

# Reproducción Sexual y Partenogenética de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem en Laboratorio

F. Infante\*, J.F. Barrera\*, J. Gómez\*,  
A. Castillo, W. de la Rosa\*

## ABSTRACT

The fecundity of the parasitoid *Cephalonomia stephanoderis* was compared for females which were not fertilized (NF), fertilized by males within (FI), or outside of coffee berries (FE). In addition, survival and fecundity tables were established and population parameters of this species were estimated, in order to evaluate several biological characteristics. The preoviposition period was shorter in fertilized than non-fertilized females (average for FE = 4.8 d, for FI = 3.6 d versus NF = 7.0 d). The oviposition capacity was greater for fertilized females than for non-fertilized females (FE = 1.27 and FI = 1.32 eggs/female/day, versus NF = 0.75 eggs/female/day). Fertilized females produced progeny of both sexes; non-fertilized females produced only male progeny. An FI individual was the most fecund individual of the three groups, producing 139 eggs in 66 days, but the average total production per female was 66.3, 51.4, and 28.2 eggs for the groups FI, FE, and NF, respectively. Females fertilized naturally within the coffee fruits showed population growth rates similar to those fertilized outside the fruits. The most important estimated parameters calculated were: for FE,  $r_m = 0.1012$ ,  $r_0 = 45$ ,  $G = 37.61$ , and  $\lambda = 1.10$ ; for FI,  $r_m = 0.1067$ ,  $r_0 = 58.04$ ,  $G = 38.06$  and  $\lambda = 1.11$ . These parameters could not be estimated for NF, since no females are produced through asexual reproduction. Under optimal laboratory conditions, the parasitoid exhibited good population growth, an indication that it possessed desirable traits for biological control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*.

## INTRODUCCION

**C**ephalonomia stephanoderis (Hymenoptera: Bethyridae) es un ectoparasitoide originario de Africa Occidental que, en 1988, fue introducido a Tapachula, Chiapas, Méx. (6), para combatir biológicamente a la broca del café, *Hypothenemus*

## COMPENDIO

Se comparó la fecundidad del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* en hembras no fertilizadas (NF) y fertilizadas por machos, dentro (FI) y fuera (FE) de los frutos de café. Asimismo, con la elaboración de tablas de supervivencia y fecundidad, se estimaron los parámetros poblacionales de esta especie para evaluar algunas características biológicas. El tiempo de preovipostura fue más corto en hembras fertilizadas (en promedio FE = 4.8 d y FI = 3.6 d), mientras que en NF fue de siete días. Se determinó que la capacidad de ovipostura fue mayor en hembras fertilizadas (FE = 1.27 y FI = 1.32 huevos por hembra por día) y con el resultado de una progenie de ambos sexos; cuando las hembras no son fertilizadas (NF = 0.75 huevos/hembra/día) se producen únicamente machos. El espécimen que más ovipositó fue del grupo FI (139 individuos en 66 d de vida), pero el promedio por hembra fue de 66.3, 51.4 d huevos 28.2 para los grupos FI, FE y NF, respectivamente. Las hembras fertilizadas naturalmente dentro de frutos de café tuvieron tasas de crecimiento poblacional similares a las fertilizadas fuera de los frutos. Entre los parámetros estimados más importantes, se calculó  $r_m = 0.1012$ ,  $r_0 = 45$ ,  $G = 37.61$  y  $\lambda = 1.10$  en hembras FE;  $r_m = 0.1067$ ,  $r_0 = 58.04$ ,  $G = 38.06$  y  $\lambda = 1.11$  para hembras FI. En el grupo NF estos parámetros no pudieron ser estimados, porque no se procrean hembras cuando la reproducción es asexual. Los resultados muestran que en laboratorio y en condiciones óptimas el parasitoide tiene un buen crecimiento poblacional; eso indica que posee atributos deseables para el control biológico de la broca del café (*Hypothenemus hampei*).

*hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae), principal insecto-plaga del café en el Sureste de México.

Después de estudiar esa plaga en México durante de varios años (1, 2, 3, 4), se investigaron diversas estrategias para controlar el *H. hampei*, entre ellas un proyecto de control biológico clásico que utiliza enemigos naturales exóticos de la plaga traídos de Africa; así se introdujo el *C. stephanoderis*.

Dentro de cualquier programa de biocontrol, es necesario evaluar las características biológicas de los entomófagos en cuestión. Doutt y DeBach (10) mencionan algunos atributos que debe tener un enemigo natural efectivo, sea éste un parasitoide o depredador, entre los que destaca una fecundidad alta.

1 Recibido para publicación el 20 de agosto de 1991.

Se agradece el apoyo brindado por Joel Herrera; por la revisión del manuscrito a Pablo Liedo y por sus sugerencias y comentarios importantes a Héctor Esquinca, y por la ayuda desde el inicio del Programa a la Unión Regional de Productores de Café Tacaná (URPCT). Esta investigación se desarrolló gracias al apoyo económico otorgado por el *International Developmental Research Centre* (IDRC) de Canada.

\* Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste, Departamento de Control Integrado de Plagas Apartado Postal 36 30700 Tapachula, Chiapas, Méx.

El hábitat natural de *C. stephanoderis* es el interior de los frutos de café, en donde se encuentra parasitando el *H. hampei*; generalmente, en ese mismo lugar, las hembras del parasitoide son fertilizadas por machos, sin embargo, esta especie también tiene la facultad de reproducirse partenogenéticamente (12) cuando los machos son escasos.

Con el fin de determinar si existían diferencias en cuanto a la capacidad reproductiva de *C. stephanoderis*, cuando las hembras eran fertilizadas por machos (dentro y fuera de frutos de café) y cuando se reproducían partenogenéticamente, se estimaron algunos de sus parámetros poblacionales en laboratorio, elaborando tablas de supervivencia y fecundidad para tal fin; mediante esa técnica gran número de investigadores como Messenger (14), Smith y Pimentel (19), Chabora (8), Pak y Oatman (15), Hawkins y Smith (11) han estudiado importantes características biológicas de algunas especies de parasitoides y depredadores.

#### MATERIALES Y METODOS

Se realizó un experimento en laboratorio con tres grupos de individuos. El primero se integró con hembras NF; los especímenes fueron separados individualmente desde que se encontraban en estado pupal (capullo), para tener la certeza de que esas hembras eran vírgenes. El segundo se formó con hembras FI, seleccionadas entre los individuos que emergían diariamente de frutos, en recipientes donde se cría el parasitoide en laboratorio, pues de acuerdo con Koch (12) son hembras que antes de salir de los frutos se aparean con sus hermanos, por lo que emergen ya fertilizadas. El tercer grupo, lo constituyeron hembras FE; es decir, vírgenes que fueron separadas desde el estado pupal y colocadas en forma individual con varios machos en tubos de vidrio para propiciar la cópula, garantizando, de esta manera, la fertilización de cada hembra.

Por cuestiones metodológicas el número de individuos para cada grupo fue diferente, sobre todo en el último caso, en el que fue difícil determinar el sexo de los machos sin causarles daño. Quedaron constituidos tres grupos: 15 NF, 18 FI y 7 FE, y una vez conformados se indujo a las hembras a ovipositar sobre hospederos expuestos (fuera de frutos de café); para ello se utilizó la metodología de cría propuesta por Koch (12), a la que

se denominó *in vitro*, posteriormente habilitada por Barrera *et al.* (6).

Esa metodología consiste en lo siguiente:

En tubos de vidrio tapados con malla fina (2 cm de diámetro por 6 cm de longitud), se pusieron hembras del parasitoide, de los grupos mencionados, con diferentes estados biológicos de su hospedero *H. hampei*: huevos y larvas pequeñas para su alimentación y prepupas y pupas para su parasitación. Posteriormente, utilizando un microscopio estereoscópico, se realizaron observaciones diarias para detectar los hospederos parasitados, los cuales fueron separados en tubos de vidrio similares a los ya descritos.

Todos los días, cada hembra fue dotada de hospederos suficientes para proporcionarle alimento y una fuente constante de parasitación. Además se registró el día de su emergencia del capullo, el día en que empezó a ovipositar, la producción diaria de huevos y la edad a su muerte. El experimento se mantuvo en condiciones ambientales controladas, con temperatura de 26.18°C ± 1.14°C y humedad relativa de 77.71% ± 7.19%; el fotoperíodo fue de 12:12 (L:O) horas.

El número de huevos puestos diariamente fue contado y dividido entre el número de hembras sobrevivientes ese día (16), la sumatoria de estos datos ( $\sum Mx$ ) proporcionó la tasa de reproducción global (TRG) y la media general; el número de oviposiciones diarias en promedio por hembra (ODPH). La fecundidad ( $m_x$ ) fue estimada sobre una proporción de siete hembras por cada macho de acuerdo con Barrera *et al.* (7).

La capacidad innata de incremento poblacional ( $r_m$ ) fue calculada con el método de Birch (20); la ecuación se solucionó mediante sustitución por ensayo y error en donde:

$$\sum l_x m_x e^{-r_x} = 1$$

Los demás parámetros poblacionales fueron estimados según Messenger (14), Southwood (20), Rabinovich (17) y Krebs (13), según las siguientes fórmulas: tasa neta de reproducción ( $r_0$ ) =  $l_x m_x$ ; tiempo generacional ( $G$ ) =  $\log_e r_0 / r_m$ ; tasa finita de multiplicación ( $\lambda$ ) =  $\text{anti-log}_e r_m$  y tiempo de duplicación ( $\lambda^2$ ) =  $2 \log_e / r_m$ .

RESULTADOS Y DISCUSION

Supervivencia y longevidad

Se compararon las curvas de supervivencia ( $lx$ ) para hembras de *C. stephanoderis* de NF, FE y FI. Como se observa, los tres grupos exhibieron curvas de supervivencia parecidas entre sí, similares a las que Rabinovich (17) definió como curvas tipo II, las cuales representan un sistema donde hay un número constante de organismos que mueren por unidad de tiempo, independientemente del número de los que sobreviven. Las edades en que los tres grupos alcanzaron el 50% de supervivencia difirieron entre sí: NF, 19 d; FE, 35 d, y FI, 46 d, después de emergido el adulto. Como se observa, las hembras vírgenes tuvieron una supervivencia del 50% menor que en los dos grupos restantes; sin embargo, su longevidad fue mayor (NF = 81 d; FE = 67 d y FI = 73 d).

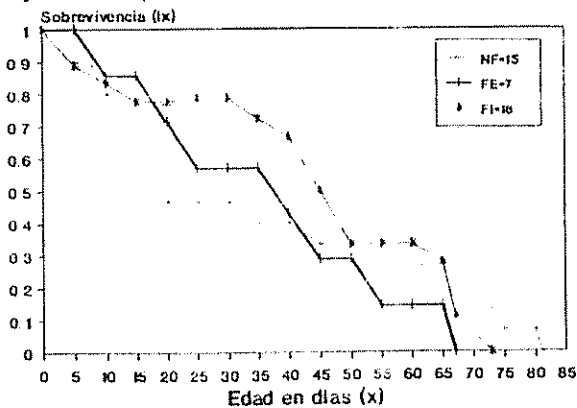


Fig. 1. Curvas de supervivencia ( $lx$ ) para tres grupos de hembras de *C. stephanoderis* en laboratorio: hembras no fertilizadas (NF), hembras fertilizadas dentro (FI) y fuera (FE) de frutos de café. El día cero es cuando emergieron como adultos

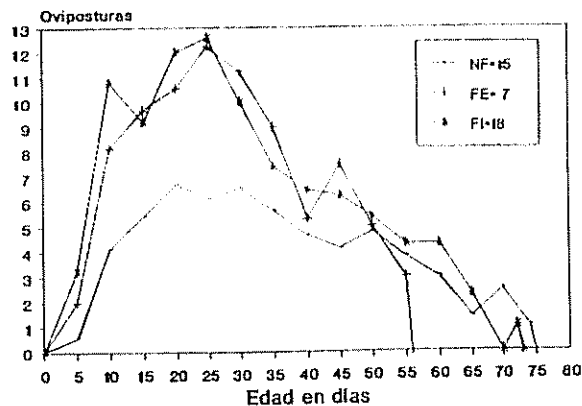


Fig. 2. Promedio de oviposuras por individuo (rango de cinco días) de tres grupos de hembras de *C. stephanoderis*. Hembras no fertilizadas (NF), hembras fertilizadas dentro (FI) y fuera (FE) de frutos de café. El día cero indica la emergencia de las hembras como adultos.

Considerando que las hembras NF fueron, también, las que menos número de huevos pusieron (Fig. 2), pero más longevas, posiblemente porque la energía no empleada en la ovipostura les proporcionó mayor tiempo de vida.

Producción de huevos

Las hembras NF fueron capaces de reproducirse partenogénicamente, dando lugar sólo a machos (arrenotokia), lo que concuerda con Koch (12); al contrario, la descendencia de las hembras fertilizadas fue bisexual. El período promedio de preoviposición para las hembras fertilizadas fue de 4.8 d y 3.6 d para FE y FI, mientras que para NF fue de 7 días.

En la Fig. 2 se compara la capacidad de ovipostura de los tres grupos en períodos de cinco días, es decir, el número acumulativo de oviposturas cada cinco días, apreciándose que el pico máximo se presentó en el rango de 20 d a 30 d después de la emergencia de las hembras, y disminuyó gradualmente su producción con el transcurso del tiempo. La fecundidad promedio por hembra para cada grupo, es decir, el promedio de huevos de una hembra durante su vida, tomando como base el cohorte inicial de hembras ( $\sum \text{huevos} / \sum \text{hembras}$ ), fue de 66.3, 51.4 y 28.2 para FI, FE y NF respectivamente. Asimismo se determinó que el promedio de oviposuras fue notablemente mayor en hembras fertilizadas (FI y FE) que en no fertilizadas (NF); las hembras FI pusieron en promedio más huevos (1.32 huevos por hembra por día), superando a las hembras FE (1.26) y NF (0.75). La hembra que produjo más huevos fue del grupo FI, pues ovipositó 139 individuos en 66 d de vida, o sea, un promedio de 2.11 huevos por día.

Al analizar los resultados para buscar si existía diferencia estadística por medio de la prueba U de Mann-Whitney para el caso de muestras pequeñas, en que  $n_2 = 20$  (18), no se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) en cuanto al número de oviposiciones para FE y FI, pero sí se detectaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) de estos grupos en relación con NF.

Los resultados obtenidos sugieren que la cópula / o la presencia del semen en la espermateca tiene algún efecto estimulador en la fisiología de las hembras, que las incita a una mayor producción de huevos. Al respecto, de Wilde y de Loof (9) mencionaron que varios estímulos recibidos durante el cortejo, la estimulación

láctil durante el acto copulatorio, el llenado de la espermateca por espermatozoides y la estimulación de los ovarios por secreciones del macho, transferidas en el líquido seminal, influyen sobre la oogenénesis o en la oviposición directamente, en insectos como *Drosophila*, *Aedes*, *Acanthoscelides*, *Laspeyresia* y *Pieris*, entre otros, por lo que es probable que para *C. stephanoderis* ocurra algo similar.

### Parámetros poblacionales

La representación gráfica de la supervivencia ( $lx$ ) y su relación con las hembras nacidas por hembra por unidad de tiempo (función  $mx$ ), para los grupos FE y FI, se presentan en la Fig. 3 en períodos de cinco días. Como se puede observar,  $mx$  fue mayor en hembras FI, sin embargo, la prueba U de Mann-Whitney (18) no detectó diferencia estadística significativa entre ambos grupos ( $P > 0.05$ ).

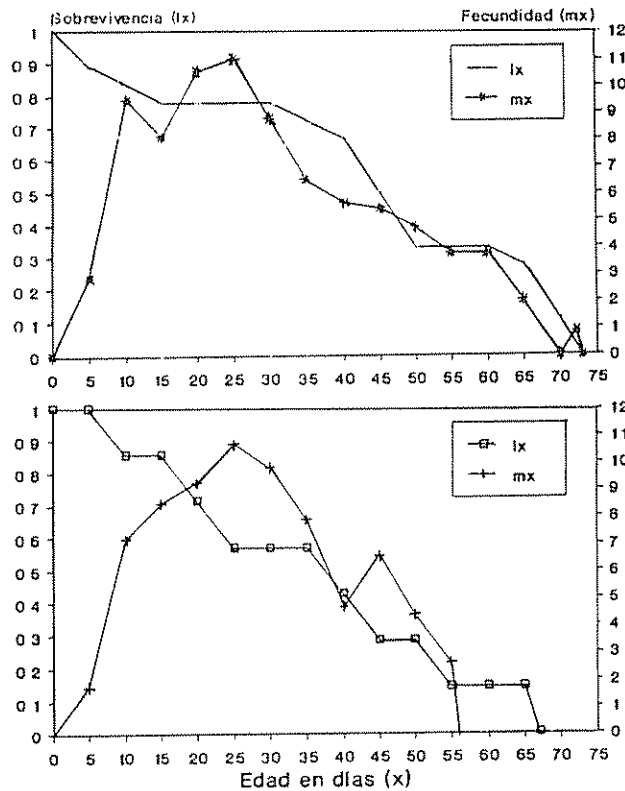


Fig. 3. Relación entre las curvas de supervivencia ( $lx$ ) y la progenie hembra producida ( $mx$ ) acumulativa (en rangos de cinco días), de hembras de *C. stephanoderis* fertilizadas dentro (FI) y fuera (FE) de frutos de café. El día cero indica la emergencia de las hembras como adultos

El valor  $r_0$  para el grupo de hembras FE fue de 45 y para hembras FI de 58.04; indicando que bajo condiciones climáticas óptimas y excluyendo otros organismos esta especie es capaz de multiplicarse a sí misma 45 veces y 58.04 veces respectivamente, en cada generación.

El valor  $r_m$  fue de 0.1012 y 0.1067 para hembras FE y FI respectivamente. Este parámetro, como afirmó Messenger (14), es uno de los más importantes en este tipo de estudios, ya que es una característica biológica que describe la rapidez con que una población se incrementa cuando ocupa un medio no limitado en espacio y alimento, y en ausencia de enemigos naturales. La estimación del  $r_m$  muestra que *C. stephanoderis* posee un buen potencial reproductivo.

Al resumir y comparar otros parámetros poblacionales (Cuadro 1), se puede visualizar el tiempo de desarrollo en promedio de la progenie (TDPP), en que se observa que la descendencia del grupo NF, constituida sólo por machos, tuvo una duración de 19.64 d  $\pm$  0.94 d de huevo hasta adulto; tiempo similar a la duración de la progenie de machos producida por hembras FE (19.5 d  $\pm$  0.72 d) y FI (20.25 d  $\pm$  1.26 d). Respecto al tiempo de desarrollo requerido por las hembras, éste fue de 20.74 d  $\pm$  1.2 d y 20.58 d  $\pm$  1.0 d para los grupos FE y FI, en ese orden.

La tasa de reproducción global TRG fue de 95.34, 83.76 y 61.47 individuos para los grupos FI, FE, y NF, respectivamente; este parámetro ( $M_x$ ), a diferencia de la fecundidad neta, es el número de huevos producidos con base en la supervivencia diaria del cohorte, por hembras de cada uno de los grupos.

El tiempo generacional (G) fue de 37.61 d y 38.06 d para hembras FE y FI, respectivamente. Estos valores representan el tiempo promedio entre dos generaciones sucesivas. Es decir, el que transcurre desde el nacimiento de las hembras hasta el de sus hijos.

La tasa finita de multiplicación  $\lambda$  fue similar para los grupos FE y FI, obteniéndose los valores calculados de 1.10 y 1.11 (hembra por hembra por día). Este parámetro se interpreta como el número de individuos-hembra agregado a la población por cada hembra, en una unidad dada de tiempo. Finalmente, el tiempo de duplicación  $\lambda^2$ , es decir el tiempo requerido para que la población duplique su número fue de 6.84 d (FE) y 6.49 d (FI).

Cuadro 1. Parámetros poblacionales del parasitoide *C. stephanoderis* bajo condiciones de laboratorio.

		Hembras NF n = 15 p s = 0:1	Hembras FE n = 7 p s = 7:1	Hembras FI n = 18 p s = 7:1
ODPH	(Huevos por hembra por d)	0.75	1.27	1.32
TDPP(d)	(d) machos	19.64	19.50	20.25
TDPP	(d) hembras	-	20.74	20.58
TRG	(Huevos por hembra)	61.47	83.76	95.34
$r_o$	(Hembra por hembra)	-	45.00	58.04
$r_m$	(Hembra por hembra por d)	-	0.1012	0.1067
G	(d)	-	37.61	38.06
$\lambda$	(Hembra por hembra por d)	-	1.10	1.11
$\lambda^2$	(d)	-	6.84	6.49

NF= Hembras no fertilizadas; FE= Hembras fertilizadas fuera del fruto de café; FI Hembras fertilizadas dentro del fruto de café; p.s.= Proporción sexual; n= Número de individuos observados; ODPH= Oviposuras diarias promedio por hembra; TDPP= Tiempo de desarrollo promedio de la progenie; TRG= Tasa de reproducción global;  $r_o$ = Tasa neta de reproducción;  $r_m$ = Tasa intrínseca de crecimiento natural; G= Tiempo generacional;  $\lambda$ = Tasa finita de multiplicación;  $\lambda^2$ = Tiempo de duplicación

De acuerdo con la metodología utilizada, todos los parámetros anteriores fueron calculados sin tomar en cuenta la mortalidad de inmaduros del parasitoide, por lo que el valor de  $r_m$  que expresa el potencial reproductivo máximo de la especie, podría estar ligeramente sobrestimado. Resulta obvio mencionar que los parámetros no calculados para hembras NF, se deben a que no pueden dar origen a hembras. En el caso de las hembras fertilizadas, no obstante la ligera variación existente entre sus parámetros estimados, exhibieron tasas de crecimiento muy similares.

Baker *et al.* (4) realizaron un trabajo en el que hicieron infestaciones artificiales de la broca del café, el cual les permitió estimar los parámetros poblacionales de *H. hampei*. Calcularon  $r_o = 24.95$ ,  $G = 44.17$  y  $r_m$  en 0.075; sin considerar los factores de mortalidad.

Si se comparan los parámetros poblacionales de *H. hampei* con los de *C. stephanoderis*, es notable la superioridad del parasitoide, lo cual, aunado a que *C. stephanoderis* depreda los huevos y larvas de la broca del café, hace suponer que su introducción en México y en otros países de América Central tendría gran éxito para combatir los niveles poblacionales de *H. hampei*.

LITERATURA CITADA

1. BAKER, P.S. 1984. Some aspects of the behavior of the coffee berry borer in relation its control in southern Mexico (Coleoptera: Scolytidae). *Folia Entomológica Mexicana* 61:9-24.
2. BAKER, P.S.; BARRERA, J.F.; VALENZUELA, J.E. 1989. The distribution of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) in southern Mexico: A survey for a biocontrol project. *Tropical Pest Management* 35(2):163-168.
3. BAKER, P.S.; LEY, C.; BALBUENA, R.; BARRERA, J.F. 1992. Factors affecting the emergence of *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) from coffee berries. *England. Bulletin of Entomological Research*. (En prensa).
4. BAKER, P.S.; BARRERA, J.F.; RIVAS, A. s.f. Life history studies of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*, Coleoptera: Scolytidae) on coffee trees in Southern Mexico (En preparación)
5. BARRERA, J.F.; GOMEZ, J.; INFANTE, F.; CASTILLO, A.; DE LA ROSA, W. 1989. Biologie de *Cephalonomia stephanoderis* betrem (Hymenoptera: Bethyilidae) en laboratoire. I. Cycle biologique, capacité d'oviposition et émergence du fruit du caféier. *Café, Cacao, Thé* 32(2):101-108.
6. BARRERA, J.F.; BAKER, P.S.; SCHWARZ, A.; VALENZUELA, J. 1990. Introducción de dos especies de parasitoides africanos a México para el control biológico de la broca del caféto *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (Coleoptera: Scolytidae). *Folia Entomológica Mexicana* 79:245-247.
7. BARRERA, J.F.; INFANTE, F.; GOMEZ, J.; DE LA ROSA, W.; CASTILLO, A. s.f. Biologie de *Cephalonomia stephanoderis* betrem (Hymenoptera: Bethyilidae) en laboratoire II. Período de desarrollo de hembras y machos, relación de sexos, sobrevivencia y longevidad de adultos. *Café, Cacao, Thé*. (En revisión)
8. CHABORA, P.C. 1970. Studies in parasite host interaction. III. Host race effect on the life table and population growth statistics of the parasite *Nasonia vitripennis*. *Annals Entomological Society of America* 63(6):1637-1642.
9. DE WILDE, J. DE LOOF, A. 1973. Reproduction - endocrine control. 2 ed. In *The physiology of insecta*. M. Rockstein (Ed.) EE.UU., Academic Press. v. 1, 512 p.
10. DOUTY, R.L.; DEBACH, P. 1984. Algunos conceptos y preguntas sobre control biológico. In *Control biológico de*

- las plagas de insectos y malas hierbas. P. DeBach (Ed.) México, Méx., CECSA. 949 p.
11. HAWKINS, B.A.; SMITH JUNIOR, J.W. 1986. *Rhaconotus raslinensis* (Hymenoptera: Braconidae), a candidate for biological control of stalkboring sugarcane pests (Lepidoptera: Pyralidae): Development, life tables, and intraspecific competition. *Annals of Entomological Society of America* 79(6):905-911.
  12. KOCH, V.J.M. 1973. Abundance de *Hypothenemus hampei* Ferr. scolyte des graines de café, en fonction de sa plante hôte et de son parasite *Cephalonomia stephanoderis* betrem en Cote d'Ivoire. Wageningen, The Netherlands Mededelingen Landbouwhogesschool. p 1-85.
  13. KREBS, C. J. 1985. Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia. 2 ed. México, Méx., HARLA. 753 p.
  14. MESSENGER, P.S. 1964. Use of life tables in a bioclimatic study of an experimental aphid-braconid wasp host-parasite system. *Ecology* 45(1):119-131.
  15. PAK, G.A.; OATMAN, E.R. 1982. Comparative life table, behavior and competition studies of *Trichogramma brevicapillum* and *T. pretiosum*. *Entomologia Experimentalis and Applicata* 32:68-79
  16. RABINOVICH, J.E. 1970. Vital statistics of *Synthesiomyia nudiseta* (Diptera: Muscidae). *Annals of Entomological Society of America* 63(3):749-752
  17. RABINOVICH, J. E. 1982. Introducción a la ecología de poblaciones animales. Méx., CECSA. 313 p.
  18. SIEGEL, S. 1972. Estadística no paramétrica. 2 ed. Méx., Trillas. 344 p.
  19. SMITH, G.J.C.; PIMENTEL, D. 1969. The effect of two host species on the longevity and fertility of *Nasonia vitripennis*. *Annals of Entomological Society of America* 62:305-308.
  20. SOUTHWOOD, T.R.E. 1978. Ecological methods. 2 ed. England, A. Halstad. 524 p.

LAL, R.; SANCHEZ, P.A. (Eds.) 1992. *Myths and Science of Soils of the Tropics*. Madison, WI, USA, Soil Science Society of America. Spec. Publ. no. 29. 185 p.

Esta publicación analiza y trata de corregir los diferentes mitos sobre ciencia de los suelos en el trópico. Estos mitos tienen su origen en deficientes niveles de información sobre los suelos más importantes de los trópicos y su funcionamiento como ecosistemas.

En los nueve capítulos se resumen los siguientes tópicos: diversidad de los suelos en los trópicos y sus implicaciones para el desarrollo agrícola; dinámica de la materia orgánica en los suelos tropicales; química y fertilidad de los suelos tropicales; aplicación de fertilizantes en el trópico; inoculación de *rhizobia* de leguminosas en los trópicos; fauna del suelo e impacto sobre las propiedades del suelo en el trópico húmedo.

Sin embargo al tratar de cubrir todo el trópico, y no específicamente el trópico seco o el húmedo, algunos capítulos, como por ejemplo sobre clima y produc-

tividad, tienden a perder ligeramente el enfoque con el afán de abarcar demasiado. El tema de la credibilidad y la erosión de suelos hubiera merecido una mayor profundización como el tratamiento de la aplicación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos, otro de los mitos importantes.

Sin que estas observaciones le resten valor a esta publicación, se brinda una información bien resumida y completa en cuanto a los mitos y conceptos erróneos sobre suelos tropicales. Las referencias bibliográficas generalmente son amplias y ricas y la mayoría de los ejemplos presentados son claros y convincentes, y en lo personal, servir para enriquecer su enseñanza. Esta publicación no debe faltar en las secciones de "suelos tropicales" o "ecología tropical" de las bibliotecas.

WILHELM-GUNTHER VAHRSON  
 ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS  
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA (UNA),  
 COSTA RICA