

Efecto de los insecticidas en el equilibrio natural de poblaciones de *Rothschildia aroma* Schaus (Lepidoptera: Saturniidae) en El Salvador

por

José Rutilio Quezada* José Roberto Alegría C.**
José Dionisio Velasco G.**:

(Recibido para su publicación el 15 de enero de 1973)

ABSTRACT: A three year period of observations, collecting, and recording data on cocoons of *Rothschildia aroma* Schaus showed that parasitism is still high enough (63.1%) in areas free of insecticide applications to account for a good natural balance, with moth survival being only 11.4%. In contrast, in areas where intense and continuous applications have been going on for the last ten years, the percentages have been practically reversed, parasitism reaching only 18.1% and moth survival 68.4%. Emphasis is placed on this previously cryptic case of natural biological control, and others that may have been or are being disrupted in El Salvador and other countries of Central America.

Los capullos de *Rothschildia aroma* se encuentran comúnmente en las ramas delgadas del "jocote" o "ciruelo", *Spondias* spp., y de otras plantas en El Salvador y otros países centroamericanos. Un alto porcentaje de esos capullos es parasitado por moscas de la familia Tachinidae, *Belvosia nigrifrons* Aldrich y *Lespesia* sp. (Fig. 1).

Hay también otro parásito (Fig. 2), una avispa de la familia Ichneumonidae, *Enicospilus americanus* (Christ), que alcanza bastante importancia, como se detallará más adelante. QUEZADA (4), en un trabajo sobre la biología de *R. aroma* y sus relaciones con sus parásitos, encontró que el 70% de 1212 capullos

* Ex-Jefe del Departamento de Biología, Universidad de El Salvador, actualmente Entomólogo Investigador Asociado, División de Control Biológico, Universidad de California, Riverside, California 92502, EE.UU.

** Departamento de Biología, Universidad de El Salvador.

(colectados en 36 localidades distintas de El Salvador, y de 10 plantas huéspedes diferentes) estaban parasitados por las especies antes mencionadas. La recolección de capullos fue hecha en 1964 y 1965, en localidades distribuidas a lo largo y ancho del país. De 1969 a 1972 se hizo una nueva recolección de más de 5000 capullos en las mismas localidades y plantas huéspedes, encontrándose que el porcentaje de parasitismo había bajado drásticamente en aquellas áreas en donde se han usado pesticidas para controlar plagas del algodón. El presente trabajo tiene por objeto detallar las observaciones y los resultados de este segundo censo de las poblaciones de *R. aroma* y sus parásitos.

MATERIAL Y METODOS

La recolección de capullos se hizo a mano, anotándose la fecha, lugar de recolección, planta huésped y otros datos pertinentes. En el laboratorio se abrió cuidadosamente los capullos con una navajilla de afeitar, procurando no tocar con ella su contenido. Haciendo una ligera presión del capullo a lo largo de su eje longitudinal (con los dedos pulgar e índice) se podía ver su interior. De este modo, cada capullo era inmediatamente clasificado en las siguientes categorías: a) pupa sana; b) mariposa ya emergida; c) pupas de parásitos por emerger; d) pupas de parásitos ya emergidos; e) pupa muerta por desecación o enfermedad. Se confinó a los individuos de las categorías a) y c) individualmente en frascos de vidrio de 24 onzas, cubiertos con organdí en su abertura, para esperar la emergencia de parásitos o mariposas y se anotó los datos en fichas especiales. Cuando emergían mariposas, éstas eran confinadas en jaulas de cría (90×40×40 cm.) para asegurar su apareo y oviposición en estudios biológicos. Toda esta metodología ha sido tratada con algún detalle en un trabajo anterior (4).

RESULTADOS Y DISCUSION

Es conveniente presentar un resumen de los resultados reportados por QUEZADA (4) para hacer las comparaciones y sacar las conclusiones en el presente informe. En esos estudios los resultados generales del censo de 1212 capullos fueron los siguientes:

Mortalidad por parásitos	70%
Mortalidad por desecación o por patógenos	19.5%
Producción de mariposas	10.5%

Las plantas huéspedes en las que se encontró capullos de *R. aroma* fueron esencialmente las mismas en ambos censos:

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
Jocote, ciruelo	<i>Spondias</i> spp.	Anacardiaceae
Tempate	<i>Jatropha curcas</i> L.	Euphorbiaceae
Naranjos	<i>Citrus</i> spp.	Rutaceae
Corroncho	<i>Gyrocarpus americana</i> Jacquin	Hernandiaceae
San Andrés	<i>Tecoma stans</i> (L.) H.B.K.	Bignoniaceae
Mangle	<i>Rhizophora mangle</i> L.	Rhizophoraceae
Cafeto	<i>Coffea arabica</i> L.	Rubiaceae
Pito, poró	<i>Erythrina berteroana</i> H.B.K.	Papilionaceae
Tecomazúcho	<i>Cochlospermum vitifolium</i> Spreng.	Cochlospermaceae
Anona	<i>Annona muricata</i> L.	Annonaceae
Morro, jícaro	<i>Crescentia alata</i> H.B.K.	Bignoniaceae

El censo, llevado a cabo en 1964-1965, fue complementado con estudios biológicos de la mariposa, tales como su ciclo de vida, hábitos de apareo, etc.

Al hacer un nuevo censo en 1969-1972 se colectó 5787 capullos en las mismas localidades y plantas huéspedes, aunque algunos sitios nuevos así como otras plantas fueron muestreadas. Se hizo observaciones biológicas adicionales, resaltando entre ellas el hecho de que el período de copulación de las mariposas (Fig. 3) puede extenderse hasta 18 horas en el laboratorio, lo cual resultaba en una notable diferencia con lo reportado anteriormente (4).

Al analizar los datos del censo nos sorprendió encontrar que los resultados generales de mortalidad y sobrevivencia no coincidían con los anteriores, ya que había una fuerte desviación en las cifras de parasitismo que favorecía la sobrevivencia de las mariposas. Las observaciones en las áreas de recolección nos habían hecho sospechar que el uso de pesticidas podría haber afectado las poblaciones en su antiguo estado de equilibrio natural. Así, en localidades a lo largo de la costa en donde se hacen intensas aplicaciones de insecticidas en los algodones, el promedio de capullos encontrados en los árboles de *Spondias* spp. (las plantas huéspedes más comunes) aparecía evidentemente mayor que el promedio en árboles localizados en áreas libres de aspersiones, o en donde éstas son hechas con poca frecuencia en pequeñas áreas restringidas (valles interiores en donde se cultiva café, caña de azúcar, cereales, frutales, etc.). Mientras que en las primeras el promedio de capullos por árbol llegaba a 11.2, en las últimas apenas alcanzó 1.6.

Ante la desviación de los resultados, y con las observaciones ya apuntadas, decidimos analizar los datos en forma separada, o sea los correspondientes a "áreas con insecticidas" y "áreas sin insecticidas" (Fig. 4). Esta vez el problema se iluminó un poco más, pues los datos presentados en el Cuadro 1, mostraron que las cifras de mortalidad y sobrevivencia en las áreas sin insecticidas se acercaban mucho a las reportadas por QUEZADA (4), mientras que en las áreas con insecticidas los porcentajes de parasitismo y emergencia de mariposas se habían prácticamente invertido. Al analizar los porcentajes de acción de cada parásito (Cuadro 2) es notable como el mismo equilibrio es mantenido en las áreas no contaminadas, en contraste con la notable variación en las regiones costeras.

CUADRO 1

Sobrevivencia y mortalidad de Rothschildia aroma Schaus en áreas tratadas con insecticidas y áreas libres de tratamientos en El Salvador (Junio 1969 - Junio 1972)

	Sin insecticidas		Con insecticidas		Quezada, 1967	
	No.	%	No.	%	No.	%
Total capullos por área	1706	100.0	4081	100.0	1212	100.0
Desecados o muertos por enfermedad	430	25.2	541	13.2	237	19.5
Parasitados por:						
<i>B. nigrifrons</i>	995	55.9	448	10.9	774	63.8
<i>Lespesia</i> sp.	20	1.1	34	0.8	51	4.2
<i>E. americanus</i>	98	5.7	248	6.0	23	1.8
<i>Spilochalcis</i> sp.	7	0.4	17	0.4	—*	—*
Porcentaje de parasitismo		63.1		18.1		70.0
Emergieron mariposas	196	11.4	2793	68.4	127	10.5
Promedio capullos/árbol		1.6		11.2		—*

* No se midió

CUADRO 2

Distribución de los porcentajes de parasitismo de cada una de las especies que atacan a Rothschildia aroma Schaus en áreas tratadas con insecticidas y áreas libres de tratamientos en El Salvador (Junio 1969 - Junio 1972)

	Sin insecticidas	Con insecticidas	Quezada, 1967
<i>B. nigrifrons</i>	88.4	59.9	91.3
<i>Lespesia</i> sp.	1.8	4.5	6.0
<i>E. americanus</i>	9.1	33.3	2.7
<i>Spilochalcis</i> sp.	0.7	2.3	—*

* No se midió

Las cifras en el Cuadro 1 sugieren que el control biológico natural de las poblaciones de *R. aroma* se está perturbando en aquellas áreas de El Salvador en donde se ha estado aplicando insecticidas, sobre todo contra las plagas del algodón. En tales regiones, no sólo fueron más abundantes los capullos, sino que éstos produjeron un alto porcentaje (68.4%) de mariposas. En algunos casos pudo observarse fuerte defoliación de árboles de *Spondias* spp. Todo esto contrasta notablemente con la situación que todavía prevalece en las regiones poco contaminadas con insecticidas. Los capullos son ahí menos comunes, nunca se observa defoliación de árboles, y sobre todo, un alto porcentaje de pa-

rasitismo (63.1%) persiste como fuerte factor de mortalidad de las mariposas. Es conveniente señalar que normalmente los árboles de *Spondias* spp. pierden sus hojas durante la estación seca, entre noviembre y abril, y que se notó defoliaciones en plena estación lluviosa. Se puede asegurar que los insecticidas, al diezmar las poblaciones de los parásitos, afectan la acción de éstos y crean condiciones más ventajosas para su huésped. Los parásitos en su forma adulta buscan fuentes de alimento como pólenes, rocío y néctares, con lo cual las posibilidades de ponerse en contacto con residuos químicos son abundantes. Las larvas y pupas de la mariposa, por el contrario, son casi o totalmente estacionarias y por lo tanto menos sujetos a contaminarse como ocurre con sus enemigos naturales.

Los resultados aquí resumidos tienen importancia tanto teórica como práctica. Nos muestran en primer lugar que donde quiera se presentan casos de control biológico natural críptico, cuya existencia es ignorada y cuya importancia sólo se hace evidente cuando las perturbaciones ambientales producidas por el hombre provocan "explosiones biológicas" en ciertas especies. Muchas especies de insectos o ácaros que son económicamente inofensivos (debido muy a menudo a la acción de sus enemigos naturales) pueden alcanzar el estado de plagas a causa de prácticas agrícolas indiscriminadas, especialmente el mal uso de pesticidas, herbicidas o incluso fertilizantes. Los datos acerca de las poblaciones de *R. aroma* nos advierten sobre lo que se estará produciendo en el equilibrio biológico del ecosistema salvadoreño y en el de otras partes de Centro América, en donde se siguen prácticas agrícolas similares.

En El Salvador se ha estado usando sustancias químicas intensamente en los últimos diez años, sobre todo en los algodones, y los resultados han sido en su mayor parte desastrosos. Muchas especies de insectos que antes no tenían valor económico se han convertido en plagas severas, tales como los gusanos del género *Prodenia*, la mosca blanca, *Bemisia* sp., el gusano peludo, *Estigmene acrea* (Drury), para mencionar sólo unos ejemplos. Lo mismo ha ocurrido con especies de ácaros. Al afrontar el problema del número creciente de plagas, poca o ninguna atención se ha prestado a la existencia del complejo de enemigos naturales en el agroecosistema del algodón. El resultado ha sido: más aplicaciones de insecticidas, desarrollo de resistencia en las plagas, crecientes costos de producción y graves problemas de contaminación del suelo y de las aguas tanto dulces como oceánicas. Para el algodonerero mediano o pequeño su cultivo es cada vez más costoso y sus rendimientos económicos más escasos. DOUTT y SMITH (2) han llamado a esta situación "el síndrome de los pesticidas". Después de visitar los países de Centro América y hacer observaciones en sus regiones algodonereras, han considerado que la situación en más de un país se encuentra en la "fase de desastre". SMITH y REYNOLDS (6) hacen una descripción detallada de los problemas que afronta el cultivo de algodón en el mundo, analizando entre ellos los de Centro América. En otra publicación, SMITH (5) se refiere a los problemas específicos de Guatemala, los cuales no son diferentes de los de El Salvador y otros países centroamericanos. De sumo interés son sus observaciones de cómo los problemas son más agudos en don-

de el algodón es un agroecosistema continuo de grandes extensiones (Guatemala, El Salvador, Nicaragua) comparado con lo mínimo de tales problemas en donde los algodones están en parcelas relativamente pequeñas, separadas por otros cultivos diversos, como ocurre en Costa Rica. Estos hechos pueden ser una advertencia provechosa para este último país, el que todavía puede encauzar su política agrícola en tal forma de poder evitar los serios problemas de sus vecinos.

El caso de la mariposa *R. aroma*, que hemos seguido y medido durante años, nos muestra claramente lo que puede ocurrir cuando los pesticidas no son usados apropiadamente. Muchas especies en El Salvador y en el resto de Centro América pueden al presente estar en una situación de perturbación biológica, sin que sepamos si algunas de ellas tienen valor económico o médico. GEORGHIOU y sus colaboradores (3) encontraron que los mosquitos transmisores de la malaria en El Salvador, Nicaragua y Guatemala se han vuelto resistentes a los compuestos tradicionalmente usados en su erradicación, como el DDT. Incluso han desarrollado resistencia a los carbamatos y los compuestos fosforados como Paratión, Metilparatión y Malatión. Además de sugerir que se busquen otras medidas de control contra las plagas agrícolas, recomiendan que ciertos productos químicos se usen exclusivamente en salud pública y que se prohíba su uso en la agricultura. Toda esta documentación apunta a la fuerte necesidad de regular el uso de los pesticidas y de llevar a cabo estudios amplios acerca de las plagas para enfocar esos problemas de un modo más integral. Los pesticidas son una excelente herramienta que la ciencia nos ha proporcionado, pero su uso debe ser racionalmente combinado con otras medidas de control que la ciencia y tecnología actuales han puesto en nuestras manos. El control cultural, el control biológico, el desarrollo de variedades resistentes, etc. son ejemplos de otras alternativas que, individualmente o en forma combinada, pueden proporcionar resultados más permanentes, con un mínimo de contaminación ambiental, y con ganancias más seguras para los agricultores.

Algunas interrogantes de tipo académico resaltan en el caso de la mariposa *R. aroma*. El parásito *Belvosia nigrifrons* parece ser todavía el más importante, mientras que el otro taquínido, *Lespesia* sp., ha declinado en su acción. Pareciera que en estas dos especies se estuviera dando un caso de "desplazamiento competitivo" en la acepción que le dan DEBACH y SUNDBY (1). Al mismo tiempo, el icneumonídeo *E. americanus* muestra evidencias de estar aumentando, y con mucha ventaja, en las áreas contaminadas con insecticidas, ya que su acción fue casi igual en ambas regiones, en términos absolutos. Al analizar su acción individual, como se muestra en el Cuadro 2, se ve como el porcentaje de capullos que este himenóptero parasitó en las regiones contaminadas ha sido muy grande, lo que sugiere que el parásito tiene ventaja sobre sus competidores por resistencia a los residuos químicos, o por formas de comportamiento que le hacen menos propenso a ponerse en contacto con esos residuos. El autor principal tuvo ocasión de coleccionar números limitados de capullos en Tegucigalpa, Honduras, en 1957, así como en Costa Rica, donde son llamados "chilindrines" y se supone entre el pueblo que tienen propiedades de suspender el babeo de los niños. Alrededor de San José, Turrialba y Escazú se recogió estos detalles del

folklore costarricense, que guardan similitud con las creencias en Honduras y El Salvador. De las muestras tomadas en Honduras y Costa Rica, sólo *B. nigrifrons* apareció como parásito de la mariposa. Lo limitado de esas muestras no nos permite juzgar la verdadera situación en esos países, pero deben ser similares a las que se encuentran en forma natural y no perturbada en El Salvador. Por último, cabe señalar que la acción del hiperparásito *Spilochalcis* sp. (que parasita las pupas de *B. nigrifrons*) fue bastante pequeña para ser significativa en la dinámica de las poblaciones de *R. aroma*.

RESUMEN

Durante tres años se recolectó capullos de la mariposa *Rothschildia aroma* Schaus para determinar datos de mortalidad por parasitismo y otras causas, y hacer comparaciones con un trabajo previamente publicado. En aquellas áreas de El Salvador en que no se hacen aplicaciones intensas de insecticidas todavía se mantiene un 63.1% de parasitismo, que sumado a otras causas de mortalidad, sólo permite que un 11.4% de los capullos produzcan mariposas. Como contraste, en las regiones en donde durante los últimos diez años se ha usado intensamente los insecticidas contra las plagas del algodón, esos porcentajes han resultado prácticamente invertidos, pues el parasitismo apenas alcanza un 18.1% y la sobrevivencia de mariposas un 68.4%. Se hace énfasis en ese caso de control biológico natural críptico, y en otros que posiblemente hayan sido o estén siendo perturbados en El Salvador y el resto de Centro América, sugiriéndose un enfoque más integral a nuestros problemas de plagas.

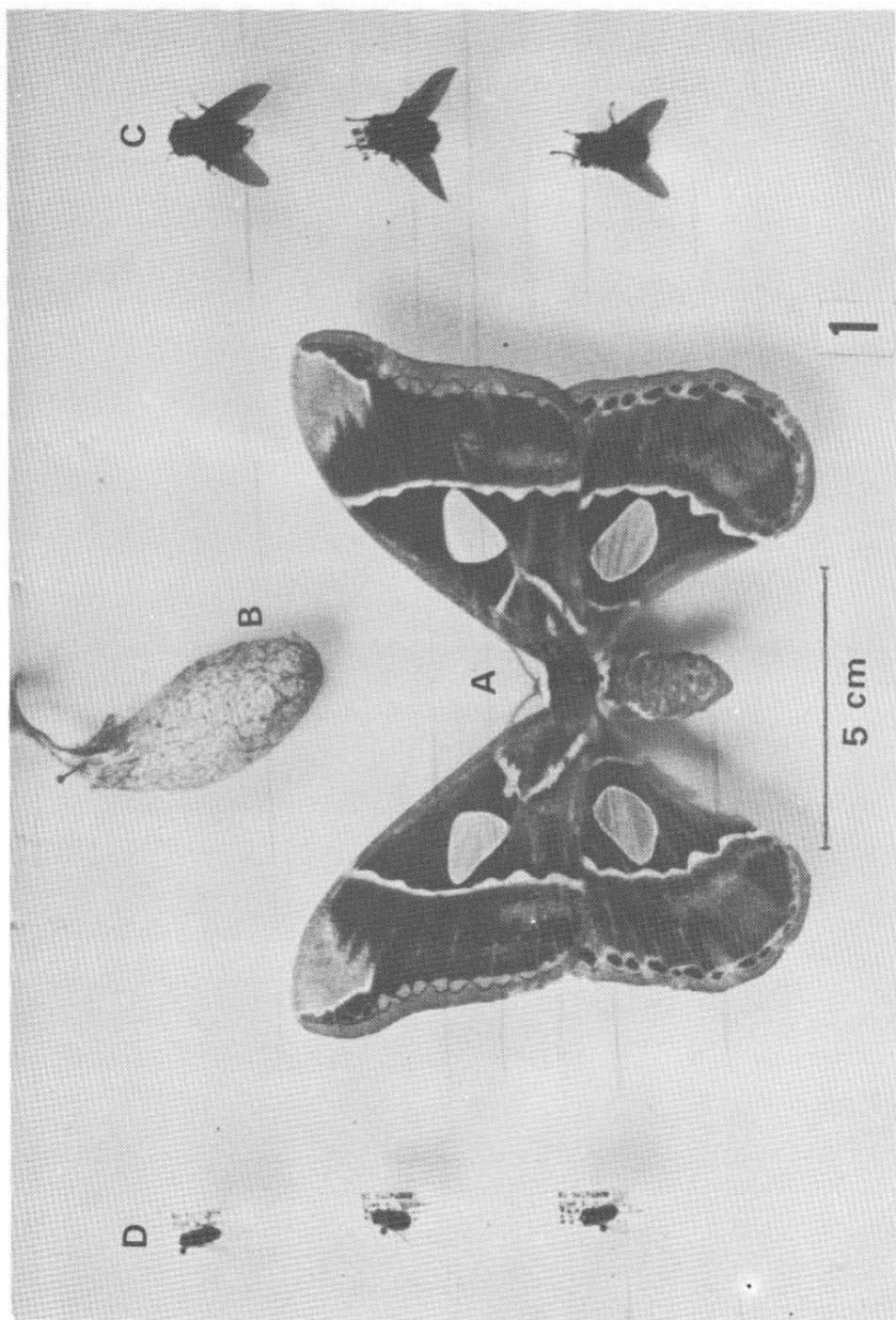
AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su gratitud a las muchas personas que contribuyeron a la realización de este trabajo. Colecciones de capullos en la zona oriental fueron hechas por el Lic. Enrique Américo López y el Br. Víctor Ochoa; en la zona occidental, por el Lic. Carlos Amaya y los profesores Mario Enrique Estrada y Roberto Moreno. Importantes recolecciones a lo largo de la Carretera Troncal del Norte fueron hechas por don Marcos Evodio Quezada. Especial mención merece la ayuda del Br. Víctor Hellebuyck en el montaje, fotografía de especímenes, cuidado del material y recopilación de datos en la etapa final de las observaciones. El Sr. Jack C. Hall, del Museo de Entomología, Universidad de California, Riverside, hizo la identificación de *Spilochalcis* sp. Nuestra gratitud se extiende al Dr. Fabio Castillo, Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina de la Universidad de Costa Rica, por su ayuda en la revisión del artículo e interés en su publicación.

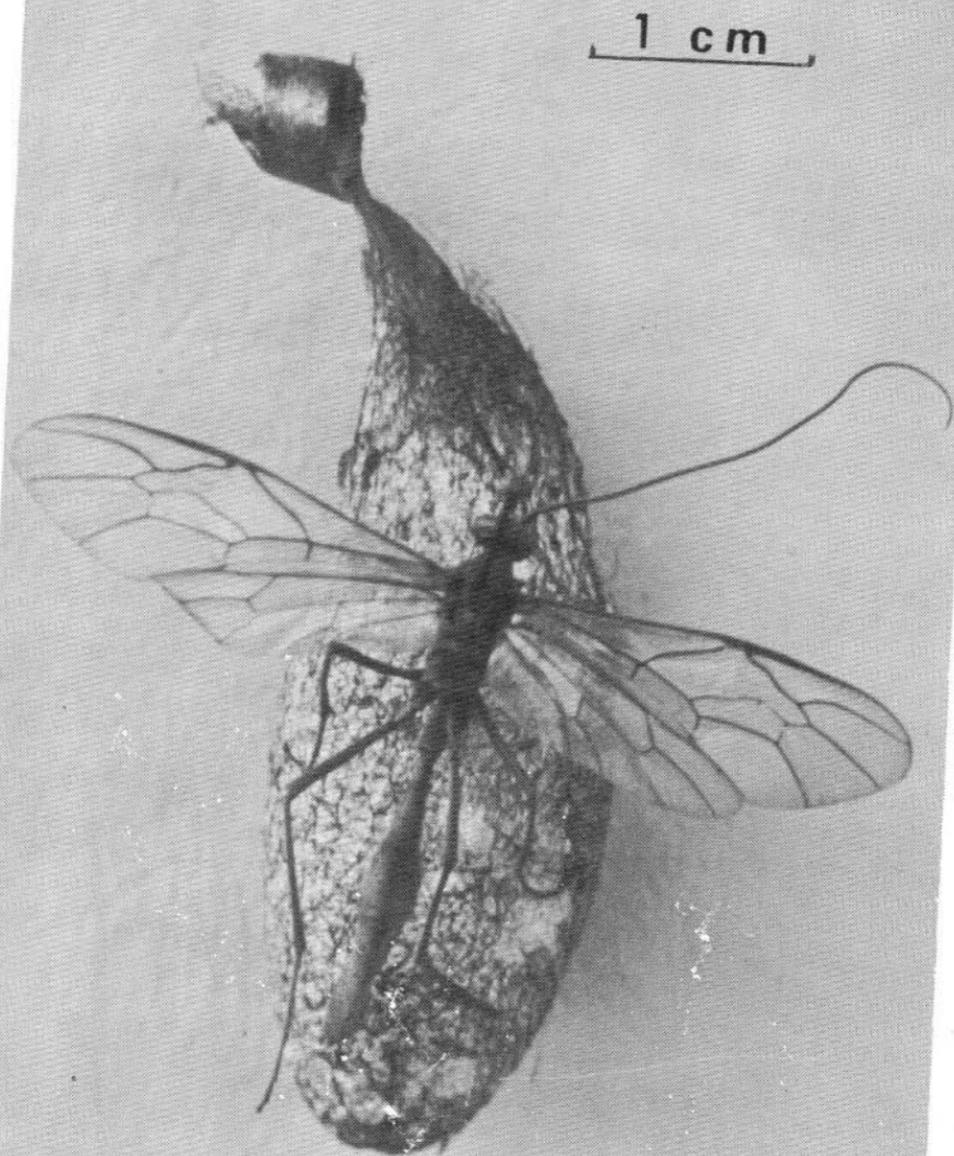
REFERENCIAS

1. DEBACH, P., & R. A. SUNDBY
1963. Competitive displacement between ecological homologues. *Hilgardia*, 34: 105-166.
 2. DOUTT, R. L., & R. F. SMITH
1971. The pesticide syndrome-diagnosis and suggested prophylaxis. En: C. B. Huffaker, (ed.). *Biological Control*. Plenum Press, New York.
 3. GEORGHIOU, G. P., V. ARIARATNAM, & C. G. BREELAND
1972. Development of resistance to carbamates and organophosphorus compounds in *Anopheles albimanus* in nature. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 46: 551-554.
 4. QUEZADA, J. R.
1967. Notes on the biology of *Rothschildia aroma* (Lepidoptera: Saturniidae) with special reference to its control by pupal parasites in El Salvador. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 60: 595-599.
 5. SMITH, R. F.
1969. *Consideration of the cotton insect problems in Guatemala, Report to the Minister of Agriculture, Guatemala*. March, 1969. 16 págs. (mimeografiado).
 6. SMITH, R. F., & H. T. REYNOLDS
1968. *Effects of manipulation of cotton agro-ecosystems in insect pest populations*. Conference on the Ecological Aspects of International Development. Dec., 1968. 36 págs. (mimeografiado).
-

Fig. 1. La mariposa *Rothschildia aroma* Schaus (A), su capullo (B) y sus parásitos taquinidos, *Belvosia nigrifrons* Aldrich (C) y *Lespessia* sp. (D). Fotografía de Manuel Menéndez G.



- Fig. 2. El icneumónido *Enicospilus americanus* (Christ), otro importante parásito de *Rothschildia aroma* Schaus, y cuyo tamaño puede apreciarse en la ilustración. Fotografía de Arnulfo R. Canizales.



2

Fig. 3. Copulación de *Rothschildia aroma* Schaus en el laboratorio, en donde se registró un máximo tiempo de 18 horas de apareo. Fotografía de Manuel Menéndez G.

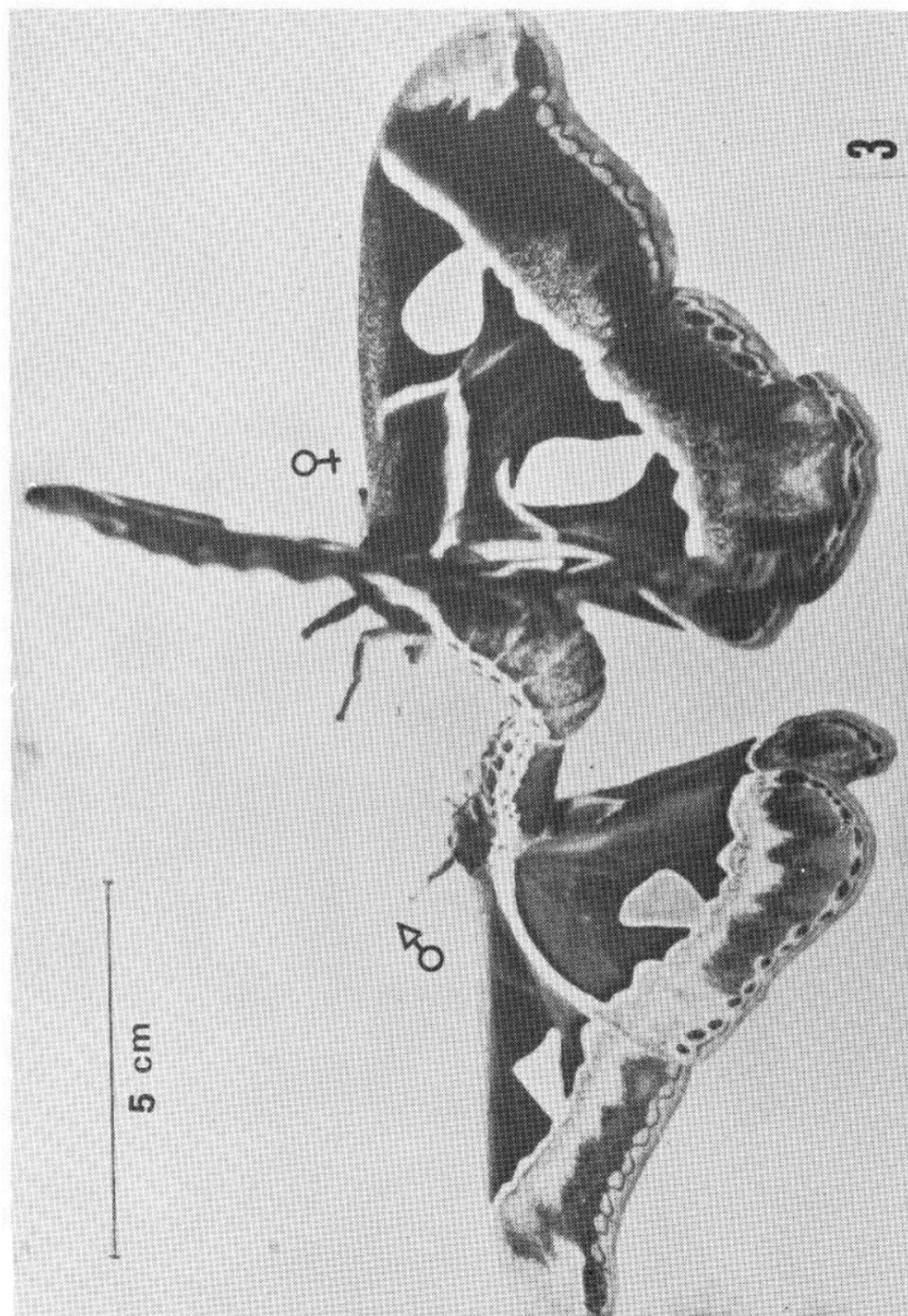
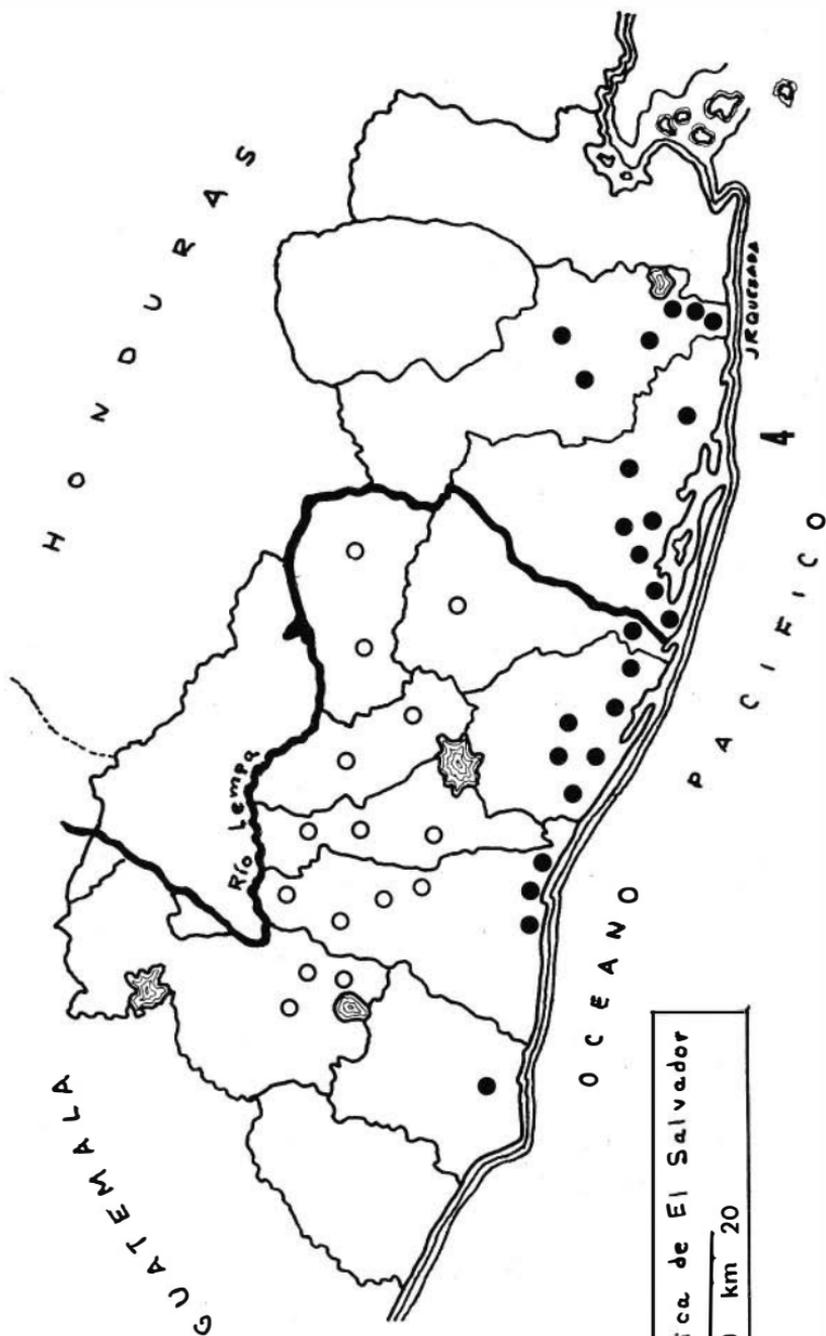


Fig. 4. Mapa de la República de El Salvador mostrando las áreas en donde se recogió los capullos de *Rothschildia aroma* Schaus, durante los años de 1969 a 1972.

- Areas con insecticidas
- Areas sin insecticidas



República de El Salvador
0 km 20