

EXIGÊNCIAS TÉRMICAS E ESTIMATIVA DO NÚMERO DE GERAÇÕES ANUAIS DE BROCA-DA-CANA-DE-AÇÚCAR EM QUATRO LOCALIDADES CANAVIEIRAS DE SÃO PAULO¹

ALEXANDRE B.P. DE MELO² e JOSÉ R.P. PARRA³

RESUMO - Estudou-se a biologia da broca-da-cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis* Fabricius, 1794) (Lepidoptera-Pyralidae), em dieta artificial, em cinco temperaturas constantes (20, 22, 25, 30 e 32°C) visando determinar as exigências térmicas das diferentes fases de desenvolvimento do inseto. As constantes térmicas para as fases de ovo, lagarta, pupa e adulto foram, respectivamente: 67,47; 516,96; 126,08 e 172,02 graus-dias (GD), sendo as temperaturas-bases das quatro fases (ovo, lagarta, pupa e adulto) 11,2; 7,3; 10,6 e 7,1°C. Com base nas exigências térmicas das diferentes fases biológicas do inseto, estimou-se que a praga pode apresentar cinco gerações anuais completas nas localidades de Piracicaba, Ribeirão Preto, Jaú e Pindorama, no estado de São Paulo.

Termos para indexação: *Diatraea saccharalis*, temperatura base, dinâmica populacional, biologia.

THERMAL REQUIREMENTS AND ESTIMATION OF NUMBER OF GENERATIONS PER YEAR OF SUGARCANE BORER IN FOUR LOCALITIES OF THE STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL

ABSTRACT - The biology of sugarcane borer (*Diatraea saccharalis* Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Pyralidae) was studied in the laboratory on an artificial diet and under five constant temperatures (20, 22, 25, 30 and 32°C) with the objective to determine the thermal requirements of the development stages of the insect. The thermal requirements for the egg, larval, pupal and adult phases were respectively 67.47; 516.96; 126.08 and 172.02 degree-days (DG) while the threshold temperatures for the four phases were 11.2; 7.3; 10.6 and 7.1°C, calculated by the coefficient of variation method. Based on the thermal requirements of the different insect phases, it was estimated that the pest can complete five generations per year in ten localities of Piracicaba, Ribeirão Preto, Jaú and Pindorama in the State of São Paulo, Brazil.

Index terms: *Diatraea saccharalis*, threshold temperature, population dynamics, biology.

INTRODUÇÃO

Diatraea saccharalis (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Pyralidae) é a principal praga da cana-de-açúcar na região centro-sul do Brasil. A importância desta praga para a indústria sucro-alcooleira se deve aos prejuízos por ela causados, e que são de várias naturezas: perfuração do colmo; perda de peso; morte das gemas, e penetração de fungos, diminuindo a pureza do caldo e reduzindo o rendimento de açúcar e álcool (Gallo et al. 1978).

Dentre os fatores climáticos que atuam sobre a broca e que podem influir diretamente no seu desenvolvimento destaca-se a temperatura (Hol-

loway & Haley 1927, Box 1952, Walder 1976).

Hayward (1943) relatou que em Tucumã (Argentina), o ciclo da *D. saccharalis* é mais curto na época quente, havendo um alongamento no inverno.

Nas condições do Estado de São Paulo a broca apresenta de quatro a cinco gerações; uma delas, de lagartas hibernantes (Gallo 1964). Segundo este autor, o período larval da praga varia de 23 a 64 dias, influenciando muito nessa variação a temperatura do ambiente.

O presente trabalho teve como objetivo determinar as exigências térmicas de *D. saccharalis*, bem como avaliar a sua adaptação em quatro regiões canavieiras do Estado de São Paulo, tomando-se por base este parâmetro.

MATERIAL E MÉTODOS

A partir dos dados biológicos obtidos por Melo & Parra (1988), em Câmaras climatizadas modelo BOD 347 da FANEM, reguladas a 20, 22, 25, 30 e 32°C, UR de 75 ± 10%, fotofase de 14h, em dieta artificial de Hensley

¹ Aceito para publicação em 21 de outubro de 1987. Parte de dissertação de Mestrado do primeiro autor, USP/ESALQ, Dep. de Entomologia.

² Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Defesa da Agricultura (CNPDA), Rodovia Campinas-Mogi Mirim (SP-340), km 127,5, CEP 13820 Jaguariúna, SP.

³ Eng. - Agr., Ph.D., Dep. de Entomologia, ESALQ/USP, Caixa Postal 9, CEP 13400 Piracicaba, SP.

& Hammond (1968), estimou-se a temperatura-base inferior para as fases do ovo, lagarta, pupa e adulto através do método do coeficiente de variação (CV), proposto por Arnold (1959). Este método 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 (limiar de desenvolvimento).

Os cálculos de determinação dos limites de desenvolvimento das fases do ovo, lagarta, pupa e adulto basearam-se nos resultados obtidos a 20, 22, 25 e 30°C, não sendo computado neste cálculo aqueles registrados a 32°C, uma vez que esta temperatura foi inadequada ao desenvolvimento do inseto (Melo & Parra 1988).

A constante térmica foi estimada conforme Silveira Neto et al. (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.

Com base nas exigências térmicas da praga, determinadas em condições de laboratório, calculou-se o número provável de gerações de *D. saccharalis* em quatro locais do estado de São Paulo, quais sejam: Pindorama (21° 10'S; 48° 54'W e 562 m de altitude), Jaú (22° 17'S; 48° 33'W e 580 m de altitude), Ribeirão Preto (21° 11'S, 47° 43'W e 621 m de altitude) e Piracicaba (22° 48'S; 47° 25'W e 580 m de altitude) (Fig. 1). Estes locais foram escolhidos por serem representativos de regiões canavieiras do Estado e por apresentarem dados climatológicos consistentes.

Utilizaram-se as temperaturas médias diárias de 1974 a 1982, para os municípios de Pindorama, Jaú e Ribeirão Preto, obtidos no arquivo de dados da Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agronômico de Campinas, e a média mensal de 1917 para o município de Piracicaba, obtida através do Departamento de Física e Meteorologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

O número de gerações foi calculado com base em Parra (1981), e 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 com base em estudos com armadilhas luminosas, modelo "Luiz de Queiroz", providas de lâmpadas fluorescentes ultra-violetas, modelo F 15T8BL da General Elétric, realizados no PLANALSUCAR (1982). Nas quatro regiões analisadas este pico correspondeu ao mês de agosto.

Para os cálculos de 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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os limiares de desenvolvimento obtidos para as

fases de ovo, lagarta, pupa e adulto e ciclo total são apresentados na Tabela 1. Os resultados obtidos são inferiores ao de Jasic (1967), citado por Guevara (1976), 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 à registrada por Jasic (1967), citado por Guevara (1976), (12,5°C). As diferenças observadas podem ser devidas ao fato de aquele autor ter criado *D. saccharalis* em meio natural, ou seja, em colmos de milho, além de se tratar, de linhagens 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 1), bastante próxima aos 714,6 GD obtidos por Jasic (1967), citado por Guevara (1976), 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.

O número de gerações de *D. saccharalis*, tomando-se por base suas exigências térmicas, nas localidades canavieiras selecionadas, consta na Fig. 2.

Em todas as localidades o inseto apresentou cinco gerações anuais, o que concorda com Bergamin (1948, 1949), Gallo (1964) e Gallo et al. (1978), os quais relataram que nas condições do Estado de São Paulo, a praga pode apresentar de quatro a cinco gerações durante o ano. Entretanto, estes dados não concordam com os resultados ob-

TABELA 1. Temperaturas-bases inferiores (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 menor coeficiente de variação (Arnold 1959).



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

tidos 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 quatro localidades, a última geração (a partir de abril) apresentou maior duração (Fig. 2). Em condições naturais, as temperaturas médias diárias a partir de abril são inferiores a 23°C nas quatro localidades, o que indica que o desenvolvimento do inseto neste período é alongado por influência de baixas temperaturas.

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 al. (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 fotófases menores do que 11,6 horas, associadas à temperatura abaixo de 21°C.

A estimativa do número de gerações de *D. saccharalis*, com base nas suas exigências térmicas, não pode ser considerado 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 (Floyd 1966, Gallo 1964, Hensley 1971, Holloway & Haley 1927, Walder 1976). Além desse fator, outros podem afetar a flutuação populacional da broca em condições de campo, tais como parasitos-predadores (Degaspari et al. 1983); fatores climáticos; tratos culturais (queima de cana).

Por outro lado, como no presente trabalho não foi determinada a temperatura-base superior, é

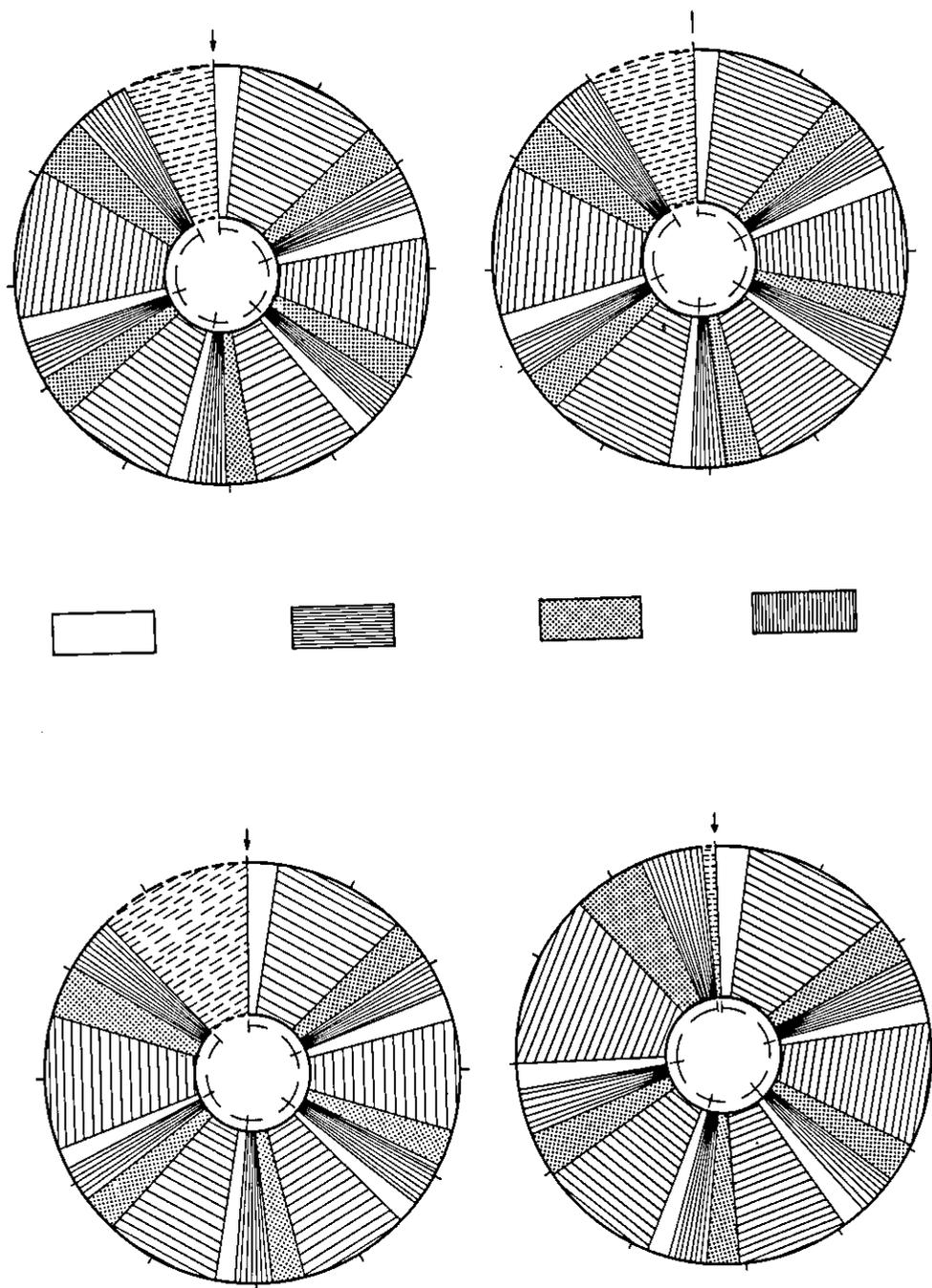


FIG. 2. Número provável de gerações de *D. saccharalis*, com base em sua constante térmica, em Jaú, Pindorama, Ribeirão Preto e Piracicaba (SP).

provável que existam períodos do ano nos quais o inseto tenha dificuldades para seu normal desenvolvimento, uma vez que King et al. (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 por Melo & Parra (1988) esta temperatura-base superior deve situar-se entre 32°C e 35°C. Raciocínio análogo pode ser feito com relação às temperaturas baixas que ocorrem durante os meses frios do ano, nas quatro localidades, que devem também afetar o normal desenvolvimento do inseto, ou mesmo ser 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 integrado de *D. saccharalis*, principalmente em modelos que visem à previsão de ocorrência da praga em condições naturais. Entretanto, são necessárias pesquisas que visem a estudar o efeito de outros elementos climáticos no desenvolvimento da praga - como a umidade, por exemplo -, o efeito das 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 estádios iniciais de desenvolvimento larval de *D. saccharalis*.

CONCLUSÕES

1. As temperaturas-bases inferiores de *Diatraea saccharalis* (Fabricius 1794), são de 11,2; 7,3; 10,6 e 7,1°C para fases de ovo, lagarta, pupa e adulto, respectivamente.

2. As exigências térmicas das fases de ovo, lagarta, pupa e adulto são, respectivamente, 67,47; 516,96; 126,08 e 172,02 graus-dias.

3. Nas localidades de Piracicaba, Ribeirão Preto, Jaú e Pindorama, o inseto pode apresentar cinco gerações anuais completas.

REFERÊNCIAS

- ARNOLD, C.Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system: Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 74:430-45, 1959.
- BERGAMIN, J. A broca da cana-de-açúcar. Brasil açuc., 32(5):72-6, 1948.
- BERGAMIN, J. A broca de cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis* (F.)); ligeiras notas sobre seu desenvolvimento em laboratório. In: LIMA, A.C. Insetos do Brasil. s.l., Nacional de Agronomia, 1949. v.6, parte 2, p.51-76.
- BOX, H.E. Informe preliminar sobre taladores de la caña de azúcar (*Diatraea saccharalis* spp.) en Venezuela. Bol. Tec. Inst. Nac. Agric., Maracay, n° 2, 1952. 91p.
- DEGASPARI, N.; BOTELHO, P.S.M.; MACEDO, N. A melhor opção de controle da broca da cana-de-açúcar na região Centro-Sul. STAB, 1(4):40-3, 1983.
- FLOYD, E.H. Survival of the sugarcane borer overwintering in corn stalks in Louisiana. J. Econ. Entomol. 59(4):825-7, 1966.
- GALLO, D. Pragas da cana-de-açúcar. In: CULTURA e adubação da cana-de-açúcar. São Paulo, Instituto Brasileiro da Potassa, 1964. p.192-8.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B. Manual de entomologia agrícola. São Paulo, Agrônoma Ceres, 1978. 531p.
- GUEVARA, L.A.C. 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, 1976. 70p. Tese Mestrado.
- HAYWARD, K.J. A broca de cana-de-açúcar. Brasil açuc., 22(11):69-74, 1943.
- HENSLEY, S.D. Management of sugarcane borer populations in Louisiana, a decade of change. Entomophaga, 16(1):133-46, 1971.
- HENSLEY, S.D. & HAMMOND, A.H. Laboratory techniques for rearing the sugarcane borer on an artificial diet. J. Econ. Entomol., 61(6):1742-3, 1968.
- HOLLOWAY, T.E. & HALEY, W.E. Factors influencing the abundance of the sugarcane moth borer. Facts Sugar, 22(2):42-3, 1927.

- KING, E.G.; BREWER, F.D.; MARTIN, D.F. Development of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera : Pyralidae) at constant temperatures. *Entomophaga*, 20(3):301-6, 1975.
- MELO, A.B.P. & PARRA, J.R.P. Biologia de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera : Pyralidae) em diferentes temperaturas. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 23(7):663-80, 1988.
- OSMAN, N.B. Response of sugarcane borer larvae, *Diatraea saccharalis* (F.) photoperiod and temperature. Baton Rouge, State University, 1975. 84p. Tese Mestrado.
- PARRA, J.R.P. Biologia comparada de *Perileucoptera coffeella*. (Guérin-Méneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae), visando ao seu zoneamento ecológico no Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ, 1981. 96p. Tese Livre-Docência.
- PARRA, J.R.P. Biologia dos insetos. Piracicaba, ESALQ, 1979. 383p.
- PARRA, J.R.P.; MELO, A.B.P.; MAGALHÃES, B.P.; SILVEIRA NETO, S.; BOTELHO, P.S.M. Efeito do fotoperíodo no ciclo biológico de *Diatraea saccharalis*. *Pesq. agropec. bras.*, 18(5):463-72, 1983.
- PLANALSUCAR, São Paulo, SP. Relatório anual da Seção de Entomologia; Coordenadoria Regional Sul-Araras. Piracicaba, 1982. 10p.
- SGRILLO, R.B. 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, 1979. 189p. Tese Doutorado.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, Ceres, 1976. 419p.
- WALDER, J.M.M. Estudo da população de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) em quatro regiões canavieiras do Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ, 1976. 111p. Tese Doutorado.