.2	18.1
7.0	21.2	21.5	22.5	23.5	23.5	23.9	24.5	23.5	22.5	21.1	19.3	18.0
8.0	21.7	21.5	22.4	23.6	23.5	23.9	24.3	23.7	21.6	21.0	19.3	18.2
9.0	21.3	22.1	22.2	23.6	23.5	23.1	24.3	23.8	21.7	21.2	19.5	17.8
10.0	21.0	22.5	21.5	23.6	24.2	23.7	24.7	23.8	21.7	20.6	19.4	19.0
11.0	21.1	22.5	22.3	23.6	23.7	23.5	24.2	24.1	22.3	20.0	19.3	19.1
12.0	20.5	22.0	22.3	23.0	23.6	24.3	24.1	24.3	23.1	20.3	19.6	19.4
13.0	19.9	22.0	22.4	23.3	23.5	24.4	24.4	24.4	22.8	20.4	19.8	19.8
14.0	19.9	21.5	23.0	23.4	23.5	24.4	24.5	24.5	22.4	20.4	19.6	19.0
15.0	20.2	21.5	23.5	23.6	23.7	24.6	24.5	24.6	22.4	20.1	19.6	19.2
16.0	20.5	22.4	23.0	24.0	23.9	24.6	24.7	24.6	22.3	19.7	19.6	19.2
17.0	20.3	22.1	22.7	23.0	23.9	24.6	24.7	24.7	22.3	20.5	19.3	17.6
18.0	20.4	22.0	22.7	23.0	23.4	24.6	24.5	24.1	22.1	19.7	17.7	18.2
19.0	20.9	22.2	23.2	23.6	23.4	24.1	24.1	24.1	22.1	20.3	18.3	17.2
20.0	21.3	22.5	23.2	23.6	23.8	23.6	24.1	23.7	22.1	19.0	18.5	18.0
21.0	21.6	22.5	24.0	23.6	23.2	23.7	23.8	24.1	22.1	19.0	18.6	18.2
22.0	21.8	22.7	24.5	23.6	23.2	23.7	23.8	23.6	21.4	19.4	18.5	18.7
23.0	21.6	22.7	24.5	23.7	23.1	24.5	23.6	23.9	21.0	19.3	18.5	18.7
24.0	22.0	22.5	24.5	23.5	23.4	24.4	23.9	23.5	21.3	19.3	19.4	19.3
25.0	22.2	22.6	24.5	23.5	23.5	24.9	23.5	23.0	21.3	19.3	19.3	20.2
26.0	21.0	22.5	24.5	23.4	23.5	24.3	23.5	23.0	21.0	19.0	20.2	20.0
27.0	21.3	22.5	24.5	23.4	23.5	24.2	23.3	23.3	21.0	19.0	19.3	20.0
28.0	21.3	22.5	24.5	23.4	23.5	24.1	24.1	23.3	21.0	19.2	17.6	20.2
29.0	21.0	22.5	23.6	23.6	23.5	23.8	23.0	23.0	21.0	18.3	19.6	19.5
30.0	21.9	22.5	23.6	24.1	23.5	23.8	23.0	23.0	20.8	18.3	19.6	20.0
31.0	21.1	22.5	23.9	24.1	23.9	23.6	23.6	23.6	20.6	17.3	19.6	20.0

Apêndice 3 - Temperatura média diária do ar (°C), de Ribeirão Preto, SP, do período de 1970 a 1982.

Meses Dias	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho
1	21.0	21.0	22.5	22.5	22.7	21.5	22.7	22.5	22.1	19.6	16.9	16.7
2	20.7	21.5	22.5	22.5	22.7	21.9	22.5	22.5	22.0	19.3	17.2	16.7
3	21.1	21.5	22.5	22.5	22.7	22.4	23.2	23.0	21.5	19.4	18.0	18.1
4	20.5	21.0	22.5	24.1	22.7	22.5	22.9	22.4	21.1	20.0	18.5	18.7
5	20.2	21.0	22.5	22.5	22.7	22.9	22.8	22.5	21.5	20.7	18.4	18.0
6	21.2	21.5	22.5	22.5	22.7	22.7	23.1	22.7	21.5	20.0	18.0	18.0
7	21.2	21.4	22.5	22.5	22.7	22.4	23.1	22.4	22.0	20.3	18.7	18.0
8	20.9	21.3	22.5	23.0	22.8	21.5	22.9	23.0	22.0	20.1	18.0	18.5
9	20.7	21.3	22.5	23.1	22.7	21.7	22.5	23.1	22.0	20.4	18.0	17.7
10	21.1	21.5	22.5	22.5	22.7	21.6	22.9	22.8	21.0	19.5	17.1	18.4
11	21.6	21.5	22.5	22.5	22.7	21.8	22.9	22.9	22.0	19.4	17.1	18.9
12	20.5	20.7	22.5	22.5	22.7	22.0	22.9	22.9	22.0	19.7	17.0	18.9
13	20.5	20.7	22.5	22.5	22.7	22.6	22.9	22.7	21.7	19.7	17.0	18.1
14	20.5	20.7	22.5	22.5	22.7	22.6	22.9	22.7	21.7	19.7	17.0	18.1
15	20.5	20.7	22.5	22.5	22.7	22.6	22.9	22.7	21.7	19.7	17.0	18.1
16	20.5	20.7	22.5	22.5	22.7	22.6	22.9	22.7	21.7	19.7	17.0	18.1
17	20.5	20.7	22.5	22.5	22.7	22.6	22.9	22.7	21.7	19.7	17.0	18.1
18	20.5	20.7	22.5	22.5	22.7	22.6	22.9	22.7	21.7	19.7	17.0	18.1
19	20.5	20.7	22.5	22.5	22.7	22.6	22.9	22.7	21.7	19.7	17.0	18.1
20	20.5	20.7	22.5	22.5	22.7	22.6	22.9	22.7	21.7	19.7	17.0	18.1
21	20.5	20.7	22.5	22.5	22.7	22.6	22.9	22.7	21.7	19.7	17.0	18.1
22	20.5	20.7	22.5	22.5	22.7	22.6	22.9	22.7	21.7	19.7	17.0	18.1
23	20.5	20.7	22.5	22.5	22.7	22.6	22.9	22.7	21.7	19.7	17.0	18.1
24	20.5	20.7	22.5	22.5	22.7	22.6	22.9	22.7	21.7	19.7	17.0	18.1
25	20.5	20.7	22.5	22.5	22.7	22.6	22.9	22.7	21.7	19.7	17.0	18.1
26	20.5	20.7	22.5	22.5	22.7	22.6	22.9	22.7	21.7	19.7	17.0	18.1
27	20.5	20.7	22.5	22.5	22.7	22.6	22.9	22.7	21.7	19.7	17.0	18.1
28	20.5	20.7	22.5	22.5	22.7	22.6	22.9	22.7	21.7	19.7	17.0	18.1
29	20.5	20.7	22.5	22.5	22.7	22.6	22.9	22.7	21.7	19.7	17.0	18.1
30	20.5	20.7	22.5	22.5	22.7	22.6	22.9	22.7	21.7	19.7	17.0	18.1
31	20.5	20.7	22.5	22.5	22.7	22.6	22.9	22.7	21.7	19.7	17.0	18.1

Apêndice 4 - Temperatura média diária do ar (OC), de Jaú, SP, do período de 1970 a 1982.

Meses Dias	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho
1.0	20.1	19.2	20.9	22.7	23.6	23.1	23.8	24.1	22.5	20.9	17.4	18.5
2.0	20.8	19.1	21.1	22.5	23.2	22.7	24.1	24.0	22.7	19.9	17.9	17.3
3.0	20.9	20.1	21.7	22.2	22.2	22.4	24.5	24.3	22.5	19.6	18.8	17.2
4.0	20.3	20.6	21.4	22.6	22.0	23.1	24.3	24.1	22.7	19.3	18.8	17.8
5.0	19.6	19.9	21.6	23.1	22.9	24.0	24.4	24.0	22.2	19.6	19.1	17.9
6.0	20.8	19.4	21.0	22.3	23.7	24.2	24.9	24.1	21.8	20.1	18.9	18.2
7.0	21.0	20.1	20.6	22.7	23.0	23.5	24.2	24.1	21.3	20.4	18.5	17.5
8.0	20.4	20.3	20.7	22.6	23.0	23.6	24.4	23.9	20.8	20.4	18.9	17.2
9.0	19.5	20.5	20.7	22.5	23.6	23.5	23.6	23.9	21.2	20.6	18.6	17.2
10.0	15.7	21.0	20.7	21.8	23.5	22.9	23.6	23.8	21.1	20.3	18.7	18.2
11.0	20.0	21.9	20.7	22.0	23.0	23.1	24.5	24.1	21.4	20.5	18.5	18.8
12.0	20.0	22.2	20.3	22.0	23.0	24.1	24.4	24.0	22.0	19.5	18.8	18.9
13.0	18.4	22.2	20.3	22.0	23.0	24.1	24.4	24.0	22.4	19.5	18.8	18.9
14.0	17.8	20.4	20.0	22.3	23.0	24.0	24.5	24.4	22.4	19.5	17.7	19.4
15.0	19.4	20.6	20.9	22.3	23.0	23.4	24.5	24.2	22.1	19.6	17.7	18.2
16.0	19.6	21.4	20.1	22.0	23.0	24.1	24.5	24.0	21.3	19.6	18.5	17.9
17.0	19.0	21.2	21.0	22.0	23.0	24.0	24.5	24.0	21.3	19.6	18.5	17.9
18.0	19.5	21.2	21.0	22.5	23.0	24.0	24.5	23.9	21.5	19.4	18.0	17.9
19.0	19.5	21.2	21.0	22.5	23.0	24.0	24.5	23.9	21.5	19.4	18.0	17.9
20.0	20.5	21.7	21.4	22.0	23.0	23.6	23.6	23.9	21.6	20.0	18.0	17.2
21.0	20.5	21.4	21.5	22.0	23.0	23.1	23.7	23.4	21.5	19.4	18.9	17.8
22.0	21.1	20.7	21.4	22.7	23.0	23.4	23.6	23.5	21.8	18.0	18.3	18.5
23.0	21.1	20.7	21.4	22.7	23.0	23.4	23.6	23.5	21.8	18.7	18.5	18.5
24.0	21.0	20.7	21.4	22.7	23.0	23.4	23.6	23.5	21.8	18.7	18.5	18.5
25.0	21.0	20.7	21.4	22.7	23.0	23.4	23.6	23.5	21.8	18.7	18.5	18.5
26.0	20.0	20.7	21.0	22.7	23.0	23.4	23.6	23.5	21.8	18.7	18.5	18.5
27.0	19.0	21.7	21.0	22.7	23.0	23.4	23.6	23.5	21.8	18.7	18.5	18.5
28.0	19.0	21.7	21.0	22.7	23.0	23.4	23.6	23.5	21.8	18.7	18.5	18.5
29.0	19.0	21.7	21.0	22.7	23.0	23.4	23.6	23.5	21.8	18.7	18.5	18.5
30.0	19.0	21.7	21.0	22.7	23.0	23.4	23.6	23.5	21.8	18.7	18.5	18.5
31.0	19.7	20.6	20.4	23.1	23.6	23.7	23.7	23.7	21.9	18.1	18.1	18.4