

MODELO ACUMULATIVO PARA *Hypothenemus hampei*
(FERRARI, 1867) (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE) COM BASE EM SUAS
EXIGÊNCIAS TÉRMICAS

Tânia C.S. Costa¹

Amador Villacorta²

ABSTRACT

A summation model for *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae) based on its thermal unit requirements

Differential development rates were obtained for the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) females, reared at five constant temperatures. The duration of all stages decreased with increase in temperature. Developmental thresholds for egg hatch, larva, pre-pupa, pupa and life cycle (egg-adult) were 13.50; 9.50; 11.50; 12.80 and 11.25°C, respectively. With the developmental threshold, the accumulated degree-days for eggs was 52.09, larva 256.36, pre-pupa 23.64, pupa 58.96 and life cycle 386,86^oD. With the thermal summation model based on degree-days above 11.25°C, the number of generations per year of the coffee berry borer can be predicted.

Recebido em 24/11/88

¹ EPABA-UEP, Paraguaçu. Cx. Postal 23, 46880 Itaberaba, BA.

² Instituto Agrônomico do Paraná (IAPAR), Cx. Postal 1331 86001 Londrina-PR.

RESUMO

Quando os vários estágios de desenvolvimento das fêmeas da broca do café, *Hypotenemus hampei* (Ferrari, 1867) foram expostas a cinco temperaturas constantes, a duração de todos os estágios decresceu com o incremento da temperatura. Os limiares de desenvolvimento inferior foram de 13,50; 9,50; 11,50; 12,80 e 11,25°C para os períodos de incubação, larval, pré-pupal, pupal e ciclo evolutivo (ovo-adulto), respectivamente. As constantes térmicas exigidas para as diferentes fases de desenvolvimento foram de 52,09; 256,36; 23,64 e 58,96 graus-dia, respectivamente para os períodos de incubação, larval, pré-pupal e pupal e de 386,86°D para o ciclo evolutivo. Com o modelo acumulativo com base em graus-dias acima de 11,25°C é possível estimar o número de gerações por ano da broca do café.

INTRODUÇÃO

A broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) é considerada no Brasil e no restante das Américas como praga chave da cultura do café. Seus danos refletem-se na perda de peso das sementes, perda por queda de frutos em desenvolvimento, na perda da qualidade do fruto para classificação, além da perda da qualidade da bebida.

Vários autores têm estudado a biologia da broca-do-café, (ROEPKE, 1919; LEEFMANS, 1920, 1923; HARGREAVES, 1926; CORBETT, 1933; JEPSON, 1936; LEROY, 1936). No Brasil, BERGAMIN (1943) e PRATES (1970) usando temperaturas mais ou menos constantes estudaram o efeito da temperatura no desenvolvimento da broca do café. No presente trabalho estudou-se o efeito da temperatura constante nos diferentes estágios de desenvolvimento de *H. hampei*, a fim de desenvolver um modelo acumulativo térmico com base nas unidades de calor acima de um limiar de desenvolvimento inferior, para ser usado em conjunção com o modelo fenológico da planta em um programa de manejo integrado da praga.

MATERIAL E MÉTODOS

No laboratório de Entomologia do Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, Londrina-PR, é mantida uma colônia da broca do café, usando a técnica de criação em dieta merídica descrita por VILLACORTA (1985). Os tubos de vidro com dieta foram vedados com plástico tipo resinite e levados para uma estufa a 40 ± 20°C, por 72 horas, a fim de diminuir a umidade,

já que a fêmea só realiza a postura quando a dieta tiver a consistência ideal para o seu desenvolvimento. As estantes para tubos de ensaio com os recipientes de criação foram retirados da estufa, deixados por 12 horas em temperatura ambiente e infestadas com pupas de *H. hampei*. Nas câmaras climatizadas as temperaturas foram mantidas a 10°, 15°, 20°, 25° e 30° ± 0,5°C, umidade relativa de 60 ± 10% e fotoperíodo de 14 horas.

Para obtenção dos ovos utilizados na determinação do período de incubação, foram infestados frutos de coloração verde-amarelada, com fêmeas supostamente fecundadas e oriundas de frutos do campo. Antes da infestação os frutos sofreram um processo de esterilização com hipoclorito de sódio a 0,5%, e as fêmeas uma esterilização com formaldeído (40%) a 0,4%, ambos por 2 minutos, sendo posteriormente lavados com água destilada esterilizada durante 3 minutos e secas em papel de filtro.

Antes da infestação, os frutos foram perfurados com um estilete esterilizado, simulando-se o ataque da broca. Em cada placa de petri, colocaram-se dez frutos e 20 fêmeas, a fim de se obter posturas. As 150 placas distribuídas nas cinco temperaturas, foram vedadas com fita crepe, para impedir a saída das fêmeas infestantes. Observaram-se diariamente alguns frutos a fim de se detectar o início das posturas.

Grupos de ovos de idade conhecida foram mantidos nas cinco temperaturas e observados a cada 24 horas. Os tubos de vidro com dieta contendo dez pupas fêmeas e três machos foram mantidos de modo que, após a emergência, garantissem o acasalamento e conseqüentemente a fecundidade das fêmeas. Iniciada a postura, os ovos foram retirados utilizando-se um estilete fino molhado em água destilada esterilizada e colocados sobre dieta em recipientes de criação vedados com plástico para manter a umidade e conservar o microclima. Por não ter sido verificado o dia de postura de um desses ovos, as observações iniciaram-se a partir da eclosão. Três grupos de trinta ovos foram mantidos nas temperaturas acima citadas, observando-se a cada 24 horas o início da eclosão. As larvas foram transferidas individualmente para tubos de vidro com dieta. Observou-se em cada indivíduo a duração dos instares, período larval, pré-pupal e pupal. Assumiu-se para os objetivos deste trabalho apenas o registro de fêmeas por ter sido muito baixa a representatividade dos machos.

Estimou-se o limiar de temperatura inferior para as fases de ovo, de larva, de pré-pupa, de pupa e também do ciclo evolutivo de *H. hampei* através do modelo básico de regressão linear. Segundo NESTER & WASSERMANN (1974), a declaração formal do modelo pode ser explicada pela expressão: $Y_i = B_0 + B_1 X_i$, na qual Y_i = percentagem de desenvolvimento por dia; X_i = variação da temperatura, e B_0 e B_1 são parâmetros.

Calculou-se a constante térmica pela equação de ANDREWAR THA & BIRCH (1974), descrita por $K = Y(X-a)$ na qual K = constante térmica expressa em graus-dia, Y = tempo necessário para completar o desenvolvimento em dias ou horas, X = temperatura ambiente ou de incubação em $^{\circ}\text{C}$, a = temperatura do limiar de desenvolvimento, em $^{\circ}\text{C}$, e $X-a$ = temperatura efetiva. Partindo desta fórmula, calcularam-se as constantes térmicas para as fases de ovo, de larva, de pré-pupa, de pupa e para o ciclo de vida da broca do café.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A duração média em dias para os diferentes estágios e ciclo evolutivo diminuiu com o aumento da temperatura (Fig. 1) o que coincide com as observações de BERGAMIN (1943). A 10°C não foi observado desenvolvimento; nos ovos, teve início a embriogênese, mas devido à fraca atividade metabólica em vista da baixa temperatura, estes não completaram a embriogênese tornando-se de coloração preta. A duração do período larval foi maior a 15°C , diminuindo com o aumento da temperatura até 25°C , ocorrendo uma estabilização entre as temperaturas 25°C e 30°C . Todas as larvas que deram origem a fêmeas apresentaram dois instares enquanto as que originaram machos apresentaram apenas um, em todas as temperaturas. Quando as larvas do segundo instar atingiram o máximo desenvolvimento, observou-se uma interrupção na alimentação e aumento na quantidade de excrementos, iniciando-se em seguida o estágio de pré-pupa. As larvas de último instar penetraram na dieta, cobrindo-se inteiramente com o alimento triturado e excrementos, seguindo-se um certo encolhimento longitudinal do corpo como consequência da eliminação de todo o conteúdo do trato digestivo. As pupas exaratas apresentam uma coloração branco-brilhante, tornando-se depois amareladas e finalmente castanhas. Essas mudanças de coloração são mais ou menos rápidas, de acordo com a temperatura a que estão sujeitas. O ciclo evolutivo foi considerado desde a fase do ovo até a emergência do adulto. A duração média obtida para ciclo evolutivo apresentou discrepâncias com outros autores; VERNALHA *et al.* (1965) relatam que a duração do ciclo evolutivo da broca do café a $24,5^{\circ}\text{C}$, foi de 27,7 dias. OLIVEIRA FILHO (1927) observou uma duração de 34 a 61 dias. Nesta pesquisa obteve-se para as temperaturas de 15°C e 30°C , durações de $96,42 \pm 0,84$ e $20,88 \pm 0,27$ dias respectivamente. PRATES (1970) registrou a duração média de 62 a 53 dias, respectivamente, para $25,1^{\circ}\text{C}$ e $27,5^{\circ}\text{C}$, existindo uma diferença com os dados deste trabalho, onde obteve-se $25,9$ e $20,88$ dias às temperaturas de 25°C e 30°C (Fig. 2).

A relação entre a temperatura e a velocidade de desenvolvimento para as fases de ovo, larva, pré-pupa, pupa e para o ciclo evolutivo, expressas pelas equações que aparecem na Figura 2, permitiram determinar o limiar de desenvolvimento inferior (intersecção da reta com o eixo dos x) para essas fases

13,5°C para ovo, 9,5°C para larva, 11,5°C para pré-pupa, 12,8°C para pupa e 11,25°C para o ciclo evolutivo (Fig. 2). As diferenças entre os estágios em resposta à temperatura é comum em muitas espécies de insetos; conseqüentemente a maioria dos modelos fenológicos tentam incorporar diferentes limiares para diferentes estágios.

A partir da temperatura base ou limiar de temperatura inferior, para cada estágio, foram calculadas as constantes térmicas: para ovo 52,09^oD, larva 256,36^oD, pré-pupa 23,64^oD, pupa 58,96^oD e ciclo evolutivo 386,86^oD. A duração média de desenvolvimento esperada e a observada para o ciclo evolutivo, quando foram utilizadas na fórmula da constante térmica, originaram resultados semelhantes em exigências térmicas, confirmando o resultado obtido de 368,86 graus-dia (^oD) como constante térmica para o ciclo evolutivo de *H. hampei*. Comparando esses dados com os resultados encontrados por PRATES (1970) que determinou o valor da constante térmica em 875^oD com base em estudos nas temperaturas de 25,1^o e 27,5°C, e de 735^oD com base nas temperaturas de 30,8 e 27,0°C, observa-se que existe discordância entre ambos. No entanto, devido a não ter esse autor detalhado a sua metodologia não se encontrou respaldo para discutir as diferenças entre as exigências térmicas obtidas.

As percentagens de desenvolvimento diário e as temperaturas foram diretamente proporcionais dentro de cada fase (Quadro 1). Na fase larval, as diferenças entre as percentagens de desenvolvimento diário nos diferentes tratamentos foram menores que nas outras fases. Acredita-se que por ter tido a fase larval uma duração maior, as percentagens diárias de desenvolvimento foram proporcionalmente menores. Na fase de pré-pupa, que se apresentou com menor duração, a percentagem diária de desenvolvimento foi maior de todo o ciclo evolutivo. O modelo acumulativo termal tem utilidade prática quando se usa a temperatura base em conjunção com a temperatura ambiente diária para se obter informações sobre a estimativa do número de gerações por ano da praga. Se esta previsão de gerações por ano for ligada às datas de floradas, crescimento e desenvolvimento dos frutos até que eles atinjam a idade susceptível ao ataque pela broca, pode-se determinar o momento mais oportuno para a tomada de decisões de manejo.

QUADRO 1 - Percentagem de desenvolvimento diário de *Hypothenemus hampei* a 15, 20, 25 e 30 \pm 0,5°C, umidade relativa de 60 \pm 10% e fotoperíodo de 14 horas.

Temperatura (°C)	Desenvolvimento diário (%)				
	Ovo	Larva	Pré- Pupa	Pupa	Ciclo Evolutivo
15	3,82	2,18	17,09	5,39	1,04
20	11,01	3,71	35,71	9,39	2,02
25	21,37	7,00	48,08	20,49	3,86
30	32,05	7,62	83,33	29,24	4,79

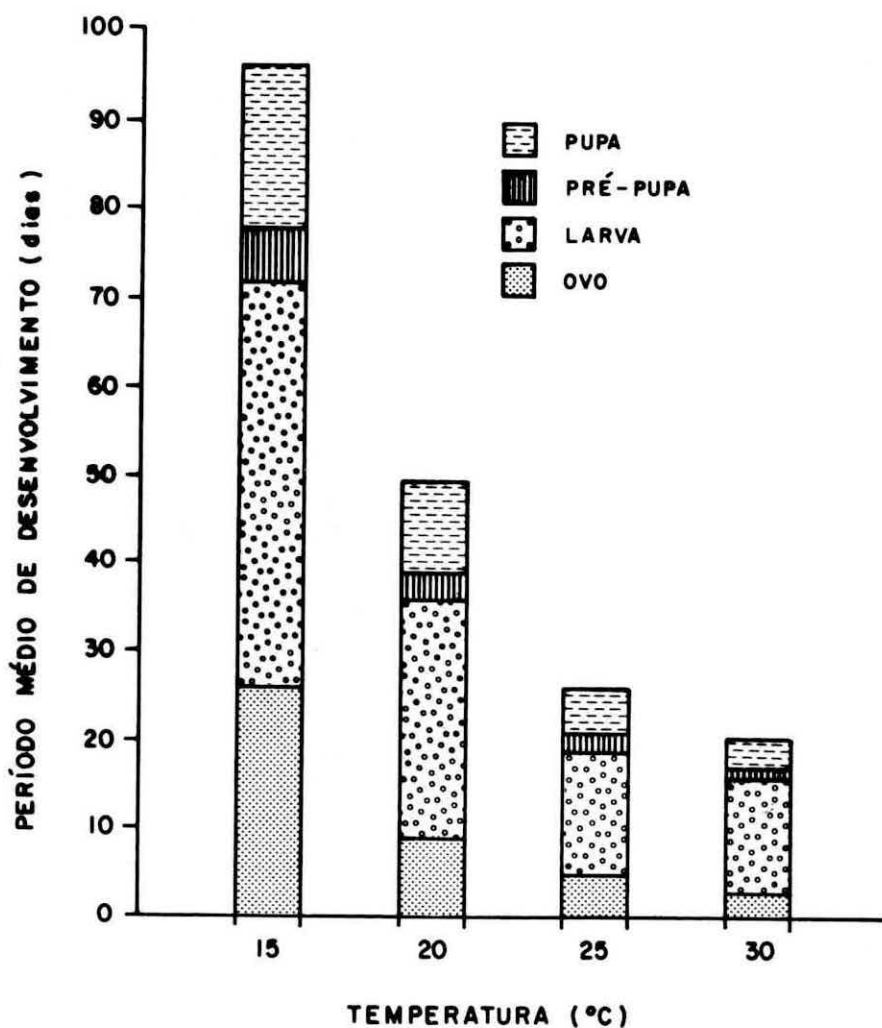


FIG. 1 - Duração do desenvolvimento do *Hypotenemus hampei* em relação a temperatura constante, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14 horas.

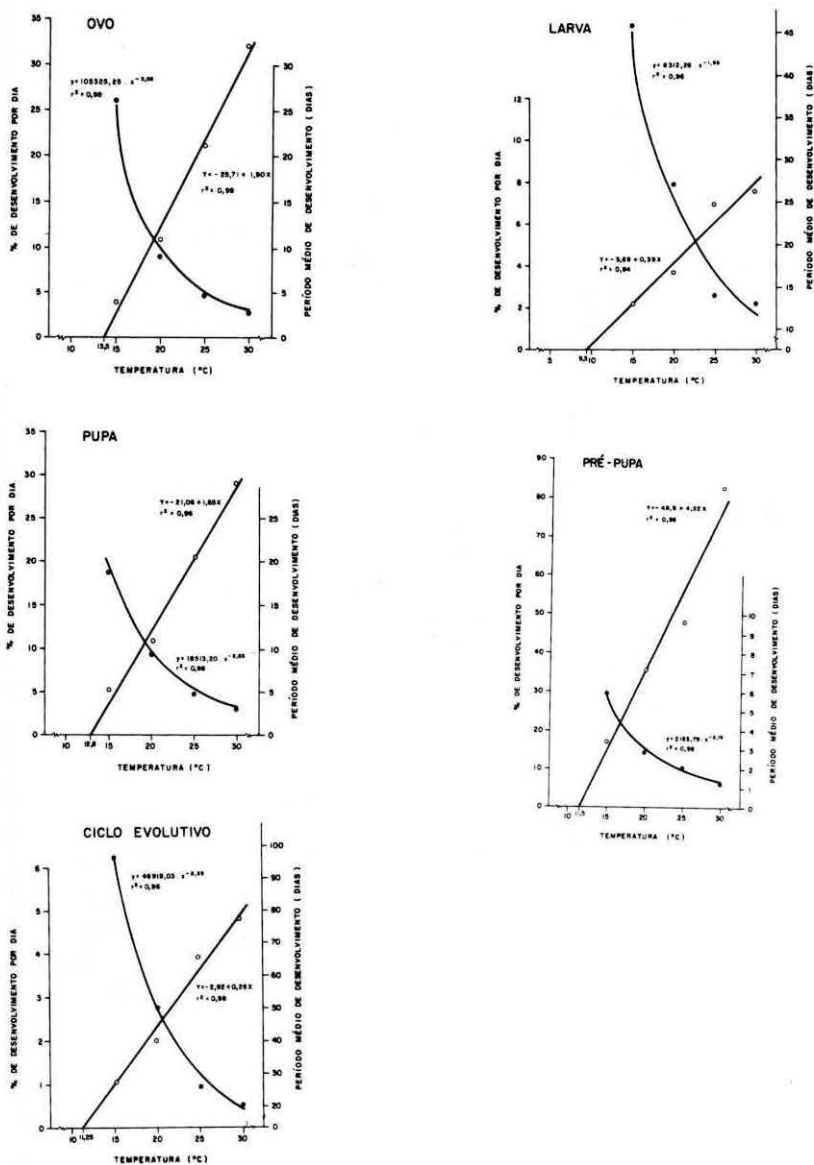


FIG. 2 - Relação entre temperatura e desenvolvimento para ovo, larva, pré-pupa, pupa e ciclo evolutivo (ovo-adulto ♀), do *Hypotenemus hampei*.

LITERATURA CITADA

- ANDREWARTHA, H.J. & BIRCH, L.C. Weather: Temperature In: The distribution and abundance of animals. 6ed. Chicago, The University of Chicabo Press, 1974. p. 129-206.
- BERGAMIN, J. Contribuição para o conhecimento da biologia da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Col. I-pidae). *Archos Inst. Biol.* 14(3): 32-72, 1943.
- CORBETT, G.H. Some preliminary observations on the coffee berry beetle borer *Stephanoderes (Cryphalus) hampei*. *Ferr. Malay Agric. J.* 21(1): 8-22, 1933.
- HARGREAVES, H. Notes on the coffee berry-borer. *Bull. ent. Res.* 16: 347-354, 1926.
- JEPSON, F.P. Report on the work of the entomological division. In: Direction Agricola. CEYLAN. Administration Report 1935. Colombo 1936, p. 47-53.
- LEEFMANS, S. Voorloopipe Nededeelingen om-trent Koffiebessen boeboek. *Publ. Ned. Indisch Landb. Synd.* 12: 645-663, 1920.
- LEEFMANS, S. De Koffiebessenboeboek I. Levenswyze en Oecologie. *Meded. Inst. Plziekt.* (57): 1-94, 1923.
- LEROY, J.V. Observations relatives a quelques insectes attaquant le caféier. *Congo Belge Publs Inst. Etude Natn Agron.* 8: 1-30, 1936.
- NETER, J. & WASSERMAN, W. Linear regression with one independent variable. In: Applied linear statistical models. Hoewood, Ill., Richard D. Irwin Inc. 1974. p. 21-51.
- OLIVEIRA FILHO, M.L. de., Contribuição para o conhecimento da broca-do-café *Stephanoderes hampei* (Ferrari, 1867). São Paulo, Sec. Agric. Com. Obr. Públ. 20, 1927. 95p.
- PRATES, H.S. Resultados preliminares de um estudo bio-ecológico da broca do café: *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867). *O solo* 62(1): 27-28, 1970.
- ROEPKE, W. Gegevens omtrent de Koffiebessenboeboek. *Meded. Inst. Plziekt.* 38: 2-33, 1919.
- VERNALHA, M.M.; SOAPES, S.G.; CABARDO, J.C.; ROCHA, M.A.L. Pragas e doenças do cafeeiro no Estado do Paraná. Curitiba. Escola de Agronomia e Veterinária. 1965. p.9-23. (Série Didática Nº 1).
- VILLACORTA, A. Dieta merídica para criação de sucessivas gerações de *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867). *An. Soc. ent. Brasil* 14(2): 315-319, 1985.