

CENICAFE

CHINGHINA - CALDAS - COLOMBIA

Publicación del Centro Nacional de Investigaciones de Café

VOL. 14

OCTUBRE - DICIEMBRE 1963

Nº 4

CONTENIDO

Estudio analítico de la epidemiología del escolítico de los granos de café, <i>Stephanoderes hampei</i> Ferr., en Costa de Marfil J. H. G. Ticheler (traducción) G. Quiceno H. _____	223
Notas Bibliográficas _____	295
Servicio Meteorológico _____	299
Índice por autores _____	317
Índice analítico por materias _____	318

**ESTUDIO ANALITICO DE LA EPIDEMIOLOGIA
DEL ESCOLITIDO DE LOS GRANOS DE CAFE,
STEPHANODERES HAMPEI FERR.,
EN COSTA DE MARFIL***

Por:

J. H. G. TICHELER

Traducción

G. QUICENO H.

1.- INTRODUCCION

A pesar de la abundante literatura relacionada con las investigaciones llevadas a cabo en diferentes partes del mundo sobre el *Stephanoderes hampei* Ferr., todavía falta mucha información en cuanto se refiere a su biología, etiología y ecología que permita comprender mejor su infestación y que, al mismo tiempo, sirva de base para una lucha eficaz y más económica contra sus daños.

* La versión al español del artículo *ÉTUDE ANALYTIQUE DE L'ÉPIDÉMIOLOGIE DU SCOLYTE DES GRAINES DE CAFÉ, *Stephanoderes hampei* FERR., EN CÔTE D'IVOIRE*, publicado en Mededelingen van de Landbouwhogeschool, Wageningen 61 (11), 1-49 (1961) ha sido expresamente autorizado por el Dr. J. H. G. Ticheler, a quien presentamos nuestros agradecimientos lo mismo que al Dr. J. de Wilde quien colaboró con el mayor interés en el envío de algunas fotografías originales. Así mismo agradecemos al ingeniero Marcial Benavides G., Jefe de la Sección de Entomología del Centro Nacional de Investigaciones de Café, la colaboración prestada en la revisión de este trabajo.

Mi trabajo tiene por objeto estudiar en condiciones naturales, el ataque del escolítido en el aspecto cuantitativo y analizar los datos así obtenidos con el fin de conocer los factores ecológicos que influyen en la densidad de población del insecto y que determinan el grado de su infestación en los cafetales.

Antes de hacer referencia a los resultados, expondré algunas generalidades sobre la distribución del cafeto que es la planta huésped, particularmente para la Costa de Marfil donde se llevó a cabo el presente trabajo, y sobre la historia y taxonomía del insecto.

1-1.- Producción y distribución geográfica del café

El café se cultiva en gran parte de la zona intertropical, donde disponga de cantidad suficiente de agua; constituye factor de destacada importancia en la vida económica de los países donde se cultiva, especialmente en la América Central y en la del Sur. En el Brasil, el país más productor de café, el valor del grano exportado representó el 59.3 por ciento de la exportación total en 1955 y en Colombia esta cifra alcanzó 83.5 por ciento (Coolhaas, de Fluiter et Koenig, 1960); en el Cuadro 1 se registran la distribución geográfica del café y la producción media de los tres años 1957/58 - 1959/60 (anónimo, 1960).

1-2.- El café en Costa de Marfil

Acabamos de ver que la Costa de Marfil figura como el país más productor de café del África, siendo reducida la producción de Dahomey, la cual está comprendida en las cifras que se presentan en el Cuadro 1.

El café en este país está a la cabeza como producto de exportación, seguido por el cacao y por la madera; se calcula que la superficie ocupada con su cultivo asciende a unas 500.000 hectáreas (Service de L'Agriculture, 1959).

Sin embargo el cultivo del café es bastante reciente; se inició a principio del siglo con plantaciones sobre todo de *liberica*; poco a poco éste se ha ido reemplazando por el "gros Indénié" (*Coffea abeokutae* Cramer), originario del país. El insecto más dañino para esta variedad es el *Antestia lineaticollis* Stål (Lavabre, 1960). El "petit

Cuadro 1 Producción mundial de café y su distribución geográfica

País	Producción media en toneladas	País	Producción media en toneladas
América Central		Africa	
Costa Rica	52.020	Angola	88.500
Cuba	41.520	Camerún	27.480
República Dominicana	34.020	Etiopía	55.020
Salvador	87.900	Antigua Africa Ecuatorial Francesa	6.720
Guatemala	87.900	Costa de Marfil y Dhomey	139.080
Haití	36.000	Kenya	24.180
Honduras	22.380	República Malgache	52.500
México	108.780	Guinea	11.280
Nicaragua	22.200	República del Congo (Antiguo Congo Belga)	91.200
Otros países ¹⁾	27.840	Tanganyika	23.880
Total América Central	520.560	Togo	7.980
América del Sur		Uganda	97.800
Brasil	2.000.000	Otros países ³⁾	19.140
Colombia	470.000	Total Africa	644.760
Ecuador	30.300	Asia y Oceanía	
Perú	23.820	India	46.200
Venezuela	49.500	Indonesia	76.020
Otros países ²⁾	3.780	Yemen	5.400
Total América del Sur	2.577.400	Otros países ⁴⁾	25.080
		Total Asia y Oceanía	152.700
		Producción mundial	3.895.420
		Toneladas	

- 1) Guadalupe, Hawaii, Jamaica, Martinica, Panamá, Puerto Rico, Trinidad y Tobago.
- 2) Bolivia, Guayana Británica, Paraguay, Surinam.
- 3) Cabo Verde, Ghana, Liberia, Nigeria, Santo Tomás y Príncipe, Guinea española.
- 4) Malasia, Nueva Caledonia, Nuevas Hébridas, Borneo Británico, Timor Portugués y Vietnam.

Indenié" (*Coffea canephora* Pierre), también del país, fue abandonado a causa de los fuertes daños causados por el *Stephanoderes hampei* (Cordier, 1960). Más al norte de la zona cafetera se han plantado otras variedades de *C. canephora* llamadas "Kouilou", que son todas demasiado susceptibles al escolítico de los granos.



Figura 1 Distribución del cultivo de café en la Costa de Marfil. Porcentaje del área plantada con café en relación con la superficie total cultivada para cada división territorial.

La traqueomicosis, enfermedad criptogámica debida al *Fusarium xylarioides* Heim y Saccas, viene devastando los cafetales de la Costa de Marfil a partir del año de 1948. Casi todos los cafetos de las variedades "Kouilou" y "gros Indénié" han sucumbido y se han reemplazado por *robusta* originario del Congo Belga, resistente a esta enfermedad. Infortunadamente estos robustas no se han adaptado muy bien a los suelos, generalmente pobres, y al sistema de cultivo extensivo que practica la mayoría de los caficultores africanos. Además esta variedad es muy susceptible al escolítido de las ramas *Xyleborus morstatti* Haged., que hace en ellas verdaderos estragos.

La región del cultivo de café coincide aproximadamente con la del bosque tropical como se muestra en la Figura 1. Se puede ver igualmente allí la importancia relativa del café dentro de la totalidad de los cultivos, sin contar la palma de aceite y la cola que se encuentran en todas partes en estado espontáneo en los bosques secundarios.

El café se cultiva especialmente en pequeñas explotaciones de familia; las plantaciones europeas son poco numerosas y no llegan a más del 5 por ciento de la superficie total plantada con café. Se siembra en las socolas de los bosques, después de algunos cultivos hortícolas, método poco favorable al desarrollo de los cafetos jóvenes; los cuidados que se dan a los arbustos son mínimos; las plantaciones se desyerban antes de la cosecha y no se practica ni poda ni aplicación de fertilizantes y de materia orgánica; en su mayor parte carecen de sombrío.

1.3.- *Stephanoderes hampei* Ferr., Historia

El *Stephanoderes hampei* Ferr., es un pequeño coleóptero de la familia Scolytidae (longitud de la hembra 1.478 mm- mínimo 1.19 mm, máximo 1.69 mm; longitud del macho 1.053 mm- mínimo 0.88 mm, máximo 1.16 mm). El insecto llamado en francés scolyte des graines de café, en holandés koffiebessenboorder (-boeboek), en inglés coffee berry borer, en portugués broca do café, vive únicamente en las cerezas del café, excavando galerías dentro de los granos maduros; la hembra pone allí sus huevos de donde salen las larvas que se alimentan a su vez del grano; la ninfosis tiene lugar en la misma cereza, como también el desarrollo de los adultos y su acoplamiento; los machos no abandonan la cereza donde han nacido. Los daños consisten entonces en una pérdida directa del producto, ya sea por destrucción total o grave perforación de los granos o ya por la pudrición de éstos que sigue al ataque de las cerezas verdes con granos aún en estado lechoso.

El *Stephanoderes* se encontró por primera vez en Francia en granos de café inportados. Ferrari hizo la descripción en 1867 (De Oliveira Filho, 1927). Fleutiaux (1901) lo determinó en cerezas provenientes del Congo. Chevalier (1947) lo encontró en toda el Africa Central y Occidental entre 1902 y 1904.

Pero solamente hacia 1908 se descubrió el insecto como parásito inportante especialmente en Uganda (Wilkinson, 1928). Van Der Weele (1910) lo encontró en Java Occidental en 1909 y lo describió como *Xyleborus coffeivorus*; este autor tiene el mérito de haber reconocido el macho que es mucho más pequeño que la hembra; al mismo tiempo llamó la atención sobre un hongo parásito que causa la muerte del insecto y que fue determinado como *Aspergillus* sp.; probablemente hubo un error por contaminación del aislamiento porque los síntomas descritos son los mismos que se han encontrado para el *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil., aislado más tarde.

En el mismo año Hagedorn (1910) hizo la descripción en insectos provenientes de Uganda y de Angola; Morstatt (1914) constató su presencia en Tanganyika; Vuillet (1914) en Gabon; Corporaal (1921) en Sumatra en 1918; Costa Lima (1922) en el Brasil, donde el insecto fue introducido hacia 1913; Beille (1925) lo encontró en 1922 en Costa de Marfil; Wilkinson (1928) en Kenya. El hallazgo más reciente ha sido en Nueva Caledonia en 1948 (Cohic, 1958).

Lo mismo que el café, el *Stephanoderes* debe tener su origen en el Africa; casi todos los autores señalan a Uganda como país originario, hecho que se basa sobre todo por haberse hallado por primera vez allí el insecto y por encontrarse en este país los himenópteros parásitos. Personalmente pienso que esta localización está poco justificada porque el *Stephanoderes* se detectó, poco más o menos, al mismo tiempo en diferentes países africanos y porque, en cuanto a parásitos se refiere, existe en Costa de Marfil un parásito desconocido hasta el momento.

Procedente del Africa el insecto fue introducido a Java y al Brasil, siendo en estos países donde el escolítido ha tenido su mayor expansión; es también donde se han llevado a cabo los estudios más intensos sobre el insecto. En Africa el insecto provoca de tiempo en tiempo daños considerables pero no alcanza jamás el estado epidémico que se conoce en los países ya citados.

Fuera del Africa el insecto se halla en Colombia*

* Parece que Vayssiére tomó este dato de fuentes erradas, porque hasta la fecha no se ha encontrado en Colombia el *Stephanoderes hampei*, N. del T.

(Vayssière, 1955), en Surinam (Van Dinther, 1960), en Ceylan (Entomol. Div. 1936), Malasia (Corbett, 1933) y en Vietnam (como lo ha afirmado el señor Nanta, que fue entomólogo en este último país antes de la guerra).

Queda por confirmarse su presencia en la India (Coleman, 1931), en Madagascar (Vayssière, l.c.) y en Puerto Rico (Anónimo, 1946).

1-4.- Taxonomía y nomenclatura

Según Balachowsky (1949) la posición sistemática del *Stephanoderes hampei* Ferr. es la siguiente:

orden	:	Coleoptera; división: Polyphaga;
sub-orden	:	Rhynchophora;
super familia	:	Scolytoidea; familia: Scolytidae;
sub-familia	:	<i>Ipinae</i> ; super-tribu: <i>Ipini</i> ;
tribu	:	<i>Cryphalina</i> ; género: <i>Stephanoderes</i> Eichhoff 1871.

Wood (1954) y Da Costa Lima (1956) prefieren hablar de la tribu *Cryphalini* en lugar de considerar una super-tribu y una tribu.

La especie *Stephanoderes hampei* fue descrita por Ferrari (1867) como *Cryphalus hampei*.

Sinonimia: (De Oliveira Filho, 1927)

Stephanoderes coffeae - Hagedorn 1910

Xyleborus coffeivorus - Van Der Weele 1910

Xyleborus coffeicola - Campos Novaes 1922

Xyleborus coffeicola ha sido registrado en sinonimia con *St. coffeae* Haged. por su autor en 1925 (ver la bibliografía de De Oliveira Filho, 1927).

Strohmeyer (1910) identificó *X. coffeivorus* V.D. Weele = *St. hampei* Ferr. y Sampson confirmó que *St. coffeae* Haged. = *St. hampei* Ferr. (ver Roepke, 1919).

La sinonimia entre *St. coffeae* Haged. y *St. hampei* Ferr. no ha sido aceptada por todos los autores. La mayoría denominan el insecto *St. hampei* Ferr., pero algunos entre ellos Vayssiére (1955), prefieren el nombre de *St. coffeae* Haged. La diferencia entre las descripciones de Ferrari y de Hagedorn consiste en la forma de las setas y su implantación sobre los élitros. Los que no han visto los ejemplares de Ferrari o de Eichhoff (quien hizo en 1878 otra descripción de *St. hampei* Ferr. sobre especímenes hallados en su colección y los cuales probablemente intercambió con Chapuis, según lo da a entender el título de su artículo) se pronuncian por una distinción entre *St. hampei* Ferr. y *St. coffeae* Haged.; entre ellos Hagedorn (1910 y 1912), Eggers (1922) y Vayssiére (1923); por el contrario, los que han conocido el material original son partidarios de la sinonimia entre los dos. Entre ellos están Strohmeyer (1910) -ejemplares de Eichhoff, como lo indica Eggers (1922)-, Sampson (1923) -ejemplar de Chapuis-, y finalmente el mismo Eggers, quien según carta del 13 de abril de 1925 (Ver De Oliveira Filho, 1927), dirigida a la Secretaría de Agricultura del Estado de San Pablo, encontró el tipo de Ferrari en el Museo de Zoología de Berlín y lo comparó con el tipo de *St. coffeae* Haged., verificando que se trataba realmente de la misma especie cuyo nombre es, por derecho de prioridad, *St. hampei* Ferr.

Un segundo punto de discordancia se encuentra en el nombre genérico de *hampei*. Gran parte de los autores actuales lo colocan en el género *Stephanoderes* pero los autores brasileros lo clasifican de acuerdo con Da Costa Lima (1928) en el género *Hypothenemus*.

Con el fin de elucidar esta diferencia de opinión, pienso que sea útil revisar brevemente la literatura sobre este tema sin querer, por otra parte, resolver el problema en forma definitiva.

Westwood (1836) describió en 1834 la especie *eruditus* como tipo de un nuevo género *Hypothenemus*. Estableció como principal elemento de diagnóstico el número de artejos de la antena, a saber, 5 (el número de artejos del funículo, comprendiendo el pedicelo, es de 3). Este carácter lo distingue bien de los géneros afines *Hylurgus*, *Tomicus* y *Platypus*.

Eichhoff (1871) estableció el género *Stephanoderes*, distinguiéndolo del género *Cryphalus* por el número de artejos del funículo que es de 5 y situó el *Cryphalus hampei* Ferr. en este género.

Eichhoff (1896) admite que gran mayoría de las especies, sino todas, descritas por él mismo, son congéneres del *Hypothenemus eruditus* Westw. Sin embargo está convencido de que *H. eruditus*

tiene un funículo de 5 artejos y estima que el diagnóstico de Westwood -funiculo de 3 artejos- está equivocado; concluye que el género *Hypothenemus* no es válido ya que se basa sobre un carácter inexistente, y que el nombre *Hypothenemus* debe reemplazarse por *Stephanoderes*; en esta forma comete una falta contra las reglas de prioridad; Blandford (1904), a pesar de seguir la sinonimia de Eichhoff, lo rectifica y da con razón, prioridad al nombre *Hypothenemus*, cuyo número de artejos en el funículo varía de 3 a 5. Este autor es el primero en insistir sobre la importancia de los caracteres sexuales secundarios para la descripción; infortunadamente él no los estudió en el caso del *Hypothenemus*.

Hopkins (1915) restableció los dos géneros *Hypothenemus* y *Stephanoderes*; la única diferencia entre los dos se encuentra en el número de artejos en el funículo que es de 4 para las hembras del *Hypothenemus* y de 5 para las del *Stephanoderes*; para los machos su número es generalmente inferior en 1 artejo. El autor supone que Westwood tomó como tipo un macho (3 artejos) porque encuentra, de acuerdo con Newberry (1910 citado por Hopkins), y en contradicción con Eichhoff (1896) que las hembras de la serie-tipo de Westwood tienen un funículo de 4 artejos. Según la clasificación de Hopkins, *hampei* es aparentemente un *Stephanoderes*. Esta clasificación es seguida por la mayoría de los autores como Schedl (1942), Balachowsky (1949) y Wood (1954).

Por el contrario, Da Costa Lima (1928) sigue a Blandford; el primero estudió algunas especies de los dos géneros y encontró que en las hembras el número de artejos era constante, mientras que era variable entre los machos; 3 a 5 para *Hypothenemus* y 3 o 4 para *Stephanoderes*; su número fue aún diferente en las antenas de un mismo individuo y el autor concluyó que el número de artejos del funículo no es un buen carácter distintivo; además la morfología interna (proventriculo y espermateca) no presentaba diferencia alguna que justificara la existencia de los dos géneros y propuso unificar *Stephanoderes* e *Hypothenemus* bajo el nombre de *Hypothenemus*.

Wood (1954), sin citar a Da Costa Lima, se orienta hacia una opinión similar; anticipó en su revisión de los *Cryphalini* de la América del Norte que un estudio mucho más profundo de todas las especies de *Hypothenemus* y de *Stephanoderes*, sobre todo de las especies tropicales, colocaría el género *Stephanoderes* en un subgénero de *Hypothenemus* o, también, en un sinónimo de éste.*

* F. G. Browne, especialista en escolítidos tropicales, aprueba esta opinión en una carta que me hace llegar por intermedio de L. G. E. Kalshoven, donde escribe: I am rather in favour of uniting these two genera. The rule of a constant number of segments in the funicle is in general a good one, but there are exceptions (e. g. *Polygraphus*), so I do not think the rule can hold unless it is supported by other fairly distinctive characters. There are not other distinctive differences between *Hypothenemus* and *Stephanoderes*.

Para evitar la confusión en la nomenclatura de un insecto que tiene tan grande importancia económica, me ha parecido prudente referirme a la mayoría de los autores. Trataré entonces del *Stephanoderes hampei* Ferr. sin excluir en un próximo futuro una modificación de nombre.

2.- METODOS

La primera dificultad que se presenta en los estudios ecológicos del *Stephanoderes hampei* es debida a la influencia del hombre sobre el insecto.

No podría aceptarse como una situación natural prescindir de la intervención humana en este caso en que el insecto vive a expensas precisamente del producto de la cosecha.

Por otra parte la recolección como se practica en los alrededores es una intervención bastante arbitraria contra el insecto, y está regida por motivos económicos: cosechar lo más pronto posible el máximo de cerezas; con un sistema de esta naturaleza se recolectan cerezas verdes, quedan algunas maduras sobre el arbusto y otras que caen al suelo. Un motivo de orden práctico para rechazar este método es que es de difícil imitación.

Otra posibilidad es la de recolectar cuidadosamente las cerezas a medida que maduran. Este método tiene la ventaja de ser regular y sistemático aunque no es siempre económico; sin embargo se priva al mismo tiempo al insecto del alimento, lo que hace disminuir considerablemente su población.

Finalmente me decidí por un método que es un término medio entre los extremos y que expondré a continuación.

En una plantación de café situada en La Mé, a unos veinte kilómetros al nordeste de Abidján pude disponer de una parcela de 32 pies de café de la variedad "Ebobo" (que pertenece, según Portères, 1959, al grupo de los *robusta*) sembrada en 1952. La mitad de los pies fueron destinados a cosecharse regularmente. La otra mitad, alternando con los primeros, no se recolectaba y sirvió como fuente de infección. De esta manera cada pie cosechado estaba rodeado de cuatro a los que no se tomó cosecha.

Cada 15 días se recolectaron y contaron las cere-

zas rojas de cada pie; se contaron también las cerezas atacadas por el escolitido y que podían reconocerse por el agujero de entrada; a continuación determiné en una muestra de treinta cerezas atacadas el número de individuos de acuerdo con los diferentes estadios del escolitido y de sus parásitos; finalmente coloqué cien cerezas atacadas en una caja-trampa, según la Figura 2, con el fin de poder observar la salida de los adultos del insecto y de sus parásitos.

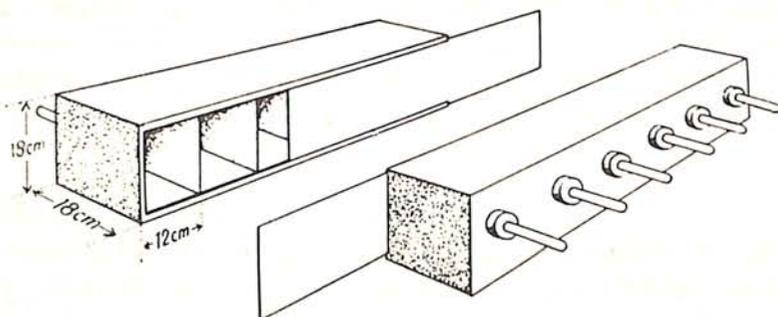


Figura 2 Caja de captura

3.- VARIACION ESTACIONAL DE LA POBLACION DEL STEPHANODERES

En la Figura 3 se presentan los datos obtenidos según las recolecciones regulares de la parcela experimental; se registran también el número total de cerezas maduras y el de cerezas atacadas por el escolitido; las cifras se refieren al total de diez y seis pies. En la misma Figura se presentan los registros pluviométricos, de temperatura máxima y mínima y de humedad relativa. Estas cifras provienen de la estación experimental del I. R. H. O. en La Mé, situada a algunos kilómetros del campo experimental.

La comparación de las cosechas de 1958 y 1959 muestra gran divergencia entre ellas. La diferencia es debida a la precipitación pluvial, agravada además por la débil capacidad de retención de agua de los suelos arenosos terciarios en que estaba sembrada la plantación; a principios del año de 1958 hubo lluvia abundante para las floraciones y formación de frutos. Después la estación larga de las lluvias cesó rápidamente, a fines de junio, y la estación corta de la sequía se prolongó bastante lo que perjudicó por una parte la calidad de la cosecha -muchos granos vacíos-, y afectó fuertemente, por otra, la cosecha de 1959 debido a la formación escasa de leño para fructificación, de donde resulta la poca producción de 1959 que para poder representarla en el gráfico citado se tuvo que emplear una escala diez veces mayor. En 1959 la distribución de las lluvias fue poco más o menos normal.

Se notará en la Figura que el ataque del escolítido fue relativamente más importante en 1959 que en 1958.

La Figura 4 resume los datos relacionados con la densidad de población del *Stephanoderes* y de sus parásitos; en su parte superior está representando el número de los diferentes estadios del escolítido así como el de insectos muertos presentes en las cerezas, calculado sobre la base de 100 cerezas atacadas. Para obtener estos valores fue necesario cortar en trozos menudos los granos de 30 cerezas afectadas, localizando los insectos en las pequeñas e irregulares galerías.

En el Cuadro citado, al lado de la columna de los escolítidos, las columnas más delgadas representan el número de adultos del parásito betilido *Cephalonomia Stephanoderis* Betrem, y el número de cerezas con *Stephanoderes* muertos por el *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil., respectivamente.

En la parte inferior de la misma Figura se encuentran los valores obtenidos con las cajas-trampas; las cerezas se dejaron en estas cajas hasta el tiempo que hubiera hembras que salieran de allí y volaran dentro del tubo de vidrio; se examinó después el contenido de la caja, no encontrándose más que insectos muertos; algunos habían abandonado las cerezas y otros permanecían en ellas; tales cerezas ya no contenían alimento alguno y lo que quedaba del grano era un residuo de polvo negruzco. La causa de la muerte de los insectos fue sin duda, falta de alimento.

Fue muy notable el número elevado de insectos muertos; en promedio solamente el 26.5 por ciento del total de los insectos presentes penetra dentro del tubo, variando este porcentaje de 1 a 52 por ciento. Este fenómeno tiene diversas causas que deben ser consideradas, por un lado la construcción de la caja-trampa, que no parece ser completamente adecuada para atrapar en el tubo todos los insectos que abandonan la cereza y por otra parte, el hecho de que las cerezas pierden parcialmente humedad debido a la recolección, lo que debe influir en el comportamiento de los insectos.

Lo anterior hace que los resultados obtenidos en las cajas-trampas difícilmente puedan utilizarse para el análisis del ataque en condiciones naturales. Estos datos pueden, sin embargo, suministrar conclusiones interesantes en cuanto a la duración del ciclo evolutivo, lo que será tratado en el capítulo siguiente.

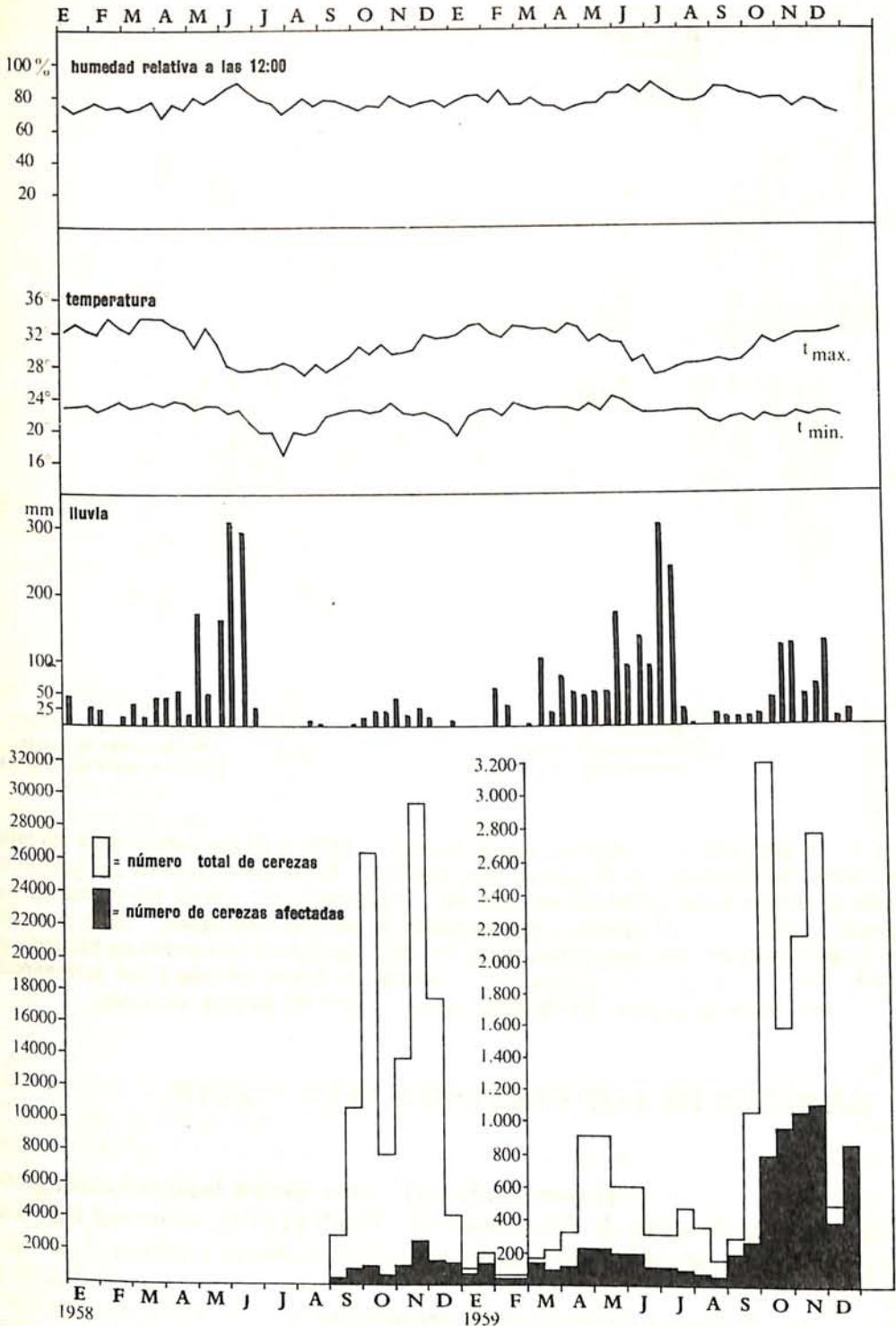


Figura 3 Resultado de las recolecciones en la parcela experimental. Los datos meteorológicos se presentan en la parte superior del gráfico.

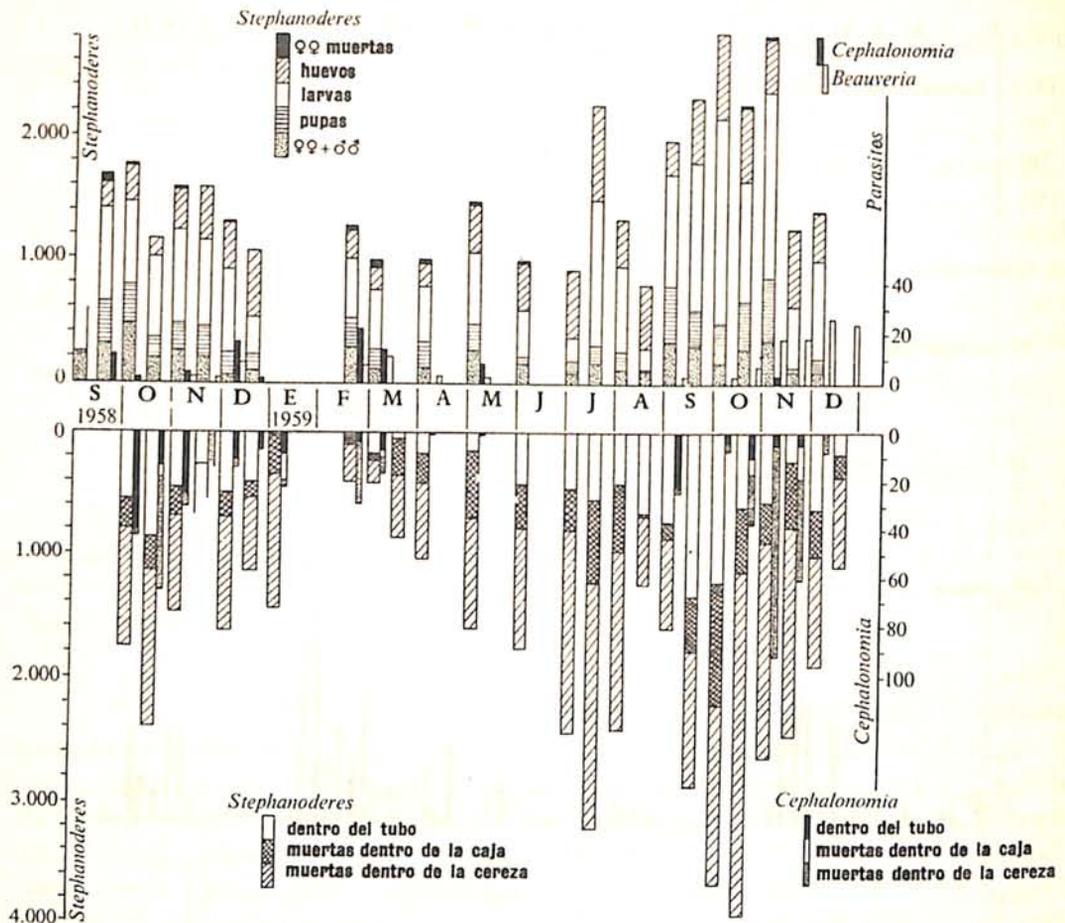


Figura 4 La población de *Stephanoderes hampei* FERR. y de sus parásitos en las diferentes fechas de recolección de la parcela experimental. En la parte superior del gráfico se presenta el número de los diferentes estadios del *Stephanoderes* y el de sus parásitos, determinado en 100 cerezas afectadas, y examinadas en la fecha de recolección. En la parte inferior se presentan los resultados obtenidos en las cajas de captura del número de hembras de *Stephanoderes* y de *Cephalonomia*, atrapadas dentro del tubo o que permanecieron dentro de la caja, determinado también sobre 100 cerezas afectadas.

4.- ANALISIS DE LOS FACTORES ECOLOGICOS

Trataré de la influencia de los factores ecológicos siguiendo la clasificación de Andrewartha y Birch (1954); estos autores distinguen en el medio ambiente cuatro grupos de factores a saber:

1. Factores de orden meteorológico.
2. Nutrición.

3. Otros seres vivos entre los cuales están los individuos de la misma especie y parásitos animales y criptogámicos. En este grupo incluiré la influencia del hombre recolector.
4. El lugar en que vive el insecto; este grupo en el caso del *Stephanoderes*, es idéntico al segundo grupo.

4-1.- Factores de orden meteorológico

4-1.1.- Temperatura

Se sabe que la temperatura tiene influencia importante sobre la duración del ciclo evolutivo de los animales poiquiloterms. Esta influencia se ha determinado por medio de crías a diferentes temperaturas.

El método de cría del *Stephanoderes* es bastante simple; en un tubo de vidrio que contenga una cereza roja fresca se introduce una hembra que acaba de salir; el tubo se tapa con algodón. El ambiente de Adiopodoumé es suficientemente húmedo para impedir el secamiento rápido de la cereza y no hubo necesidad de mantener la humedad del aire dentro del tubo como había que hacerlo en los ensayos conducidos en Java.

Se sigue el desarrollo del insecto abriendo cada dos días 10 cerezas y se cuentan los estadios presentes.

Una ecuación que se emplea con frecuencia para representar la relación entre la duración del ciclo evolutivo y la temperatura es la de la hipérbola $y(t-a) = K$, ecuación en la cual y es el tiempo necesario en el desarrollo completo a una temperatura t , K es una constante y a la temperatura mínima a la cual puede haber desarrollo. Si se reemplaza en esta ecuación la duración del ciclo evolutivo por su inverso, la velocidad de desarrollo, se llega a la ecuación de la línea recta: $v = k(t-a)$ (v = velocidad de desarrollo y $k = 1/K$). Esta ecuación solo es válida dentro de temperaturas normales para el insecto y no en los valores de t (Sping Lin et al., 1954) próximos a los límites de desarrollo; es esta recta la que utilizaré a continuación.

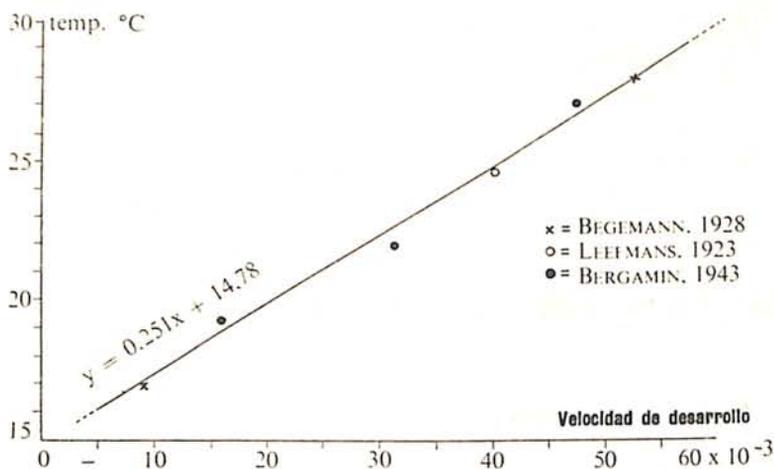


Figura 5 Relación entre la temperatura y la velocidad de desarrollo del *Stephanoderes*, desde la postura hasta la eclosión.

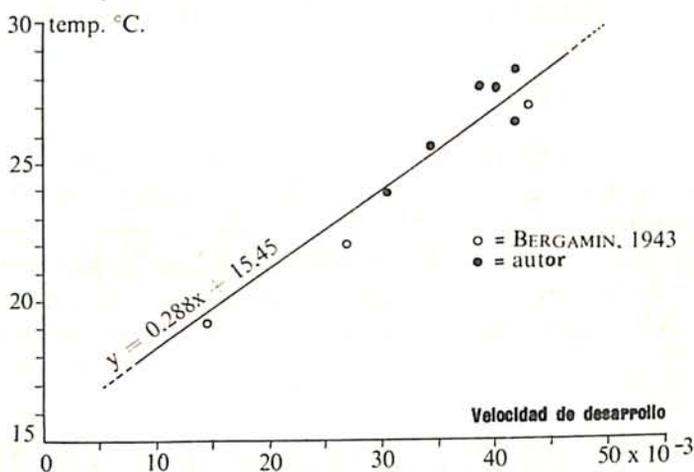


Figura 6 Relación entre la temperatura y la velocidad de desarrollo del *Stephanoderes*, desde la infestación de la cereza, hasta la eclosión.

Los datos obtenidos con estos métodos concuerdan bastante bien con los resultados de Java y Brasil, los cuales se representan en conjunto en las Figuras 5, 6 y 7; la Figura 5 hace relación a ensayos en los que se determinó el tiempo transcurrido entre la postura y la eclosión del adulto; la Figura 6, el tiempo entre la infección de la cereza y la eclosión del adulto y en la Figura 7 el tiempo entre la infección y la salida de las primeras hembras.

La última Figura es la más importante en cuanto se relaciona con la infección en condiciones naturales porque representa, a

una temperatura dada, el tiempo más corto que pasa entre una generación y otra. Bergamin (1943) determinó en esta forma el número de generaciones por año para el estado de San Pablo, Brasil, y llegó a un máximo de 7 como puede verse en el Cuadro 2.

Cuadro 2 Desarrollo de generaciones de *Stephanoderes* en el Brasil

Generaciones	1a.	2a.	3a.	4a.	5a.	6a.	7a.	8a.
Iniciación	4-4'41	23-5	25-8	5-11	22-12	24-1'-42	24-2	27+3
Duración en días	49	94	72	47	33	31	31	
Temperatura media	23,5°	20,0	21,7	23,4	24,1	25,3	25,1	

En los campos hay 4 generaciones desde que principia el ataque en los frutos tiernos (diciembre-enero) hasta la cosecha (mayo); en los otros meses hay solamente 3.

Esto explica parcialmente la notoria gravedad del ataque que puede presentarse en el Brasil cuando la ausencia de frutos maduros durante unos seis meses parece oponerse a un buen desarrollo del escolítico. La evolución lenta durante este período hace que el *Stephano-*

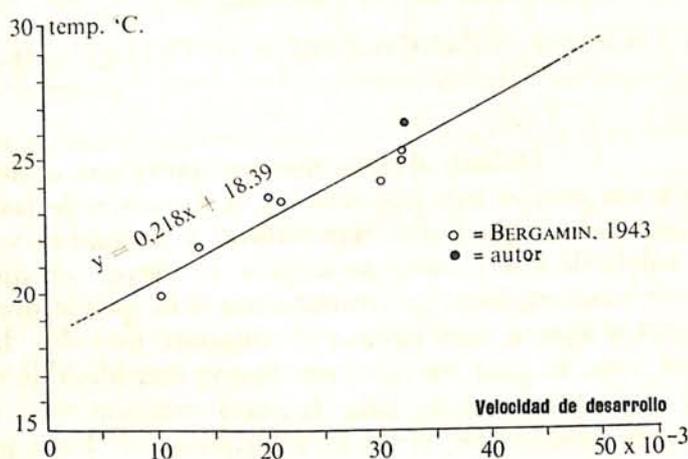


Figura 7 Relación entre la temperatura y la velocidad de desarrollo del *Stephanoderes* desde la infestación de la cereza hasta la salida de la primera hembra joven.

deres se multiplique en proporción a la cantidad de cerezas que han quedado en los árboles o que cayeron a tierra, sin que haya una falta de alimento, lo cual sucedería indudablemente si ocurrieran cuatro o cinco generaciones en lugar de solo tres. Esta circunstancia unida a una recolección poco cuidadosa provoca el desarrollo de un gran número de insectos que afectan los frutos de la próxima cosecha en un momento de mayor multiplicación del escolitido.

Con los datos de Bergamin (1943), que en parte están errados, Mendes (1949) derivó una fórmula que explicaría los daños del escolitido para las condiciones del Brasil en función de las temperaturas durante el año y la población inicial de *Stephanoderes*. El hecho de que Mendes trate de explicar en esta forma el ataque, prueba que en efecto la temperatura juega un papel muy importante en la ecología del escolitido en este país.

Con el auxilio de la Figura 7 y de las temperaturas medias (las de 1959) en Adiopodoumé puede calcularse el número máximo de generaciones que ocurrirían en la parte baja de Costa de Marfil y que, según el Cuadro 3, es de 13.

Cuadro 3 Desarrollo de las generaciones de *Stephanoderes* en la Parte baja de Costa de Marfil

Generaciones	1a.	2a.	3a.	4a.	5a.	6a.	7a.	8a.	9a.	10a.	11a.	12a.	13a.
Iniciación	1-1'59	29-1	22-2	16-3	9-4	3-5	29-5	26-6	31-7	8-9	10-10	7-11	4-12
Duración en días	28	24	23	23	24	26	28	34	39	32	28	27	28
Temperatura media	26,1°	27,2	27,7	27,7	27,5	26,7	25,8	24,7	23,9	25,1	26,2	26,4	26,2

Debido al clima más constante que el de San Pablo, se nota una variación mucho más pequeña en la duración de las generaciones; la recolección tiene lugar entre septiembre y diciembre y es seguida por la estación cálida de enero hasta principios de mayo, en que las generaciones se suceden con rapidez, contrariamente a lo que se presenta en el Brasil. Los insectos agotan muy pronto el alimento que les ha quedado de la cosecha anterior, lo cual reduce en forma considerable su número, mientras que la evolución lenta durante la corta estación seca, de fines de julio a principios de septiembre, frena la multiplicación hasta principio de la gran cosecha. El ataque, generalmente débil, en Costa de Marfil se explica parcialmente por la relación particular de temperaturas y épocas de recolección.

Por interesantes que parezcan estos datos no constituyen sino una simplificación de lo que pasa en realidad; en ellos no se tiene en cuenta la duración del período de la postura; ésta se distribuye dentro de un período por lo menos igual a la duración del ciclo evolutivo. Hago aquí abstracción del hecho de que la hembra podría poner sus huevos después del momento en que los insectos jóvenes se han convertido en adultos; desde este momento incluyo la hembra fundadora en la generación siguiente porque ya no puede distinguirse de las hembras jóvenes y además, porque desde el punto de vista estadístico su presencia no tiene efecto alguno entre las treinta hembras de su descendencia.

El Cuadro 10 de un trabajo de Bergamin (1943), cuyo resumen se presenta en el Cuadro 4, me da la oportunidad de calcular el "día promedio de postura" para una temperatura de 27°C. Este valor equivale al número de días transcurridos entre la postura del primer huevo y la postura del "huevo promedio", y se calcula con la fórmula siguiente:

$$\text{día promedio de postura} = \frac{\sum a b}{\sum b}$$

En esta fórmula se considera el valor de a = número de días después de la postura inicial y b = al aumento de la descendencia (= número de huevos puestos) después de la fecha precedente.

Cuadro 4 Ciclo de postura del *Stephanoderes hampei* temperatura de 27°C

Número de días después de la iniciación de la postura	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25
Número de descendientes	1,5	6,0	13,4	18,0	22,2	33,0	32,0	35,0	38,7	42,7	45,4	43,5	45,7
Aumento de la descendencia	1,5	4,5	7,4	4,6	4,2	11,2	-1,0	3,0	3,7	4,0	2,7	-1,9	2,2

Las cifras negativas se deben a la variabilidad de las posturas de las diferentes hembras.

El "día promedio" para 27°C es de 10,5 días.

Este número de días debe sumarse a los de la duración mínima de una generación. Para la temperatura media del año de

1959 que fue de 26.0°C , se obtiene así una duración de 28.4 días (Figura 7) para formarse una generación, aumentada de 10.5 días, o sea alrededor de 39 días.

Los datos obtenidos por medio de las cajas-trampas pueden proporcionar un valor aproximado de la duración media del desarrollo. Desde principios de octubre de 1958 hasta fines de diciembre de 1959 se colocaron en estas cajas algunas cerezas con diferentes estadios del insecto, desde la hembra en el momento de iniciar el daño hasta la que está próxima a salir. Los diferentes estadios se encuentran presentes dentro de las proporciones correspondientes a su número y a la duración de su desarrollo. Del total puede estimarse que el insecto colocado en la caja gastó la mitad del tiempo entre la infección y la salida de la cereza; el insecto saldrá, entonces, la mitad de este tiempo más tarde.

Al trazar gráficamente la salida de las hembras en función del tiempo se obtiene un curva cuyo máximo corresponde al número de días necesario para que el insecto cumpla la mitad de su desarrollo. La Figura 8 muestra la curva obtenida de acuerdo con el número de hembras salidas durante los días posteriores a la colocación en la caja, calculada sobre 100 cerezas; el gráfico se refiere a un total de 5435 cerezas y a la salida de 19.000 hembras.

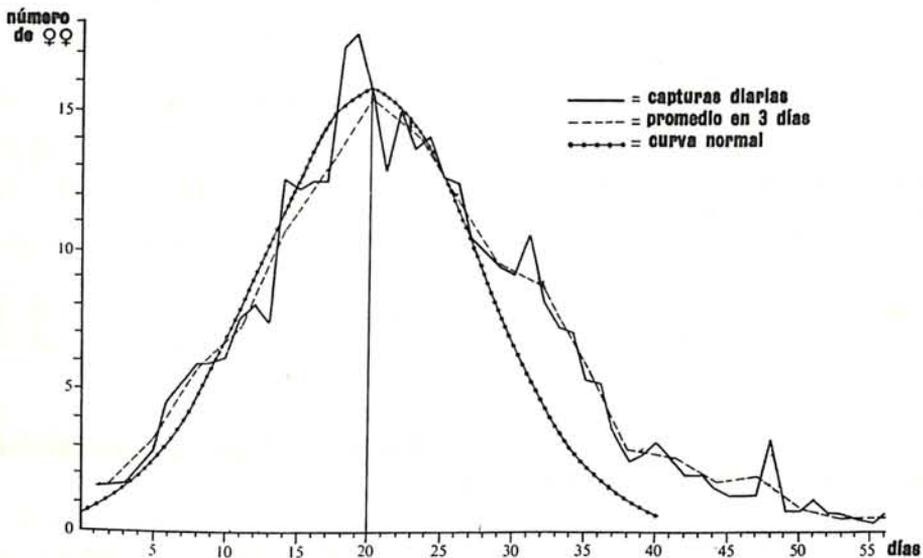


Figura 8 Salida de las hembras de *Stephanoderes* de la caja de captura en función del número de días transcurridos desde la colocación de las cerezas en la caja.

Se puede notar que la gráfica se aproxima, poco más o menos, a una curva de distribución normal y que hay un aumento relativo de las capturas después del trigésimo día, causado por hembras jóvenes que no han entrado en los tubos pero que iniciaron la postura; por este motivo se excluyeron del cálculo de la curva normal los datos de las capturas hechas después de dicho día.

La curva normal que más se aproxima al gráfico de los datos reales es la que tiene por mediana 20.27 días y por desviación típica 7.92 días; ésto corresponde entonces a una duración media de 40.5 días del ciclo evolutivo desde la infestación por la hembra fundadora hasta la salida de las hembras jóvenes; esta cifra es válida para la temperatura media del período correspondiente de octubre de 1958 hasta fines de diciembre de 1959 que fue de 26.0°C.

Se ve que el resultado de 40.5 días se ajusta muy bien al valor de 39 días calculado más arriba, siendo iguales las temperaturas medias.

Se deduce que hay, en promedio, 9 generaciones de *Stephanoderes* por año, con un máximo de 13 y un mínimo de 5 a 6.

4-1-2.- Lluvia

Por asombroso que parezca, para un insecto tan bien protegido dentro de sus galerías contra la interperie, el régimen de lluvias influye de manera importante en la ecología del *Stephanoderes*. Esta influencia no es directa sino indirecta por intermedio de la planta huésped puesto que las floraciones y la formación de frutos están íntimamente ligadas con la distribución de la lluvia.

Los cafés *robusta* y *arabica** florecen esencialmente sobre el leño joven formado durante la estación de las lluvias. En las axilas de las hojas se encuentran las yemas que se diferencian al final del período en yemas florales; éstas alcanzan una longitud de 10 a 12 mm y entran en seguida en un período de reposo que puede durar varios meses;

* Estas variedades nos interesan más especialmente; lo que se diga para ellas no se aplica a los cafés liberica y sus congéneres. Dada su resistencia relativa al escolitido de los granos es superfluo profundizar aquí sobre este tema.

en general este reposo puede romperse por un aguacero de unos 10 mm. Las yemas comienzan de nuevo a desarrollarse y las flores se abren alrededor de una semana más tarde (De Haan, 1923). La lluvia puede intervenir igualmente en este momento, ya que el viento es el agente principal en el transporte del polen; es evidente que la lluvia y la neblina impiden una buena dispersión del polen. Una gran sequía durante el tiempo que sigue a la floración es perjudicial a la formación de los frutos.

La influencia externa de la lluvia puede interferir con las propiedades de las variedades o aún de individuos de la misma variedad de café; una de ellas puede tener floraciones mucho más repetidas que la otra.

En resumen, la lluvia es la que determina el número de cerezas disponibles para el escolítido durante el año; en los climas de estación seca pronunciada las cerezas maduran simultáneamente de manera que después de la recolección no se encuentran en el árbol frutos maduros mientras que en climas sin estación seca como en Sumatra hay floraciones durante todo el año (Deenen, 1936) y, en consecuencia, el escolítido dispone permanentemente de cerezas maduras.

En la parte baja de Costa de Marfil en que la estación seca es pronunciada durante unos tres meses, las floraciones importantes tienen lugar a continuación de los aguaceros en los meses de enero, febrero y marzo. Las cerezas maduran desde septiembre hasta diciembre; también pueden presentarse floraciones en septiembre y octubre, a comienzos de la estación corta de lluvias; estas floraciones, de poca importancia en la región costanera però más importantes hacia el interior, dan origen a la recolección intermedia de julio.

La influencia particular de la lluvia durante los años de mis observaciones ya se discutió en el capítulo 3.

La influencia directa de la lluvia sobre los insectos parece ser muy restringida; observaciones con las cajas-colectoras muestran que los insectos no vuelan durante el tiempo lluvioso.

4-1-3.- Humedad

Mientras la cereza permanezca en el árbol contendrá cierta humedad que está condicionada por el grado de su maduración y por el estado fisiológico de la planta; dicha humedad no se ha determinado

aún con los medios actuales de observación pero debe ser equivalente a la saturación.

La influencia de la humedad del aire sobre la ecología del *Stephanoderes* se limita a los insectos en las cerezas negras, ya sean las que han quedado en el árbol o las que han caído a tierra; la humedad excesiva causa la pudrición de las cerezas afectadas que se encuentran en el suelo, mientras que una humedad baja conduce a su secamiento lo cual reduce en primer lugar la multiplicación del escolítido, la detiene y finalmente provoca la muerte del insecto.

Es evidente que el hombre puede modificar considerablemente por procedimientos culturales la humedad del microclima que presentan las cerezas en el suelo; en efeco el "clean-weeding", que es todavía la práctica corriente en el Brasil (Coolhaas, 1951) y que lo fue en Indonesia durante el periodo de gran desarrollo del escolítido (Leefmans, 1924), impide la pudrición de estos frutos los cuales se encuentran al mismo tiempo protegidos contra el calor del sol por la sombra del cafeto.

Uno de los métodos de lucha, preconizado en estos países, era el de recoger todas las cerezas caídas (el "lelessan"); con lo cual se reduce considerablemente la infestación de la cosecha siguiente (Bergamin, 1944); este método se ha juzgado inútil en Indonesia, sino se establecen dentro de los cafetales plantas de cobertura que se corten regularmente para incorporar la masa vegetal resultante como "mulch" alrededor de los cafetos (Betrem, comunicación personal).

La incidencia del hongo parásito *Beauveria bassiana* está influenciada por la humedad relativa; ver capítulo 4-3-2.

4-1-4.- Sombrío

Es evidente que la acción de los árboles de sombrío sobre el microclima es demasiado compleja; consiste en una interrupción parcial de los rayos solares de una parte, y en reducción de la temperatura del ambiente y aumento de la humedad, por otra. No trataré de analizar este complejo y hablaré de la influencia del sombrío sobre la ecología del *Stephanoderes*.

En una plantación de café mal tenida en que una parte estaba sombreada por especies forestales y la otra estaba a pleno sol, no pude encontrar el parásito del *Stephanoderes*, *Cephalonomia stepha-*

noderis Betrem, sino en la parte al sol, y su ausencia fue completa en la parte a la sombra; esto puede observarse en los datos del Cuadro 5.

Cuadro 5 Influencia del sombrío en la incidencia del *Cephalonomia stephanoderis*

Fechas	Parcela con sombrío		Parcela a pleno sol	
	Número de cerezas atacadas		Número de cerezas atacadas	
	con <i>Cephalonomia</i>	sin <i>Cephalonomia</i>	con <i>Cephalonomia</i>	sin <i>Cephalonomia</i>
25-4-1957	—	150	23	127
19-2-1958	—	55	9	57
22-3	—	39	5	40
25-4	—	38	10	20
30-5	—	20	2	40
Totales		302	49	284

La misma observación se hizo en Uganda por Hargreaves (1936) para los parásitos *Prorops nasuta* Waterst. y *Heterospilus coffeicola* Schmiedeknecht.

Un sombrío denso tiene influencia favorable en el desarrollo del hongo parásito *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil. (Huitema, 1935).

Pinto Da Fonseca (1939) hizo la observación de que en el Brasil hay más ventajas para el ataque en plantaciones sombreadas húmedas que en regiones al sol secas; la causa de ello es seguramente la ausencia del *Prorops* y las mejores oportunidades que tiene el escolítido de sobrevivir en granos que han quedado más húmedos.

4.2.- Alimentación

Como dijimos anteriormente la cereza de café suministra el alimento en todos los estadios del escolítido al mismo tiempo que proporciona el medio para su crecimiento y su reproducción, con excepción hecha de algún tiempo durante el cual la hembra joven vuela en búsqueda de una nueva cereza disponible para el ataque; estas dos funciones

de la cereza frente al escolítido están íntimamente ligadas y es por ello que se tratarán en conjunto.

Con el fin de acopiar mayor información mencionaré, además, que las hembras se han encontrado de cuando en cuando en otras plantas, pero sin que se las haya visto multiplicarse en ellas. Son las siguientes:

- Centrosema plumieri* - tallos y vainas
- Tephrosia* sp. y *Crotalaria* sp. - vainas (Begeman, 1926)
- Hibiscus* sp. - granos
- morera salvaje - frutos (Sladden, 1934)
- Vitis lanceolaria* Wall. - frutos
- Ligustrum pubinerve* - frutos (Leefmans, 1923)
- Phaseolus lunatus* - granos (Hargreaves, 1936)
- Acacia decurrens* - corteza de ramas muertas (Anónimo, 1940)
- Eriobothrya japonica* Lindley - frutos (Cohic, 1958)

Sladden (1934) anota que el *Stephanoderes* ha sido encontrado con posturas en los frutos de *Dialium lacourtianum* (leguminosa). Friederichs (921) lo ha observado haciendo huecos en la corteza de las ramas de café, cerca a la base de los glomérulos. Durante mis ensayos de laboratorio lo ví cavar pequeñas galerías en toda clase de materiales: tapas de corcho y de caucho, parafina, tallos de café y madera.

La única observación del *Stephanoderes* con postura sobre *Dialium lacourtianum* está pendiente de confirmación. Los otros casos de ataque son aparentemente secundarios; la mayor parte de estas plantas se encuentran asociadas con el café; no tengo indicaciones de que esta actividad tenga alguna importancia en la ecología del escolítido.

4-2-1.- Cantidad de cerezas disponibles

Los cálculos preliminares han demostrado que había una correlación entre el porcentaje de cerezas atacadas y el número total de cerezas en una fecha determinada, aunque muy débil para poder explicar las variaciones del ataque. El modelo presentado por Feller (1957) y aplicado por Justesen y Tammes (1960) ayuda a profundizar nuestro conocimiento del problema; los mencionados autores plantean el problema en la forma siguiente:

“ en n cajas se distribuyen r bolas, cada una de

las cuales tiene el mismo chance de caer en cada una de las n cajas. Cuál es la probabilidad, $P_m(r, n)$, de que queden m cajas vacías? Cuál es la esperanza matemática del número de cajas vacías?

La solución es:

$$P_m(r, n) = \binom{n}{m} \sum_{v=0}^{n-m} (-1)^v \binom{n-m}{v} \left(1 - \frac{m+v}{n}\right)^r$$

La esperanza matemática, λ , del número de cajas vacías se obtiene multiplicando a $P_m(r, n)$ por n^r . En el problema propuesto nos hemos interesado en el caso en que r y n son grandes y en que r/n es finito. En este caso la distribución es aproximadamente la de Poisson; el número esperado de cajas vacías es:

$$\lambda = ne^{-\frac{r}{n}}$$

λ está estimado por m , que es el número observado de cajas vacías. Por tanto

$$m = ne^{-\frac{r}{n}} \quad \ln \frac{m}{n} = -\frac{r}{n}$$

Se reúnen las condiciones del modelo anterior porque la población del insecto, r , y el número total de cerezas, n , son grandes y la densidad del insecto r/n tiene un valor finito. La condición según la cual cada insecto tiene el mismo chance de infectar cada cereza es válida para las densidades dadas; al lado de cerezas atacadas regularmente por una sola hembra se encuentran cerezas atacadas por 2 o 3 hembras; la probabilidad de que todavía haya más es muy pequeña y, en consecuencia, despreciable.

El número total de todos los estadios del escolíido presentes en el grupo de cerezas afectadas, recolectadas en la fecha anterior, sirve para estimar el valor de r , pero esto no es más que una aproximación del número real, el cual está formado por las hembras adultas provenientes de los árboles vecinos que no se han cosechado. Además los estadios iniciales, huevos y una parte de las larvas no se desarrollan en hembras dentro del intervalo de quince días comprendido entre el conteo y la recolección siguiente; por este motivo no hay que atribuir a este número sino un valor relativo.

En el Cuadro 6 se presentan los valores de r , n y

m , el de la densidad de insectos r/n y el del logaritmo natural de la proporción de cerezas sanas $\ln \frac{m}{n}$

Quadro 6 Población de *Stephanoderes*, r , número total de cerezas, n , número de cerezas sanas, m , y sus transformaciones para cada una de las fechas de recolección en la parcela experimental.

r	n	m	$\ln \frac{m}{n}$	$\frac{r}{m}$
15.729	26.468	24.479	-0.078	0.59
42.613	7.930	7.284	-0.084	5.37
8.165	13.822	12.586	-0.093	0.59
20.048	29.482	26.757	-0.097	0.68
44.254	17.584	16.068	-0.090	2.52
20.375	4.212	2.800	-0.408	4.84
15.730	1.054	344	-1.121	14.92
1.808	224	125	-0.583	8.07
1.170	1.829	1.370	-0.289	0.64
6.802	1.230	838	-0.384	5.53
3.900	653	410	-0.465	5.97
2.255	474	368	-0.254	4.76
2.403	368	290	-0.238	6.53
1.043	166	100	-0.508	6.28
4.034	1.154	879	-0.272	3.50
6.399	3.184	2.381	-0.290	2.01
22.886	1.574	610	-0.947	14.54
21.979	2.154	1.104	-0.667	10.20
29.852	2.749	1.655	-0.508	10.86
13.784	495	96	-1.640	27.85

El coeficiente de correlación entre r/n y $\ln \frac{m}{n}$ es -0.951, bastante satisfactorio.

La ecuación de regresión es $\ln \frac{m}{n} = -0.058 \frac{r}{n} - 0.056$, la cual se representa en la Figura 9.

Se observará que la recta corta la ordenada muy cerca del origen; el valor de la constante, -0.056, es despreciable y el origen cae dentro del intervalo de confianza; la recta encontrada se ajusta entonces muy bien al modelo.

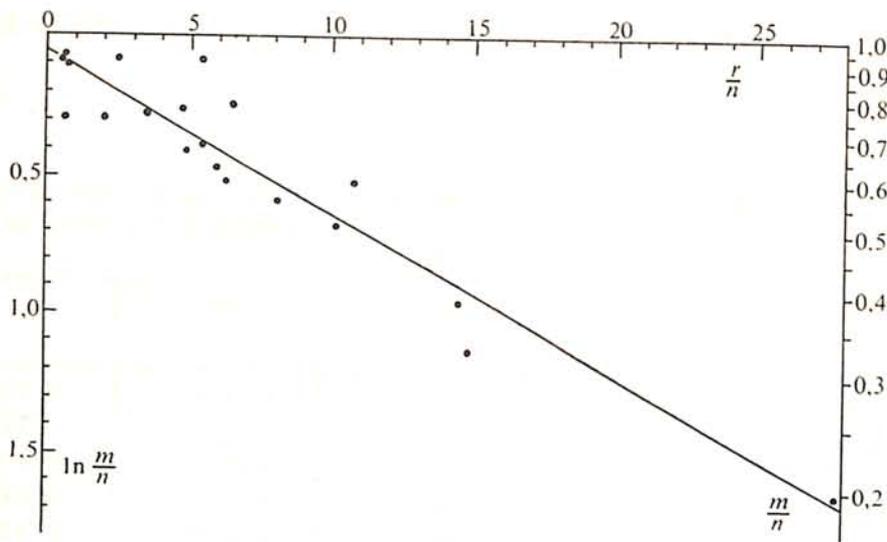


Figura 9 Relación entre la proporción de cerezas no afectadas, expresada en logaritmo natural y la densidad de población del *Stephanoderes*, en las recolecciones sucesivas de parcela experimental en La Mé. La escala de la derecha indica la proporción real.

En resumen de lo que se ha expuesto puede decirse que la proporción de cerezas sanas en ciertas fechas de recolección se explica en función de la densidad de la población del *Stephanoderes*, estimada en la forma descrita anteriormente.

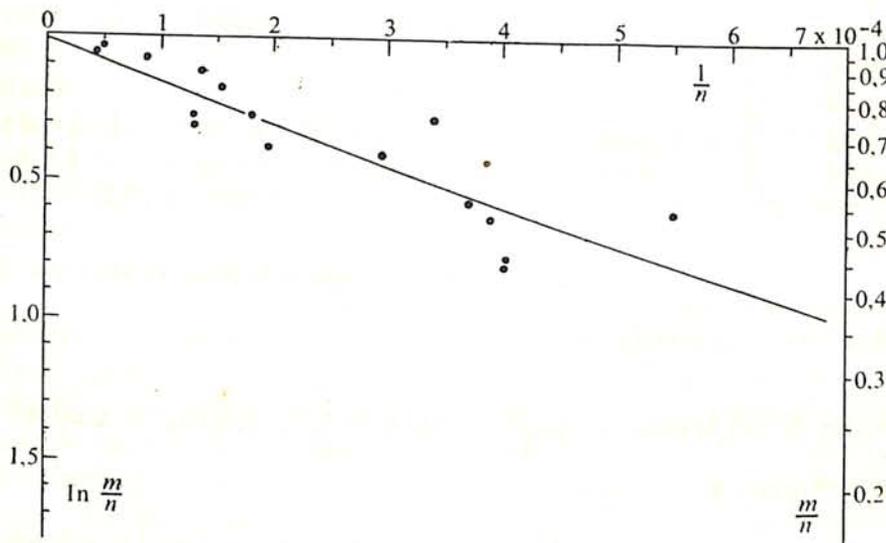


Figura 10 Relación entre la proporción de cerezas no afectadas, expresada en logaritmo natural, y el inverso del número total de cerezas en las recolecciones sucesivas de la plantación Ophir, sembrada en 1931 en Sumatra. La escala de la derecha indica la proporción real.

Se concluye también que el número de todos los estadios del escolitido recolectados en la fecha precedente proporciona una buena medida, aunque siempre relativa, del número de hembras del *Stephanoderes*, provenientes en su mayoría de los arbustos vecinos no recolectados. Un caso particular del modelo se presenta cuando el número de hembras que atacan a las cerezas, r , es constante. Desde ese momento la proporción de cerezas sanas dependerá únicamente de la abundancia de cerezas; la ecuación de regresión se convierte entonces en:

$$\ln \frac{m}{n} = -k \frac{1}{n}, \text{ en donde } k = r$$

En las Figuras 10 y 11 se presentan dos ejemplos, el primero tomado de la plantación "Ophir" en Sumatra (Indonesia), de clima bastante húmedo y recolecciones distribuidas muy regularmente durante todo el año (datos extraídos de Betrem, 1935 y de Deenen, 1936) y el otro de una plantación situada sobre las costas de Mont Kelud al oriente de Java de marcada estación seca y recolección muy concentrada (datos tomados de Betrem, 1935).

Los coeficientes de correlación entre $\ln m/n$ y $1/n$ son respectivamente -0.886 y -0.947 y las ecuaciones de regresión:

$$\ln \frac{m}{n} = -0.144 \frac{1}{n} - 0.009 \quad \text{y} \quad \ln \frac{m}{n} = -0.008 \frac{1}{n} - 0.152$$

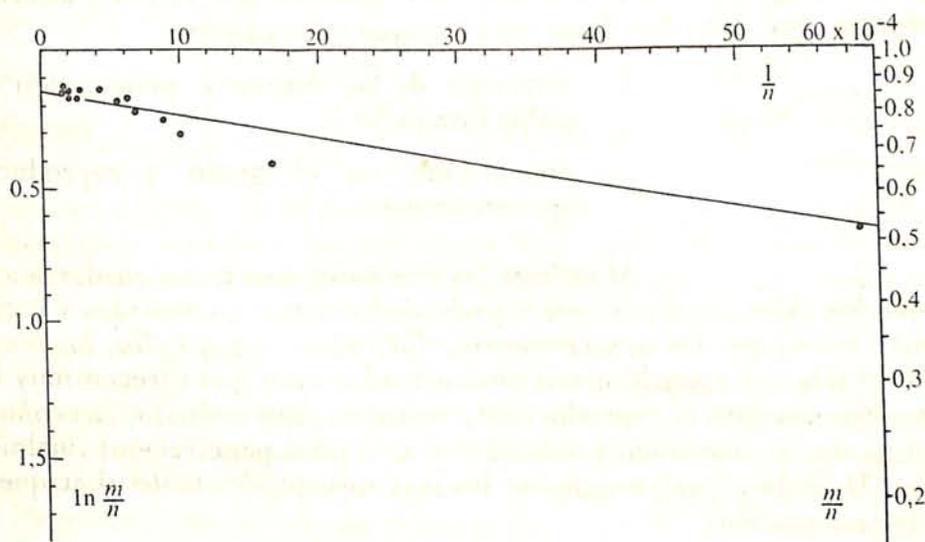


Figura 11 Relación entre la proporción de cerezas no afectadas, expresada en logaritmo natural, y el inverso del número total de cerezas en las recolecciones sucesivas en una plantación de café de Java Oriental (Mont Kelud). La escala de la derecha indica la proporción real.

La causa de este número constante de hembras que atacan a las cerezas debe buscarse en el hecho de que se recolectaba con mucha regularidad puesto que cada tres semanas aproximadamente se visitaba la misma parcela retirando así gran parte de la población de *Stephanoderes*; en el capítulo 4-3-1 volveré a tratar sobre este tema.

4-2-2.- Resistencia y susceptibilidad de las variedades de café al escolitido

Leefmans (1923) ya había llamado la atención sobre la diferencia de susceptibilidad en las diversas especies (variedades) de café al ataque del *Stephanoderes*; el mecanismo de la resistencia no le era muy conocido, pero las anotaciones de sus cuadros muestran, aún así, algunos caracteres que él juzgaba importantes. En el Jardín Experimental de Bogor, Indonesia, Leefmans hizo observaciones sobre el ataque durante un año; las variedades estaban sembradas verosímelmente cerca las unas a las otras; la cantidad de cerezas afectadas en una variedad; se debe entonces, parcialmente por lo menos, a los insectos provenientes de otras variedades; ellas no indican pues lo que pueda esperarse en una plantación cultivada con una sola variedad; allí la infestación de una variedad poco susceptible será todavía más reducida por la falta de una infección exterior.

Resumo su Cuadro XV en el Cuadro 7 dejando sin cambiar los nombres de las variedades; los porcentajes se han clasificado en tres categorías: bajo, mediano y alto, señalado por 1, 2 o 3 asteriscos. Se observa que hay dos fases en el ataque a los cafetos:

1. atracción de las cerezas y penetración en la pulpa (ataque)
2. penetración en el grano y reproducción (penetración).

Al utilizar las tres categorías mencionadas se constata que los cafés *excelsa*, *liberica* y *abeokutae* son poco atacados y con poca penetración; que los *aruwimiensis*, *dybowski*, *stenophylla*, *laurentii* y el híbrido *liberica* x *arabica* son poco atacados pero que ofrecen muy buenas condiciones para la reproducción, mientras que *robusta*, *canephora* y *congensis* son medianamente atacados y con poca penetración; finalmente Quillou, Uganda y *quillouensis* son los más susceptibles tanto al ataque como a la penetración.

Uno de los factores que determinan la atracción es la forma de la cereza o, mejor, la forma del disco; en su trabajo de penetración la hembra tiene necesidad aparentemente de un punto de apoyo para su

Cuadro 7 Ataque de diferentes variedades de café en Bogor (según Leefmans, 1923)

Variedades	Porcentaje de cerezas afectadas	Porcentaje de cerezas con posturas con relación al número de cerezas afectadas
<i>excelsa</i>	17 *	28 *
<i>liberica</i>	22 *	25 *
<i>abeokutae</i>	16 *	24 *
<i>liberica x arabica</i>	30 **	23 *
<i>aruwimiensis</i>	18 *	44 **
<i>dybowski</i>	7 *	36 **
<i>stenophylla</i>	9 *	53 **
<i>laurentii</i>	22 *	77 ***
<i>robusta</i>	34 **	69 ***
<i>canephora</i>	49 **	77 ***
<i>congensis</i>	42 **	69 ***
<i>arnoldiana</i>	43 **	65 ***
Quillou	73 ***	81 ***
Uganda	65 ***	85 ***
<i>quillouensis</i>	79 ***	79 ***

cuerpo y lo encuentra en el pedúnculo o en el disco, lugar más favorable para la penetración; no escoge las superficies lisas, salvo en el caso de las cerezas caídas a tierra o en los ensayos de laboratorio en que la hembra utiliza la tierra o las paredes del recipiente como soporte.

El disco puede ser más o menos prominente o estar en el mismo plano de la superficie de la cereza. En su Cuadro XVIII Leefmans (1. c.) distingue tres formas de disco en el café *dybowski*, a saber disco prominente, poco prominente y aplanado, a los cuales corresponden los porcentajes de cerezas atacadas de 6.2, 5.8 y 1.6 respectivamente.

Al separar las cerezas del café *aruwimiensis* (Leefmans 1. c., Cuadro XVI) en dos categorías, la primera con discos más o menos prominentes y la segunda sin prominencia, se obtienen en su or-

den 33 y 13 por ciento de cerezas afectadas.

El mismo fenómeno explica la diferencia observada en muchas partes, y también por mi mismo, entre los *kouillou* de disco prominente y los *robusta* de disco aplanado, siendo los primeros más severamente atacados que los *robusta*.

Al comenzar la perforación de un hueco en la cereza, la hembra encuentra un obstáculo que podrá sobrepasar o le impedirá penetrar hasta el grano. Leefmans (1. c.) supone que el grado de dureza del pergamino es el factor decisivo; difícilmente se comprende sin embargo, según eso, cómo el *Stephanoderes* puede distinguir para penetrar una cereza negra de *abeokutae* (var. Gros Indénié) y no una cereza madura de la misma variedad. Otros autores por ejemplo Vayssiére (1955), han constatado que el espesor de la pulpa es, entre todos, el factor limitante; en efecto, una hembra que trata de penetrar en una cereza de *Coffea excelsa*, *C. liberica* o *C. abeokutae*, en determinado momento no está ni en contacto con la epidermis de la cereza ni está todavía en contacto con el pergamino; más que todo se encuentra dentro de la pulpa que es muy rica en agua; las paredes del agujero no se secan como sucede en las variedades de pulpa delgada.

El espesor de la pulpa es muy variable para las diferentes variedades; los cafés *arabica* pueden tener una pulpa demasiado gruesa que impida la penetración del escolítico y yo hice la misma observación en algunas cerezas de *robusta*.

4-2-3.- Influencia del grado de maduración de las cerezas sobre el ataque y la reproducción del escolítico

No siempre la cereza de café proporciona al insecto un medio favorable para su multiplicación; éste exige cierto grado de madurez, lo cual no excluye que las cerezas muy tiernas sean atacadas; las hembras penetran en estas cerezas, cuyos granos tienen todavía consistencia lechosa, muy superficialmente y los abandonan luego de pasado un tiempo en busca de otros más convenientes; Leefmans (1923) comprobó lo anterior y yo he constatado el mismo fenómeno; en la forma acostumbrada introduje en tubos de vidrio una hembra y una cereza verde; después de 5 días las hembras habían penetrado en las cerezas; entonces se introdujo una cereza roja en el mismo tubo; un día más tarde, dentro de 48 cerezas que comprendía el ensayo se encontraron 8 cerezas rojas atacadas y en 7 de los otros tubos la hembra había abandonado la cereza verde; 13 días después de

la introducción de la cereza roja había 32 cerezas rojas atacadas contra solo 10 cerezas verdes y 6 hembras muertas dentro de los tubos.

Una vez que las cerezas verdes han sido abandonadas, las esporas de bacterias y de hongos tienen libre acceso a ellas; este ataque puede provocar pérdidas considerables a causa de la pudrición de los granos; es solo cuando los granos se han vuelto más duros que se presenta un medio apropiado para la multiplicación del escolítido.

He ensayado diferentes métodos con el fin de determinar el momento en que la cereza ofrece condiciones necesarias a la multiplicación, dando preferencia a aquellos que la dejan intacta.

La dureza del grano, que es un índice de la madurez, se midió con un penetrómetro cuyo principio se basa en hacer penetrar una aguja dentro de la cereza algunos milímetros hasta el grano; la fuerza necesaria para la penetración se mide en función del desplazamiento de un resorte en espiral. Este método ofrece pocas perspectivas y el de la resistencia de una corriente eléctrica tampoco sirve mucho.

Sin medios para estimar el grado de maduración de los granos *in situ*, parecía muy simple entonces cortar la cereza en dos, dar la mitad a una hembra dentro de un tubo de vidrio y determinar el contenido de agua en la otra mitad (por secamiento en la estufa a 105°C). La idea básica es de que la madurez es inversamente proporcional al contenido de agua.

El contenido de agua de las dos mitades muestra muy leve variabilidad; la diferencia media entre ellas determinada en 25 cerezas, fue de 1.43 por ciento; el valor mayor de esta diferencia es de 2 por ciento para $P=0.05$ por ciento. El método es pues razonablemente seguro.

25 días después de la infección se examinaron las mitades de las cerezas y se contaron los diferentes estadios del escolítido; en el Cuadro 8 se presentan los resultados. Allí he indicado cuando la hembra se encuentra viva o muerta, a continuación el número de larvas y de huevos como también el aspecto de los granos: grano normal, *N*; grano arrugado aún de color verdoso, *M*; grano arrugado de color negrozco (con poco alimento), *R*; y grano reseco prácticamente sin endospermo, *V*.

Se ve en el Cuadro que las cerezas con un contenido de agua superior al 65 por ciento ofrecen condiciones poco favorables al desarrollo del escolítido y que este desarrollo se suspende prácticamente con humedades superiores al 75 por ciento. La hembra muere de hambre

Cuadro 8 Multiplicación de *Stephanoderes* en granos con diferentes cantidades de agua (♀ : fundadora: v: viva; m: muerta). Ver el texto

Cantidad de agua	41-50				50-55				55-60				60-65				65-70				70-75				75-80				> 80							
	♀	v	huevo	grano	♀	v	huevo	grano	♀	v	huevo	grano	♀	v	huevo	grano	♀	v	huevo	grano	♀	v	huevo	grano	♀	v	huevo	grano	♀	v	huevo	grano				
• 13	—	N			• 12	•	N		m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
• 14	—	N			• 13	•	M		• 20	•	N		• 15	•	N		• 1	•	N		• 1	•	N		• 1	•	N		• 1	•	N		• 1	•	N	
• 22	•	N			• 8	—	N		• 21	—	N		• 19	•	N		• 3	—	—	—	• 2	—	—	—	• 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
• 19	•	N			m	—	N		• 18	—	N		• 17	•	N		• 3	—	—	—	• 2	—	—	—	• 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
• 20	•	N			• 12	—	N		• 12	—	N		• 12	—	N		• 3	—	—	—	• 2	—	—	—	• 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
• 4	—	N			• 11	—	N		• 12	—	N		• 12	—	N		• 3	—	—	—	• 2	—	—	—	• 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
• 9	—	N			• 19	—	N		• 12	—	N		• 12	—	N		• 3	—	—	—	• 2	—	—	—	• 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
• 8	•	N			• 8	—	N		• 14	—	N		m	•	N		• 1	—	—	—	• 2	—	—	—	• 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
• 20	—	N			• 17	•	N		• 10	—	—	—	• 10	—	—	—	• 1	—	—	—	• 1	—	—	—	• 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
• 11	•	N			• 11	—	—	—	• 10	—	—	—	• 10	—	—	—	• 1	—	—	—	• 1	—	—	—	• 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
• 2	—	N			• 9	—	N		• 21	•	N		• 21	•	N		• 1	—	—	—	• 1	—	—	—	• 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
• 18	•	N			• 11	•	N		• 11	•	N		• 11	•	N		• 1	—	—	—	• 1	—	—	—	• 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Totales	17x	171	51	12xN	100x	186	11	11xN	100x	104	11	6xN	100x	54	9	6xN	20x	17	16	14xN	24x	18	—	14xN	100x	7	—	2xN	4xN	7	—	2xN	4xN	7	—	1xM
Numero promedio de larvas y de huevos por hembra viva.		17				17				19				12							7				4				1					1		

cuando se ve forzada a permanecer dentro de un grano con tenor de agua superior al 85 por ciento.

ATRACCION DE LAS CEREZAS EN FUNCION DE SU MADUREZ

De acuerdo con Leefmans (1923) se sabe que las hembras prefieren las cerezas negras a las rojas y éstas últimas a las verdes: En los ensayos él colocó 30 hembras simultáneamente ante 10 cerezas negras, 10 rojas y 10 verdes (20 repeticiones); después de un día se encontraron 145, 110 y 95 cerezas infestadas, respectivamente.

En un ensayo semejante coloqué una hembra del insecto con una cereza roja, una amarilla y una verde (29 repeticiones); la cereza roja fue preferida a las otras y pasado un día la hembra había escogido 19 veces la cereza roja, 9 veces la amarilla y 3 veces la verde. Las hembras prefieren entonces la cereza que más convenga a su descendencia, por lo menos cuando tienen la oportunidad de escoger; el ataque a las cerezas verdes en las condiciones de campo tiene lugar especialmente cuando no hay cerezas más convenientes para el insecto;

He tomado en consideración los factores ópticos y olfatorios al investigar cuáles pueden ser los factores de atracción de las cerezas maduras.

SELECCION OPTICA

Con el fin de someter a prueba el sentido óptico de las hembras hice imitaciones de cerezas con bolas de algodón que coloreé con acuarela en negro, rojo, amarillo y verde que representaban los diferentes estados de maduración; después las embebí en parafina líquida, dejándolas secar hasta que tomaran la forma de una cereza de café.

Se colocó una bola de cada color dentro de una caja de Petri con cierto número de hembras de *Stephanoderes*, localizadas en el centro de la caja; 12 a 18 horas más tarde hice un control para saber donde estaban las hembras; se consideraba que habían escogido esta bola si ellas se encontraban debajo de ella o alojadas dentro; si se encontraban en otra parte se estimaba que ellas no la habían escogido.

En el Cuadro 9 presento un resumen de los resultados de este ensayo, al mismo tiempo que su significación matemática calculada por medio de Ji cuadrado. La serie de ensayos ha sido muy concluyente; las bolas de color negro son preferidas a las de color rojo y éstas a las amarillas y verdes; estas experiencias prueban que las hembras son capaces de distinguir las cerezas maduras por medio del sentido óptico.

Cuadro 9 Preferencia de las hembras de *Stephanoderes* por bolas de diferentes colores

Experi- mento Nº	Número de repe- ticiones	Número de ♀ ♀ por caja	Número ♀ ♀ por bola				χ^2	P
			negra	roja	ama- rilla	verde		
1.	10	20	52	64	21	15	4.447	0.220
2.	5	20	12	22	4	14	12.615	0.006
3.	12	8	41	7	9	12	44.330	0.001
4.	10	20	74	37	14	25	5.443	0.150
5.	8	8	25	7	2	13	25.085	0.001
Totales			204	137	50	79		0.06*

* Probabilidad calculada de acuerdo con Fisher (1950) p. 99 : The combination of probabilities from tests of significance.

SELECCION OLFATIVA

También es interesante saber si el olor de las cerezas representa algún papel en la orientación del escolítido; con este fin se empleó un método simple, el "screen-test" según Dethier (1937). El principio es el siguiente: se ofrece a un insecto el material cuyo poder de

atracción se desea conocer cubierto por tul con el fin de evitar el contacto directo del insecto; se observan entonces los movimientos del insecto colocado sobre el tul.

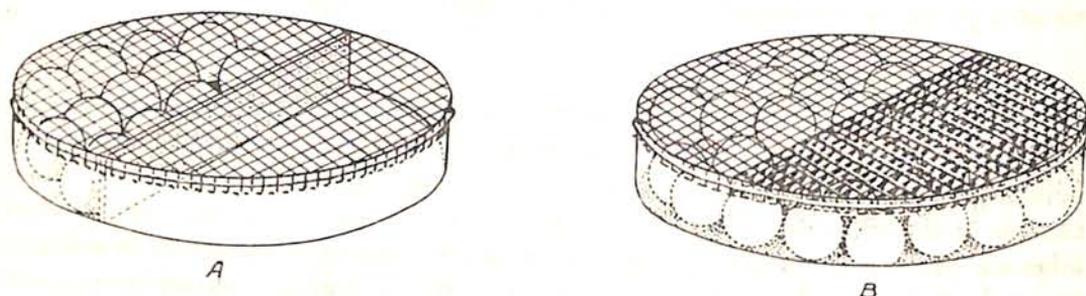


Figura 12 Caja de Petri. llena de cerezas de café para el ensayo del "screen-test". A, la caja dividida en dos partes. B, caja con la mitad de su superficie cubierta con celofán.

En la práctica se llena completamente con cerezas de café la tapa de una caja de Petri (de 10 cm. de diámetro); cubriendo la mitad de la superficie con una hoja de celofán liso (Fig. 12B); en algunos ensayos el recipiente se divide diametralmente en dos; una mitad se llena con cerezas y la otra se deja vacía o se llena con cerezas de un color diferente (Fig. 12A). El conjunto se cubre con un tul de nylon de malla fina; las hembras se colocan en el punto medio sobre el tul y se tapan con el fondo de la caja de Petri; sobre la caja se coloca un vaso de cartón sin fondo para evitar las perturbaciones del fototropismo del insecto. Después de un minuto se determina la distribución de las hembras sobre la superficie y cada experiencia se repite 10 veces. En los cuadros siguientes las probabilidades, P , de transgresión están dadas por los totales *; cuando los resultados son significativos para $P=0.05$ lo indico por medio de un asterisco.

Se hicieron los ensayos siguientes:

Sobre la caja completamente llena de cerezas rojas (con el fin de evitar la atracción del color) se colocaron 20 hembras a la vez; la mitad de la caja se cubrió con celofán. Como puede observarse en el Cuadro 10, las hembras tuvieron preferencia definida (hipótesis alternativa: $P > \frac{1}{2}$) por la parte olorosa (mitad de la caja sin cubrir), es decir, por las cerezas rojas.

Cuadro 10 Resultados de 5 ensayos, con 10 repeticiones cada uno, llevados a cabo para investigar la selección olfativa del insecto

Número del experimento	Número de ♀♀ en la parte superior de las cerezas rojas		P
	Olor	Celofán	
2	112	88	
4	131	69	
9	116	84	
10	131	69	
19	89	68	
Totales	579	378	< 0.0002*
Indices	100	69	

Para estar seguros de que el celofán no tiene efecto repelente sobre las hembras y que la humedad en la superficie de las cerezas rojas no ejerce atracción sobre ellas, se ejecutaron las siguientes dos series de experimentos:

1. la caja vacía con una de sus mitades cubierta por celofán.
2. el fondo de la caja cubierto con papel de filtro humedecido, y sobre éste, una mitad de la caja cubierta por celofán. En los Cuadros 11 y 12, respectivamente, se presentan los resultados obtenidos (hipótesis alternativa $p \neq \frac{1}{2}$).

* Se quiere someter a prueba la hipótesis de que los insectos escogen sin preferencia una de las dos mitades de la caja; o dicho de otra manera, la probabilidad elemental de que los insectos escojan la mitad odorífera A es $p = \frac{1}{2}$ y que si ellos escogen la mitad B es $q = 1 - p = \frac{1}{2}$. El número de insectos (n) en la mitad A es una muestra de una distribución de probabilidad binomial con los parámetros p y $n + m$ en que m es el número de insectos en la mitad B. La hipótesis nula es $p = \frac{1}{2}$ y las hipótesis alternativas son: $p > \frac{1}{2}$ en el caso que haya un objeto supuestamente atractivo y $p \neq \frac{1}{2}$ en el caso en que no se presenta la preferencia supuesta. La probabilidad $P(\underline{n} \geq n)$ se calcula por medio de una aproximación normal con corrección de continuidad

$$P(\underline{\chi} \geq \frac{n - \frac{1}{2}(n + m) - \frac{1}{2}}{\frac{1}{2}\sqrt{n + m}})$$

en que $P(\underline{\chi} \geq a) = \int_a^{\infty} (2\pi)^{-\frac{1}{2}} \exp.(-\frac{1}{2}t^2) dt.$

Cuadro 11 Resultados de 3 ensayos realizados para investigar el posible efecto repelente del celofán sobre el insecto

Nº del ensayo	Número de hembras en la superficie de las dos mitades de la caja		P
	sin celofán	con celofán	
3	90	110	
6	111	89	
7	104	96	
Totales	305	295	0.367
Indices	100	97	

Cuadro 12 Resultados de 6 ensayos ejecutados en la investigación de la atracción de la humedad sobre el insecto

Nº del ensayo	Número de ♀♀ en la superficie de las dos mitades de la caja		P
	mitad húmeda	mitad con celofán	
5	131	69	
8	108	92	
11	110	90	
28	67	111	
33	85	82	
33a	70	97	
Totales	571	541	0.192
Indices	100	95	

En los dos casos la hipótesis nula no se ha rechazado. Es entonces muy improbable que haya una influencia del celofán o de la humedad sobre el comportamiento de las hembras.

Bajo las condiciones ofrecidas o sea de cerezas cubiertas con tul de nylon el color no tiene un efecto suplementario en la atracción de las hembras. Esto está demostrado en los dos ensayos siguientes en que solo la mitad de la caja se llenó de cerezas rojas mientras que la otra mitad se llenó con papel de filtro seco o papel de filtro humedecido (hipótesis alternativa $p > \frac{1}{2}$). Obsérvense los Cuadros 13 y 14 respectivamente.

Cuadro 13 Resultados de 4 ensayos sobre la selección del insecto entre cerezas rojas y papel de filtro seco

Nº del ensayo	Número de ♀ ♀ en la superficie		P
	mitad con cerezas rojas	mitad con papel seco	
14	136	124	
15	86	51	
16	71	83	
17	94	52	
Totales	387	310	0.002*
Indices	100	80	

Cuadro 14 Resultados de 2 ensayos sobre la selección del insecto entre cerezas rojas y papel de filtro húmedo

Nº del ensayo	Número de ♀ ♀ en la superficie		P
	mitad con cerezas rojas	mitad con papel humedecido	
18	108	52	
27	89	111	
Totales	197	163	0.041*
Indices	100	83	

Los resultados son comparables a los del Cuadro 10.

Los ensayos con cerezas verdes indican que las hembras también perciben estas cerezas con su olfato (hipótesis alternativa $p > \frac{1}{2}$; verse los Cuadros 15 y 16).

Guadro 15 Resultados de 2 ensayos con cerezas verdes sobre la selección del insecto por su sentido olfativo

Nº del ensayo	Número de ♀ ♀ en la superficie		P
	cerezas verdes sin celofán	cerezas verdes con celofán	
30a	95	80	
31a	97	80	
Totales	192	160	0.049*
Indices	100	83	

Guadro 16 Resultados del ensayo sobre la selección olfativa del insecto entre cerezas verdes y papel de filtro humedecido

Nº del ensayo	Número de ♀ ♀ en la superficie		P
	Cerezas verdes	Papel humedecido	
26	116	84	0.014*
Indice	100	72	

Finalmente comparé la atracción de las cerezas rojas con las de las cerezas verdes (hipótesis alternativa $p \neq \frac{1}{2}$); los resultados de estos ensayos se resumen en el Cuadro 17.

Se ve en este cuadro que las cerezas verdes son definitivamente preferidas a las rojas; en las condiciones naturales, como ya se demostró, son las cerezas rojas las más frecuentemente atacadas. De lo anterior es necesario concluir que el olfato desempeña un papel subordinado a la vista en cuanto a la escogencia de las cerezas, lo cual está de acuerdo con el hecho de que las hembras vuelan siempre en pleno día desde la 1 hasta las 5 de la tarde aproximadamente.

Cuadro 17 Resultados de 7 ensayos sobre la selección olfativa del insecto entre cerezas rojas y verdes

Nº del ensayo	Número de ♀ ♀ en la superficie de las cerezas		P
	cerezas rojas	cerezas verdes	
20	60	108	
21	79	89	
22	75	125	
23	97	103	
24	58	142	
24a	114	86	
25	109	91	
Totales	592	844	< 0.0002*
Indices	100	143	

Hago mención de dos ensayos más que se realizaron con cerezas rojas, cubierta la mitad de la caja con celofán, en presencia de hembras a las cuales se habían cortado las antenas; estos ensayos prueban (hipótesis alternativa $p > \frac{1}{2}$) que el sentido del olfato no solamente se encuentra localizado en las antenas sino en otras partes del cuerpo. Ver Cuadro 18.

Cuadro 18 Resultados de 2 ensayos sobre la selección olfativa de los insectos sin antenas

Nº del ensayo	Número de ♀ ♀ en la superficie		P
	cerezas rojas sin celofán	cerezas rojas con celofán	
12	119	81	
13	68	32	
Totales	187	113	< 0.0002*
Indices	100	60	

4-3-. Otros seres vivientes

Entre los factores bióticos que afectan la ecología del *Stephanoderes*, se distinguen por su importancia especial, tres elementos que contribuyen a su mortalidad; en los capítulos siguientes se tratarán sucesivamente la influencia del hombre, los parásitos y el efecto de la densidad del *Stephanoderes* sobre su multiplicación.

4-3-1 Influencia del hombre

Como ya se dijo en el capítulo 2 el hombre desempeña necesariamente un papel importante en la ecología del *Stephanoderes* al recolectar las cerezas de café; de esta manera priva al escolítido de sus posibilidades de multiplicación y retira al mismo tiempo de la plantación un gran número de insectos.

Es sobre los hechos mencionados antes en que, especialmente, se basa la lucha contra el escolítido: recolección regular y retirada de las cerezas negras que han quedado sobre los árboles o que han caído a tierra; en las regiones de recolección más o menos continua, se ha tratado de hacer una interrupción en el ciclo recolectando en cierta época todos los frutos verdes que están por debajo de un determinado grosor; si se aplican cuidadosamente estas medidas reducirían la infestación de manera considerable; en esta forma se ha llegado a disminuir en Vietnam la infestación desde 80 hasta 5 por ciento (Nanta, comunicación personal); Bergamin (1944) encontró en ensayos realizados en el Brasil una reducción de 22 a 5 por ciento al recoger inmediatamente después de la cosecha toda cereza que había quedado en la plantación.

Ya se vió en el capítulo 4-2-1 que una recolección cuidadosa debería mantener constante la población de *Stephanoderes*; las siguientes observaciones hacen este fenómeno más comprensible.

El examen del contenido de las cerezas afectadas, teniendo en cuenta únicamente aquellas con postura de *Stephanoderes*, ha mostrado que hay muy pocos insectos jóvenes en las cerezas recolectadas bimensualmente en la parcela experimental, mientras que hay muchos más en las cerezas provenientes de los muestreos irregulares en otra parcela. Ver Cuadro 19.

Cuadro 19 Contenido de cerezas afectadas provenientes de recolecciones bimensuales en La M6 y de muestreos irregulares

Número de cerezas	Recolecciones bimensuales						Muestreos irregulares						
	♀ ♀	♂ ♂	pupas	larvas	huevos	descenden- cia pro- media por cereza	Número de cerezas	♀ ♀	♂ ♂	pupas	larvas	huevos	descenden- cia pro- media por cereza
45	47	—	—	—	424	9.4	17	22	—	—	—	96	5.6
14	14	—	—	148	—	10.6	19	33	—	—	260	—	13.7
109	111	—	—	1328	1165	22.9	77	102	—	—	1053	617	21.7
29	29	—	181	408	—	20.3	10	10	—	53	156	—	20.9
42	42	—	259	923	257	34.3	11	11	—	44	260	52	32.4
31	239	27	195	431	193	34.0	62	845	83	325	1125	568	46.5
44	359	48	375	521	—	28.6	127	2758	244	531	1398	—	37.8
Totales 1)	314	841	75	1010	3759	2039	323	3781	327	953	4252	1333	
	270	788	68										
Totales	584	1629	143										

1) Entre los cuales 60 cerezas contienen insectos jóvenes; en dichas cerezas se tuvieron en cuenta solo los estadios adultos.

En el primer caso $31 + 44 + 66 = 141$ para 584, o sea el 24 por ciento de las cerezas contienen insectos jóvenes contra $62 + 127 = 189$ para 323, o sea el 59 por ciento en el segundo caso; si se supone que cada cereza contiene una hembra fundadora hay, en promedio, 1.8 y 10.6 hembras jóvenes por cereza afectada, respectivamente. Es evidente que en el primer caso las hembras jóvenes han tenido mayores posibilidades de salir que en el segundo; sin embargo es demasiado difícil calcular el número de hembras que han salido. Presentaré dos sistemas de aproximación para tratar de averiguar esto último.

Supongamos que la sexta hilera del cuadro da el máximo número de descendencia para las cerezas consideradas; la diferencia entre los promedios de las hileras sexta y séptima proporciona los siguientes valores para las hembras salidas: 5.4 hembras de 44 cerezas para 314, o sea 0.8 hembras por cereza atacada y 8.7 hembras salidas de 127 cerezas para 323 o sea 3.4 hembras, con respecto a los dos grupos.

La proporción entre machos y hembras podría ser otro punto de referencia, dada la permanencia de los machos dentro de las cerezas en que nacieron; en las crías de laboratorio he encontrado en la descendencia 5765 hembras y 363 machos o sea 15.88 : 1 en cerezas con muchos insectos jóvenes; este valor podría emplearse en los cálculos si fuera porque el *Stephanoderes* es ligeramente protándrico. En las cerezas en que los adultos comenzaban a salir de las pupas encontré 568 hembras contra 69 machos, o sea 8.23 : 1. Fijemos una proporción de 12 : 1 sin duda demasiado alta para las recolecciones bimensuales- y en los muestreos irregulares una proporción de 12 : 1 para la sexta y de 15 : 1 para la

séptima hilera del cuadro; en esta forma el número de hembras salidas es entonces de 1.2 y 3.4, respectivamente.

Es evidente que con las recolecciones hechas cada 15 días la población del *Stephanoderes* apenas podrá mantenerse, y esto con una rata de multiplicación del escolitido de 30 a 40, a condición de que queden cerezas en la plantación; el nivel de infestación depende entonces del nivel inicial (al principio del periodo de cosecha) de la población de insectos.

Los datos del cuadro sobre la recolección bimensual y lo que se ha dicho en el Capítulo 4-1-1 sobre la duración del ciclo evolutivo del *Stephanoderes* nos llevan a la conclusión de que el ataque de las cerezas seguido por el nacimiento de una descendencia tiene lugar generalmente unos 20 días a más tardar antes de que la cereza tome un color rojo.

Vemos entonces que el hombre puede ser el factor de mortalidad más importante del *Stephanoderes*.

Sin embargo razones económicas parecen oponerse actualmente a una intensidad de recolección de tal naturaleza, por la excesiva demanda de mano de obra. Es mi opinión que la intensificación de las labores culturales y una buena escogencia de los cafetos para siembra, de preferencia clones, reducirían considerablemente los gastos de un sistema de recolección de esta clase.

Finalmente, a partir de la segunda guerra mundial se han desarrollado métodos de lucha con productos químicos que consisten en uno o dos tratamientos de los cafetos con un insecticida en el momento en que comienza el ataque de la nueva cosecha (ver por ejemplo: Schmitz y Crisinel, 1957, y Willet, 1957.)

4-3-2 Parásitos del *Stephanoderes hampei* Ferr.

Los parásitos conocidos del *Stephanoderes hampei* son los himenópteros *Prorops nasuta* Waterston (1923) y *Heterospilus*

coffeicola Schmiedeknecht (1923) de las familias Bethyridae y Braconidae, respectivamente. Fueron encontrados por primera vez en Uganda por Hargreaves (1926) en 1923; el mismo autor (l. c.) encontró en 1921 otro parásito no determinado, del cual proporciona algunos detalles biológicos, pero este insecto no ha vuelto a encontrarse. Waterston (1923) describió un himenóptero de la familia Calliceratidae, *Calliceras dictynna* Waterst., como parásito del *Stephanoderes*; este insecto fue encontrado por Hargreaves y probablemente se trata de un hiperparásito a semejanza de otros Calliceratidae (ver Clausen, 1940).

Finalmente, encontré en Costa de Marfil un nuevo parásito himenóptero descrito por Betrem (1961) con el nombre de *Cephalonomia stephanoderis*, familia Bethyridae.

Entre los hongos se encuentran dos parásitos del *Stephanoderes*: *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil. y *Spicaria javanica* Bally.

Prorops nasuta Waterston.

Es este uno de los parásitos que ha sido objeto de los más intensos estudios; Hargreaves (1926) proporciona detalles sobre su biología. Después de paralizar por medio de picaduras una larva del último estadio o una pupa de *Stephanoderes*, la hembra del *Prorops* le adhiere un huevo en la parte ventral; la joven larva se alimenta como exoparásito succionando el contenido del hospedero en un período de 3 a 4 días; a continuación teje un capullo de seda en el interior de la cereza, dentro del cual tiene lugar la ninfosis; la duración de este estadio es de unos 21 días. El ciclo evolutivo completo, desde la postura del huevo hasta la salida del adulto, dura en promedio 27 días. Los adultos se alimentan con estadios iniciales del *Stephanoderes* (e igualmente con adultos de *Stephanoderes*, según De Toledo, 1942). El número máximo de huevos observados es de 37. Regularmente se presenta la paternogénesis y de los huevos infecundados no nacen sino machos; Puzzi (1939) encontró una proporción de 75 por ciento de hembras.

El parásito se introdujo en Java (Friederichs, 1925) y en Ceilán (Hutson, 1939), pero el insecto no pudo establecerse en esos

países; por el contrario la introducción al Brasil fue coronada con todo éxito (De Toledo, 1942). Sin embargo la intensidad del parasitismo es demasiado irregular en este país y el *Prorops* no llega a mantener la infestación sobre el *Stephanoderes* dentro de límites razonables.

Pocas veces he encontrado el *Prorops* en Costa de Marfil (insectos determinados por J. G. Betrem, Deventer), y su importancia parece ser muy poco significativa en esta región.

Heterospilus coffeicola Schmiedeknecht.

Mientras que el *Prorops nasuta* se encuentra en las cerezas infestadas desde hace algún tiempo, *Heterospilus coffeicola* se halla especialmente en cerezas con ataque reciente.

La hembra de *Heterospilus* pone un huevo por cereza; una vez que sale la larva se alimenta de huevos y de larvas tiernas de *Stephanoderes*, llegando a consumir hasta 15 (30 a 40 según De Toledo Piza y Pinto Da Fonseca, 1935) durante los 18 a 20 días que dura su desarrollo (Hargreaves, 1926); a continuación elabora un capullo sedoso cerca del orificio de la galería después de haber matado a la hembra del *Stephanoderes* (De Toledo Piza y Pinto Da Fonseca, l. c.). Este insecto es, pues, más predador que parásito.

Los adultos no viven en el interior de la cereza como en el caso *Prorops* y no se ha podido conseguir posturas en el laboratorio; el conocimiento de su biología permanece aún demasiado fragmentario y faltan datos, particularmente sobre su tasa de multiplicación.

Durante la etapa de mis observaciones no encontré *Heterospilus* en Costa de Marfil.

Cephalonomia stephanoderis Betrem (Figuras 13 y 14).

Cephalonomia stephanoderis es el parásito más

importante del *Stephanoderes* en Costa de Marfil; su biología es bastante similar a la de *Prorops nasuta*; la hembra pone sus huevos, uno por larva, sobre la parte ventral de las larvas del último estadio y que han quedado paralizadas por sus picaduras; la larva hunde su cabeza dentro del huésped y le succiona todo su contenido, no quedando más que la cutícula (planchas 1, 2 y 3). No he encontrado el estadio larval del insecto sino en muy pocas veces y su duración debe ser muy corta, aún cuando no ha sido observada directamente; Van Emden (1931) comprobó una duración de 3 a 4 días para las larvas de *Cephalonomia quadridentata* Duchaussoy a una temperatura de 23°C.

La ninfosis tiene lugar en un capullo sedoso que elaboran algunas veces en el interior de la galería o más frecuentemente en el espacio entre la almendra y el pergamino; las larvas construyen sus capullos unos junto a otros como se ve en la Figura 15; el número máximo de capullos observados en una cereza ha sido de 22 y constituían la descendencia de una sola hembra.

Los adultos de *Cephalonomia* se alimentan con insectos adultos de *Stephanoderes*; esto puede verificarse en las observaciones que se resumen en el Cuadro 20.

Las cifras del cuadro son demasiado elocuentes; en las cerezas sin *Cephalonomia* la muerte de las hembras se debe probablemente a vejez, Cuadro 20 a y b, y a la falta de alimento, Cuadro 20 c; también puede deberse al *Beauveria bassiana* sin que se haya presentado desarrollo exterior del micelio o a *Cephalonomia* que ya ha desaparecido.

Muy frecuentemente se encuentran cerezas atacadas con un adulto de *Cephalonomia* sin postura de huevos; aún así este individuo ha matado la mayor parte de los adultos de *Stephanoderes* que se encontraban allí.

No se han hallado posturas que den nacimiento a solo insectos machos; sin embargo este fenómeno es bastante común en *Prorops nasuta* (Hargreaves, 1926) en *Cephalonomia quadridentata* Duchaussoy (Van Emden, 1931) y en *Cephalonomia gallicola* Ashmead (Kearns, 1934) e implica la reproducción por partenogénesis; la proporción entre machos y hembras de *C. stephanoderis* fue de 1 : 4.8 (81 machos y 387 hembras).

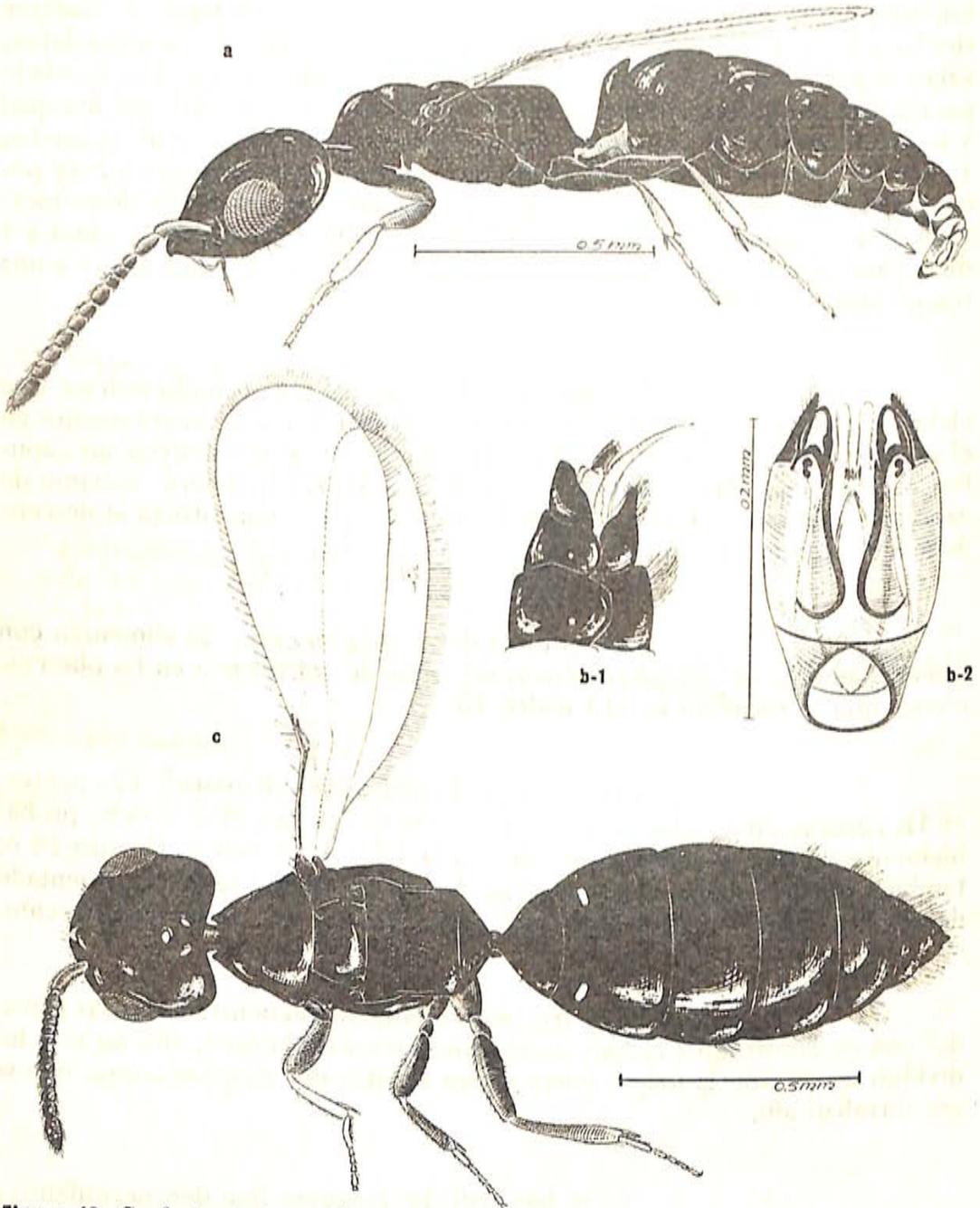


Figura 13 *Cephalonomia stephanoderis* Betrem.

- a) Parte lateral del macho
- b-1 Aparato genital de la hembra
- b-2 Aparato genital del macho
- c) Parte superior de la hembra.

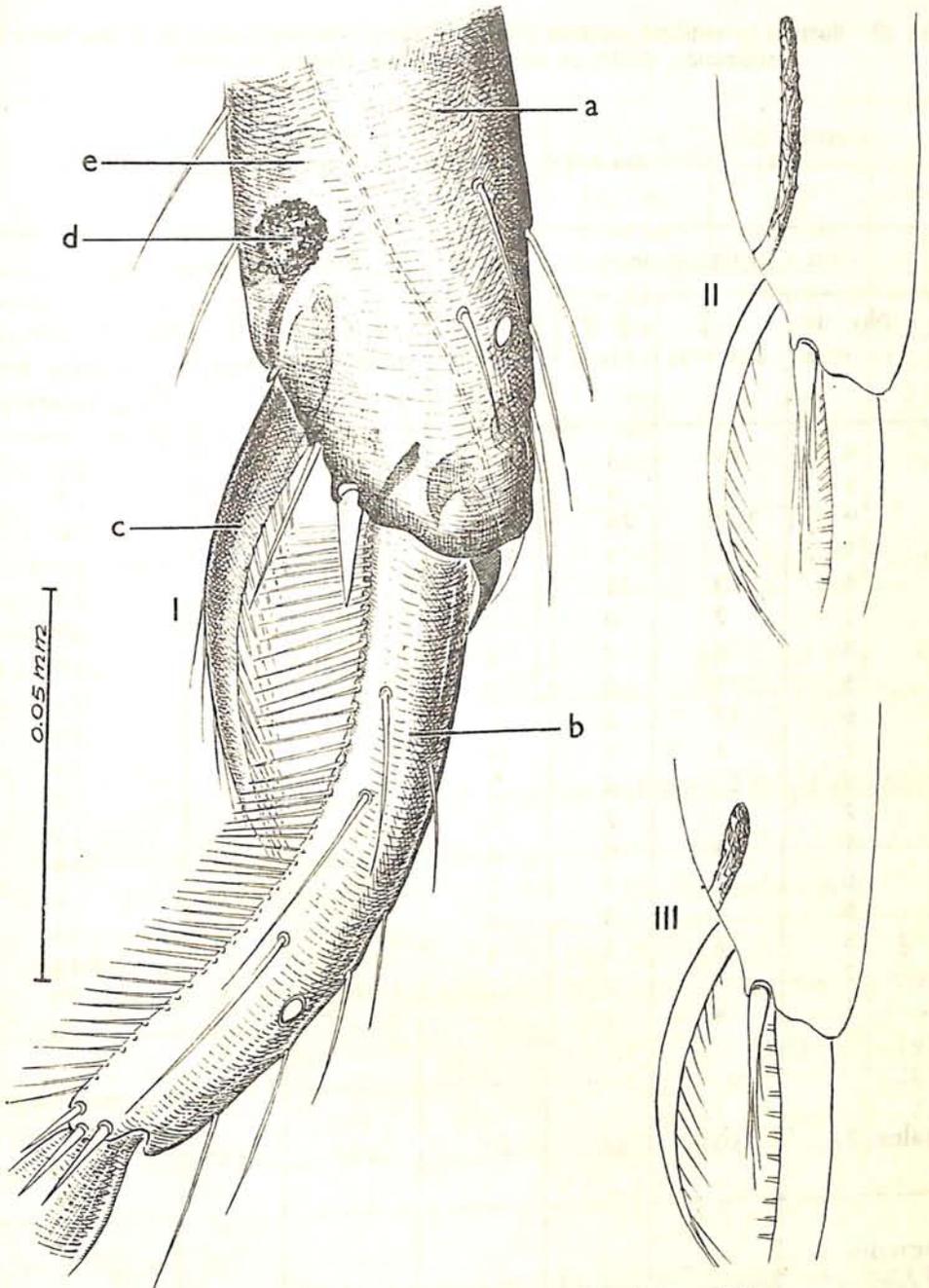


Figura 14 *Cephalonomia stephanoderis* Betrem detalles de las patas.

I Pata anterior de un macho; a, tibia; b, metatarso; c, espuela; d, glándula de secreción.
(Preparación en ácido lácteo)

II Pata posterior del macho.

III Pata posterior de la hembra. Obsérvese el dimorfismo sexual de la glándula de secreción.

Cuadro 20 Número de hembras muertas y vivas de *Stephanoderes*, para la misma fecha de recolección, dentro de cerezas con y sin *Cephalonomia*.

a). Cerezas rojas de la parcela experimental

Con <i>Cephalonomia</i>				Sin <i>Cephalonomia</i>		
Nº de cerezas	♀ ♀ muertas	♀ ♀ vivas	Nº de cerezas	♀ ♀ muertas	♀ ♀ vivas	Nº de cerezas afectadas sin ♀ ♀ muertas
4	35	3	4	4	20	23
5	51	4	8	13	96	17
9	203	24	3	15	48	16
5	34	4	5	23	42	12
4	19	21	2	2	2	23
1	2	0	1	3	3	39
8	26	9	1	1	2	20
3	1	0	1	1	8	21
6	32	6	1	1	0	10
2	1	3	—	—	—	14
8	22	0	2	4	2	9
2	1	2	—	—	—	13
5	4	0	4	5	12	14
6	39	5	3	14	9	6
6	7	3	2	2	8	13
5	16	1	4	13	5	16
2	4	0	1	1	0	20
1	4	1	—	—	—	20
Totales 82	501	86	42	102	257	306
Promedio por cereza	6.1	1.0		2.4	6.4	
Promedio de ♀ ♀ muertas de todas las cerezas atacadas				0.3		

b). Cerezas atacadas de los muestreos irregulares

Con <i>Cephalonomia</i>			Sin <i>Cephalonomia</i>		
Nº de cerezas	♀ ♀ muertas	♀ ♀ vivas	Nº de cerezas	♀ ♀ muertas	♀ ♀ vivas
7	129	3	26	4	145
5	51	4	24	13	295
10	203	24	17	28	516
12	69	27	35	28	210
25	110	15	52	12	177
48	166	15	69	65	194
Totales 107	728	88	223	150	1537
Promedio por cereza	6.8	0.8		0.7	6.9

c). Cerezas viejas con gran mortalidad de *Stephanoderes*

Con <i>Cephalonomia</i>			Sin <i>Cephalonomia</i>		
Nº de cerezas	♀ ♀ muertas	♀ ♀ vivas	Nº de cerezas	♀ ♀ muertas	♀ ♀ vivas
24	691	66	72	1022	198
Promedio	28.8	2.8		14.2	2.8

No se han encontrado individuos ápteros como se presentan en las especies citadas de *Cephalonomia*.

Los ensayos de crianza no han tenido mucho éxito, debido en parte a una falta de parásitos y también porque solo unas pocas hembras pusieron huevos al ser colocadas en tubo de vidrio con cerezas a-

fectadas; la única observación que hice fue de que los primeros adultos de *Cephalonomia* salían de la cereza 30 días después de la entrada de la hembra.

La influencia del *Cephalonomia* sobre la población de *Stephanoderes* es muy débil en las condiciones en que esta población se desarrolla en el interior de las cerezas regularmente recolectadas, como puede verse en la Figura 4. Como máximo había 21 *Cephalonomia* para 100 cerezas atacadas; este hecho no llama mucho la atención porque el parásito se desarrolla especialmente dentro de las cerezas viejas que contengan larvas del *Stephanoderes* en su último estadio.

Por lo contrario, en los árboles no cosechados el porcentaje de cerezas atacadas con *Cephalonomia* puede alcanzar 27 por ciento para las cerezas rojas y 50 por ciento para las negras.

Al parecer muy pocos escolítidos llegan a salir de una cereza que contenga *Cephalonomia*. Este puede ser responsable de una reducción considerable de la población de *Stephanoderes* que pueda quedar en cerezas sin recolectar después del período de la cosecha en una plantación bien cuidada: en esta forma disminuye el nivel de la población inicial al principio de la cosecha siguiente; durante este período es posible que se presente gran mortalidad del escolítido debido a falta de alimentación como se ha discutido en el Capítulo 4-1-1, mortalidad que puede alcanzar a la causada por acción del *Cephalonomia*.

En plantaciones mal cultivadas la influencia del *Cephalonomia* debe ser mucho más importante.

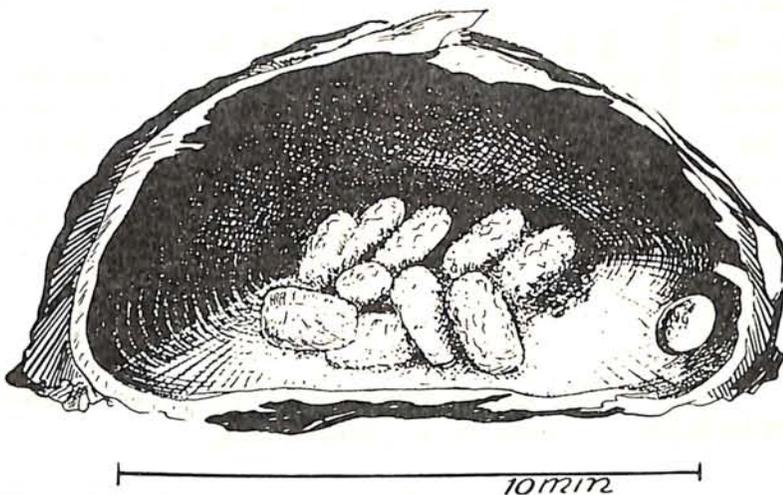


Figura 15 Capullos de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem en el interior del pergamino de café. Puede observarse a la derecha el orificio de entrada del *Stephanoderes*.

Beauveria bassiana (Bals.) Vuil.

Sinonimia : *Botrytis bassiana* Bals. = *Beauveria stephanoderis* (Bally) Petch = *Botrytis stephanoderis* Bally.

V. D. Weele (1910) ya había comprobado la presencia de un hongo sobre ejemplares muertos de *Stephanoderes*; Leefmans (1923) probó su naturaleza parasitaria; Bally (Friederichs y Bally, 1923), describió el hongo como *Botrytis stephanoderis* y alcanzó a aislar una segunda especie, *Spicaria javanica* Bally; el primero es el más extendido y se encuentra presente igualmente en Costa de Marfil (determinado por J. A. Von Arx, Baarn).

Como Roger (1953) ha presentado un resumen de la literatura no trataré entonces sino los puntos relativos a mis propias observaciones.

Las condiciones que favorecen la infección de *Beauveria* son un cielo nublado y una humedad relativa elevada, más o menos del 80 por ciento (Pascalet, 1939). Si la humedad relativa es excesiva la longevidad de las esporas decrece considerablemente (Roger, l. c.).

La Figura 4 indica la frecuencia de *Beauveria*, expuesta en número de cerezas que contengan escolítidos parasitados (que se reconocen por el micelio blanco que crece entre los tegumentos) en 100 cerezas afectadas; este número fue insignificante durante gran parte del período considerado, a excepción de los meses de noviembre y diciembre de 1959 en los cuales los porcentajes alcanzaron 26 por ciento de cerezas con *Stephanoderes* parasitados; la estación larga de las lluvias de mayo a julio es aparentemente demasiado húmeda para que pueda haber una gran multiplicación del hongo.

Si comparamos la estación corta de las lluvias, septiembre a noviembre de 1959 con la misma estación del año anterior, la primera parece haber sido mas larga y más húmeda con lluvias escasas repartidas regularmente. Ver Cuadro 21.

Cuadro 21 Registros meteorológicos durante la estación corta de las lluvias en los años de 1958 y 1959 (Estación de Adiopodoumé)

Meses	No de días lluviosos		mm de agua		Humedad relativa a las 12:00 horas		Porcentaje de insolación	
	1958	1959	1958	1959	1958	1959	1958	1959
Septiembre	7	18	15.3	76.4	76.4	82.6	12.5	13.4
Octubre	16	20	89.3	150.1	70.6	79.0	34.3	36.6
Noviembre	16	17	94.9	168.4	76.5	76.7	40.8	55.9
Diciembre	10	6	76.8	47.3	74.5	73.8	40.0	39.9

Fue más la humedad relativa que la insolación el factor que limitó la multiplicación de *Beauveria* en 1958. Los escolítidos encontrados en pequeñas galerías dentro de la pulpa de cerezas verdes estaban más infectados por el hongo que los de las cerezas maduras; Steyaert (1935) atribuyó este fenómeno al hecho de que el abdomen de las hembras dentro de las cerezas verdes está expuesto a la infección externa mientras que serían invulnerables en el interior de los granos. Igualmente observé un crecido número de insectos muertos por el *Beauveria* dentro de las cerezas negras, casi destruidas por el escolítido. Creo que la condición fisiológica de los insectos influye en su susceptibilidad; no son solamente los insectos que se encuentran en los frutos negros, casi vacíos, los que sufren por falta de alimentación sino también los que se encuentran dentro de las cerezas verdes; efectivamente, al excavar una galería la hembra mastica la pulpa pero no la digiere sino que la arroja afuera bajo la forma de un polvo amarilloso. Esto está de acuerdo con Pascalet (1939) que encontró en sus ensayos una mortalidad más alta cuando privaba a las hembras de alimento durante algún tiempo antes de la infección con *Beauveria*.

4-3-3 Ataque múltiple de la cereza y su influencia sobre la intensidad de la reproducción

Wilkinson (1928) observó una disminución de la descendencia por hembra de *Stephanoderes* cuando un número grande de escolítidos atacaba una cantidad reducida de cerezas.

Con el fin de tener algunos datos más precisos coloqué en un tubo de vidrio con una cereza roja 1, 2 y 4 hembras respectivamente en 10 repeticiones; después de 32 días de la infección hice un recuento de la descendencia. Los resultados se presentan en el Cuadro 22.

Cuadro 22 Descendencia de *Stephanoderes* de acuerdo con la infestación provocada por diferentes números de hembras

Nº de hembras	Descendencia dentro de los 10 tubos					Promedio por cereza	Promedio por hembra
	♀ ♀	♂ ♂	pupas	larvas	huevos		
1	176	17	84	110	49	43.6	43.6
2	101	17	38	25	52	23.3	11.7
4	103	10	5	16	94	22.8	5.7

Con relación al número máximo posible es considerable la reducción de la postura en promedio por cereza y, lo que todavía es más importante, en promedio por hembra.

5.- DETERMINACION DEL NUMERO DE ATAQUES DE LA HEMBRA DE *STEPHANODERES HAMPEI* FERR

En los capítulos anteriores se han dado numerosos detalles sobre la biología del *Stephanoderes*.

Hay un interrogante que me propongo resolver en este capítulo y es el de si la hembra de *Stephanoderes* puede atacar sucesivamente varias cerezas de café y poner huevos en ellas.

La respuesta es, evidentemente, importante para la ecología del escolitido porque, si es afirmativa, tendríamos que enfrentarnos a una rata de multiplicación mayor de la indicada en los capítulos anteriores la que sería tanto más elevada mientras más pronto salga la hembra de la cereza para reiniciar su actividad en otros lugares; sin embargo numerosas observaciones me han indicado que la hembra fundadora permanece, con raras excepciones, dentro de la cereza por lo menos hasta el momento en que el tegumento de las hembras jóvenes toma una coloración oscura; desde entonces ya no podrá distinguirse de las últimas. Si la hembra vieja saliera de la cereza a la par con las jóvenes, como lo afirma Bergamin (1943), este fenómeno sería de mayor importancia en plantaciones donde la recolección se hace regularmente; es allí donde se han observado las ratas más bajas de multiplicación porque en los frutos cosechados se retira gran parte de la descendencia del insecto. Si la hembra fundadora se une a la única hembra joven que, en promedio, sale de cada cereza (ver Capítulo 4-3-1) habría una "rata de multiplicación" de 2 en lugar de 1.

Sin embargo las observaciones de laboratorio muestran que esta salida es poco probable. Dentro de un tubo de vidrio con una cereza fresca coloqué 20 hembras que tenían insectos adultos entre de sus descendientes, condición en la cual la infestación causada por la hembra joven alcanza siempre a más de 90 por ciento; un mes más tarde hice un control y encontré que cuatro hembras habían penetrado hasta el grano; una había puesto un huevo, otra, dos, y las restantes no alcanzaron a penetrar en la pulpa y murieron dentro del tubo.

5-1.- Degeneración de los músculos de vuelo del insecto y su significación en la ecología

Chapman (1956 y 1958) encontró que el *Trypodendron lineatum* Oliv. (Col. Scolytidae), al establecerse en su galería pierde la capacidad de vuelo; este fenómeno está acompañado por una degeneración casi completa de sus músculos de vuelo.

Pareció entonces interesante estudiar los músculos de vuelo del *Stephanoderes* en los diferentes momentos de su vida para observar si los fenómenos de degeneración podían explicar el comportamiento del insecto, comprobándose que realmente se presentan dichos procesos.

Antes de entrar en detalles haré una breve revisión de la literatura sobre este tema, haciendo notar para cada caso la importancia ecológica de la degeneración.

5-1-1 Literatura

Janet (1907 y 1907a) fue el primero en descubrir la desaparición completa de los músculos vibradores del vuelo después del vuelo nupcial entre las reinas de las hormigas (especie estudiada : *Lasius niger* L.); estos músculos no sirven sino algunas horas, después de lo cual la reina pierde sus alas. El principio de la histolisis se traduce por una alteración de las fibrillas que pierden su tersura y se vuelven ondulosas; luego se fusionan en pequeñas masas de forma frecuentemente irregular; los núcleos se hacen picnóticos; el sarcolema no cambia; los leucocitos penetran allí y asimilan las sustancias liberadas por la histolisis; estas células dan origen al tejido adiposo que llenará el espacio ocupado primitivamente por los músculos. El autor rechaza la idea de la fagocitosis en el sentido dado por Metchnikoff (1892) por que no encontró fagocitos que hubiesen ingerido partículas enteras de músculos, cual es el caso en la histolisis de los músculos de la cola de los renacuajos (batracios).

Después de los trabajos de Janet, Feytaud (1912) encontró fenómenos análogos en las reinas del termitido *Leucotermes lucifugus* Rossi, lo mismo que Mercier (1924) en *Lipoptena cervi* L. (Dipt.) y también Mercier 1928 en *Carnus hemapterus* Nitzsch (Dipt.).

Todas estas especies vuelan solo una vez durante su vida y pierden en seguida las alas, lo que hace innecesario sus músculos.

Más tarde se encontró la degeneración en los insectos que conservan las alas pero que pierden la capacidad de vuelo. Escherich (1923) supuso que había una degeneración de esta clase en *Hylobius abietis* L. (Col. Curc.) porque los insectos viejos no vuelan mientras que los jóvenes sí lo hacen.

Jackson (1933) estudió los músculos de vuelo de *Sitona hispidula* F. y de *Sitona lineata* L. (Col. Curc.); los músculos del primero se degeneran después del invierno mientras que el segundo los conserva intactos. *S. hispidula* pasa su vida en los campos de alfalfa y trébol que son cultivos plurianuales en que el insecto tiene menos necesidad de volar; en estas especies son frecuentes las formas braquípteras y de músculos reducidos (estos músculos no han alcanzado nunca su desarrollo normal); por lo contrario *S. lineata* infesta en la primavera los campos de arvejas, que es un cultivo anual, por lo cual debe emigrar de año en año; el examen microscópico muestra que los músculos degenerados tienen un volumen muy reducido, las fibrillas han desaparecido pero los núcleos existen siempre y el sarcolema permanece intacto.

Es probable la presencia de la degeneración en el *Hydroporis palustris* L. (Col. Dytisc.) (Jackson, 1952).

Hocking (1953) encontró mosquitos, probablemente *Aedes communis* De Geer, que tenían huevos listos para la postura y que carecían ya de los músculos de vuelo; éstos últimos degeneran probablemente desde el principio del desarrollo de los ovarios; las observaciones anteriores requieren mayor estudio.

Johnson (1957 y 1959) estudió la degeneración de los músculos de vuelo en los pulgones, especialmente en el *Acyrtosiphon pisum* Kalt.; tan pronto como las hembras aladas se han establecido en la planta hospedera, es decir, cuando han empezado a alimentarse y a depositar larvas jóvenes, los músculos de vuelo degeneran en algunos días; esto implica que tales hembras no pueden dar nacimiento sino a una colonia y que un transporte eventual de virus estaría limitado entre planta y planta.

Johnson, como los otros autores citados, describió el proceso de la degeneración como una autólisis sin que haya intervención de fagocitos, con reemplazo de los músculos por tejido adiposo.

En todos los insectos mencionados hasta ahora la degeneración es un proceso irreversible; por el contrario, en *Tripodendron lineatum* Oliv. (Chapman 1956 y 1958) los músculos vuelven a tomar su forma original hacia el final de un período de postura; este escolitido puede entonces fundar otra colonia. Infortunadamente el autor citado hizo sus observaciones por simple disección de los insectos, pues las preparaciones microscópicas habrían suministrado un mejor medio de comparación.

Clarke (comunicación personal) encontró en el *Dysdercus fasciatus* Sign., parásito del algodón, una degeneración reversible; después del período de postura los músculos recobran su aspecto normal.

5-1-2 La degeneración de los músculos de vuelo en el *Stephanoderes hampei* Ferr.

MÉTODOS

Los insectos se fijaron en el líquido de Bouin; con excepción de las hembras jóvenes en que la quitina no se había endurecido todavía, se les quitaron previamente el protórax y los élitros, tegumentos que son muy duros en los escolitidos adultos.

Como método de inclusión empleé el de Peterfi (1921), que viene a ser una preparación mixta de parafina y colodión disueltos en benzoato de metilo; los resultados obtenidos con este sistema fueron muy superiores a los conseguidos con la simple inclusión de parafina; los tejidos permanecieron en su lugar y la quitina se dejó cortar bien.

Los insectos se cortaron en micrótopo en capas de 6 micrones de espesor; como colorantes se usaron la hematoxilina y eosina de acuerdo con Ehrlich (Carleton, 1957 p. 97).

RESULTADOS

En las hembras de *Stephanoderes* recién salidas los músculos fibrilares se encuentran todavía poco desarrollados (plancha 4); los ovarios ocupan muy poco espacio; los núcleos musculares son alargados y las fibrillas muy poco juntas; se puede observar muy bien la penetración de las tráqueas en el haz muscular (plancha 5).

Los músculos crecen considerablemente hasta formar, sexto día después del nacimiento en el momento de la salida de la hembra, el imponente complejo que se muestra en las planchas 6 y 7; los músculos ocupan entonces toda la cavidad metatorácica; vistos longitudinalmente los núcleos musculares, alojados entre las fibrillas, se presentan bien alineados; en corte transversal los núcleos se presentan regularmente distribuidos dentro del músculo; las fibrillas forman una masa compacta; la plancha 8 presenta la fotografía de un corte transversal de una hembra; el cuerpo grasoso es bastante homogéneo y no se encuentran allí células particulares (plancha 9).

Una vez que la hembra se ha establecido dentro de su galería y que ha iniciado la postura, comienza la degeneración de los músculos fibrilares (plancha 10); las fibrillas se hacen menos rectilíneas y dentro de las fibras musculares aparecen concentraciones de una sustancia fuertemente coloreada por la hematoxilina. En estos reductos ha desaparecido la estructura fibrilar, ya sean concentraciones de núcleos musculares o invasiones de hemocitos (plancha 11, x); en los cuerpos grasos aparecen células de núcleo grande; los músculos tubulares permanecen sin cambio.

Los músculos de vuelo ya casi han desaparecido cuando las hembras han puesto de 10 a 15 huevos, entre los cuales algunos han terminado su proceso de incubación, lo que corresponde a una permanencia de 10 a 15 días dentro de la cereza; de tal sistema muscular quedan solo algunas trazas que contienen aún pequeños cuerpos semejantes a los núcleos (plancha 12). En la cavidad torácica son visibles numerosas tráqueas que han sostenido los músculos; al lado de los músculos degenerados se encuentran células ameboides fuertemente eosinófilas (plancha 13, o) de núcleo grande que están más o menos incluídas dentro del tejido adiposo; las células se encuentran cerca de los ovarios y se hallan en reductos de gran actividad metabólica.

Los cuerpos de los insectos se fijaron en diferentes períodos hasta 81 días después de la salida de la cereza; jamás se observó síntoma de regeneración de los músculos de vuelo. Puede pues excluirse la posibilidad de que la hembra fundadora salga de su galería para infestar una segunda cereza.

Las hembras no fecundadas, alimentadas con cerezas de café, no mostraron signos de degeneración aún después de 81 días de la salida de la pupa.

De la misma manera conservaron su capacidad de vuelo las hembras provenientes de cerezas verdes que no alcanzaron a penetrar el grano.

Se concluye entonces que la hembra del *Stephanoderes* solo tiene una postura.

RESUMEN

En el presente trabajo hemos tratado de analizar los factores ecológicos que influyen en la epidemiología del *Stephanoderes hampei* Ferr. en Costa de Marfil.

Se han observado fluctuaciones estacionales de la infestación y de la población del escolítido en cerezas maduras provenientes de recolecciones bimensuales en cierto número de cafetos, rodeados por otros que no se cosecharon.

En Costa de Marfil el ritmo anual de las variaciones de temperatura, que determinan la velocidad del desarrollo del escolítido, es opuesto al ritmo de las floraciones del café y, en consecuencia, al de la maduración de las cerezas; dependiendo esto último del régimen de lluvias.

La duración media del desarrollo de una generación de *Stephanoderes*, encontrada por medio de la curva calculada según los datos de salida de las hembras de una caja-colectora es de 40 días, a una temperatura media de 26°C.

Las humedades relativas extremas son desfavorables a la supervivencia de los escolítidos dentro de las cerezas negras para un período de abundancia de cerezas.

Hemos demostrado que la proporción de cerezas sin ataque depende de la cantidad de cerezas disponibles para el escolítido en plantaciones de café que se cosechan regularmente; en estas plantaciones la población de *Stephanoderes* es constante; no lo fue en la parcela experimental en que la proporción de cerezas sanas se explica en función del número de escolítidos por cereza susceptibles de ser atacadas.

Dos factores determinan la resistencia de los cafetos al escolítido, a saber: ausencia de disco prominente sobre la cereza y espesor de la pulpa.

Los granos con contenido de agua superior a 75 por ciento son inadecuados para la multiplicación del *Stephanoderes*.

La hembra prefiere las cerezas maduras a las verdes; los caracteres ópticos desempeñan un papel preponderante en su orientación.

El hombre es el factor de mortalidad más importante del *Stephanoderes* al hacer las cosechas regularmente. Se constató dentro de la parcela experimental una sola salida de hembra joven, en promedio, por cereza atacada; la rata de multiplicación del escolitido en estas cerezas fue entonces de 1.

Hemos descubierto un nuevo parásito himenóptero del *Stephanoderes*, *Cephalonomia stephanoderis* Betrem; se describió aquí su biología por la primera vez. Este insecto es el parásito más importante en Costa de Marfil; hasta el 50 por ciento de una de las posturas del escolitido en las cerezas negras se encontraron parasitados por él. Sus larvas viven como exoparásitos sobre las larvas de los últimos estadios de *Stephanoderes* y se encuentran especialmente dentro de las cerezas en estado avanzado de maduración; los adultos de *Cephalonomia* viven igualmente dentro de estas cerezas y matan allí los adultos del escolitido; el parásito no puede vivir en las plantaciones sombreadas.

En cuanto a lo que se refiere a los parásitos ya conocidos, *Prorops nasuta* Waterst. no se ha encontrado sino muy ocasionalmente, mientras que el *Heterospilus coffeicola* Schmiedeknecht no ha llegado a observarse.

El hongo parásito *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil. alcanza su mayor grado de multiplicación durante la estación corta de las lluvias.

La hembra del *Stephanoderes* no produce sino una sola postura; la base fisiológica de este fenómeno es la degeneración de sus músculos de vuelo después de iniciarse la postura.

Hemos descrito e ilustrado por medio de microfotografías el proceso de esta degeneración cuyos ejemplos son todavía demasiado escasos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue hecho bajo la dirección del profesor J. De Wilde, quien ha contribuido en gran parte a esta obra

con su interés particular, sus consejos y su ayuda activa, por lo cual expreso mi profunda gratitud.

También expreso mi reconocimiento a los profesores G. Mangenot y P. Cachan por su acogida y las facilidades que me proporcionaron al poner a mi disposición el laboratorio de Entomología Agrícola del I. D. E. R. T., en Adiopodoumé, Costa de Marfil.

Igualmente agradezco a R. H. Cobben por la elaboración de los dibujos de *Cephalonomia*, a W. Companjen por su ayuda en los trabajos histológicos; a G. Merny y P. Tavin por la corrección del texto francés; a H. Moraud, quien puso a mi disposición la parcela de cafetos y a L. R. Verdooren por sus consejos en relación con el análisis estadístico de los resultados.

Mi permanencia en el Centro Holandés, Adiopodoumé, fue posible gracias a la beca que me concedió el Consejo de Administración de la Universidad Agronómica de Wageningen, de lo cual estoy sinceramente reconocido.

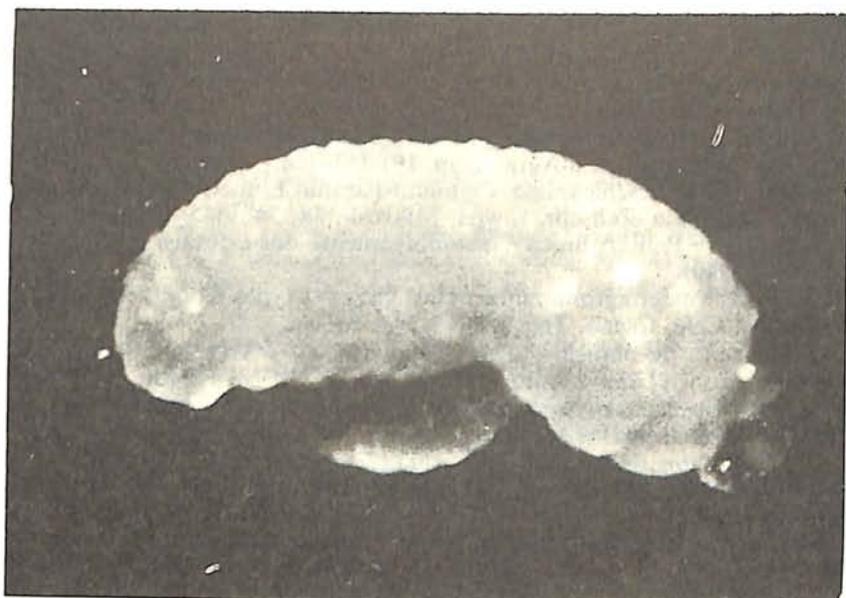
BIBLIOGRAFIA

- ANDREWARTHA, H. G. et L. C. BIRCH, - 1954. The distribution and abundance of animals. Chicago.
- ANONYMUS, - 1940? Verslag van den Directeur van het Algemeen Proefstation der AVROS over het tijdvak 1 Jan. 1937-31 Dec. 1939. Med. v. h. Alg. Proefstation AVROS, algem. serie no. 59: 22 pp..
- ANONYMUS, - 1946. University of Puerto Rico Agricultural Experiment Station, Annual Report for the fiscal year 1943-44: 68 pp. (R.A.E. 36: 300, 1948).
- ANONYMUS, - 1960. The world coffee production. Foreign Crops and Markets, World Summ., 29 Sept., Washington.
- BALACHOWSKY, A. - 1949. Coléoptères scolytides. Faune de France 50, Paris.
- BEGEMANN, H., - 1926. Verslag van den entomoloog over het tijdvak 3 Dec. 1924-31 Dec. 1925. Med. Koffiebesenboeboekfonds no. 14: 194-207.
- BEGEMANN, H., - 1928. Over den invloed van temperatuur en relatieve vochtigheid op de ontwikkeling van den koffiebesenboorder, *Stephanoderes hampei* FERRARI. Hand. 5e Ned. Ind. Natuurwetensch. Congres: 353-359.
- BEILLE, L., - 1925. Les *Stephanoderes* sur les caféiers cultivés à la Côte d'Ivoire. Rev. Bot. appl. et Agric. colon. 5: 387-388.
- BERGAMIN, J., - 1943. Contribuição para o conhecimento da biologia da broca do café, *Hypothenemus hampei* (FERR. 1867) (Col. Ipidae). Arq. Inst. Biol. 14: 31-72.
- BERGAMIN, J., - 1944. O "repassé" como método de controle da broca do café *Hypothenemus hampei* FERR. 1867 Col. Ipidae. Arq. Inst. Biol. 15: 197-208.

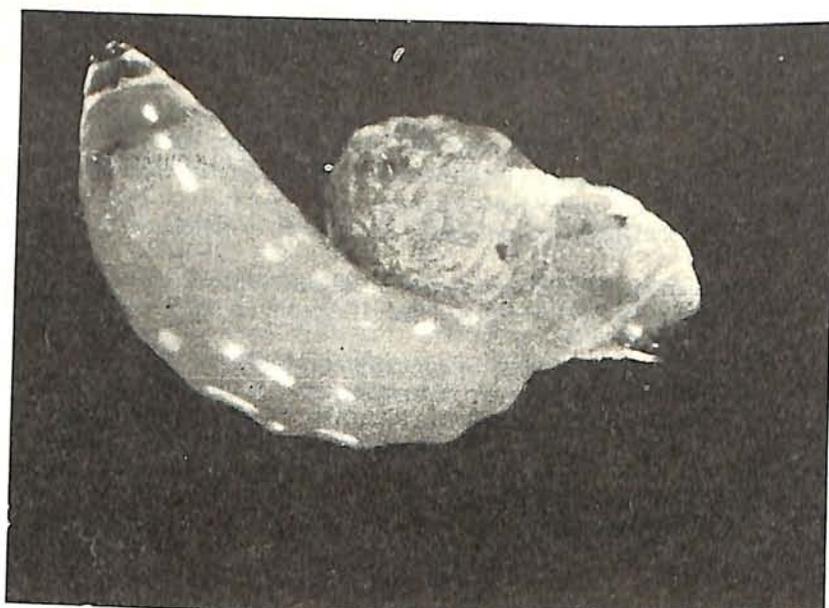
- BETREM, J. G., - 1935. Verslag van het bezoek van den entomoloog van het Proefstation Midden- en Oost-Java aan de onderneming "Ophir" van 22 Januari tot 11 Februari 1935. Rapport interne de N.V. Cultuurbank Amsterdam: 71 pp.
- BETREM, J. G., - 1961. *Cephalonomia stephanoderis* nov. spec.. Entomol. Berichten **21**: 183-184.
- BLANDFORD, W. F. H., - 1904. Fam. Scolytidae, sub-group IV *Cryphali*. Biologia Centrali-Americana, Insecta Coleoptera **4** part 6: 225-231.
- CARLETON, H. M., - 1957. Histological Technique.: 97, London.
- CHAPMAN, J. A., - 1956. Flight-muscle changes during adult life in a scolytid beetle. Nature **177**: 1183.
- CHAPMAN, J. A., - 1958. Studies on the physiology of the *Ambrosia* beetle *Trypodendron* in relation to its ecology. Proc. 10th Intern. Congr. of Entom. vol. 4: 375-380.
- CHEVALIER, A., - 1947. Le scolyte des graines de café. Les caféiers du globe III: 302-309, Paris.
- CLAUSEN, C. P., - 1940. Entomophagous insects. New York-London.
- COHIC, F., - 1958. Le scolyte du grain de café en Nouvelle-Calédonie (*Stephanoderes hampei* FERR.). Café, Cacao, Thé **2**: 10-14, N.s. Marne.
- COLEMAN, L. C., - 1931. Report on the coffee berry borer, *Stephanoderes hampei* FERR., in Java. Dept. of Agric. Mysore State, Gen. ser. Bull. no. 16: 26 pp.
- COOLHAAS, C., - 1951. Indrukken van de koffiecultuur in Brazilië. Bergcultures **20**: 311-319.
- COOLHAAS, C., H. J. DE FLUITER et H. KOENIG, - 1960. Kaffee 2e éd., Stuttgart.
- CORBETT, G. H., - 1933. Some preliminary observations on the coffee berry beetle borer *Stephanoderes (Cryphalus) hampei* FERR. Malayan Agr. J. **21**: 8-22.
- CORDIER, L., - 1960. Les objectifs de la sélection caféière en Côte d'Ivoire. Première réunion technique de la F.A.O. sur la production du café et la protection des caféiers, Abidjan-Côte d'Ivoire 21-29 Oct. 1960: 24 pp. (stencil).
- CORPORAAL, J. B., - 1921. De koffieboorder op Sumatra's Oostkust en Atjeh. Med. Alg. Proefsta. AVROS, Alg. ser. no. 12: 19 pp.
- DA COSTA LIMA, A., - 1922. Sôbre o scolyto destruidor dos cafezaes. Chacaras e Quintaes **26**: 34-35, S. Paulo.
- DA COSTA LIMA, A., - 1928. Sôbre alguns cryphalíneos observados em sementes de cacoeiro e de cafeeiro. Suppl. Mem. Inst. Oswaldo Cruz no. 4: 117-123, Rio de Janeiro.
- DA COSTA LIMA, A., - 1956. Insetos do Brasil. tomo 10 Coléopteros. Esc. naç. de Agron., sér. didática no. 12.
- DEENEN, W. J., - 1936. Bloei en bloeislaging van de Robustakoffie op Sumatra's Westkust. Thèse Wageningen: 102 pp.
- DETHIER, V. C., - 1937. Gustation and olfaction in lepidopterous larvae. Biol. Bull. **72**: 7-23.
- VAN DINTHER, J. B. M., - 1960. Insect pests of cultivated plants in Surinam. Med. Lab. v. Entom. Wageningen no. 43: 159 pp.
- EGGERS, I. H., - 1922. Kulturschädliche Borkenkäfer des indischen Archipels. Entom. Berichten **6**: 84-88.
- EICHHOFF, W., - 1871. Neue exotische Tomiciden-Arten. Berl. Entom. Zeitschr. **15**: 131-136.
- EICHHOFF, W., - 1878. Ratio, descriptio, emendatio eorum Tomicinorum qui sunt in Dr. medic. Chapuisii et autoris ipsius collectionibus et quos praeterea recognovit scriptor W. Eichhoff. Mém. Soc. Roy. des Sci. de Liège, 2e sér. **8**: 531 pp.
- EICHHOFF, W., - 1896. Remarks on the synonymy of some North American scolytid beetles. Proc. U.S. Nat. Mus. **18**: 608.
- VAN EMDEN, F., - 1931. Zur Kenntnis der Morphologie und Ökologie des Brotkäferparasiten *Cephalonomia quadridentata* DUCHAUSSOY. Zeitschr. f. Morph. u. Ökol. der Tiere **23**: 425-574.
- ENTOMOLOGICAL DIVISION, - 1936. Summary of the work of the Entomological Division during 1935. Trop. Agriculturist **86**: 343-348, Peradenyia (R.A.E. **24**: 764, 1936).
- ESCHERICH, K., - 1923. Die Forstinsekten Mitteleuropas. Vol. II: p. 344, Berlin.
- FELLER, W., - 1957. An introduction to probability theory and its applications: p. 58, New York-London.
- FEYTAUD, J., - 1912. Contribution à l'étude de Termite lucifuge. Arch. d'Anat. Microsc. **13**: 481-607.
- FISHER, R. A., - 1950. Statistical methods for research workers. London.
- FLEUTIAUX, E., - 1901. Un ennemi du café du Rouilou (Congo). La Nature 29e année 2e sér.: 4.
- FRIEDERICH, K., - 1921. Enkele mededelingen over het bessenboeboekvraagstuk. Tiré à part:

- Soerabaiasch Handelsblad: 22 Sept..
- FRIEDERICH, K., et W. BALLY, - 1923. Over de parasitische schimmels die de koffiebessen-boeboek doodden. Med. Koffiebessenboeboekfonds no. 6: 141.
- FRIEDERICH, K., - 1925. Verslag van den Entomoloog over het kweken en de eerste verspreiding der sluipwesp, *Prorops nasuta* WATERST. van 21 Januari t/m 20 Juli 1924. Med. Koffiebessenboeboekfonds no. 13: 1-11.
- DE HAAN, H. R. M., - 1923. De bloembioologie van robusta-koffie. Malang Proefstation Med. no. 40: 97 pp..
- HAGEDORN, M., - 1910. Wieder ein neuer Kaffeeschädling. Entom. Blätter 6: 1-4, Berlin.
- HAGEDORN, M., - 1912. Ipiden als Kaffeeschädlinge. Entom. Blätter 8: 33-43, Berlin.
- HARGREAVES, H., - 1926. Notes on the coffee-berry-borer (*Stephanoderes hampei* FERR.) in Uganda. Bull. Ent. Res. 16: 347-354.
- HARGREAVES, H., - 1936. Report of the Government Entomologist for 1935. Rept. Dept. Agric. Uganda 1935-1936: 8-11, Entebbe (R.A.E. 25: 351, 1937).
- HOCKING, B., - 1953. Autolysis in flight muscles in a mosquito. Nature 169: 1101.
- HOPKINS, A. D., - 1915. Classification of the *Cryphalinae* with descriptions of new genera and species. U.S. Dept. of Agric. Report no. 99: 75 pp..
- HUITEMA, W. K., - 1935. De bevolkingskoffiecultuur op Sumatra, met een inleiding tot hare geschiedenis op Java en Sumatra. Thèse Wageningen: 238 pp..
- HUTSON, J. C., - 1939. Report on the work of the entomological division. Adm. Rept. Dir. Agric. Ceylon 1938: D36-D41, Colombo (R.A.E. 28: 563, 1940).
- JACKSON, D. J., - 1933. Observations on the flight muscles of *Sitona*-weevils. Ann. Appl. Biol. 20: 731-770.
- JACKSON, D. J., - 1952. Observations on the capacity for flight of water beetles. Proc. R. Ent. Soc. London (A) 27: 57-70.
- JANET, C., - 1907. Histolyse, sans phagocytose, des muscles vibrateurs du vol, chez les reines des Fourmis. C. R. Ac. Sci. Paris 144: 393-396.
- JANET, C., - 1907a. Histogenèse du tissu adipeux remplaçant les muscles vibrateurs histolysés après le vol nuptial chez les reines des Fourmis. C. R. Ac. Sci. Paris 144: 1070-1073.
- JOHNSON, B., - 1957. Studies on the degeneration of the flight muscles of alate aphids. I. A comparative study of the occurrence of muscle breakdown in relation to reproduction in several species. Journ. Ins. Physiol. 1: 248-256.
- JOHNSON, B., - 1959. Studies on the degeneration of the flight muscles of alate aphids. II. Histology and control of muscle breakdown. Journ. Ins. Physiol. 3: 367-377.
- JUSTESEN, S. H. et P. L. M. TAMMES, - 1960. Studies of yield losses. I. The self-limiting effect of injurious or competitive organisms on crop-yield. Tijdschr. o. Plantenziekten 66: 281-287.
- KEARNS, C. W., - 1934. Method of wing inheritance in *Cephalonomia gallicola* ASHMEAD (Bethyridae: Hymenoptera). Ann. Entom. Soc. of America 27: 533-539.
- LAVABRE, E., - 1960. Inventaire de la faune entomologique des caféiers de la Côte d'Ivoire. Première réunion technique de la F.A.O. sur la production du café et la protection des caféiers, Abidjan-Côte d'Ivoire 21-29 Oct. 1960: 6 pp. (stencil).
- LEEFMANS, S., - 1923. De koffiebessenboeboek (*Stephanoderes hampei* FERRARI = *coffea* HAGEDORN). I. Levenswijze en oecologie. Med. Inst. v. Plantenziekten no. 57: 94 pp., Batavia.
- LEEFMANS, S., - 1924. De koffiebessenboeboek. II. Bestrijding. Med. Inst. v. Plantenziekten no. 62: 99 pp., Batavia.
- MENDES, L. O. T., - 1949. Determinação do potencial biótico da "broca do café" - *Hypothenemus hampei* (FERR.) - e considerações sobre o crescimento de sua população. An. Acad. Brasileira de Ciências 21: 274-290; II, III et IV: Bragantia 9: 203-228.
- MERCIER, L., - 1924. L'atrophie des muscles du vol après la chute des ailes chez *Lipoptena cervi* L. (Diptère pupipare). C. R. Ac. Sci. Paris 178: 591-594.
- MERCIER, L., - 1928. Contribution à l'étude de la perte de la faculté du vol chez *Carnus hemapterus* NITZSCH., Diptère à ailes caduques. C. R. Ac. Sci. Paris 186: 529-531.
- METCHNIKOFF, E., et J. SOUDAKEWITCH, - 1892. La phagocytose musculaire. Contribution à l'étude de l'inflammation parenchymateuse. Ière partie: Atrophie des muscles pendant la transformation des Batraciens, par El. Metchnikoff. An. Inst. Pasteur 6: 1-20.
- MORSTATT, H., - 1914. Kaffeekultur, Kaffeeschädlinge und andere schädliche Insekten im

- Bezirk Bukoba. Der Pflanzler 10: 133-141, Daressalaam (R.A.E. 2: 446-447, 1914).
- DE OLIVEIRA FILHO, M. L., - 1927. Contribuição para o conhecimento da Broca do Café *Stephanoderes hampei* (FERR. 1867). Comm. de Estudo e Debellação da Praga Cafêeira, Publ. no. 20: 95 pp., S. Paulo.
- PASCALET, P., - 1959. La lutte biologique contre *Stephanoderes hampei* ou scolyte du caféier au Cameroun. Rev. Bot. appl. et d'Agric. trop. 19: 753-764.
- PETERFI, T., - 1921. Eine beschleunigte Celloidin-Paraffin-Einbettung mit Nelkenöl- oder Methylbenzoatecelloidin. Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. 38: 342-345.
- PINTO DA FONSECA, J., - 1939. A broca e o sombreamento dos cafezais. Biologico 5: 133-136 (R.A.E. 28: 61, 1940).
- PORTÈRES, R., - 1959. Valeur agronomique des caféiers des types Kouilou et Robusta cultivés en Côte d'Ivoire. Café, Cacao, Thé 3: 3-13, N.s. Marne.
- PUZZI, D., - 1939. Valor do parasitismo da *Prorops nasuta* WATERSTON no combate à broca do café. Journ. Agron. 2: 259-264, Piracicaba (R.A.E. 28: 287, 1940).
- ROEPKE, W., - 1919. Gegevens omtrent de koffiebessen-boeboek (*Stephanoderes hampei* FERR. = *coffeeae* HGD.). Med. Inst. v. Plantenziekten no. 38: 32 pp., Batavia.
- ROGER, L., - 1953. Phytopathologie des pays chauds. Tome II: 1922-1924, Paris.
- SAMPSON, W., - 1923. Notes on the nomenclature of the family Scolytidae. Ann. and Mag. of Nat. Hist. 11: 269-271.
- SCHEDL, K. E., - 1942. Neue Scolytidae aus Java. Tijdschr. v. Entom. 85: 1-49.
- SCHMIEDEKNECHT, O., - 1923. *Heterospilus coffeicola* n.sp., eine in Kaffeefrüchten in Uganda lebenden Schlupfwespe. Med. Koffiebessenboeboekfonds no. 9: 202-204.
- SCHMITZ, G. et P. CRISINEL, - 1957. La lutte contre *Stephanoderes hampei* FERR. Publ. I.N.É.A.C., sér. sci. no. 70: 156 pp..
- SERVICE DE L'AGRICULTURE, - 1959. Rapport annuel 1958 - Statistiques: 71 pp., Abidjan.
- SLADDEN, G. E., - 1934. Le *Stephanoderes hampei* FERR.. Bull. Agric. Congo Belge 25: 26-77.
- SPING LIN, A. C. HODSON et A. G. RICHARDS, - 1954. An analysis of threshold temperatures for the development of *Oncopeltus* and *Tribolium* eggs. Physiol. Zoölogy 27: 287-311.
- STEYAERT, R. L., - 1935. Un ennemi naturel du *Stephanoderes*, le *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL.. Etude des facteurs ambiants régissant sa pullulation. Publ. I.N.É.A.C., sér. sci. no. 2: 46 pp..
- STROHMAYER, H., - 1910. Ueber Kaffeeschädlinge auf der Insel Java. Entom. Blätter 6: 186-187, Berlin.
- DE TOLEDO, A. A., - 1942. Notas sobre a biologia da vespa de Uganda *Prorops nasuta* WATERST. (Hym. Bethyl.) no Estado de S. Paulo-Brazil. Arq. Inst. Biol. 13, 233-260.
- DE TOLEDO PIZA JUNIOR, S. et J. PINTO DA FONSECA, - 1935. *Heterospilus coffeicola* SCHMIED., parasita da broca do café, *Stephanoderes hampei* FERR.. Arch. Inst. Biol. 6: 179-199.
- VAYSSIÈRE, P., - 1923. Le scolyte du grain de café (*Stephanoderes coffeae* HAG.). l'Agron. colon. 9: 107-112.
- VAYSSIÈRE, P., - 1955. dans R. COSTE Les caféiers et les cafés dans le monde I: 381 pp., Paris.
- VUILLET, A., - 1914. Le *Stephanoderes coffeae* HGD. L'Agron. colon. 1: 19-21 (R.A.E. 2: 240-241, 1914).
- WATERSTON, J., - 1923. Notes on parasitic Hymenoptera. Bull. Ent. Res. 14: 103-118.
- VAN DER WEELE, H. W., - 1910. Ein neuer javanischer Kaffeeschädling *Xyleborus coffeivorus* nov. spec., Bull. Dept. de l'Agric. aux Indes Néerl. no. 35: 1-6, Buitenzorg.
- WESTWOOD, J. O., - 1836. Description of a minute coleopterous insect, forming the type of a new subgenus allied to *Tomicus*, with some observations upon the affinities of the Xylophaga. Trans. Ent. Soc. London (1834) 1: 34.
- WILKINSON, H., - 1928. The coffee berry borer beetle (*Stephanoderes hampei* FERR.). Nairobi, Colony and Protectorate of Kenya: 10 pp..
- WILLET, J. R., - 1957. Bessenboeboek in koffie. Bergcultures 26: 383-401.
- WOOD, S. L., - 1954. A revision of North American *Cryphalini* (Scolytidae, Coleoptera). Univ. of Kansas Sci. Bull. 36 part II, no. 15: 959-1089.



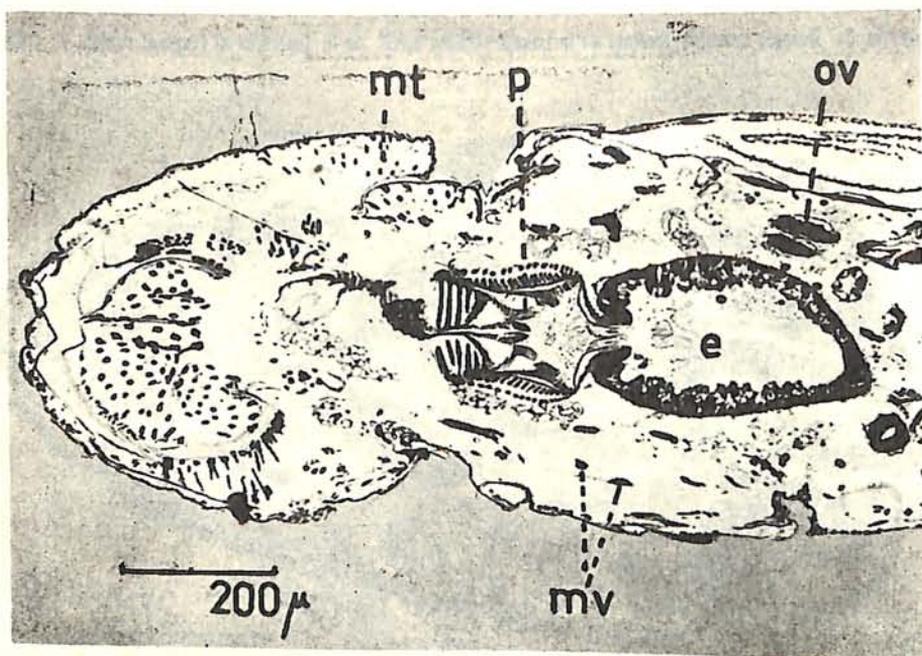
Fotografía 1 Larva joven de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem alimentándose como exoparásito sobre la cara ventral de una larva de *Stephanoderes hampei* Ferr. en su último estadio.



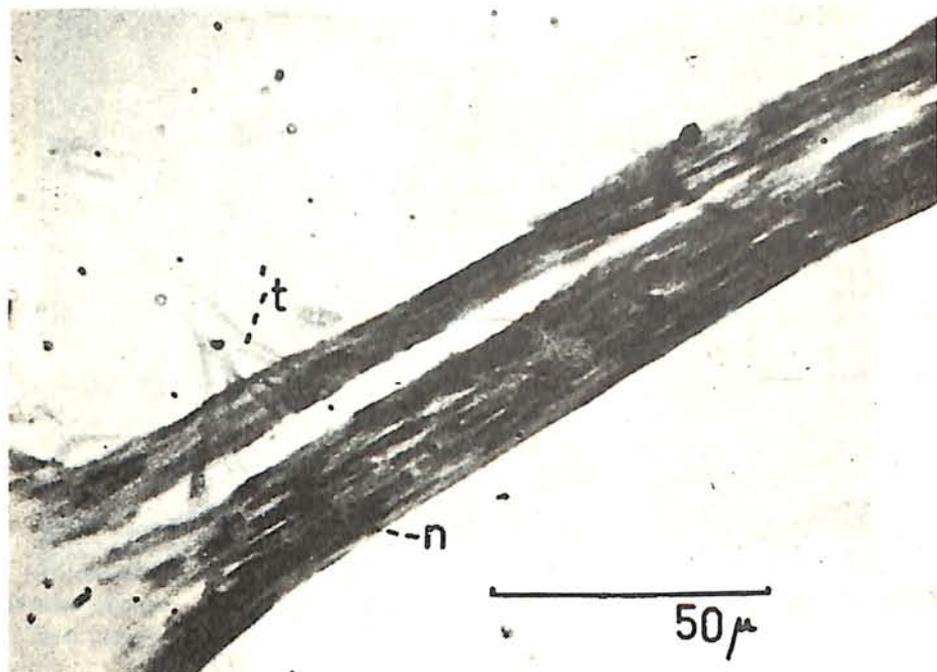
Fotografía 2 Larva de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem en su estadio final, después de haber ingerido la mayor parte del contenido de una larva de *Stephanoderes hampei* Ferr.



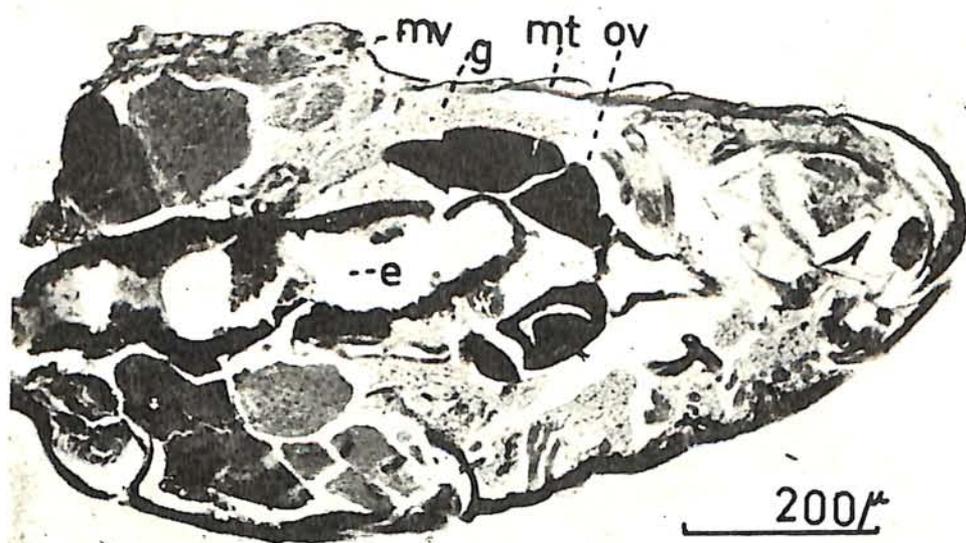
Fotografía 3 Integumentos de larvas de *Stephanoderes hampei* Ferr. parasitadas por *Cephalonomia stephanoderis* Betrem.



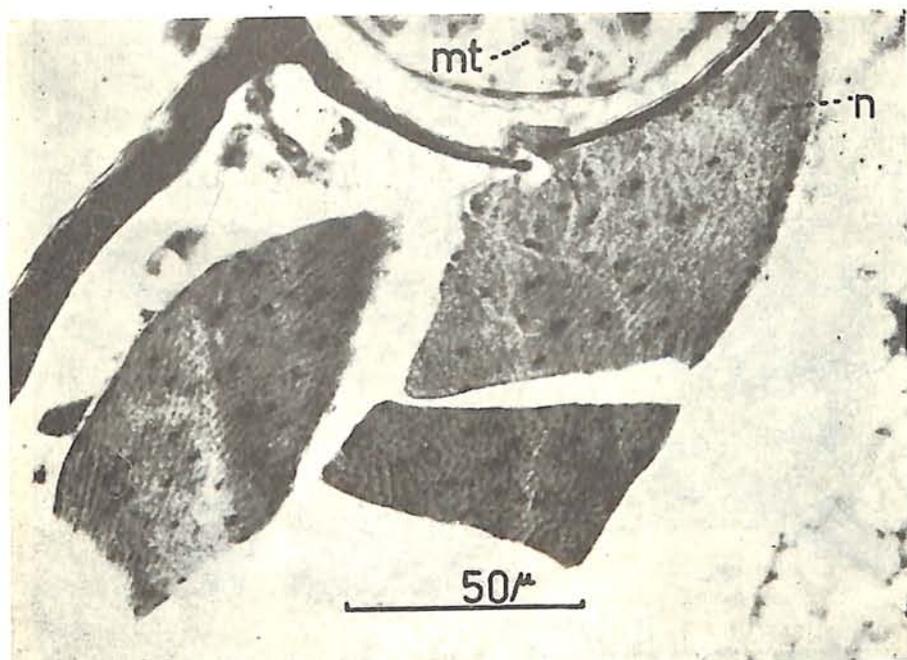
Fotografía 4 Corte longitudinal y horizontal de una hembra joven de *Stephanoderes hampei* Ferr. Obsérvense las pequeñas dimensiones de los músculos fibrilares (músculos dorsoventrales) *mv* y los ovarios aún poco desarrollados, *ov*; músculos tubulares del protórax y de la cabeza, *mt*; proventriculo, *p*; mesenterio, *e*.



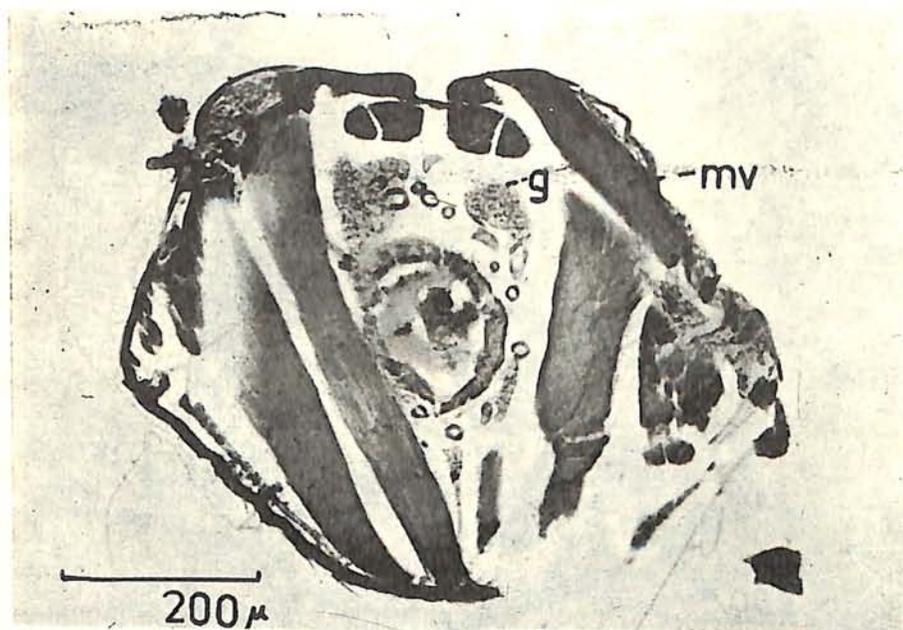
Fotografía 5 Músculo dorsolongitudinal de la misma hembra cerca de la inserción al fragma: núcleo, *n*; tráquea, *t*.



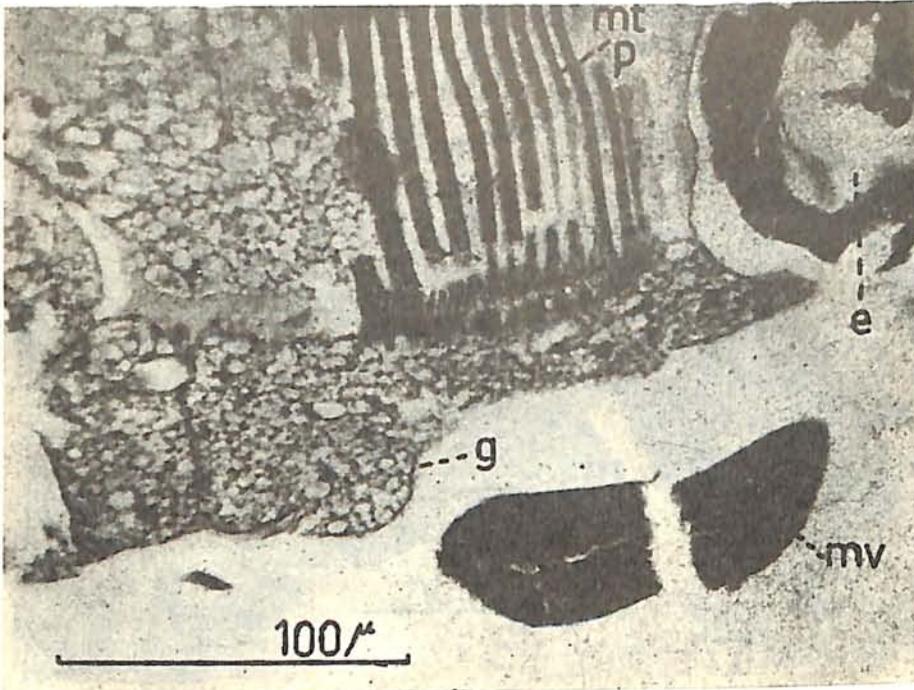
Fotografía 6 Corte longitudinal y oblicuo de una hembra joven próxima a salir de la ocreza. Masa de músculos fibrilares, *mv*; tejido adiposo, *g*; músculos tubulares de las partes dorsales, *mt*; ovarios, *ov*; mesenterio, *e*.



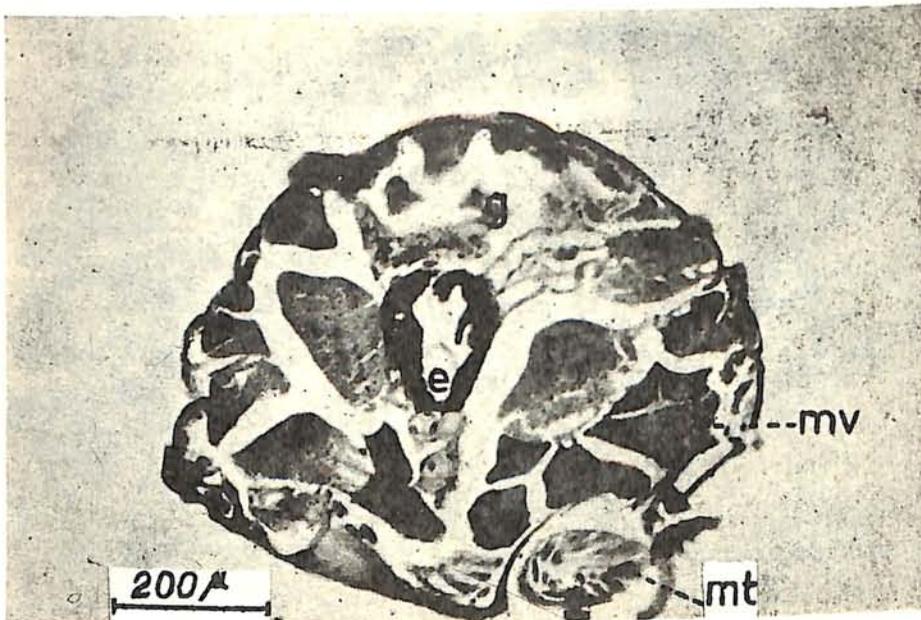
Fotografía 7 Corte transversal de los músculos dorsoventrales de una hembra. Núcleos musculares, *n*; músculos tubulares de la coxa, *mt*.



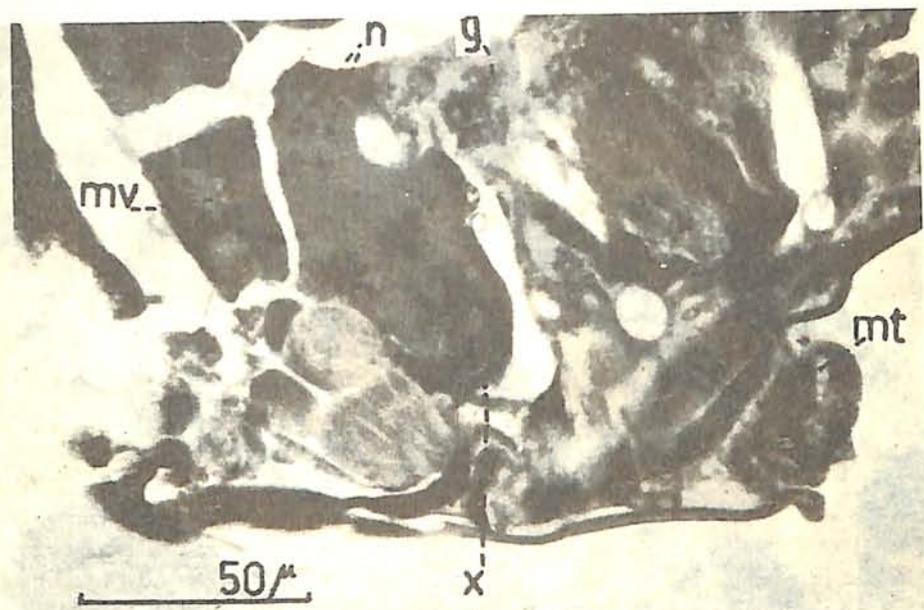
Fotografía 8 Corte transversal de una hembra. Los músculos dorsoventrales y dorsopleurales, *mv*, están cortados longitudinalmente; los músculos dorsolongitudinales, arriba de los lóbulos del tejido adiposo, *g*, están cortados transversalmente; mesenterio, *e*.



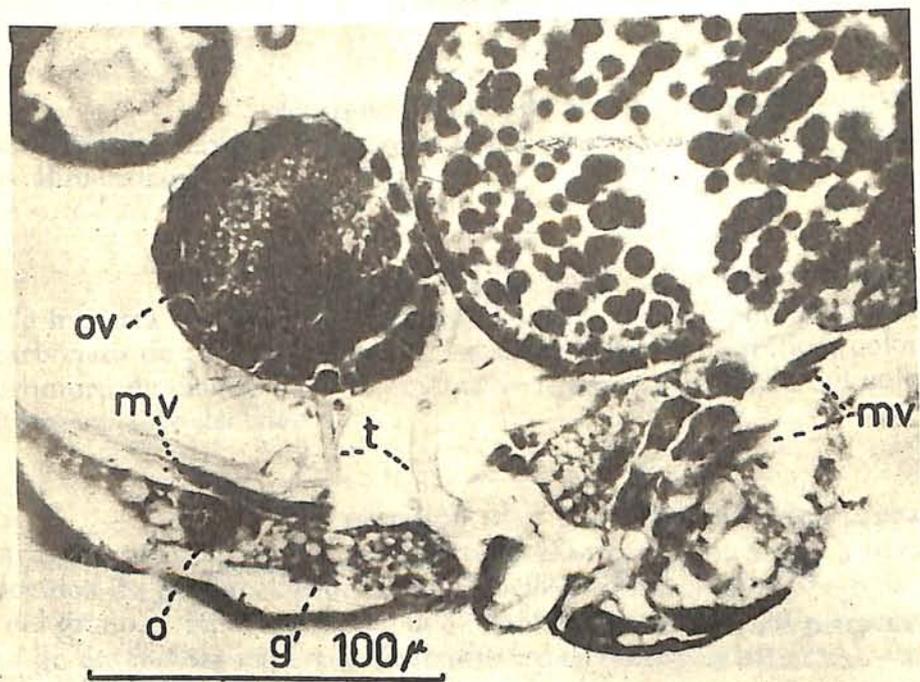
Fotografía 9 Cuerpo graso de una hembra. Nótese la ausencia de células particulares entre el cuerpo graso, *g*; músculos tubulares del proventriculo, *mt**p*; músculo dorsoventral, *mv*; mesenterio, *e*.



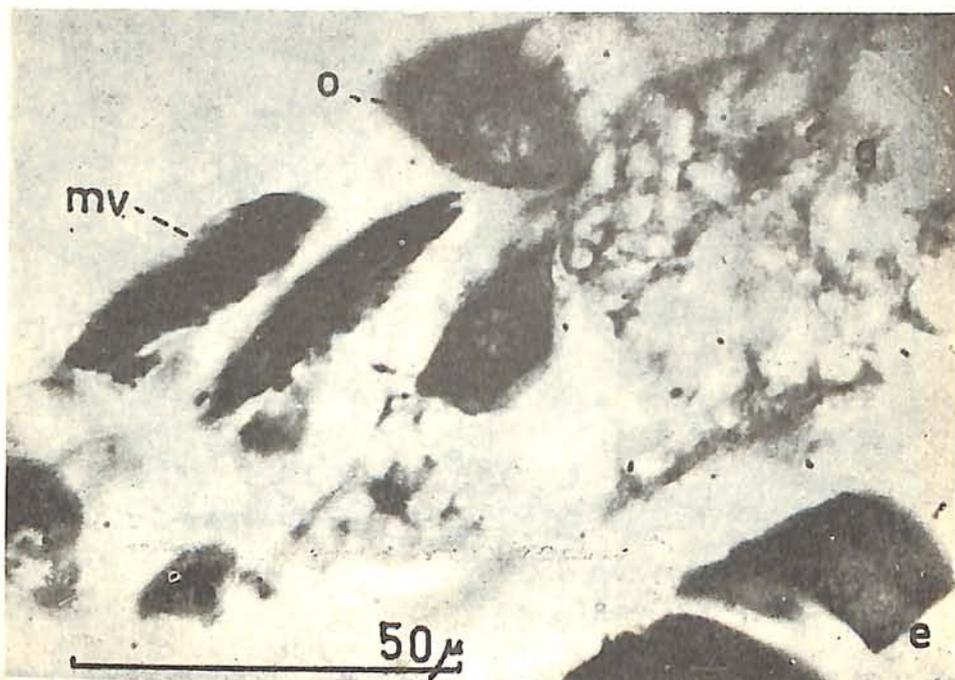
Fotografía 10 Corte transversal de una hembra cuyos músculos presentan principios de degeneración. Nótese en el interior de los músculos fibrilares, *mv*, las concentraciones de una sustancia fuertemente coloreada por la hematoxilina. Músculos tubulares de la coxa, *mt*; tejido adiposo, *q*; mesenterio, *e*.



Fotografía 11 El mismo tejido de la fotografía anterior. Músculos fibrilares, *mv*; sustancia fuertemente coloreada por la hematoxilina, *x*; núcleos de los músculos, *n*; tejido adiposo con células de núcleos grandes, *g*; músculos tubulares, *mt*.



Fotografía 12 Corte transversal de una hembra establecida en su galería después de 15 días. Músculos fibrilares degenerados, *mv*, al lado de los cuales se encuentran células eosinófilas de núcleos grandes, *o*, incluidas en los cuerpos grasos, *g*; tráqueas, *t*; huevos en vía de desarrollo, *ov*.



Fotografía 13 Detalles de la misma hembra. Músculos de vuelo degenerados, *mv*; células eosinófilas, *o*; cuerpos grasos, *g*; mesenterio, *e*.