

# Ciclo Biológico y Reproducción Partenogenética de la Broca del Fruto del Cafeto *Hypothenemus hampei* (Ferr.)<sup>1</sup>

R. Muñoz\*

## ABSTRACT

In the laboratory, it was shown that the developmental cycle of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei* (Ferr.)) is 35.8 days (9.4 days in incubation, 19.8 days in the larval stage, and 6.6 days in the pupal stage) with a temperature of  $23.3 \pm 2.5^\circ\text{C}$  and a relative humidity of  $81.6 \pm 12.4\%$ . The maximum life period of the adult borer was observed to be 131 days. Adult borer females kept in insolation were able to produce fertile eggs up to a second generation, without the presence of males (parthenogenetic reproduction). Some parthenogenetic eggs were fertile and others infertile. It was observed that the parthenogenetic reproduction of the coffee berry borer was of the thelytocia type, and not of the arrhenotokous type. The maximum number of parthenogenetic eggs laid by one borer was 46. Data obtained from eggs laid by borers under laboratory conditions are presented, as well as on growth of borers from eggs and pupae collected in the field. Research on the borer life cycle should continue under both laboratory and field conditions to determine the effects of variable temperature and humidity, and to allow characterization of the observed parthenogenesis as sporadic, facultative or obligatory.

## INTRODUCCION

El tipo más común de reproducción que ocurre en la mayoría de insectos adultos, cuando los órganos sexuales han adquirido madurez, es la sexual, que requiere la cópula entre la hembra y el macho, con el fin de darle continuidad a la especie; sin embargo, se observan ciertas variaciones, y una de ellas es la partenogénesis, o sea cuando la reproducción tiene lugar sin que ocurra la fertilización del huevo.

En relación a la broca del fruto del cafeto, *Hypothenemus hampei* (Ferr.), varios autores han estudiado su ciclo biológico, en diferentes condiciones de campo y/o laboratorio. De estas investigaciones se han obtenido datos muy valiosos que sirven para tener un

## COMPENDIO

En condiciones de laboratorio con temperatura de  $23.3 \pm 2.5^\circ\text{C}$  y  $81.6 \pm 12.4\%$  H.R. se determinó que el ciclo biológico de la broca del fruto es de 35.8 días (9.4 días de incubación, 19.8 días en estado larval y 6.6 días en estado pupal). La longevidad máxima alcanzada por una broca adulta fue de 131 días. Hembras adultas de broca mantenidas en aislamiento fueron capaces de producir huevos fértiles hasta una segunda generación, sin ser apareadas con el macho (reproducción partenogenética). Entre los huevos ovipositados por partenogénesis, existieron unos fértiles y otros infértiles. En las condiciones del estudio, la broca presentó reproducción partenogenética, del tipo de telitocia y se determinó que no es el tipo arrenotoquia. El número máximo de huevos ovipositados partenogenéticamente por una broca fue de 46. Se presentan datos obtenidos a partir de huevos ovipositados por broca en laboratorio así como crianza de broca a partir de huevos y pupas colectadas en el campo. Se recomienda continuar con el estudio de ciclo biológico del insecto, en condiciones controladas, o no, de temperatura y humedad relativa, así como determinar si la partenogénesis presentada es esporádica, facultativa u obligatoria.

mejor conocimiento sobre el comportamiento de la plaga; sin embargo, ninguno de ellos informa el hecho de que las hembras de la broca pueden reproducirse partenogenéticamente, en forma fértil.

El presente trabajo tuvo como finalidad determinar la duración de los estados de desarrollo del insecto, en condiciones de laboratorio en Honduras; sin embargo, accidentalmente se determinó además que el insecto puede dar lugar a descendencia en forma partenogenética.

## REVISION DE LITERATURA

Bartra *et al.* (3) informan un ciclo biológico de la broca de 25 como mínimo y 33 días como máximo; sin embargo Sánchez (9) informa un ciclo de vida de 28 días, distribuidos en siete días de incubación, 14 días de estado larval y siete días del estado pupal. Urbina (10) menciona que el ciclo de vida completo depende de las condiciones bióticas y abióticas y está entre 20 a 37 días. La temperatura tiene una gran

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 31 de octubre 1989

\* Entomólogo del Instituto Hondureño del Café Apdo Postal 329, San Pedro Sula, Honduras

influencia sobre los diferentes estados de desarrollo del insecto; el periodo de incubación es de 9 días a 27°C y 16 días a 18.7°C (Bergamin, citado por Urbina, 10) y el estado larval dura de 10 a 26 días (Alonzo, Bartra, Hanania, Hernández, Leefmans y Sladen, citados por Urbina, 10). Las larvas hembras sufren dos mudas, mientras que los machos solo una. La última fase del estado larval es de quietud, denominada prepupa, la cual dura aproximadamente dos días. En el estado de pupa se realizan los cambios morfológicos que caracterizan al adulto (10) (Cuadro 1).

La hembra oviposita un mínimo de 12 huevos y un máximo de 63 (D'Oliveira, Lepelley y Baker, citados por Urbina, 10) Bergamin, citado por Urbina (10), señala un mínimo de 31 huevos y un máximo de 119, con un promedio de 74 huevos puestos por una hembra durante toda su vida Cuadro 1.

La longevidad de las hembras es mucho mayor que la de los machos. Las hembras pueden llegar a vivir un mínimo de 135 días (9); sin embargo Oliveira, citado por Sánchez (9), indica que la hembra puede vivir de 80 a 123 días y los machos pueden promediar hasta 46 días. Bergamin, citado por Sánchez (9) informa que las hembras pueden vivir 282 días, promediando 156 y que el macho ha alcanzado de 80 a 103 días. Baker (1) menciona que las hembras viven un promedio de 150 días y que pueden alcanzar hasta un máximo de 250 días (Cuadro 1).

Los machos de la broca son bien diminutos, en comparación con las hembras, por lo que se les puede diferenciar a simple vista; además los machos carecen de alas funcionales para el vuelo. Debido a ello es que la fecundación se realiza en el interior del fruto (2, 10).

En las poblaciones de broca existe una diferencia bien marcada entre el número de brocas hembras y machos; generalmente son las hembras las más abundantes. En Honduras se ha encontrado una proporción de sexos de 1:10 y de 1:13, pero esta proporción dependerá, entre otros, del estado de desarrollo del fruto y/o de la época del año. Baker (1) informa una proporción de sexos de 1:8 - 10 en favor de las hembras (Cuadro 1).

Ya se mencionó que ocurre partenogénesis cuando la hembra se reproduce sin que el huevo sea fecundado por el macho; de acuerdo a los sexos producidos, algunos autores dividen la reproducción partenogenética en tres tipos: a) arrenotoquia, tipo de reproducción partenogenética cuando la progenie es toda de machos; b) telitoquia, cuando la progenie es toda de hembras; y c) deuterotoquia o anfitoquia, cuando la progenie es de machos y hembras.

De acuerdo a las condiciones que la motivaron, la partenogénesis se divide en: 1) partenogénesis esporádica (accidental u ocasional), la cual puede ocurrir por alteraciones locales externas y puede producir

Cuadro 1. Resumen de datos biológicos de *Hypothenemus hampei*, según varios autores (Adaptado de Urbina, 10).

Autor	País	Relación ♂:♀	Madurez sexual (días) ♀	Periodo de pre- ovip. (días)	Ovip/día/♀ (No. de huevos)	No. máx. huevos Ovip./♀	Longevidad de la hembra (días)	Duración de los estados (días)				Hue- vo a adulto	No. de gene- raciones/año
								Huevo	Larva	Pre- pupa	Pupa		
Bergamin	Brasil	1:10	3-4	100	2-3	74	157	7-6	13-8	2	6-4	20-28	7
Jepson	Sri Lanka	NR	NR	5-20	2	50	NR	6	18	2	5	31	NR
Corbett	Malasia	1:30	NR	4-14	NR	60	120	5-7	12-20	NR	4-7	21-34	NR
Hargreaves	Uganda	NR	NR	5-6	NR	63	35-112	8-9	15-19	NR	7-8	30-36	8
Leefmans	Java	1:59	NR	NR	NR	54	87	5-6	10-21	2	4-6	21-35	NR
Leefmans	Java	1:40	NR	8-20	NR	NR	102	5-6	10-26	1-2	4-8	20-37	NR
Monterroso <sup>1</sup>	Guatemala <sup>a</sup>	NR	NR	NR	NR	7	187	7-8	11-13	NR	5-6	23-28	NR

a Observaciones de laboratorio

NR = No reportado.

1 Nota: Monterroso, en Guatemala, indica que la máxima longevidad de hembras adultas fue de 187 días y de 90 días para los machos

tanto machos como hembras; 2) partenogénesis facultativa, cuando los óvulos son capaces de desarrollarse tanto después de ser fecundados, como sin fecundación; 3) partenogénesis obligatoria (constante), cuando los óvulos siempre o, al menos, en ciertas generaciones se desarrollan únicamente por vía virginal

A menudo la partenogénesis obligatoria tiene un carácter cíclico (partenogénesis cíclica o estacional), pues una, o varias generaciones partenogenéticas se alternan aquí con una generación bisexual gámica o anfígónica, en la que aparecen machos y hembras que se fecundan (6, 8)

En insectos la partenogénesis ocurre esporádicamente en muchas especies y es un carácter distintivo del ciclo de vida en otras; por ejemplo, en áfidos y avispas que producen agallas, ocurre frecuentemente partenogénesis, pero durante el año hay reproducción bisexual.

La partenogénesis es más común en ciertas especies pertenecientes a los Ordenes Homoptera e Hymenoptera; sin embargo, se presenta también en el Orden Coleoptera, en donde los miembros de la subfamilia Otiorhynchinae, de la Familia Curculionidae todas son hembras y cada una de ellas oviposita partenogénicamente entre 1000 a 1800 huevos (4).

Wood, citado por Martínez (7), menciona que la reproducción en Scolytidae es variada y cita cuatro tipos principales: monógama, polígama normal (heterosanguínea), polígama extrema (consanguínea), partenogénica ginogenética o telitoquia.

MATERIALES Y METODOS

Las observaciones se realizaron en el Laboratorio de Entomología que el Instituto Hondureño del Café tiene en La Fe, Ilima Santa Bárbara, Honduras, en condiciones no controladas de temperatura y humedad relativa

Se colectaron en el campo 10 hembras adultas de broca, las que fueron llevadas al laboratorio y colocadas en frutos semiconsistentes sanos a los que por medio de una aguja de disección se les hizo un orificio en donde se introdujo una broca adulta

Cada fruto, conteniendo una hembra de broca, fue aislado en un plato Petri, con su respectiva tapa; diariamente se cambió el alimento y los huevos ovipositados por estas brocas progenitoras.

Cada huevo se colocó en el interior de un fruto sano de cafeto en estado semiconsistente. A estos frutos se les hizo un orificio en el ápice por medio de

Cuadro 2. Ciclo biológico y reproducción partenogenética de la broca del fruto del cafeto (*Hypothenemus hampei* Ferr.), en condiciones de laboratorio de 23.3 ± 2.5°C de temperatura y 81.6 ± 12.4% de humedad relativa. Instituto Hondureño del Café, La Fe, Ilima, Santa Bárbara.

Fecha de Inicio: 10-02-88  
Fecha de Finalización: 16-06-88

No. huevo <sup>1</sup>	Duración en días del estado de:			Ciclo biológico (días)	Sexo	Longevidad del adulto (días)	Período en días de:		Huevos ovipositados <sup>2</sup>	Porcentaje de huevo	
	Huevo	Larva	Pupa				Pre-oviposi-	Ovipo-sición		Eclosio-nados	Sin eclosionar
1	11	22	8	41	♀	—	—	—	—	—	—
2	13	29	7	49	♀	52	14	31	13	53.8	46.2
3	11	22	6	39	♀	67	29	21	18	61.1	38.9
4	11	26	5	42	♀	54	8	41	3	66.7	33.3
5	14	18	4	36	♂	55	—	—	—	—	—
6	8	24	6	38	♀	63	—	—	0	—	—
7	9	17	14	40	♀	66	7	51	27	44.4	55.6
8	7	20	5	32	♀	23	—	—	0	—	—
9	6	15	7	28	♀	—	15	1	9	44.4	55.6
10	6	15	7	28	♀	66	15	48	46	60.9	39.1
11	7	10	4	21	♀	30	—	—	0	—	—
Promedio	9.4	19.8	6.6	35.8	—	52.8	14.7	32.2	19.3 <sup>3</sup>	55.2	44.8 <sup>4</sup>

1 Huevo ovipositado en laboratorio por broca adulta colectada en el campo.  
2 Huevos ovipositados sin aparear con el macho (reproducción partenogenética).  
3 Considerando solo las hembras que ovipositaron.  
4 No eclosionan por ser infértiles y/o por ataque de ácaros.

una aguja de disección. Cada uno de estos frutos que contenía un huevo de broca fue aislado en un plato Petri, con su respectiva tapa. Para llevar el registro, se numeraron estas placas de 1 a 15. Cuando emergió a larva fue alimentada con frutos semiconsistentes y se cambió el alimento diariamente; la pupa fue mantenida en el interior de los frutos y al emerger el adulto se le cambió diariamente el alimento.

Para determinar la duración de los diferentes estados de desarrollo de la broca (ciclo biológico), se llevó registro de las fechas en que ocurrió la oviposición, la emergencia larval, el empupamiento y la emergencia del adulto; además se determinó la fecha y el número de huevos, ovipositados por cada hembra durante su vida y la fecha de su muerte. La mayoría de los adultos emergidos eran hembras y fueron mantenidas aisladas en el mismo plato Petri, en donde se colocó el huevo que les dio origen.

Al no obtener suficientes machos en laboratorio, las hembras no fueron apareadas; solo se les cambiaba el alimento (frutos de café) diariamente y se observaba si ocurría o no oviposición. Con estas observaciones determinamos que algunas hembras de broca del fruto del café, ovipositaban aún estando en completo aislamiento.

Para determinar si estos huevos, ovipositados partenogenéticamente eran fértiles, éstos fueron colocados en el interior de un fruto semiconsistente de café y diariamente, por medio del estereomicroscopio se observaba si emergía o no la larva.

En las primeras crías, en condiciones de laboratorio, se tuvo problemas con ácaros entomófagos, los que destruyeron principalmente huevos y pupas de broca, también se presentaron problemas de contaminación de hongos, y para evitar estos problemas, en las siguientes crías se tomaron medidas rigurosas de limpieza y/o esterilización del material utilizado, para evitar el ingreso de ácaros. Con parafina se construyó un pequeño canal alrededor del área ocupada por los platos Petri; este canalito se mantuvo con agua durante el período que duró la crianza.

Con el fin de obtener más información, de frutos colectados en una finca de café, se extrajeron 15 huevos y 15 pupas de broca, y cada espécimen se aisló y a los adultos obtenidos se les llevó registro de oviposición, sin ser apareados con el macho.

## RESULTADOS

El Cuadro 2 presenta los datos obtenidos de huevos ovipositados por broca adulta colectada en el

Cuadro 3. Ciclo biológico y reproducción partenogenética de la broca del fruto del café, *Hypothenemus hampei* (Ferr.) en condiciones de laboratorio en el Centro Experimental la Fe, Ilama, Honduras\*.

Fecha de inicio: 28-06-88

Fecha de finalización: 15-09-88

No. huevo <sup>a</sup>	Duración en días del estado			Sexo	Periodo de pre-oviposición	No. de huevos ovipositados <sup>b</sup>
1	12	6	19	Femenino	—	0
2	17	5	—	"	—	0
3	13	5	12	"	—	0
4	7	5	10	"	7	1
5	13	5	13	"	—	0
6	9	4	10	"	—	0
7	9	5	7	"	—	0
8	9	5	17	"	—	0
9	10	6	15	"	—	0
10	8	4	11	"	—	0
11	16	6	15	"	—	0
12	14	6	58	"	12	24
13	16	5	20	"	—	0
Promedio	11.8	5.2	17.2		9.5	12.5 <sup>c</sup>

a. Huevos extraídos de frutos colectados en el campo.

b. Huevos ovipositados partenogenéticamente. Todos fueron infértiles.

c. Considerando solo las hembras que ovipositaron.

\* 23.0 ± 2.1°C y 86.4 ± 9.4% H.R.

campo, cuando la crianza se realizó a  $23.3 \pm 2.5^{\circ}\text{C}$  y  $81.6 \pm 12.4\%$  H.R. Se puede observar que la duración media en días, de los estados de desarrollo fue: huevo 9.4 (mínimo 6 y máximo 14), larva 19.8 (mínimo 10 y máximo 29), pupa 6.6 (mínimo 4 y máximo 14) y su ciclo biológico lo completó en 35.8 días (mínimo 21 y máximo 49).

La longevidad del adulto en promedio fue de 52.8 días (mínimo 23 y máxima 67). De 10 hembras obtenidas, seis de ellas ovipositaron partenogenéticamente, en promedio 19.3 huevos (mínimo 3 y máximo 46); estos huevos presentaron un 55.2% de viabilidad; el período de preoviposición fue de 14.7 días (mínimo 7 y máximo 29) y el período de oviposición fue de 32.2 días (mínimo 1 y máximo 51).

De los huevos obtenidos partenogenéticamente de esta primer generación, criada en laboratorio, se obtuvo una segunda generación de hembras, pero pocas de éstas ovipositaron partenogenéticamente, con una viabilidad promedio de 53.8%

El Cuadro 3 presenta los datos de huevos extraídos de frutos infestados por broca, colectados en el campo; cuando la crianza se realizó a  $23 \pm 2.1^{\circ}\text{C}$  y  $86.4 \pm 9.4\%$  H.R.

No se presenta la duración de incubación, pues no se sabía en qué fecha se realizó la oviposición. De 13 observaciones efectuadas, en las condiciones antes mencionadas, la duración del estado larval, en promedio fue de 11.8 días (mínimo 7 y máximo 17), el estado pupal fue de 5.2 días (mínimo 4 y máximo 6) y el adulto vivió 17.2 días (mínimo 7 y máximo 58). De 13 hembras emergidas, únicamente dos ovipositaron partenogenéticamente un total de 25 huevos los que fueron infértiles

El Cuadro 4 presenta los datos de pupas extraídas de frutos infestados por broca, colectados en el campo, cuando la crianza se realizó en condiciones de  $22.4 \pm 1.8^{\circ}\text{C}$  y  $88.3 \pm 8.5\%$  H.R. De 15 pupas extraídas se obtuvo 15 adultos hembras de broca, las que vivieron en promedio 45 días (mínimo 22 y máximo 131). El período de preoviposición fue de 17 días (mínimo 8 y máximo 24). De las 15 hembras únicamente ocho ovipositaron partenogenéticamente un promedio de 16 huevos por hembra (mínimo 4 y máximo 41) y la viabilidad de estos huevos fue de 80%. De estos huevos se obtuvo una segunda generación de hembras adultas de las que algunas ovipositaron partenogenéticamente, pero los huevos fueron infértiles.

## DISCUSION

La broca del fruto del cafeto es capaz de reproducirse partenogenéticamente y dar progenie fértil. En las condiciones en que se realizó la crianza, no todas las hembras adultas fueron capaces de reproducirse sin ser copuladas (o inseminadas) y las que lo hicieron, sus huevos no presentaron alta viabilidad, la cual pudo ser afectada por el manipuleo continuo de los diferentes estados de desarrollo del insecto, en el laboratorio.

La partenogénesis es un fenómeno asociado frecuentemente con una gran estabilidad genética; mientras que el fenómeno de resistencia de los insectos a los insecticidas es asociado con la variabilidad genética existente en las poblaciones. El estudio de Brun y Ruiz (5) determinó una cepa de brocas resistentes al insecticida endosulfan, y se puede deducir que el hecho de que la broca se reproduzca en forma partenogenética, puede ser desfavorable para el insecto. Si en una zona cafetalera en particular se tienen poblaciones del insecto, con características de no resistencia, la descendencia producida partenogenéticamente, por consiguiente, será siempre susceptible. Será favorable para la sobrevivencia del insecto, si por presión de selección (uso continuo de endosulfan y aplicaciones de altas dosis) se deja en la zona una cepa con características de resistencia. Si estos insectos se reproducen partenogenéticamente, rápidamente se obtendrán poblaciones resistentes.

En este trabajo se encontró que la reproducción presentada por la broca es del tipo telitoquia, pero para descartar el tipo deuterotoquia, faltan más estudios; lo que sí se puede afirmar es que no existe el tipo arrenotoquia.

## CONCLUSIONES

En condiciones de  $23.3 \pm 2.5^{\circ}\text{C}$  y  $81.6 \pm 12.4\%$  H.R., el ciclo vital de la broca del fruto del cafeto fue de 35.8 días, distribuidos en: 9.4 días de incubación, 19.8 días en estado larval y 6.6 días en estado pupal.

A  $22.4 \pm 1.8^{\circ}\text{C}$  y  $88.3 \pm 8.5\%$  H.R., el estado adulto de la broca tuvo una longevidad de hasta 131 días.

Algunas hembras adultas de *H. hampei* (Ferr) fueron capaces de producir huevos fértiles, en forma partenogenética, hasta una segunda generación criada en el laboratorio.

Cuadro 4. Ciclo biológico y reproducción partenogenética de la broca del fruto del café, *Hypothenemus hampei* (Ferr.), en condiciones de laboratorio, en el Centro Experimental La Fe, Ilama, Honduras\*.

Fecha de Inicio: 28-06-88

Fecha de Finalización: 08-11-88

No. de pupa <sup>a</sup>	Duración en días del adulto	Sexo	Periodo de preoviposición (días)	No. de huevos ovipositados <sup>b</sup>	Porcentaje huevos	
					Eclosio-nados	Sin eclosionar
1	131		24	41	80.0	20.0
2	45		—	0	—	—
3	40		—	0	—	—
4	41		—	0	—	—
5	37		19	8	50.0	50.0
6	32		—	0	—	—
7	22		—	0	—	—
8	29		15	8	62.5	37.5
9	62		8	30	88.0	12.0
10	24		—	0	—	—
11	63		19	30	86.2	13.8
12	27		—	0	—	—
13	29		17	4	100.0	0.0
14	42		20	6	100.0	0.0
15	41		13	4	75.0	25.0
Promedio	45.0		16.9	16.4	80.2	19.8

a Pupas extraídas de frutos colectados en el campo

b Considerando solo las hembras que ovipositaron

\* 22.4 ± 1.8°C y 88.3 ± 8.5% HR

Entre los huevos ovipositados partenogenéticamente, algunos eran fértiles y otros infértiles.

Se encontró diferencia en la duración de los diferentes estados de desarrollo de la broca, pero de los estados inmaduros, el estado larval fue el más largo.

También dentro de un mismo estado de desarrollo (huevo, larva o pupa), se encontró diferencias marcadas en duración, si se comparan los especímenes observados, pero estas diferencias se debieron, principalmente, a que no se controló la temperatura. Experiencias previas indicaron que cuando se mantiene la temperatura más o menos constante, hay uniformidad en la crianza.

## LITERATURA CITADA

- BAKER, P.S. 1984. Some aspects of the behavior of the coffee berry borer in relation to its control in Southern Mexico (Coleoptera: Scolytidae). *Folia Entomológica Mexicana* 61:9-14.
- BAKER, P.S. 1987. Biología, ecología y hábitos de la broca. In *Curso Regional sobre Manejo Integrado de Plagas del Café con Énfasis en Broca de Fruto *Hypothenemus hampei* (Ferr)* IICA (2., 1986, San Pedro Sula, Hond.). Memoria. San Pedro Sula, Hond., IHCAFÉ - PROMECAFE.
- BARIRA, C.; URRELO, R.; RODRIGUEZ, S.R. 1982. Biología de la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferr (Coleoptera: Ipsidae), en Tingo María, Perú. *Tropicicultura (Perú)* 2(1):17-31.
- BORROR, J.D.; DWIGHT, M.D. 1963. An introduction to the study of insects. New York, EUA. p. 37, 195, 336, 337.
- BRUN, L.O.; RUIZ, J.L. 1987. Detection of endosulfan resistance in coffee berry borer, *Hypothenemus*

- hampei* Ferr. (Coleoptera: Scolytidae) in New Caledonia. In International Conference on Pesticides in Tropical Agriculture. Kuala, Lumpur, Malaysia.
6. CORONADO, R.; MARQUE, A. 1980. Introducción a la entomología. México, Limusa p. 59-60.
  7. MARTINEZ, E.A. 1987. Consideraciones generales sobre la familia Scolytidae y algunos datos sobre el género *Hypothenemus*. In Taller Internacional sobre la Broca del Grano del Café *Hypothenemus hampei* (Ferr.). (2., 1986, Tapachula, Chiapas, Méx.). Memoria. Tapachula, Chiapas, Méx., IICA - PROMECAFE - INMECAFE, AID - ROCAP. p. 171-178.
  8. NOVIKOFF, M. 1963. Fundamentos de la morfología comparada de los invertebrados. Buenos Aires, Arg., EUDERA p. 342-343.
  9. SANCHEZ DE LEON, A. 1985. Biología de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferr.). In Memoria Curso Sobre Manejo Integrado de Plagas del Cafeto con Énfasis en Broca del Fruto *Hypothenemus hampei* (Ferr.). (1., Guatemala, Gua.). Memoria. Guatemala, IICA - PROMECAFE - ANACAFE p. 97-104.
  10. URBINA, E. 1987. La broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (Coleoptera: Scolytidae) In Memoria del II Curso Regional Sobre Manejo Integrado de Plagas del Cafeto con Énfasis en Broca del Fruto *Hypothenemus hampei* (Ferr.). (2., 1986, San Pedro Sula, Hond.). Memoria. IICA. San Pedro Sula, Hon., IHCAFE - PROMECAFE - IICA p. 148-166.

## Notas y Comentarios

### Buitres que prefieren excrementos de leones

Un investigador que había observado la forma de vida de los buitres de Egipto (*Neophron perenopterus*) en el África Oriental, durante varios años, se dio cuenta de que, aunque había visto con frecuencia a las aves alimentándose ávidamente en acumulaciones de excremento de leones, nunca los había visto comer los igualmente abundantes montones de estiércol de perros salvajes y de hienas. David Houston, un zoólogo de la Universidad de Glasgow, pensó que los buitres preferían boñiga de leones porque los leones digieren sus alimentos menos intensamente que las hienas, con el resultado de que los leones producen un estiércol más nutritivo.

Los gatos domésticos tienen un intestino relativamente corto y se sabe que extraen sólo el 79% de la energía total que ingieren, mientras que los perros domésticos tienen un intestino más largo y obtienen 89% de la energía del alimento que ingieren. Conforme a los resultados obtenidos por Houston, lo mismo es cierto de los parientes salvajes de estos dos compañeros del hombre (*Journal of Zoology*, v. 216, p. 603).

Houston visitó leones, hienas manchadas (*Crocuta crocuta*) —la hiena más grande que existe— y los buitres grifón de Ruppel, en los zoológicos de Edimburgo y Londres. Los alimentó con una dieta de carne molida de vacuno, sin grasa, con 0.1% de óxido crómico añadido. El óxido crómico es un marcador inerte que pasa sin cambiar por todo el intestino. Houston estima la eficiencia digestiva de los animales comparando la concentración del marcador en muestras de boñiga con su concentración en el alimento. El cambio en la concentración en los dos leones promedió 76.8%, bastante por debajo del obtenido por la hiena manchada de 90.2% y del 91.3% de los buitres grifones de Ruppel, en los zoológicos de Edimburgo y Londres.

Si los buitres egipcios son tan eficientes como los buitres grifones, obtendrían sólo alrededor de la mitad de alimento del estiércol de perros salvajes o hienas que de los excrementos de leones y otros felinos.

Houston especula que una razón por la cual los felinos son menos eficientes para digerir alimentos que los perros podría ser debido a que los felinos tienden a emboscar su presa y darles una caza breve. Si no lo consiguen, abandonan el intento. En cambio,