Los Insectos Polinizadores de la Palma Africana

RAHAMAN A. SYED

RESUMEN

La palma oleaginosa africana (Elaeis guineensis) es original de Africa Occidental. Es una planta monoica (con inflorescencias separadas de macho y hembra) y requiere polinización cruzada. Se creía que su polinización se efectuaba con el viento, puesto que no se habían visto insectos polinizadores y que se habían observado granos de polen en densidades altas en la atmósfera a distancias considerables de las inflorescencias macho. Así mismo, se sabía que la lluvia causaba una inmediata reducción de la densidad de polen en la atmósfera.

En Camerún (Africa Occidental), a pesar de un prolongado período de lluvias, la polinización era buena, incluso durante la época más lluviosa del año. Este hecho fué el que llevó a -algunos miembros del Unilever Plantation Group (una compañía multinacional) a pedirnos que realizáramos una. investigación. Comencé mi estudio en junio de 1977 y pude comprobar, con el beneficio de la duda, que los insectos polinizan la palma africana.

Se conocía una gran cantidad de especies de insectos que se posaban sobre las inflorescencias macho y hembra de la palma africana. Algunos de ellos se asocian únicamente con las inflorescencias macho y rara vez visitaban las inflorescencias hembras. Otros se encuentran principalmente sobre la hembra y solo ocasionalmente sobre el macho. Existen alrededor de una docena de especies que se posan tanto sobre el macho como sobre la hembra durante la antesis y éstos son los polinizadores. Los polinizadores más importantes de la palma africana son las especies Elaeidobius de Africa Occidental y los Thrips hawaiiensis en algunas áreas de Asia Suroriental. Una de las especies de Elaeidobius (E. subvittatus) y el Nitidulid (Mystrops Palmarum) están polinizando la palma africana en América del Sur. En algunas partes de Asia Suroriental y de la región del Pacífico (Malasia Oriental, Kalimantan, Papua, Nueva Guinea, Islas Salomón) no hubo ninguna polinización significativa por insectos.

Después de un estudio cuidadoso de la eficiencia polinizadora de varias especies de insectos en Africa Occidental, se seleccionó una de las especies (E. kamerunicus) que parecía ser la más prometedora. Se consideró adecuada para las condiciones climáticas de Sabah y Papua Nueva Guinea (países que patrocinaron el estudio). Se aseguró que la introducción de este insecto a estos países no ocasionaría daño alguno a otros cultivos ni a la palma en sí.

El E. kamerunicus se llevó a Kuala Lumpur en Malasia en Junio de 1980. Después de confirmar la seguridad de intro-

1. INTRODUCCION

La palma oleaginosa africana (Elaeis Guineensis), original de Africa Occidental, ha sido introducida hace relativamente poco a Asia Sur Oriental. Las primeras plantaciones comerducir este insecto a Malasia, el Departamento Federal de Agricultura autorizó que se soltara definitivamente en febrero de 1981. A partir de entonces, ha sido introducido a otros países como Papua Nueva Guinea, Indonesia, Tailandia, las Islas Salomón y Burma.

En la mayor parte de las áreas donde se introdujo el E. kamerunicus, su población ha aumentado lo suficiente en el curso de seis meses para proporcionar una polinización adecuada y no fué necesario aplicar polinización asistida. El conjunto de la fruta, el peso del racimo y la extracción de palmiste aumentaron. La relación mesocarpo/racimo no varió y la producción de aceite se vio incrementada. En las áreas en que la polinización natural era deficiente antes de introducir el insecto, las tasas de extracción de aceite también mejoraron. El tamaño promedio, tanto de la fruta como del palmiste, se redujo, aunque el del último en proporción mínima.

Al cambiar la colocación de la fruta y producir racimos más compactos, surgieron algunos problemas en las plantas de procesamiento, aunque estos se resolvieron gradualmente alterando el estándar de madurez de los racimos en cosecha, dividiendo los racimos más grandes y llevando a cabo una vaporización triple.

En Malasia, la cosecha de 1982 fué muy abundante, pero, comparativamente, en 1983 se redujo bastante. Esto dio lugar a la duda sobre si las palmas se habían agotado debido a una sobrepolinízación entre 1981 y 1982. Pero, por Otra parte, tanto 1981 como 1982 fueron años muy secos y esta puede haber sido la causa de la caída de la producción, y respectivamente de la introducción del insecto. Es necesario que transcurra más tiempo para resolver esta controversia.

En Africa, existen diversas especies de insectos que polinizan la palma africana. Solamente se ha introducido una de éstas. Es posible que eventualmente se requiera una o más especies de insectos polinizadores en algunas áreas. Las E. plagiatus y E. subvittatus son compatibles con E. kamerunicus y se podrían introducir sin temor a que la competencia interespecífica sea excesiva.

Las especies Elaeidobius no son adecuadas para polinizar en forma efectiva los híbridos guineensis x oleífera. Posiblemente sea necesario llevar a cabo otros estudios con el objeto de hallar un polinizador adecuado. Una de las soluciones posibles para este problema tal vez sea seleccionar híbridos cuyas inflorescencias macho sean atractivas para las especies Elaeidobius y sembrar palmas guineensis polinizadoras en las plantaciones de híbridos.

ciales se establecieron a principios del siglo XX (Hartley, 1967). La primera vez que se introdujo en América Latina fué en el siglo XV en Brasil (Tan, 1983); a Colombia se introdujo en 1932 (Guerra, 1982).

Existía la creencia generalizada de que la polinización de la palma africana se hacía por el viento. Esta creencia surgía de la supuesta carencia de vectores de polen efectivos y se veía confirmada por la alta densidad de polen en la atmósfera que se observaba a distancias considerables de las inflorescencias macho (Hardon y Turner, 1967). Sin embargo, también se encontró que la lluvia ocasionaba una inmediata reducción en la densidad atmosférica de polen. Esto condujo a algunos palmeros del Unilever Plantation Group, que habían trabajado tanto en Africa como en Asia Sur Oriental, a sospechar sobre la posible intervención de otros agentes en la dispersión del polen, por cuanto durante la época de lluvias, a pesar de que llueve casi todos los días, la polinización sigue siendo adecuada.

En julio de 1977 comencé a estudiar la polinización de la palma africana. Este trabajo es una revisión de mi investigación en Camerún y Malasia entre 1977 y 1980 y la subsiguiente introducción de uno de los insectos polinizadores (Elaeidobius kamerunicus). (Faust). Asimismo, se repasan los efectos de esta introducción sobre los componentes del racimo. El insecto polinizador ya se ha importado a Colombia y está en proceso de cultivo en el ICA en Villavicencio. Por lo tanto, se discuten las posibles implicaciones de liberar este insecto en Colombia.

DISPERSION POR VIENTO DE LOS GRANOS DE POLEN (Syed, 1979)

El estudio de la dispersión del polen de las inflorescencias consistió en exponer tajadas microscópicas, cubiertas con adhesivo, a diferentes distancias, de las inflorescencias macho. En Camerún, durante la época de lluvias, el mayor volumen

de los granos de polen se depositó a corta distancia de las inflorescencias macho (a 2 m. si la inflorescencia macho se encontraba a 1 m. del nivel de la tierra y a 4 m. si tenía 2 m. de alto). También se encontró que las partículas expuestas cerca a las inflorescencias hembra receptivas, recibían una mayor cantidad de polen que las que estaban lejos. Incluso dentro de la corona de las palmas con inflorescencias hembra receptivas, se encontró muy poco polen sobre las partículas expuestas del lado opuesto a la inflorescencia receptiva.

Estos estudios indicaron que existía muy poca dispersión de granos de polen durante la época de lluvias. Sin embargo, el examen de los registros del análisis de racimos de 263 palmas, acumulados durante un período de 4 a 5 años, demostró que de 3.720 racimos, 79% tenían más del 60% de fruta/racimo, y el 80—85% mostraron mejores porcentajes en los racimos que habían sido polinizados durante la época de lluvias. Por lo tanto, la polinización natural fué buena, a pesar de la deficiente dispersión por viento de granos de polen, indicando entonces la intervención de otros factores en la polinización de la palma africana.

3. FAUNA DE INSECTOS DE LAS INFLORESCENCIAS (Syed, 1979)

El análisis de las inflorescencias macho y hembra reveló que existía una gran cantidad de insectos en las inflorescencias macho durante la antesis y muy pocos en las inflorescencias hembra durante los primeros días. Los insectos comenzaban a llegar a las inflorescencias macho al comienzo de la antesis. La tabla 1 muestra el número de individuos de cada especie extraídos de una inflorescencia macho grande y dos pequeñas. Las especies Elaeidobius y Atheta fueron las más abundantes.

TABLA 1
IADLA I

Especie	Sexo	En dos Inflorescencias pequeñas	En una Inflorescencia grande	
E. kamerunicus (Faust.)	Machos	322	1473	
E. kamerunicus	Hembras	1164	4225	
E. plagiatus (fahreus)	Machos	225	1120	
E. plagiatus	Hembras	79	473	
E. subvittatus	Machos y Hembras	572	1522	
Prosoestus minor	Machos y Hembras	. 0	32	
Microporum sp.	Machos y Hembras	252	655	
M. congolense Grouvelle	Machos y Hembras	96	334	
Litargus sp.	Machos y Hembras	11	0	
Atheta sp.	Machos y Hembras	2515	1088	
Gabrius burgeoni (Bernhauer)	Machos y Hembras	170	47	
Diptera (A)	Machos y Hembras	356	51	
Diptera (B)	Machos y Hembras	729	6	
TOTALES:		6491	11026	

Solamente se encontraron seis individuos de Prosoestus menor Marshall en una inflorescencia hembra que se examinó 2 y 3 días antes de volverse receptiva y se encontraron algunas tijeretas en las inflorescencias debido a la apertura, en los 3 a 5 días anteriores, pero el número de insectos aumentó considerablemente en las inflorescencias hembra completamente receptivas (Tabla 2). La mayor parte de estos insectos pertenecían a la especie P. Menor y P. sculptilis Faust, de las cuales se encontraron pocos insectos en las inflorescencias macho. De las especies que se encontraron en cantidades considerables en las inflorescencias macho, solamente el Elaeidobius subvittatus (Faust) y la Atheta fueron encontradas en las inflorescencias hembra y en cantidades muy pequeñas. Al tomar esta observación por sí misma, no parecería que los Insectos desempeñaran un papel muy significativo en la polinización y tal vez explica por qué los investigadores anteriormente consideraban que la contribución de los insectos a la polinización era mínima.

т	Δ	R	LA	•
- 1	А	0	LA	-

ESPECIES Y NUMEROS EN DOS INFLORES HEMBRA RECEPTIVAS	CENCIAS
Especie	Numero
Prosoestus sculptilis	500
Prosoestus minor	3600
E. subvittatus	15
Atheta sp.	4
Diptera (A)	2
Dermaptera	15
Otros	10

TABLA. 3.

Especie	1	Inflorescencias 2	3	Promedio	No. de Visitantes Estimado Durante Período de Receptividad
Elaeidobius kamerunicus (macho)	8	5	5	6.0	1200
E. kamerunicus (hembra)	12	4	7	7.7	1540
E. plagiatus (macho)	3	4	5	4.0	800
E. plagiatus (hembra)	1	1	2	1.3	260
E. subvittatus	11	14	3	9.3	1860
Prosoestus spp.	18	3	1.	7.3	1460
Microporum sp.	25	14	10	16.3	3260
M. congolense	2	6	3	3.7	740
Atheta sp.	35	19	11	21.7	4340
Gabrius burgeoni	2	3	2	2.3	460
Diptera (A)	3	3	0	2.0	400
Diptera (B)	21	6	48	25.0	5000
Totales	141	82	97	106.7	21320

Por otra parte, la observación continua de las inflorescencias hembra a lo largo del período de receptividad, demostró que durante el día recibían la visita de un gran número de insectos. Los insectos llegaban en enjambres intermitentes. En un día claro llegaban 38 enjambres pequeños y 34 grandes. Los insectos no se acercaban ni durante la noche ni cuando la lluvia era muy fuerte. El número de las diferentes especies de insectos que llegaban a la inflorescencia hembra se calculó a grandes rasgos atrapando con mallas todos los insectos que llegaron en 4 segundos, cada 15 minutos (cuatro muestras por hora) durante el período de receptividad de tres inflorescencias (Tabla 3). Se calculó que más de 20.000 insectos visitaban la inflorescencia durante este período.

La comparación de las Tablas 1 y 3 demuestra que todas las especies que se encontraron en las inflorescencias macho, también habían tocado las inflorescencias hembra. La especie Prosoestus, de la cual solamente el P. Menor se encontró en pequeñas cantidades en las Inflorescencias macho, habían

estado en las hembras en números considerablemente mayores, lo cual sugiere que la mayor parte de los individuos de esta especie pasan de una hembra a otra y rara vez a un macho.

Transferencia de polen por insectos

Se encontró un gran número de insectos en las inflorescencias macho (Tabla 1). Algunos de estos permanecían alejándose de las flores y, por lo general, estaban cargados de granos de polen de palma africana. Con el fin de investigar si en realidad los insectos llevaban el polen a las flores hembra, éstos se atrapaban sobre la flor hembra y se examinaban bajo el microscopio (Tabla 4). La especie del Elaeidobius era la que más granos de polen portaba, pero existía una variación individual considerable en cuento al número de granos. Se examinó la viabilidad del polen obtenido de los cuerpos de los insectos capturados en la inflorescencia hembra en exámenes de germinación en pendientes de agar; el 68.5% era viable, demostrando que la mayor parte de los granos de polen eran frescos.

TABLA 4.

Especie E	No. xaminado	No. con Pólan	Número de G	iranos de Polen	Posición de los Granos de Polen
			Rango	Promedio	
Elaeidobius kamerunicus					
macho	6	6	60-600	235	Mayoría en élitra, algunos ventrales en e tórax y abdomen y bajo élitra.
E. kamerunicus]					
Hembra 5	8	8	8-225	56	Mayoría en élitra, algunos ventrales en tóra: y abdomen.
E. plagiatus Macho	6	6	10-47	27	Mayoría ventral en tórax
E. plagiatus Hembra	4	4	5-500	203	Entre élitra y abdomen
E. subvittatus	5	4	4-40	15	Ventral bajo tórax
Prosoestus minor	10	7	5-7	4	Ventral bajo tórax
Microporum sp.	8	5	1-40	9	Bajo élitra y tórax
M. congolense	4	4	1-30	14	En élitra
Atheta sp.	11	3	1-3	<1	En abdomen
Gabrius burgeoni	12	1	(80)	7	En abdomen y tórax
Diptera (A)	13	0		0	
Diptera (B)	48	4	1-3	<1	En patas

Por lo tanto, en Camerún, durante la época del año en que los granos de polen esparcidos por el viento son relativamente escasos y de donde es originaria la palma africana y existe una polinización adecuada durante el año, existe todo un conjunto complejo de insectos nativos que transfiere el polen de las inflorescencias macho a las inflorescencias hembra. El hecho de que en realidad los insectos son polinizadores importantes se ve apoyado por observaciones hechas en Malasia Peninsular, donde la presencia de algunas especies en las flores de las palmas más antiguas se asocia con un nivel aceptable de polinización natural, lo cual no ocurre en las palmas jóvenes, donde estas especies son escasas, y por otras observaciones en Sabah, donde los insectos existentes en las flores eran escasos y la polinización deficiente.

4. SELECCION DE LAS ESPECIES ADECUADAS PARA SER INTRODUCIDAS EN ASIA SUR ORIENTAL (Syed, 1.982)

Entre 1978 y 1980 se llevaron a cabo algunos estudios sobre los insectos africanos, en las plantaciones Pamol du Cameroun, Lobe Estáte (cerca de Ekondo), en la Provincia Sur Occidental de la República Unida de Camerún, con el objeto de determinar si éstos eran adecuados para ser introducidos a Malasia y a otros países de Asia Sur Oriental.

Los polinizadores más importantes del Camerún pertenecen a la sub-familia Derelominae, pertenecientes a la familia Curculionidae (Syed, 1979). Todos los miembros de esta sub-familia viven en las flores de las palmas, especialmente en las de la Elaeis, Cocos, Chamaerops y Sabal. La distribución y anfitriones de los diferentes géneros de Derelominae es considerablemente restringido: Notolamus es un género americano que frecuenta la Sabal, el Derelomus se encuentra en la Chamaerops en la zona del Mediterráneo, el Meredolus sobre la Cocos en el Pacífico y el Prosoestus (y Elaeidobius) en la Elaeis en Africa Occidental (Lepesme, 1947). Este es un buen indicio inicial del carácter especializado de la sub-familia.

•El Derelominae de la palma africana de Camerún incluye el Elaeidobius kamerunicus Fst, el E. plagiatus Fst., el E. singularis Fst., el E. bilineatus Fst., el E. subvittatus Fst. y rara vez el E. spatulifer Mshl. La especie Elaeidobius se posa tanto sobre las inflorescencias masculinas como sobre las femeninas de la palma africana. Otras dos Derelominae, Prosoestus scuptilis Fst. y P. menor Mshl, se encontraron por lo general únicamente en las inflorescencias hembra.

Para seleccionar las especies más adecuadas para ser introducidas a Malasia, era indispensable estudiar su historia, su efecto sobre la tasa de reproducción, el clima, la altura y la edad de las palmas de la población correspondiente, su capacidad de búsqueda y sus interacciones ínter e intra específicas y, más aún, su especificidad como anfitriones. Debido a que estos son insectos fitófagos, la estrategia para establecer su especificidad y seguridad al introducirlos en una zona nueva es la misma que se utiliza para los agentes biológicos de control de malezas. El punto crucial del estudio era determinar si la especie de los Elaeidobius se puede introducir para la polinización de las palmas, pero con la certeza de que no cause daño alguno ni a la palma ni a otras plantas útiles.

4.1. HISTORIA DE LA ESPECIE DE LOS ELAEIDOBIUS

Los adultos de todas las especies de Elaeidobius mascan filamentos de antera o tubos de antera de las flores macho abiertas. Los machos de todas las especies tienen proboscis más cortas y generalmente se alimentan de filamentos del antera.

Las especies de los Elaeidobius se aparean a cualquier hora del día, generalmente dos o tres días después de emerger, aunque algunos se aparean antes.

La oviposición comienza en el término de dos días y los huevos se depositan en las cavidades alimenticias mediante la protrusión del ovsicapto. El tejido que rodea estas cavidades se seca, se endurece y se frunce, proporcionando de esta forma cierta protección. El E. kamerunicus pone los huevos en la parte exterior del tubo del antera, el E. plagiatus en el interior, el E. singularis cerca de la base de los filamentos del antera y el E. subvittatus un poco por debajo del antera y sus filamentos.

Los huevos son blancuscos, ovalados, con un corión suave y delicado. Cuando los huevos están a punto de quebrarse, se pueden ver las mandíbulas de las larvas a través del corión. Los huevos del E. kamerunicus, el E. plagiatus y el E. singularis son similares en tamaño (0.65 mm de largo y 0.4 mm de ancho) pero los del E. subvittatus son más pequeños (0.4 mm de largo y 0.28 mm de ancho).

Hay tres etapas larvales. La primera se alimenta del tejido que se muere en el lugar de la oviposición; el E. kamerunicus de la parte exterior y el E. plagiatus de la parte interior de la parte superior del tubo del antera, mientras el E. subvittatus se alimenta de filamentos del antera. Después de la muda, la segunda etapa larval pasa a la base de las flores, donde se vuelve a emprender la alimentación con tejido suave. Antes de que la flor se consuma totalmente, la larva vuelve a mudar y en la tercera etapa sigue alimentándose con la base del tubo del antera hacia arriba, hasta que queda

solamente la parte superior y ahora seca. En la tercera etapa, la larva abre un orificio por entre el periantio, cerca de la base de la flor adyacente, volviendo a empezar su alimentación desde la base hacia arriba. En esta forma, durante la tercera etapa larval, se pueden consumir cinco o seis flores.

La formación de la crisálida tiene lugar en la flor consumida. Antes de dicha formación, aparentemente la larva afloja la parte superior de la flor para facilitar la salida del adulto. La tercera etapa larval se hace inactiva durante un período anterior al proceso de formación de la crisálida.

Con frecuencia el huevo y las dos primeras etapas larvales del E. kamerunicus v el E. plagiatus terminan en el curso de dos o tres días. Las mandíbulas de las pequeñas larvas son muy débiles y aparentemente incapaces de atravezar el periantio y tienen que terminar las tres etapas dentro de la misma flor. Aparentemente, el desarrollo rápido del huevo a la tercera etapa depende de su adaptabilidad a alimentarse con substancias que se secan rápidamente. En la tercera etapa, las mandíbulas son más fuertes y no solamente son capaces de atravezar el periantio, sino de alimentarse de flores endurecidas. El E. subvittatus es de desarrollo más lento v toma de cuatro a cinco días en la terminación de la etapa del huevo y las dos primeras etapas larvales. La mandíbula de las larvas del E. subvittatus, incluso de las más jóvenes, son más fuertes v se pueden alimentar de flores más secas. Aparentemente, esto permite a las larvas de esta especie alimentarse de la parte superior de las flores, mientras la especie pone sus huevos. Las Tablas 5 y 6 resumen lo observado en las medidas de las cápsulas de las larvas y su historia.

La historia del E. singularis parece ser similar a la del E. plagiatus y la del E. bilineatus, a la del E. subvittatus.

La esperanza de vida y tasa reproductiva de los Elaeidobius parecían verse afectadas por los niveles de población. Con el objeto de obtener cifras promedio confiables, estas se estudiaron en niveles de población que iban desde 5 a 50 pares.

• La tabla 7 resume los resultados.

TΑ	ΒL	-Α	5

Especie	Etapa	Longitud (mm)		Longitud (mm) Espesor	
Capocia	Cropa	Rango	Media	Rango	Media
E. kamerunicus	1	0.28 - 0.30	0.29	0.28 - 0.33	0.31
	11	0.41 - 0.51	0.46	0.41 - 0.49	0.44
	111	0.62 - 0.78	0.72	0.51 - 0.62	0.56
E. plagiatus	1	0.31 - 0.31	0.31	0.33 - 0.33	0.33
	11	0.38 - 0.46	0.44	0.38 - 0.46	0.43
	111	0.59 - 0.67	0.63	0.51 - 0.56	0.52
E. subvittatus	1	0.21 - 0.23	0.23	0.23 - 0.23	0.23
	11	0.31 - 0.33	0.31	0.26 - 0.33	0.29
	111	0.36 - 0.44	0.41	0.33 - 0.36	0.36

TABLA 6.

TASA DE DESARROLLO DE LAS ETAPAS INMADURAS DE LAS ESPECIES ELAEIDOBIUS EN LAS ESPIGUILLAS DE LA PALMA DE ACEITE (TEMPERATURA MEDIA: MAXIMO 31.9°C, MINIMA 25,4°C).

Especie	Etapa		No. Examinado	Rango de Tasa de Desarrollo (Días)	Moda
E. kamerunicus	Huevo		21	1-2	1
	Larva		24	1-2	1
Man Park	Larva	11	24	1-2	1
	Larva	III	228	5 - 9	6
	Pupa		57	2 - 6	3
	Desarrollo Completo	(Macho)	53	10 - 14	11 - 13
		(Hembra)	94	9 - 14	10 - 11
E. plagiatus	Huevo		16	1-1	1
Silker It as	Larva	1	18	1-2	1
	Larva	11	10	1-2	1
	Larva	111	83	3 - 5	3
	Pupa		57	2-4	3
	Desarrollo completo		172	7 - 11	8-9
E. subvittatus	Huevo		46	2-3	2
	Larva	1	48	1-2	1
	Larva	11	40	1-2	1
	Larva	111	15	10 - 20	14
	Pupa		9	3-6	4
	Desarrrollo completo		198	18 - 30	21 - 23

TABLA 7

ESPERANZA DE VIDA (DE LAS HEMBRAS) Y TASA DE REPRODUCCION DE ALGUNAS DE LAS ESPECIES ELAEIDOBIUS EN CAMERUN

P	ESPECIES					
Parámetros	E. kamerunicus	E. plagiatus	E. subvittatus			
Vida máxima (días)	65	53	79			
Promedio vida (días)	15	17	31			
Progenie máxima (No.)	51	67				
Promedio progenie (No.)	12	9	10			
Tasa crecimiento población por día.	0.097	0.088	0.092			
Tiempo generación (días)	19.4	18.7	16.4			

4.2 ESTUDIOS DE POBLACION DE LA ESPECIE ELAEIDOBIUS

La antesis de la inflorescencia macho de la palma africana comienza con la apertura del flósculo en la base. Esta apertura gradual se desarrolla en dirección ascendente, hasta que todos los flósculos de las espiguillas se hayan abierto en el curso de tres días, más o menos. Ocasionalmente pueden abrirse algunos flósculos al azar, unos días antes de la antesis. Nunca se han observado Elaeidobius en las espiguillas macho antes de la antesis, pero llegan en grandes cantidades tan pronto se abren algunos flósculos en la base.

Diariamente, entre las 7:00 y las 7:30 horas, antes de que lo insectos se activaran, se tomaron muestras de tres espiguillas, cada una de cinco inflorescencias. El muestreo se comenzó antes de la antesis y siguió hasta que el proceso hubiera terminado. Las espiguillas se tomaron individualmente y al azar, y, a grandes rasgos, del medio de la inflorescencia. No se extrajo ningún Elaeidobius hasta que los flósculos cercanos a la base de las espiguillas no hubieran abierto. Salvo por algunos E. subittatus, no se levantó ningún otro Elaei-

dobius de las espiguillas recogidas antes de la antesis. Algunos individuos aislados de la E. subvittatus pueden haber llegado a los flósculos abiertos al azar y puesto algunos huevos, pero esto es una excepción más que una regla. Sin embargo, es pertinente anotar que ninguno de los-Elaeidobius (kamerunicus, plagiatus ni singularis) se encontró en espiguillas que no hubieran abierto (Tabla 8).

El número de Elaeidobius en las espiguillas macho estaba relacionado con la etapa de la antesis. El primer día, cuando solamente unos pocos flósculos se habían abierto, eran pocos, pero aumentaban al segundo, y se hallaron en su nivel máximo al tercer día, cuando ya se habían abierto todos los flósculos. Las cantidades comenzaron a declinar al cuarto y quinto día, y al sexto se encontraron muy pocos insectos. El E. kamerunicus fué por mucho la especie más abundante (Figura 1).

La población de especies Elaeidobius aumentó durante la época de sequía. La reducción de la población del E. kamerunicus fué comparativamente menos pronunciada durante la época de Iluvias.

TABLA 8

Fech	121	Descripción de las Espiguillas	Longitud de	Espiguillas (cm.)	No Elaeidobius	spp.
1 001			Total	Abiertas	En las espiguillas	Nacidos
		Palma				
Febrero	7	Se abrieron unos pocos flósculos al azar	12.5	0	0	0
"	8	No se abrieron flósculos	13.0	0	0	0
	9	Comenzó la antesis : se abrieron algunos flósculos				
		cerca de la base	12.5	1.5	53	7
44	10	Se abrieron más flósculos	13.0	7.0	633	21
"	11	Se abrieron casi todos los flósculos	135	10.7	199	47
"	12	Completamente abiertos	13.5	13.2	49	32
"	13	- si -	11.3	11.3	1	41
"	14	- si -	12.6	12.6	1	11
"	15	- si -	13.1	13.1	0	20
		Palma 11				
Febrero	7	Algunos flósculos dilatados, no abiertos.	10.0	0	0	0
"	8	La mayoría de los flósculos dilatados, no abiertos	10.5	0	0	1b
	9	- si -	11.3	0	0	0
"	10	- si -	12.1	0	0	0
**	11	- si -	11.5	0	0	0
	12	Comienzo de la antesis	11.0	0.5	21	1
	13	Todos los flósculos se abren	11.3	11.3	395	56
11	14	- si -	12.1	12.1	427	94
**	15	- si -	13.4	13.4	196	88
**	16	- si -	13.4	13.4	0	73

		0	Longitud	Espiguillas (cm.)	No. Elaeidobiu	s spp.
Fe	cha	Descripción de las Espiguillas	Total	Abiertas	En las Espiguillas	Nacido
		Palma III				
Febrero	7	Se abrió uno de los flósculos de cada espiguilla	13.8	0	0	0
"	8	Se abrieron algunos flósculos al azar	14.2	0	0	0
"	9	- si -	14.0	0	0	0
"	10	- si -	12.9	0	0	0
"	11	Se abrieron al azar hasta 5 flósculos	13.9	0	0	0
4	12	Se abrieron unos pocos flósculos al azar	13.8	0	1	1b
**	13	Comenzó la antesis	14.3	0	9	13
	14	Alrededor de la mitad de la longitud de las	110	6.7	46	9
,,	15	espiguillas, con flósculos dilatados Se abrieron la mayoría de los flósculos; el resto	14.6	0.7	40	9
	10	dilatados	12.8	11.7	245	42
**	16	Todos los flósculos abiertos	13.4	13.4	589	140
	17	- si -	13.8	13.8	131	129
	18	- si -	13.2	13.2	21	126
"	19	- si -	12.0	12.0	4	73
.,	20	- si -	14.8	14.8	2	95
	21	- si -	12.3	12.3	2	78
**	22	- si -	13.0	13.0	0	65
Febrero	7 8 9 10 11 12 13	Se abrió hasta un flósculo Se abrieron unos pocos flósculos al azar Se dilataron algunos flósculos cerca de la base Comienzo de la antesis Se abren más flósculos Totalmente abiertos — si —	14.5 14.0 13.5 14.8 12.9 13.2 13.5	0 0 4.5 8.2 13.2	0 0 0 257 688 444 49	0 0 0 15 90 166 130
	14	- si -	13.1	13.1	6	136
	15 16	- si -	14.1	14.1	0	160
		Palma V				
Febrero	7	Se abre hasta un flósculo	11.0	0	0	0
•	8	Se abren algunos flósculos al azar	12.0	0	0	0
	9	Ningún flósculo se abre	13.0	0	0	0
1	10	Se abren algunos flósculos al azar	11.5	0	0	11b
	11	Se abren hasta tres flores	12.1	0	0	1b
	12	Comienza la antesis	11.9	5.0	281	10
*	13	Se abren todos los flósculos	12.0	12.0	278	64
•	14	- si	13.4	13.4	230	112
	15	- si -	12.2	12.2	76	90
THE REAL PROPERTY.	16	- si -	12.7	12.7	0	70

a (Basado en las muestras de 3 espiguillas) en relación con la antesis y el número de especies Elaeidobius extraídas de estas muestras.

b Elaeidobius subvittatus.

La población de los Elaeidobius se estudió en tres campos adyacentes que contenían palmas sembradas en 1 960,1970 y 1976, respectivamente,

La diferencia en cuanto a la población total de las diversas plantaciones fué muy pequeña (Figura 2); las cifras un poco mayores que se observan en la plantación de 1970 podrían deberse a una mayor densidad de las inflorescencias macho en antesis y la población más baja de las palmas más jóvenes (1976) probablemente se debió a que las inflorescencias tenían menos cantidad de flósculos. Mientras las cantidades de E. kamerunicus fueron similares o proporcio-

nalmente bajas (como en las plantaciones de 1976), las poblaciones de E. plagiatus y E. singularis fueron muy numerosas en el campo con gran densidad de inflorescencias macho (plantación de 1970), lo cual indica que estas especies pueden tener una menor capacidad de búsqueda. Esta posibilidad se ve apoyada por el hecho de que el número de insectos perteneciente a estas especies fué insignificante en la plantación de 1976, donde hay menos inflorescencias y de menor tamaño. Por otra parte el E. subvittatus fué más numeroso en las palmas más jóvenes, siendo éste un índice de que tal vez esta especie posea una mayor capacidad de búsqueda.

NUMERO DE ELAEIDOBIUS POR ESPIGUILLA DE INFLORESCENCIA MACHO

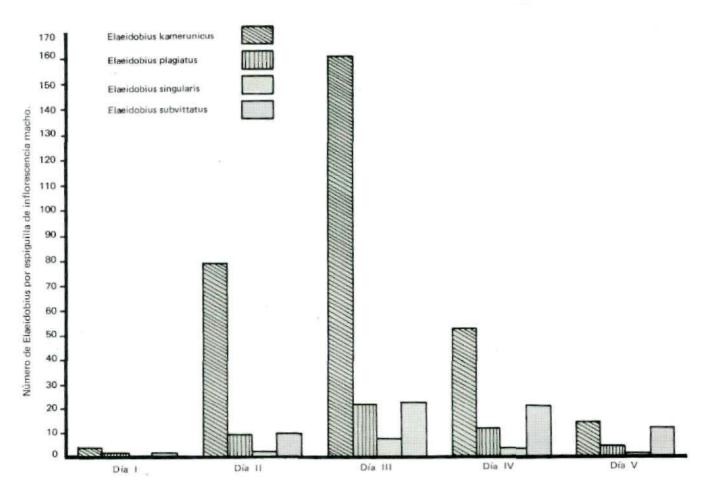
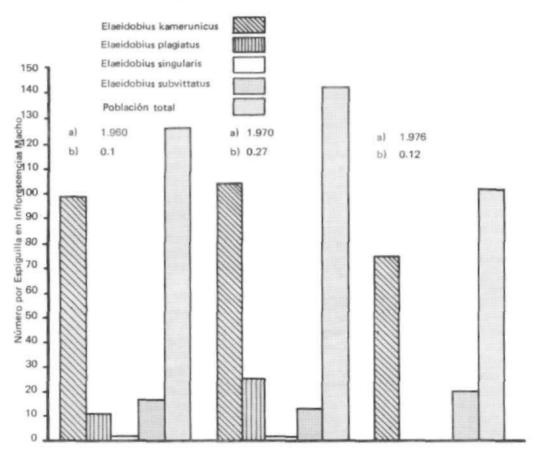


FIGURA 1. Número de especies Elaeidobius en inflorescencias macho en proceso de antesis de palma de aceite (Basado en las medias de muestras mensuales durante febrero y durante junio a octubre de 1979, en la propiedad de Lobe, en Camerún).



a = Año planta, b. = Número de inflorescencias macho en antesis por palma.

FIGURA 2. Población de especies Elaeidobius en espiguillas de inflorescencias macho en las palmas de aceite de diferentes edades y en relación con el número de inflorescencias macho en antesis en octubre de 1979.

			_			MORTALIDA			
No	. de Adulto	S	Mortalidad / Día (%)			Progenie (Bruta)			Reproducción po
Hembra	Macho	Total	Hembra	Macho	Total	Hembra	Macho	Total	Hembra por Dia
20	10	30	0.0	3.0	3.0	19.8	19.7	39.5	2.0
40	20	60	1.0	6.5	7.5	24.5	23.4	47.9	1.2
60	30	90	2.0	7.5	9.5	20.6	20.4	41.0	0.7
80	40	120	2.6	13.0	15.6	23.0	16.7	39.7	0.5
100	50	150	6.2	14.5	20.7	21.6	17.5	39.1	0.4

a. Basado en 15 réplicas para cada grupo en 5 cm. de longitud de espiguillas macho de palmas de aceite.

4.2.1.DENSIDAD DE LA POBLACION Y TASA DE REPRODUCCION

Con el objeto de estudiar el efecto de la alta densidad de la población sobre la reproducción, se expusieron trozos de espiguillas de inflorescencias macho (5 cm. cada una) a 20, 40, 60, 80 y 100 hembras de E. kamcrunicus. Dado que la tasa de sexo en el campo es de 1 a 2, se añadió la mitad del mismo número de machos. Los datos de la Tabla 9 muestran que la tasa de reproducción disminuyó con el aumento de la población, lo cual indica un mecanismo de regulación de la población en el E. kamcrunicus a densidades más altas.

4.2.2 POBLACIONES COMPARADAS ENTRE TENERA, DURA Y PISIFERA

La Elaeis quineensis tiene tres tipos de fruta, a saber dura y pisífera y su híbrido, la tenera. Esta última es la más común en plantaciones comerciales y todos los estudios sobre polinizadores se han llevado a cabo en esta forma. Con el fin de comparar la población de Elaeidobius en la tenera y en la dura, se tomaron muestras de cinco inflorescencias de dura y una de tenera en uno de los campos (con plantas de 1960) e igualmente y en otro momento, se tomaron cinco de pisifera y cinco de tenera (con plantas de 1970). No existía ninguna diferencia significativa entre la dura y la ténera en cuanto a población, pero la pisífera parecía ser más atractiva. La progenie que salió de las espiguillas era similar en la tenera y en la dura, pero mucho menor en la pisífera. Esta menor producción de progenie se debió tal vez a la mayor densidad de población de padres que se encontró en la pisífera.

Es interesante observar que la pisífera es más atractiva para las especies de los Elaeidobius. En las arboledas naturales de palma africana esta preferencia por la pisífera aumentaría ligeramente la posibilidad de que su polen fuera llevado a las inflorescencias hembra de la dura, produciendo así la tenera. Esto puede explicar el por qué en algunas plantaciones de Africa Occidental se encuentran más teneras de las que se habían programado.

4.2.3 POBLACIONES COMPARATIVAS EN ELAEIS GUINEENSIS Y E. OLEÍFERA

En Lobe hay algunas palmas Suramericanas (E. oleífera) (Híbridos y puras) entre las palmas africanas. Esto dio la oportunidad de comparar el número de especies Elaeidobius atraídas a las inflorescencias masculinas de las dos especies y sus híbridos. En la E. guineensis, la antesis duró cinco días y en la oleífera alrededor de doce. Comparando la población de la E. guineensis con la E. oleífera, la de esta última era una séptima parte en el híbrido y solamente una fracción de este séptimo en su forma pura. La proporción de las diferentes especies en la E. oleífera (híbrido) y la E. guineensis era similar, pero en la E. subvittatus fué proporcionalmente mayor en la forma pura. La salida de la progenie de las espiguillas demostró que un menor número de

todas las especies, salvo la E. <u>subvittatus.se</u> desarrollaba en el híbrido y un número aún menor en la forma pura. Sin embargo, el E. subvittatus surgió en mayores cantidades de ambas formas genéticas de la-E. oleífera.

Parece ser que el E. kamerunicus, el E. plagiatus y el E. singularis son más especializados en la palma de África Occidental que el E. subvittatus. Esta última especie, aunque no tenga especial atracción hacia la palma oleaginosa americana, se cría bien en la E. oleífera. Esta capacidad del E. subvittatus*es una posible explicación de su presencia en América del Sur.

4.2.4 POBLACION EN RELACION CON LA ALTURA Y LA DENSIDAD DE LAS PALMAS

Se llevó a cabo un estudio de población tomando un corte de las áreas costeras a los límites superiores del anillo de palma africana entre octubre y noviembre de 1979. En cada lugar se tomaron muestras de 2—25 espiguillas (v.g. mayores cantidades de espiguillas por muestra si la población de insectos era baja) de veinticinco inflorescencias macho en proceso de antesis. Se extrajeron todos los insectos y, con el objeto de eliminar errores debido a las diferencias en el largo de las espiguillas, se calculó la población media por centímetro de largo de la espiguilla (Figura 3).

En aquellas localidades que están situadas en el anillo de lluvias y bosques a 300 metros bajo el nivel del mar (Ekondo, Kumba, Manyamen y Bakebe), la proporción de las diferentes especies fué similar, pero los números totales variaban, el máximo estando en Ekondo, que tiene plantaciones de gran densidad y el mínimo en Manyamen, cuya población de palmas está muy esparcida. El E. kamerunicus fué la especie predominante, seguida por el E. subvittatus o E. plagiatus. A una altura mayor, la población total continuó siendo proporcional a la densidad de las palmas, salvo en Widicum (500 m) donde, a pesar de la alta densidad en el cultivo de la palma, la población de insectos era inexplicablemente menor que en Batibo (700 m), Bamenda (1.000 m) y Santa (1.500 m), pero la especie predominante fué la E. subvittatus. A 1.500 metros, donde las palmas son raras, el E. subvittatus consituía casi el único poblador. Esto indicó que puede localizar y volar más fácil hacia las inflorescencias macho en antesis y a distancias mayores que las demás especies. Otro aspecto interesante es que el E. bilineatus, que se presenta esporádicamente a alturas inferiores, es mas consistente en los lugares altos.

Estos estudios se hicieron con palmas semi-silvestres, de las cuales la mayoría pertenecían a la categoría dura. Se observó que en los bosques con pocas palmas, algunos de los racimos no parecían estar bien polinizados. Se calculó.a grandes rasgos, que 40 palmas en un bosque son el mínimo para sostener una población de polinizadores continuos lo suficientemente alta para polinizar todas las inflorescencias hembra receptivas.

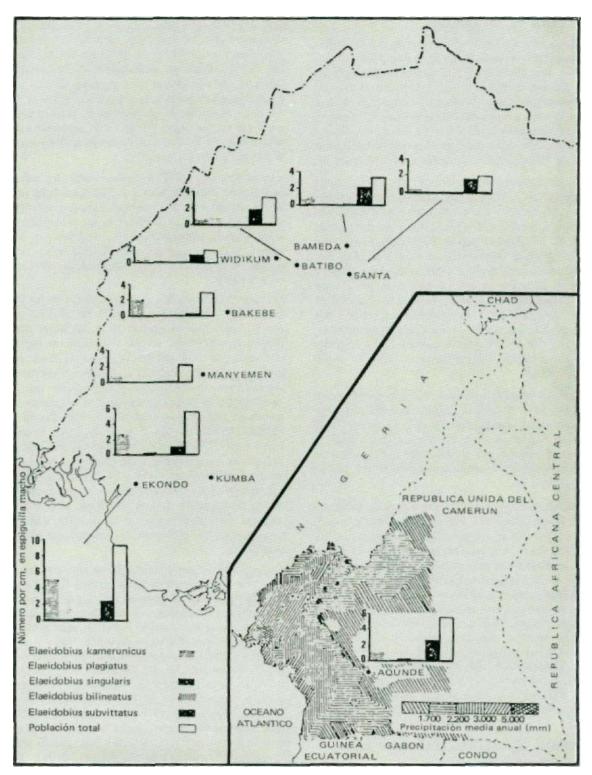


FIGURA 3. Mapa de la República Unida de Camerún que muestra el promedio anual de lluvias y las poblaciones de las especies Eiaeidobius en las inflorescencias macho de la palma de aceite (En noviembre de 1979, endiferentes localidades, a lo largo de un corte transversal, que va desde la costa hasta una altura de 1.500 metros sobre el nivel del mar).

4.4 CAPACIDAD DE BUSQUEDA

En un día claro, relativamente sin brisa, se fijaron dos inflorescencias masculinas en proceso de antesis en postes de 1.5 m. de largo en una zona clara a 200 metros de distancia del campo más cercano de palma africana. Después de que los insectos comenzaron a llegar, se tomó una muestra de diez espiguillas y se contó el número de Elaeidobius. El muestreo siguió durante dos horas y todo el día. Se tomo una muestra adicional a la mañana siguiente. Este experimento se repitió a distancias de 500 metros y de 1000 metros (Figura 4).

Al principio, los insectos comenzaron a llegar en pequeños grupos. Comenzaron a llegar a los 15 minutos a las flores que estaban a 200 metros y a la media hora a las que estaban a 500 metros y a alrededor de 45 minutos a las que estaban a 1.000 metros. Se atrajeron más de 20 insectos Elaeidobius por espiguilla (media de las muestras de un día) a 200 y 500 metros y solamente una décima parte a las que estaban a 1000 metros de distancia. A los 200 metros se atrajo igual número de E. kamerunicus y de E. subvittatus (aunque en la plantación de palmas el E. kamerunicus fué mucho más abundante que el E. subvittatus) pero a distancias mayores, el E. subvittatus fué mucho más numeroso. El E. plagiatus se encontró en cantidades insignificantes, incluso a una distancia de 200 metros.

Estos resultados demuestran que el E. subvittatus tiene mucha más capacidad de búsqueda, seguido por el E. kamerunicus. Esta capacidad es muy débil en el E. plagiatus y más débil aún en el E. singularis (no hubo ninguno de estos incluso a 200 metros). Parece ser también que la capacidad de búsqueda tiene un límite de alrededor de 1000 metros.en un día seco y casi sin brisa.

Este experimento se repitió para las inflorescencias hembra a distancias de 100 m. (5 veces) y 200 m. (solamente una vez). Puesto que los insectos se van de las inflorescencias hembra poco después de llegar, se intentó atrapar con redes la mayor parte de los insectos en el momento de su llegada, en lugar de extraerlos de las espiguillas. Las flores hembra pierden su olor a anís tan pronto se cortan de la palma. Por lo tanto no se puede pensar que este experimento sea confiable. A los 100 m. sin embargo, el E. subvittatus (se atraparon alrededor de 274 adultos) fué, por mucho, el insecto más abundante entre los visitantes, que incluían, en orden de cantidad, E. kamerunicus (28), Prosoestus menor (12), E. plagiatus (6), E. singularis (2) y E. bilineatus (I). A una distancia de 200 metros el único insecto capaz de encontrar la flor hembra fué el E. subvivattus, en números considerables.

4.5 SELECCION DE INSECTOS POLINIZADORES

Se ha visto que las especies Elaeidobius no van a las inflorescencias masculinas antes de la antesis. El hecho de que nunca se haya sacado una progenie de una espiguilla macho que no esté abierta, salvo en el caso de algunos E. subvittatus, aunque hayan sido tornadas un día antes de la antesis, demuestra que los huevos no se ponen en los capullos de los flósculos. Con el fin de confirmar lo anterior y comprobar si los adultos se alimentan de los capullos de los flósculos, se expusieron las espiguillas de una inflorescencia macho, poco antes de la antesis, a adultos de E. kamerunicus, E. plagiatus, E. singularis y E. subvittatus recogidos en el campo. Se demostró que estas especies no pueden poner huevos en los capullos de los flósculos y que tampoco se pueden alimentar con ellos.

Las especies de los Elaeidobius visitan las inflorescencias hembra durante la antesis y se van poco después de llegar. Aparentemente no se alimentan. Esto se confirma mediante el hecho de que se expusieron las espiguillas hembra a adultos de E. kamerunicus y E. plagiatus y ni se alimentaron ni pusieron huevos en las flores hembra de la palma, aunque sí se observó alguna alimentación con los bordes de las espiguillas.

Un aspecto curioso del comportamiento de los Elaeidobius es que las flores hembra atraen a los adultos, obviamente por su olor, que es similar al de las flores macho, pero pronto se van. Parece ser que la atracción se logra mediante el remedo del olor del macho, pero las flores hembra no proporcionan alimentación al visitante. Este no constituye un fenómeno aislado. Price (1975) afirmó que "alrededor de la mitad de todas las especies de orquídeas no ofrecen recompensa alguna en cuanto a energía. Por lo tanto, con frecuencia, la atracción se logra mediante el engaño: imitando a las demás flores con el néctar, imitando a las hembras de los insectos polinizadores machos, involucrando una seudocopulación, imitando a los huéspedes potenciales de los parasitoides, involucrando el pseudoparasitismo, y mediante la imitación de otros insectos, lo cual produce una agresión territorial por parte de la abeja, que tiene como consecuencia la polinización denominada pseudoantagonismo".

Las especies de los Elaeidobius ni siguiera intentaron alimentarse de las flores hembras cuando fueron confinados a ellas. Esto indicó la presencia de algún elemento adverso que repele a los insectos cuando se acercan. Con el obieto de apoyar esta hipótesis, se molieron algunas flores hembra en antesis y el extracto se diluyó en agua y se filtró. Se tomaron algunas espiguillas macho en antesis y se sumergieron brevemente en este filtrado, y luego se expusieron a los E. kamerunicus para la ovoposición. Se tomó otra espiguilla y se sumergió en agua, y fué expuesta a otro grupo de insectos (Tabla 10). El proceso continuó durante cuatro días, exponiendo una espiguilla fresca cada día, sometida al mismo tratamiento de la solución y el agua. El resultado fué una mayor mortalidad de adultos en el primer grupo y una consiguiente reducción de la progenie que surgió de estas espiguillas. Esto confirma la teoría de que probablemente las hembras contienen algún químico que repele a las especies de Elaeidobius.

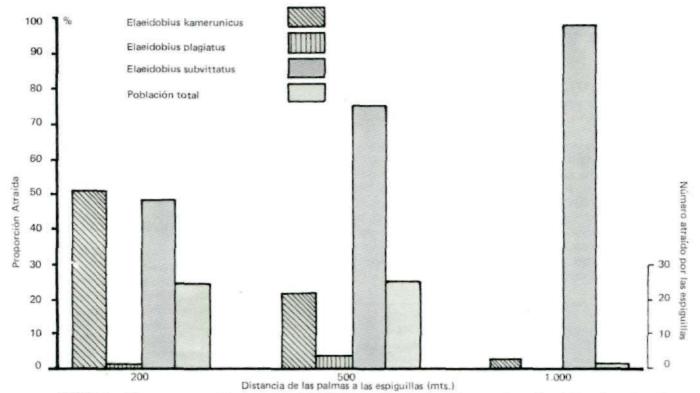


FIGURA 4. Número y proporción de especies Elaeidobius atraídos por las inflorescencias macho de las palmas de aceite. (Flores fijadas en postes de 1.5 metros en un claro a una distancia de 200, 500 y 1000 metros de la palma más cercana durante noviembre de 1979 en Lobe)

Existe una vaga referencia de que el Prosoestus se alimenta de la fruta madura de la palma de aceite (Lepesme, 1947). De nuevo, nunca se han visto especies de Elaeidobius sobre las frutas en el campo, salvo cuando había un racimo debajo de una inflorescencia macho en proceso de antesis. Algunos insectos caen a los racimos, junto con algo de polen.

Las especies de Elaeidobius que se han encontrado sobre la fruta no han sido vistos alimentándose. Con el objeto de estar más seguros, se expusieron algunas frutas muy maduras y con laceraciones a estos insectos y se comprobó que estas especies no pueden alimentarse ni poner huevos en la fruta de la palma de aceite.

		RADA Y PRODUCO DE ESPIGUILLAS N		
Dia		gidas en Extracto d Diaria (%) Hembra		B ergidas en Agua I Diaria (%) Hembra
1	42	6	33	8
2	11	13	6	9
3	3	5	4	0
4	7	4	5	3
Total	63	28	48	20
Progenie criada en las espiguillas expuestas.	6	11	24	19

a. Las espiguillas sumergidas en un extracto filtrado de flores hembra en proceso de antesis de palma de aceite (A) y en agua (B) (5 réplicas de 20 pares se utilizaron para ambos tratamientos)

4.6 ESPECIFICIDAD DE ANFITRION DE LAS ESPECIES ELAEIDOBIUS

Wasphere, en 1974, describe una estrategia para establecer la especificidad y seguridad de un organismo como agente de control biológico.

De acuerdo con esto, el reto más crítico que se le presenta a la supuesta especificidad de un organismo, es exponerlo a la especie de planta que se relacione más íntimamente con su anfitrión normal. Si esta planta de prueba se mantiene libre de ataques y plagas, existe una suposición inicial muy fuerte de especificidad. En caso de que sea atacada o afectada por plagas, se deberá exponer la planta que le siga en cuanto a relación de especies y el proceso seguirá, hasta establecer el nivel de anfitrión. De acuerdo con esto, la secuencia de selección de las especies Elaeidobius fué la siguiente:

	Plantas Puestas a Prueba:	Nivel de Anfitrión si la Planta a ese Nivel Pilo- genético Permanece Libre de Ataque:
1	Otras formas de E. gui- neensis (dura, pisífera)	Específico a la ténera.
2	Otras especies de Elaeis (E. oleifera)	Específico a la E. gui- neensis.
3	Otros miembros del grupo Cocoineae (Cocos nucífera).	Específico a Elaeis.
4	Otros miembros de la sub-familia Geroxiloi- des (Oreodoxa regia y Areca)	Específico a la Cocoineae
5	Otros miembros de la familia de la Palmae (Phoenix sp., Rafia sp. y Broassus sp) (Nota: Palmae es la única familia de las Palmales)	Específico a los Geroxi-

Además de estas pruebas en secuencia, se llevaron a cabo pruebas en otras plantas de importancia económica y ornamentales. Cada planta de prueba se expuso a 100 pares de adultos (5 réplicas de 20 pares) hasta que todos los adultos hubieron muerto. Durante este período, se mantuvieron 20 pares de adultos en espiguillas de palma de aceite para comparar las tasas de supervivencia y reproducción con la existente en las plantas de prueba. Para estas pruebas se utilizaron adultos recogidos en el campo, porque los adultos surgidos recientemente pueden no poner huevos por algunos

días y la tasa de mortalidad en estos nuevos adultos puede ser mayor. En todos los casos, se suministraron flores frescas todos los días y se mantuvieron en observación todas aquellas plantas expuestas el día anterior para estudiar el surgimiento de progenie. Con el fin de observar la oviposición, las flores se exponían por separado y se examinaban en busca de huevos bajo un microscopio de disección.

Los estudios de campo de las formas de E. guineensis tenera, dura y pisífera, arrojaron una pequeña diferencia en las poblaciones de adultos. Por lo tanto, se asumió que las especies Elaeidobius no eran específicas al tipo fruta.

4.6.1 NIVEL DE ANFITRION DEL E. KAMERUNICUS

La Elaeis oleífera: la E. oleífera es original del nuevo mundo y es la especie más relacionada con la E. guineensis. Las inflorescencias macho de las dos especies, aunque son morfológicamente similares, son algo diferentes en cuanto a su olor a anís. Tal vez esta sea la razón por la cual la E. oleífera es menos atractiva para el E. kamerunicus. El E. kamerunicus puede poner huevos y completar su desarrollo en las inflorescencias macho de la E. oleífera, aunque las tasas de supervivencia, tanto de machos como de hembras, es menor. Mientras en el anfitrión natural 20 hembras de E. kamerunicus produjeron una progenie de 268, en este anfitrión 100 hembras produjeron solamente 38 hijos. Los adultos que se extrajeron de la E. oleífera eran más pequeños (excluyendo del largo la proboscis: machos de 2.81 mm y hembras de 2.33 mm) que aquellos que se extrajeron de la E. guineensis (machos de 3.17 mm y hembras de 2.62). Al tomar 100 adultos de la E. guineensis y de la E. oleífera respectivamente y criarlos en condiciones similares, la tasa de reproducción promedio de la primera fué de 10.3, mientras la de la ultima fué de 4.8 solamente.

Por consiguiente, aunque la E. oleífera es aceptable en cuanto a alimentación, oviposición y desarrollo, no es aceptable en cuanto a que sea un anfitrión adecuado y es muy poco probable que la población de E. kamerunicus sobreviva si se restringe a la palma de aceite de América del Sur.

Cocos nucífera: Tanto la palma de coco como la palma de aceite pertenecen a la tribu de las Cocoineaes. Es monoica, la inflorescencia tiene numerosas flores macho y pocas flores hembra. Las flores macho se abren primero, comenzando en la parte superior de cada rama y siguiendo hacia la base. Después de que el polen se esparce sobre el capullo, las flores se abren y abeisan. Todo este proceso toma un día. En las palmas altas, la fase de las hembras sigue a la fase de los machos, cuando se abre el estigma y en 24 horas se secan y se vuelven color marrón. En las palmas enanas, generalmente hay una superposición entre la fase de la hembra y la del macho. Las flores son nectíferas y tienen un aroma dulce, y a ellas se acercan varios insectos, especialmente las abejas y, en menor grado, las moscas y las hormigas.

No se conoce que las especies de los Elaeidobius se encuentren en las flores de los cocos. Se examinaron cientos de inflorescencias dentro de las plantaciones de palma de aceite y se encontró una superabundancia de Elaeidobius, pero no se encontró un solo individuo de esta especie ni en las flores macho ni en las hembras.

El E. kamerunicus no pone huevos ni en las flores macho ni en las flores hembra. Los adultos se pueden alimentar de flores macho abiertas, de filamentos del antera, de la base del antera, de los cojines de donde las flores se abcisan y de los bordes de las espiguillas. La tasa de supervivencia de las flores macho fué inferior que en el anfitrión natural y la vida promedio (7.4 días de los machos y 8.9 días de las hembras) fué de alrededor de la mitad de la de la palma de aceite (12.2 para los machos y 17.2 para las hembras). En las flores hembra fue inclusive menor (3.4 días para los machos y 5.8 días para las hembras). (Tabla 11).

Aunque no se observó oviposición alguna en las flores del coco, para cerciorarse, larvas jóvenes (primera y temprana segunda etapas) de E. kamerunicus se transplantaron de las flores macho de palma de aceite a las flores macho y hembra del coco. Al mismo tiempo, se implantó una proporción de las larvas en espiguillas frescas de palma de aceite, como control. De 107 larvas que se implantaron en pequeñas cavidades formadas artificialmente en el estigma de las flores hembra, todas se cayeron de la flor a los pocos minutos del transplante. De 667 larvas que se implantaron en flores macho, solamente 10 estaban vivas después del primer día, 2 después del segundo y ninguna a los tres días. En el control se implantaron 157 y 126 de éstas terminaron su desarrollo.

Estos estudios demuestran que el coco no atrae al E. kamerunicus y que éste no es capaz de criarse en este anfitrión. Por lo tanto, aunque en condiciones forzadas puede alimentarse de flores de coco, no presenta ningún peligro para este cultivo. Puede argumentarse que esta capacidad puede indicar una adaptación previa que podría ser útil si al introducir el E. kamerunicus a un nuevo ambiente, éste puede desarrollar una disposición tal que se vea atraído por las inflorescencias del poco. Esta hipótesis es poco probable por lo siguiente:

- El coco es común en Africa Occidental, donde este insecto ha tenido una amplia oportunidad de evolución para adaptarse a los cocos de esta región, pero no ha sido así.
- La duración de vida mínima que se presenta en el coco indica que los recursos alimenticios no son adecuados para su metabolismo, y por lo tanto, tendrá que desarrollar un conjunto adecuado de enzimas para las flores del coco.
- Unicamente lo atrae la flor de las palmas de aceite y, para encontrar un nuevo anfitrión, tendrá que desarrollar flexibilidad en el mecanismo de percepción de anfitriones.

- Las larvas de primera y segunda etapa del E. kamerunicus tienen mandíbulas muy delicadas, adaptadas a alimentarse de tejidos blandos, v.g. los tubos del antera en proceso de pudrición de las flores macho de la palma de aceite. Con el objeto de adaptarse a las flores del coco, las larvas jóvenes tendrán que desarrrollar mandíbulas más duras.
- Si el insecto va a explotar cualquier recurso alimenticio, tiene que romper la resistencia al anfitrión, que puede ser de naturaleza física, química ó ambas. Las larvas del E. kamerunicus se caen de las flores hembra cuando se las implanta al estigma. Esto indica una resistencia, probablemente de naturaleza química, que tendría que ser superada.
- Las flores macho del coco se abcisan en el término de un día después de abiertas. Las larvas del E. kamerunicus tendrán que adaptarse o completar su desarrollo dentro de una única flor, lo cual puede no ser suficiente.
- Las larvas tendrán que adaptarse a vivir dentro de un ambiente diferente, v.g. en las flores que han caído al suelo, comparada con la inflorescencia de la corona de la palma de aceite.

El E. kamerunicus tendrá que desarrollar éstas y otras adaptaciones similares que le permitan explotar los recursos alimenticios de las flores del coco. Además, la flor del coco no constituye un habitat despoblado. Hay muchos insectos que visitan la flor del coco y el E. kamerunicus tendría que pelear y ganar un nicho para sí, en una comunidad de insectos bien adaptada. Para el E. kamerunicus, que es muy especializado y está muy bien adaptado a las inflorescencias de la palma de aceite, donde ocupa un nicho reducido entre un grupo de especies juntas, sería una orden difícil, incluso en la escala evolutiva.

Oroedoxa Regia y Areca: Las palmas Real y Areca pertenecen a la subfamilia de las Geroxiloides y por lo tanto están muy relacionadas con la palma de aceite. La inflorescencia de estas palmas es muy similar a la del coco pero las ramas y las flores son más suaves. Los adultos del E. kamerunicus se podrían alimentar de las flores de palma real, pero su esperanza de vida es corta (para los machos 3.1 días y para las hembras 4.4 días). No hubo oviposición en las inflorescencias de palma real.

Las flores macho de la palma areca abcisan poco después de abrirse y son mucho más fibrosas que las de la palma real o de la palma de aceite. El E. kamerunicus ni pone huevos ni se alimenta de la areca y su población se redujo rápidamente. La esperanza de vida promedio de los machos fué de 1.1 días y de las hembras 1.3 días.

Otras palmas: otras palmas (Phoenix reclinata, Rafia vinifera, Borassus falbellifcr, Mademia nobilis y Sabal) fueron somc-

RESUMEN DE LAS PRUEBAS DE TAMIZADO EN ADULTOS DEL ELAEIDOBIUS KAMERUNICUS

Plantas Probadas	Alimentación	Oviposición	Esperanza de	Vida en Días
Plantas Probagas	Annentacion	Oviposition	Machos	Hembras
PALMAS:	Alleranda	Odnostal	100	
Elaeis guineensis: inflorescencias macho	Alimentado	Ovipositó	12.2	17.2
espiguillas macho antes de la antesis	Nulo	Nulo	2.0	2.2
flores hembra	Nulo	Nulo	2.6	3.3
frutas maduras	Nulo	Nulo	1.9	1.7
Elaeis oleifera: inflorescencia macho	Alimentado	Ovipositó	4.2	7.6
Cocos nucifera: flores macho	Alimentado	Nulo	7.4	8.9
flores hembra	Leve	Nulo	3.4	5.8
Oreodoxa regia: inflorescencia	Leve	Nulo	3.1	4.4
Areca sp.: Inflorescencia	Nuio	Nulo	1.1	1.3
Phoenix reclinata: inflorescencia	Nuto	Nulo	1.2	1.3
Rafia vinifera: inflorescencia	Nulo	Nulo	1.3	1.8
Borassus flabellifer: inflorescencia	Nulo	Nulo	1.1	1.4
Mademia nobilis:	Nulo	Nulo	2.3	2.2
Sabal sp.	Nulo*	Nulo	1.3	1.7
OTRAS PLANTAS (FLORES):		CALL BASES		
Theobroma cacao	Nulo	Nulo	1.5	1.7
Coffee robusta	Nulo*	Nulo	2.7	2.9
Piper nigrum	Nulo	Nulo	1.7	2.0
Hevea sp. (caucho)	Nulo	Nulo	1.8	1.7
Nicotiana sp. (tabaco)	Nulo*	Nulo	2.8	3.1
Oryza sativa	Nulo	Nulo	1.3	1.4
Saccharum sp.	Nulo	Nulo	2.0	2.0
Zea mays	Nulo	Nulo	2.1	2.0
Mangifera indica	Nulo*	Nulo	2.3	3.2
Citrus aurentifolia	Nulo*	Nulo	3.5	3.8
Citrus sinensis	Nulo	Nulo	1.8	2.5
Citrus paradisi	Nulo*	Nulo	3.2	3.7
Musa sapientum (plátano)	Nulo*	Nulo	3.7	3.4
Musa sapientum (banano)	Nulo*	Nulo	2.7	3.0
	Nulo	Nulo	2.4	2.7
Persea gratissima Arachis hypogaea	Leve*	Nulo	4.9	5.1
	2000	Nulo	2.0	2.6
Carica papaya	Nulo			3.7
Psidium guajava	Nulo*	Nulo	3.0	
Manihot utilissima	Nulo*	Nulo	2.0	2.0
Xanthosoma sp.	Nulo*	Nulo	3.2	3.0
Dioscorea sp. Cucumis sativus	Nulo*	Nulo	3.0 2.8	3.3
Cucurbita pepo	Nulo*	Nulo	4.1	4.2
	Leve*	Nulo		
Artocarpus communis	Nulo*	Nulo	2.2	2.6
Cola accuminata	Nulo	Nulo	2.7	2.7
Hibiscus ros-sinensis	Leve*	Nulo	4.7	5.6
Cana indica	Nulo*	Nulo	2.7	2.9
Aristolochia sp.	Leve	Nulo	3.7	3.8
Helianthus anuus	Nulo	Nulo	2.1	2.3
Orquideas Gompherena globosa	Nulo	Nulo	2.1	2.3
'Almon"	Nulo	Nulo	2.5	3.1
Amon	Nulo	Nulo	2.4	1.7

^(*) No alimentación de flores frescas pero ligera alimentación de las puntas o de las partes en proceso de pudrición. Las especies de los Elaeidobius tienen el hábito de tratar de alimentarse de cualquier flor cuando están confinados. Si obtienen algo de humedad, permanecen vivos un día más que si no tienen alimento.

tidas a prueba, pero el E. kamerunicus no pudo sobrevivir en ninguna de ellas. En algunas flores (por ejemplo, la de la Sabal) los insectos trataron de alimentarse de las bases de antera suaves, pero el daño fué insignificante. No se presentó oviposición alguna en ninguna de las especies de palmas.

Otras plantas: se sometieron a prueba flores de alrededor de 50 especies diferentes, incluyendo café, cacao, banano, mango, pimiento, arroz, yuca, ahuyama y otras (Tabla 11) pero ninguna de ellas logró mantener a los insectos vivos durante un cierto período de tiempo. Los insectos se alimentaron ligeramente de algunas de las flores, especialmente de las suaves y las que se podrían al poco tiempo. Esto demuestra únicamente que el insecto trata de mordisquear cualquier cosa suave, en circunstancias forzadas, pero no demuestra su capacidad de aceptar las flores como anfitriones. No se observó oviposición en ninguna de las flores sometidas a prueba.

Puesto que hay una vaga referencia de que se registró un adulto de Prosoestus en la especie de la Mimosa (Lepesme, 1947), las flores se sometieron a prueba, pero los insectos no se alimentaron ni pusieron huevos en esta especie. Obviamente se trata de un informe erróneo o puede estar basado en un adulto que se haya enredado accidentalmente en las flores.

Todas las especies de las plantas sometidas a prueba se examinaron exhaustivamente en el campo, en busca de adultos que estuvieron en las flores. Se prestó atención especial a las palmas y a los cultivos más importantes, tales como el cacao, el café y otros, pero no se vio ni un solo Elaeidobius ni en las plantas ni en las palmas.

Estas pruebas evidentemente circunscriben el nivel de anfitrión que atrae al E. kamerunicus. Este nivel se limita al género Elaeis y aún a este nivel, no puede sobrevivir mas de una o dos generaciones en las especies relacionadas, como la E. oleífera.

4.6.2 NIVEL DE ANFITRION DEL E.PLAGIATUS

Elaeis oleífera: El E. plagiatus, como el E. kamerunicus, se podría alimentar y poner huevos únicamente en la palma de aceite Suramerícana. Su tasa de supervivencia fué similar, al igual que la esperanza (en los machos 4.7 días y en las hembras 8.6 días) de vida.

Cocos nucífera: Los adultos se podían alimentar de las partes interiores de las flores macho del coco y su tasa de supervivencia fué similar a la del E. kamerunicus.

La esperanza de vida promedio en el coco (para los machos 6.3 días y para las hembras 10.3 días) fué mucho menor

que en la palma de aceite (machos 14.0 días y hembras 17.6 días). No puso huevos en las flores de coco.

De las 567 larvas de primera y comienzos de la segunda etapa que se transplantaron de las espiguillas de la palma de aceite a las flores macho del coco, solamente sobrevivieron tres al cabo del primer día y ninguna al cabo del segundo. En el control, de las 118 larvas trasplantadas de la palma de aceite a las espiguillas frescas de la misma, 95 se desarrollaron hasta llegar a ser adultos.

Estos estudios indican que el E. plagiatus es tan selectivo para la oviposición y desarrollo larval como el E. kamerunicus.

Oroedoxa Regia y Areca: El E. plagiatus sobrevivió en la palma real durante un periodo de tiempo mayor que el E. kamerunicus, y su vida promedio fué de 5.1 días para los machos y 13.6 días para las hembras. Los adultos se alimentaban de las partes interiores suaves de las flores abiertas, pero las hembras no pusieron huevos.

En la Areca, la población se redujo rápidamente. El promedio de vida de los machos fué de 1.9 días únicamente y el de las hembras de 1.6 días. No hubo ni alimentación ni oviposición.

Otras Palmas: se sometieron a prueba las Phoenix reclínata, Rafia vinifera, Broassus flabellifer, Mademía nobilís y Sabal (Tabla 8). El insecto se alimentó ligeramente de las flores de la P. reclinata pero en las demás, la tasa de supervivencia y el promedio de vida fueron muy bajos. No hubo oviposición en ninguna de las plantas sometidas a prueba.

4.6.3 NIVEL DE ANFITRION DEL E. SUBVITTATUS

Elaeis oleífera: En los estudios de población se ha observado que el E. subvíttatus puede criarse en la palma de aceite suramerícana. Por lo tanto, esta especie no está restringida al Africa Occidental.

Cocos Nucífera: Los adultos de los E. subvíttatus pueden vivir durante más tiempo en las flores macho del coco (20.6 días en los machos y 26.6 días en las hembras) que el E. kamerunicus y que el E. plagiatus, pero también la duración de la vida de este insecto en la palma de aceite es bastante superior (machos 27.5 días y hembras 30.9 días). Se alimentó de la parte interior de las flores macho. Puesto que estas flores ya habían esparcido el polen, la alimentación no es nociva para la palma. No puso huevos en las flores del coco.

Oreodoxa Regia y Areca: Las tasas de alimentación y supervivencia del E. subvíttatus en la palma real fueron similares a las del coco (machos 16.8 días y hembras 18 días). Sin embargo, en la Areca, la población disminuyó rápidamente (machos 3 días y hembras 3.3 días). No hubo oviposición en ninguno de los dos anfitriones.

Disease Dechades	Att contracts	Outperfelte	Esperanza de	e Vida en Días
Plantas Probadas	Alimentación	Oviposición	Macho	Hembra
ALMAS				
Elaeis guineensis: inflorescencias macho	Alimentado	Ovipositó	14.0	17.6
espiguillas macho antes de la antesis	Nulo	Nulo	1.2	1.5
flores hembra	Nulo	Nulo	1.6	2.6
frutas maduras	Nulo	Nulo	1.2	1.3
laeis oleifera: inflorescencias macho	Alimentado	Ovipositó	4.7	8.6
ocos nucifera: flores macho	Alimentado	Nulo	6.3	10.3
flores hembra	Leve	Nulo	2.1	2.5
Preodoxa regia: inflorescencia	Alimentado	Nulo	5.1	13.5
flores hembra	Nulo	Nulo	1.2	1.7
Areca sp.: Inflorescencia	Nulo	Nulo	1.9	1.6
hoenix sp.: inflorescencia	Leve	Nulo	4.9	5.7
Borassus flabellifer: inflorescencia	Leve	Nulo	2.6	3.7
Rafia vinifera: inflorescencia	Nulo	Nulo	1.7	1.9
Aademia nobilis: inflorescencia	Nulo	Nulo	2.1	2.6
Sabal sp.: inflorescencia	Nulo	Nulo	2.0	2.1
OTRAS PLANTAS (Flores)				
Theobroma cacao	Nulo	Nulo	1.5	1.8
Coffee robusta	Nulo	Nulo	1.3	1.7
levea sp. (caucho)	Nulo	Nulo	1.0	1.0
iper nigrum	Nulo	Nulo	1.6	1.9
vicotina sp. (tabaco)	Nulo	Nulo	2.3	2.4
Sacharum sp. (caña de azúcar)	Nulo	Nulo	1.4	1.5
Zea mays	Nulo	Nulo	2.6	2.7
Mangifera indica	Nulo*	Nulo	2.6	3.2
Citrus aurentifolia	Nulo	Nulo	1.5	2.0
Citrus sinensis	Nulo	Nulo	1.7	1.7
Citrus paradisi	Nulo	Nulo	1,4	2.1
Musa sapientum (plátano)	Nulo*	Nulo	2.2	2.4
Musa sapientum (banano)	Nulo*	Nuio	2.3	2.4
Persea gratissima	Nulo*	Nulo	2.2	2.5
Arachis hypogaea	Nulo*	Nulo	2.1	3.8
Carica papaya	Nulo*	Nulo	2.2	2.5
Psidium guajaba	Nulo	Nulo	2.1	2.8
Manihot utilissima	Nulo*	Nulo	1.5	1.4
Canthosoma sp.	Nulo*	Nulo	1.6	2.1
Dioscorea sp.	Nulo*	Nulo	2.2	2.5
Zucumis sativus	Nulo*	Nula	2.3	2.4
Cucurbita pepo	Nulo*	Nulo	2.7	3.8
Passiflora edulis	Nulo*	Nulo	1.7	2.1
Cola accuminata	Nulo	Nulo	2.3	2.5
Hibiscus - ros - sinensis	Leve	Nulo	2.6	3.6
Cana indica	Leve	Nulo	3.6	4.0
Aristolochia sp.	Nulo*	Nulo	2.5	2.5
Helianthus anuus	Nulo	Nulo	2.4	2.4
Gompherena globosa	Nulo	Nulo	2.4	2.4
Orquideas	Nulo	Nulo	2.1	2.2
"Almon" Memosa sp.	Nulo Nulo	Nulo Nulo	1.9	2.1 1.9

^(*) No se presentó alimentación de flores frescas, sino una ligera alimentación de flores en proceso de pudrición.

Otras palmas: las otras palmas que se estudiaron incluían Phoenix reclinata, Borassus flabellifer y Mademia nobilis. Este insecto sobrevivió mas tiempo que el E. kamerunicus y el E. plagiatus en estas palmas, pero no hubo oviposición en ninguna de ellas.

Otras plantas: La tasa de supervivencia en otras plantas (Tabla 13) fué mayor que la de las otras especies, pero de nuevo, esto se debe a que tiene una vida más larga y a su capacidad para sobrevir más tiempo, aún sin alimentarse y sin humedad.

			Esperanza de Vida en Días	
Plantas Probadas	Alimentación	Oviposición	Machos	Hambras
PALMAS				
Elaeis guineensis: inflorescencia macho	Alimentado	Ovipositó	27.5	30.9
espiguillas macho antes de la antesis	Nulo	Nulo	2.7	2.3
frutas maduras	Nulo	Nulo	1.6	2.1
Cocos nucifera: flores macho	Alimentado	Nuto	20.6	20.6
Oreodoxa regia: inflorescencia	Alimentado	Nulo	16.8	18.0
Areca sp.: inflorescencia	Nulo	Nulo	3.0	3.3
Phoenix sp: inflorescencia	Leve	Nulo	6.7	7.0
Mademia nobilis: inflorescencia	Leve	Nulo	5.4	6.1
Sabal sp.	Leve	Nulo	8.9	7.4
OTRAS PLANTAS (Flores)				
Theobroma cacao	Leve	Nulo	3.9	3.8
Coffea robusta	Leve	Nulo	5.3	5.8
Hevea sp. (caucho)	Nulo	Nulo	1.9	1.9
Citrus paradisi	Leve	Nulo	6.0	5.3
Dioscorea sp.	Leve	Nulo	4.3	4.2
Musa sapientum	Leve	Nulo	7.3	6.4
Psidium guajava	Leve	Nulo	6.6	6.4
Cola accuminata	Leve	Nulo	3.7	4.5
Sacharum sp. (caña de azúcar)	Nulo	Nulo	1.9	2.0
Zea mays	Leve	Nulo	4.8	4.3
Cucurbita pepo	Leve	Nulo	6.8	7.6
Hibiscus - ros - sinensis	Leve	Nulo	7.4	7.6
Heliantus annuus	Leve.	Nulo	4.4	5.2
Gompherena globosa	Nulo	Nulo	2.6	2.8

NOTA: "Ligera alimentación" se refiere a las partes rotas o descompuestas de la flor.

El E. subvivattus parece ser biológicamente diferente del E. kamerunicus y el E. plagiatus. El hecho de que sea capaz de sobrevivir en todos los anfitriones un poco más tiempo que los demás, indica que, en este sentido, no es tan selectivo como los otros.

4.7 BASES PARA LA SELECCIÓN DEL E. KAMERUNICUS

Las especies de los Elaeidobius se crían y alimentan en las inflorescencias macho de la palma de aceite después de que las flores han soltado el polen. No se alimentan de los granos de polen, sino de la parte interior de las flores macho únicamente; después de la antesis, estas no son de utilidad para la palma. Las larvas se alimentan y desarrollan en las flores descompuestas.

Los adultos de las especies Elaeidobius se acercan a las flores hembra, pero no les causan daño alguno ni a ninguna de las partes de la palma. No se alimentan de flores ni de frutas sin abrir.

El nivel de huésped de las especies de los Elaeidobius se restringe al género de la Elaeis y ni siquiera lo atrae la especie más relacionada con ella (E. oleífera) como el anfitrión natural (E. guineensis). Entre las diferentes especies, únicamente el E. subvittatus puede criarse lo suficiente para mantener un nivel de población considerable en la E. oleífera. En los exámenes de tamizado en el laboratorio, los adultos se pueden alimentar de palmas relacionadas, como el coco y la palma real pero nunca se ven atraídos por ellas por naturaleza. Ni siquiera en el laboratorio pusieron huevos en la palma de coco ni en las demás palmas y sus larvas no se pueden alimentar con las flores del coco. A las especies de los Elaeidobius no las atraen las flores ni las demás cosechas importantes, las plantas ornamentales, ni siquiera la maleza. En las pruebas de laboratorio no sobrevivieron por un período de tiempo significativo en ninguna de las plantas de la amplia gama expuesta a ellos, ni pusieron huevos en ninguna de ellas. Las especies de los Elaeidobius se pueden considerar seguras en cuanto a su introducción en países donde la polinización natural de la palma de aceite no sea satisfactoria.

La tasa de crecimiento de las diversas especies de los Elaeidobius es similar pero al someterlas a las condiciones de una plantación, la del E. kamerunicus es mayor tanto en épocas de Iluvia como de sequía. Sin embargo, la capacidad de búsqueda del E. subvittatus es mayor que la del E. kamerunicus, pero esta adaptación tiene valor principalmente en las arboledas naturales de palma de aceite, más que en las plantaciones. Sin embargo, el E. subvittatus podría ser más útil en las plantaciones grandes de palmas de aceite jóvenes, donde esta especie podría colonizar primero. El E. plagiatus tiene una capacidad de búsqueda inferior, pero parece adaptarse mejor a las épocas de sequía. Dado que estas tres especies pueden convivir sin que haya demasiada competencia interespecífica, se pueden introducir las tres, si las circunstancias lo requieren. Sin embargo, el primer paso debe ser considerar las especies más prometedoras. Parece ser que la mejor alternativa es seleccionar el E. kamerunicus, puesto que su población es más numerosa y por la tanto estos transportan más granos de polen que todos los demás juntos (71% del total); se adapta a las condiciones de las plantaciones y tieuna capacidad de búsqueda relativamente buena.

Se ha dicho que la introducción de los insectos polinizadores podría ocasionar un desequilibrio biológico, pero los desequilibrios en las comunidades se presentan y por lo general son ocasionados por el hombre, mediante la simplificación de un ambiente o la introducción accidental de una maleza o peste a un nuevo ambiente, sin que éstos tengan su antagonista natural. La recuperación del equilibrio se puede lograr mediante la reunión de la maleza o la peste con sus enemigos naturales, importando éste último. La palma de aceite es un cultivo importante, que ha sido introducido al Asia Sur Oriental. En su lugar de origen, la palma se asocia con muchos insectos y algunos de ellos, como los Elaeidobius, son útiles para ellas como resultado de un proceso co-evolutivo. Por lo tanto, la reunión de las palmas y de los insectos polinizadores es un paso hacia la restauración del equilibrio. El E. kamerunicus es incapaz de atacar ninguna otra planta, ni afectará ninguna otra comunidad de plantas o insectos y, por lo tanto, no ocasionará ningún desequilibrio.

Desde el punto de vista climático, Camerún es similar a Malasia, salvo en cuanto a que las épocas de lluvia y sequía son más pronunciadas y el nivel anual de lluvia es mayor en Camerún. Es evidente que existen beneficios económicos en lograr una buena polinización natural, obviando la necesidad de la polinización asistida en las palmas jóvenes de Malasia Peninsular y de las palmas de todas las edades de la mayoría de las zonas de Sabah y Sarawak. Además, la polinización uniforme puede aumentar la producción. A pesar de que la polinización artificial se haga en forma efectiva, siempre quedan algunas inflorescencias sin polinizar. La alimentación que se debía utilizar para el desarrollo de la fruta, se emplea sin embargo para el crecimiento vegetativo. Esta puede ser una de las causas por las cuales existe un crecimiento vegetativo excesivo en las zonas donde la polinización natural es deficiente, lo cual requiere que la resiembra se haga más pronto.

En forma global, no parece existir motivo alguno para no introducir el E. kamerunicus a Malasia o a cualquier otro país donde la palma de aceite sea un cultivo introducido. Esto permitiría a la industria de la palma de aceite aprovechar un organismo producido por la naturaleza después de millones de años de prueba y error, hasta llegar a un punto de excelentes relaciones mutuas. En caso de que la introducción de esta especie única no sea adecuada, se debe considerar la de otras, como el E. plagiatus y el.E. subvittatus.

5. INTRODUCCION Y ESTABLECIMIENTO DEL E. KA-MERUNICUS

En julio de 1980 se trajo el E. kamerunicus de las Plantaciones de Pamol du Cameroun, Estado de Lobe, a Kuala Lumpur, donde se mantuvieron cultivos en las instalaciones de cuarentena de la División de Protección de Cultivos del Departamento de Agricultura.

En febrero de 1981, se soltó el insecto en una propiedad de Malasia Peninsular y un mes después en Sabah.

5.1 IMPORTACION DE ELAEIDOBIUS KAMERUNICUS A MALASIA

En Camerún, las espiguillas de la flor de la palma de aceite generalmente están infestadas de gorgojos tales como el Neocypholaelaps, el Dendrolaelaps, el Tydeus y el Calvolia. Tan pronto los insectos adultos salen de la crisálida, los gorgojos se les prenden, principalmente del élitro. Por lo tanto, no se puede importar insectos adultos a Malasia; por otra parte, las larvas necesitan alimento en el tránsito y no son adecuadas para la importación. La etapa de crisálida no tiene gorgojo pero dura solamente tres días. Sin embargo, el peíodo de desarrollo se puede prolongar manteniendo la crisálida a 10°C; por lo tanto, esta fué la etapa que se escogió para la importación. En segundo lugar era necesario cerciorarse de que la crisálida estuviera libre de organismos patógenos antes de importarla a Malasia. Se llevaron algunas crisálidas a Inglaterra, donde las examinó el señor A.G Bailey de los Reales Jardines Botánicos Kew, en busca de esporas de hongos en los cuerpos de los insectos; no tenían hongos patógenos. Siempre se pueden encontrar algunos nemátodos en las larvas y las crisálidas muertas de las especies de los Elaeidobius en Camerún, y algunas veces esto sucede en proporciones epidémicas. Estos nemátodos fueron identificados como Aphelenchoides bicaudatus y Cylindrocarpus sp. Aunque se ha registrado lo contrario, parece ser que uno o ambos son parásitos facultativos del Elaeidobius kamerunicus. Por lo tanto se hizo todo lo posible para eliminar los nemátodos de las crisálidas que se iban a importar a Malasia.

Los E. kamerunicus se criaron en el laboratorio con el objeto de tomar el tiempo de la etapa de crisálida hasta 24 horas antes de su partida. Se examinaron individualmente unas 1200 crisálidas, se sumergieron en una solución al 0.1 % de hipoclorito de sodio y se empacaron en forma individual en pequeñas probetas de vidrio.

Se transportaron de Douala a Londres, el 20 de julio de 1980 y fueron tamizadas y vueltas a empacar en probetas limpias por el personal del Instituto de Control Biológico de la Commonwealth. Se descartaron alrededor de 100 individuos. El embarque se llevó a Kuala Lumpur el 23 de julio de 1980 y entonces se descartaron alrededor de 400 crisálidas muertas o agonizantes y se estableció el cultivo de las 600 restantes, de las cuales la mayoría se habían desarrollado a edad adulta. Se continuó el proceso de tamizado en busca de nemátodos en cada una de las generaciones de la progenie hasta que en octubre de 1980 se estableció un cultivo sin nemátodos.

5.2 SALIDA AL CAMPO Y MONITORIA DE LA POBLACION

De julio a diciembre de 1980, se llevaron a cabo pruebas de especificidad de anfitrión del Elaeidobius kamerunicus, en la, División de Protección de Cultivos del Departamento de Agricultura de Kuala Lumpur (Kang & Zam, 1982). Luego, el Director General de Agricultura de Malasia Peninsular autorizó la salida de los insectos en las Plantaciones Pamol,

cerca de Kluang, Johore. Esto se llevó a cabo el 21 de febrero de 1981.

Alrededor de 3000 (1.500 machos y 1.500 hembras) E. kamerunicus se soltaron en Mamor y un número similar en Pamol. En Mamor había palmas jóvenes (sembradas de 1973 a 1976), de las cuales la mayoría habían sido sometidas a polinización asistida, pero los insectos se soltaron en un campo donde no se había llevado a cabo polinización artificial. En Pamol había palmas más antiguas (1959-1966) y no se había hecho polinización artificial.

Se supervisó el establecimiento y dispersión del E. kamerunicus en seis puntos de censo, establecidos a intervalos regulares del lugar donde se soltaron. Al principio, la tasa de dispersión fué baja y, por lo tanto, la distancia entre los puntos de censo se mantuvo a 200 m. en Mamor y a 500 m. en Pamol (Fase I). Cuando la población se hubo dispersado hasta el último punto de censo, se aumentó la distancia entre los puntos a 500 m. en Mamor y a 1.500 m.en Pamol (Fase II).

En cada punto de censo se seleccionaron al azar cinco inflorescencias macho, que estaban comenzando el proceso de antesis (de lo cual era indicio la apertura de unas pocas flores cerca de la base de las espiguillas), y se tomaron muestras de nueve espiguillas (tres de la parte superior, intermedia e inferior cada una) de todas las inflorescencias. El muestreo se hizo durante cinco días consecutivos, hasta el final de la antesis, de las mismas inflorescencias en todos los puntos de censo. Todas las muestras se tomaron temprano en la mañana, antes de que los insectos estuvieran activos.

La tasa de crecimiento de los E. kamerunicus aumentó rápidamente, tanto en las palmas más jóvenes (Mamor), como en las más antiguas (Pamol) (Tabla 14). Durante los primeros dos meses, la tasa de dispersión en ambas plantaciones era similar, pero de ahí en adelante, los insectos se comenzaron a dispersar más rápidamente en las palmas mayores. Existen muchos factores que han podido ocasionar esta diferencia en las tasas de dispersión, tales como la altura de las palmas, el número de flores macho por área unitaria, la dirección del viento con relación a la línea de corte e incluso la interferencia humana. Después de seis meses, el E. kamerunicus se había establecido bien en un radio de más de cinco kilómetros, partiendo del lugar donde se soltaron

Después del establecimiento del E. kamerunicus en Malasia Peninsular, el Departamento de Agricultura de Sabah permitió la salida de este insecto en Pamol, Sabah. En marzo de 1981 se soltaron 2.000 adultos en una plantación de 1975.

Los procedimientos de monitoria de la población que se

implantaron fueron similares a los de Malasia Peninsular, pero los puntos de censo se establecieron a lo largo de dos líneas de corte que iban de norte a sur del lugar en que se soltó el insecto. La distancia entre los puntos de censo era

de 100 m. (Tabla 15). En Sabah, al igual que en Malasia Peninsular, el E. kamerunicus se estableció bien en un radio de más de cinco kilómetros del lugar donde se soltó.

TABLA 14

Días Después		Distancia del Sitio Donde se Soltaron (m)							
de Soltarlos		0	500	1000	1500	2000	2500		
	Fase I								
23		3.6	0.02	0.	0.	0.	0.		
54		30.4	15.7	0.7	0.	0	0		
85		107.5	101.3	65.5	10.8	2.2	0.3		
	Fase II	0	2500	4.000	5500	7 000	8500		
115		71.1	54.3	0.9	0	0	0		
147		84.8	67.7	60.8	11.9	12.2	12.3		
176		90.4	74.0	61.1	21.4	24.4	23.8		
207		79.0	70.6	69.3	61,1	44.1	36.4		
322		84.5	83.0	75.6	69.2	59.1	72.6		
353		82.8	78.1	75.4	70.2	79.3	74.8		

TABLA 15

		THOI IL	DAD DE TUI	VOUD, SADA				
Días Después de Soltarlos		Distancia del Lugar Donde se Soltaron (m.)						
		0	100	200	300	400	500	
	Corte Norte							
14		3.5	2.3	0.3	0.1	0.1	0	
32		14.0	7.4	5.2	1.6	0.7	0.2	
48		38.0	31.7	20.7	19.0	15.1	13.0	
64		37.0	18.8	28.2	36.3	41.4	64.8	
82		48.2	37.8	55.1	68.2	68.5	63 3	
100		48.0	34.7	34.9	61.1	84.0	83.3	
14	Corte Sur	0.5*	0.4	0.1	0	0	0	
32		2.3	10.6	1.2	0.2	0.1	0	
48		16.5	18.5	8.1	8.6	0.5	0.3	
64		25.1	39.7	12.6	12.6	0.8	1.7	
82		42.1	32.5	11.3	13.3	2.2	2.6	
100		81.1	60.6	28.0	15.9	2.8	11.3	

Punto '0' en el corte sur se hizo a través de un camino bastante ancho.

6. EFECTOS DE LA POLINIZACION CON INSECTOS SOBRE LOS RACIMOS (LAW Y SYED, 1984)

Inmediatamente después de soltar el insecto, se estableció un corredor de 7 hileras de palmas, partiendo del punto en donde se soltó y a lo largo de toda la propiedad. Se tomaron seis puntos de muestreo a lo largo del corredora intervalos de 200 m. en Mamor y 500 m. en Pamol. En cada uno de los puntos de muestreo, se marcaron 10 racimos en la etapa de antesis cada mes y se cosecharon al estar maduros. Esto se hizo con el objeto de asegurarse de tomar muestras al azar para su estudio.

Los racimos de muestra que se tomaron entre marzo, abril y junio de 1981 eran anteriores a la polinización de los insectos y de agosto en adelante, ya el insecto había comenzado a contribuir a la polinización (no se tomaron muestras en julio de 1981).

El censo de población se hizo mediante el conteo de todos los insectos en cinco inflorescencias masculinas seleccionadas al azar en cada uno de los puntos de censo. Se tomaron muestras de nueve espiguillas (3 de la parte superior, intermedia e inferior de cada una de las inflorescencias) durante 5 días consecutivos y se calculó el promedio de los insectos por espiguilla.

Se utilizó la prueba de 'V impar para comprobar lo significativo de los racimos polinizados antes y después de los insectos.

En Mamor, las palmas de censo habían sido sembradas entre 1973 y 1976 y todas eran tenera. Con excepción de uno de los puntos de censo, todos los demás habían sido polinizados a mano antes de que llegaran los insectos. Las palmas de censo en Pamol habían sido sembradas entre 1956 y 1966, de las cuales unas eran dura' y las otras tenera. Otros insectos habían polinizado las palmas antes de éstos.

6.1 "FRUIT-SET"

Los resultados que se obtuvieron en Mamor y Pamol demostraron que se dio un aumento muy significativo del "fruitset" (Figura 5 y 6)

En Mamor solamente se llevó a cabo un registro previo de 3 meses. Este se comparó con un período de 6 meses, posterior a la introducción del insecto, de enero a junio de 1982 y 1983. El promedio de "fruit-set" en los racimos polinizados con anterioridad a la introducción del insecto fué 48.2% mayor a la de los meses entre abril y junio de 1981. En el mismo período en 1982 y 1983, fué del 71.0% y 64.8%, respectivamente. Un test 't' impar (Tabla

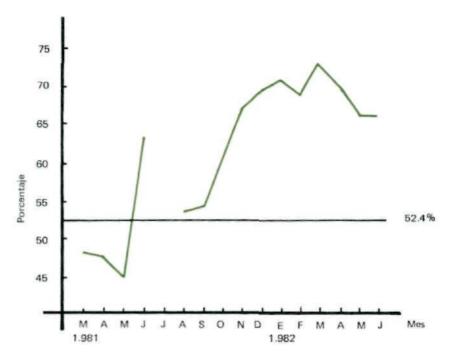
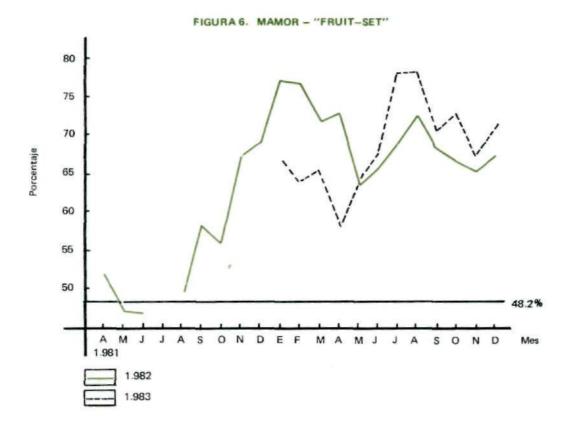


FIGURA 5. PAMOL-"FRUIT-SET"



16) demostró que tanto el "fruit—set" de 1982 como el de 1983, tenían una diferencia significativa con los anteriores a la introducción del insecto ($t=6.33^{**}$ para 1982 y $t=6.89^{**}$ para 1983 con 7 df cada uno). Así mismo, una prueba F, utilizando medias de tres meses (abril a junio de 1981, 1982, 1983), también dio una diferencia significativa al nivel de 5% (F=12.57 *). Esto constituye un aumento del 47% en 1982 y del 34% en 1983.

En Pamol, el "fruit—set" promedio de marzo, abril, mayo y junio de 1981 se comparó con 6 promedios (enero a junio de 1982) del "fruit—set" posterior a la introducción del insecto, utilizando una prueba 't' impar. Esto fué muy significativo a un nivel del 1% (t = 5.03**, con 8 df; Tabla 17).

En 1981, solamente el 29% de los 356 racimos que se analizaron en Mamor tenían un "fruit—set" superior al 60%. En 1982, de los 360 racimos que se analizaron, el 67% tenían un "fruit—set" de más del 60% (Figura 7). En Pamol se observó la misma tendencia (Figura 8)

6.2 RELACION FRUTA / RACIMO

En términos de aumento promedio, la relación racimo/fruta de los racimos polinizados por insectos fué del 6% en Pamol y del 11 al 14%en Mamor (Tablas 16 y 17; Figuras 9 y 10). En Mamor se llevó a cabo una prueba 't' que comparaba los promedios de abril a junio de 1981 con seis promedios de enero a junio de 1982 y 1983 por separado, que arrojó una diferencia significativa al nivel del 1% (81/1982 t = 3.68^{**} , 81/1983 't' = 4.14^{**} , con 7 df cada una) (Tabla 16). La prueba 't' par de los tres promedios de 1981 comparados con los meses correspondientes de 1982 también arrojó una diferencia significativa (t = 30.59^{**} con 2 df).

Asimismo, en Pamol, las pruebas 't', tanto par como impar con 3 df y 8 df respectivamente arrojaron una diferencia significativa, respectivamente, al 5% y al 1 % (Par 't' = 3.51*, 3 df; impar V = 3.85***, 8 **df)**

6.3 PESO DEL RACIMO

Los racimos polinizados por insectos fueron más grandes. En Pamol, el peso del racimo aumentó en un 14%, mientras en Mamor hubo un aumento del 34% en 1982 y 1983 (Tablas 16 y 17; Figuras 11 y 12).

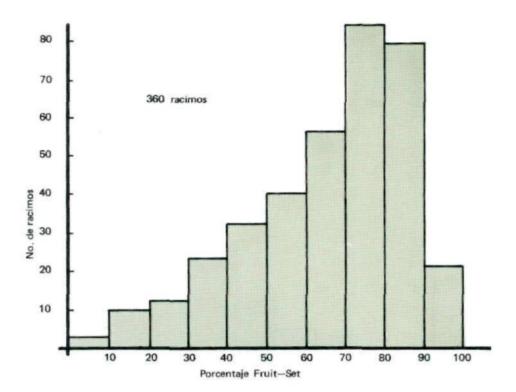
La prueba 't' fué significativa tanto en Pamol como en Mamor. En Pamol, lo significativo se dio al nivel de 5% y en Mamor al 1 %, en los datos de 1982 y de 1983.

	Abril a Junio	E	Enero a Junio / 82			Enero a Junio / 83		
Parámetros	Promedio 1981	Promedio	% Cambio	Prueba "t" Impar	Promedio	% Cambio	Prueba "t" Impar	
1. Peso del Racimo (Kg.)	10.80	14.50	(+34%)	6.94**	14.50	(+34%)	3.69**	
2. Fruit-Set (%)	48.20	71.00	(+47%)	6.33**	64.80	(+34%)	6.89**	
3. Fruta /Racimo (%)	57.00	64.90	(+14%)	3.68**	63.40	(+11%)	4.14**	
4. Mesocarpio Húmedo/Frut	a(%) 81.30	76.80	(- 6%)	2.82*	78.30	(- 4%)	2.40*	
5. Aceite / Racimo (%)	21.30	23.10	(+ 8%)	1.91 n.s	21.60	(+ 1%)	0.52 n.s	
6. Almendra / Fruta (%)	8.00	10.30	(+29%)	3.82**	9.70	(+21%)	2.99*	
7. Cácara / Fruta (%)	7.10	8.00	(+ 13%)	1.28 n.s	7.70	(+ 8%)	0.74 n.s	
8. Almendra / Racimo (%)	4.70	6.80	(+45%)	4.19**	6.30	(+34%)	3.47*	
9. Mesocarpio / Racimo (%)	46.20	50.70	(+10%)	3.94**	49.40	(+ 7%)	2 82*	
0. Peso Promedio Fruta (g)	13.10	8.90	(-32%)	8.77**	8.70	(-34%)	11.68**	
1. Peso Almendra (g)	1.05	0.92	(-12%)	3.38*	0.84	(-20%)	5.74**	
2. Peso de la Cáscara (g)	0.93	0.71	(-24%)	4.54**	0.70	(-25%)	4.98**	
3. Peso del Mesocarpio (g)	10.65	6.84	(-36%)	8.18**	6.81	(-36%)	10.82**	
4. Aceite Total (Kg.)	2.30	3.40	(+48%)	10.86**	3.10	(+35%)	2.85*	
5. Aceite / Mesocarpio (%)	46.00	45.41	(- 1%)		43.50	(- 5%)	Service I	
6. Número de Muestras	356	355			360		5 8 8 A	

TABLA 17

	Abril a Junio	Enero a Junio de 1982			
Parámetros	Promedio 1981	Promedio	% Cambio	Prueba "t" Impar	
1. Peso del Racimo (Kg.)	23.80	27.20	(+14%)	2.92*	
2.Fruit-Set (%)	52.40	69.10	(+32%)	5.03**	
3. Fruta / Racimo (%)	59.50	63.00	(+ 6%)	3 85**	
4. Mesocarpio Húmedo (%)	75.90	71.40	(- 6%)	3.01*	
5. Aceite / Racimo (%)	21.40	21.00	(- 2%)	0.47 n.s	
6. Almendra / Fruta (%)	9.20	11.00	(+20%)	2.88*	
7.Cácara / Fruta (%)	10.80	11.20	(+ 4%)	1.03 n.s	
8. Almendra / Racimo (%)	5.50	7.10	(+29%)	3.00*	
9.Mesocarpio / Racimo (%)	45.20	44.90	(- 1%)	0.15 n.s	
10.Peso Promedio Fruta (%)	10.60	8.00	(-25%)	4.64**	
11.Peso Almendra (g)	0.98	0.88	(-10%)	2.11 n.s	
12. Peso de la Cáscara (g)	1.14	0.90	(-21%)	4.75**	
13. Peso del Mesocarpio	8.05	5.71	(-29%)	4.75**	
14. Aceite Total (Kg.)	5.10	5.70	(+12%)	2.96*	
15. Aceite/ Mesocarpio (%	47.70	46.40	(- 3%)	2.41*	
16.Número de Muestras	240	360			

FIGURA 7. MAMOR "FRUIT-SET" POSTERIOR A LA INTRODUCCION DEL INSECTO



MAMOR "FRUIT -SET" ANTERIOR A LA INTRODUCCION DEL INSECTO

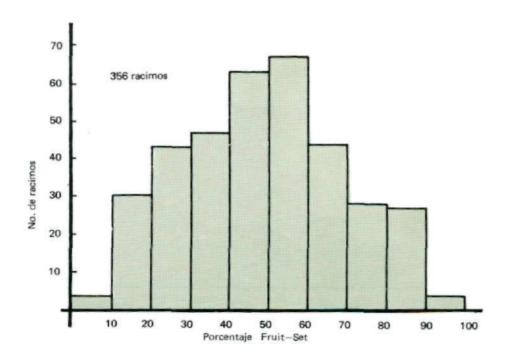
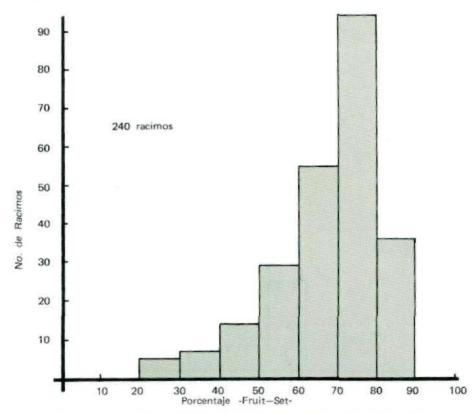
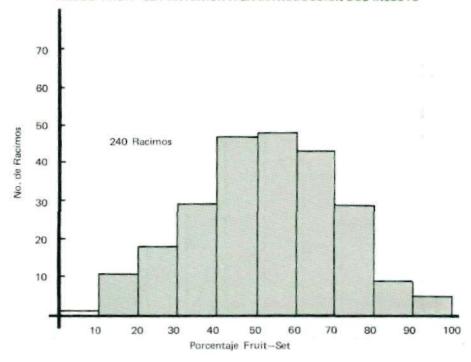
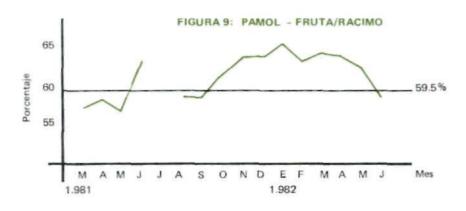


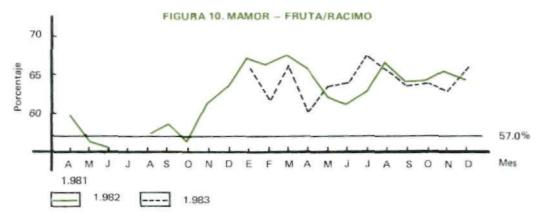
FIGURA 8. PAMOL - FRUIT SET POSTERIOR A LA INTRODUCCION DEL INSECTO



PAMOL: FRUIT-SET ANTERIOR A LA INTRODUCCION DEL INSECTO







Unipalma 5.2.



Estamos invirtiendo en el futuro de Colombia

Edificio Parque Santander Of. 1605 - Teléfono: 24902 Villavicencio

Hacienda Santa Bárbara - Cumaral Hacienda Chaparral - Paratabueno

FIGURA 11. PAMOL - PESO DEL RACIMO

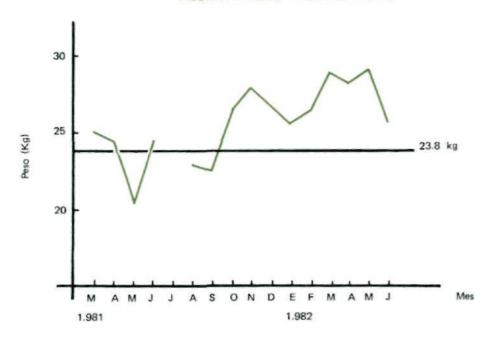
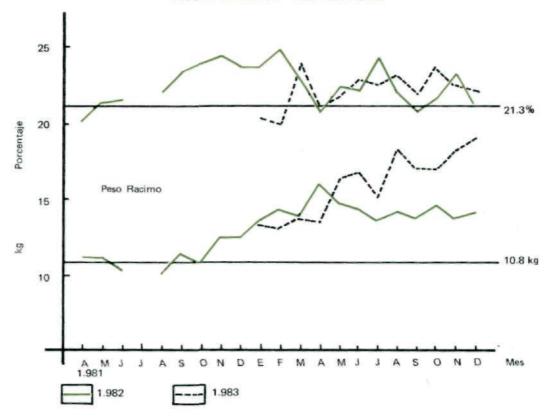


FIGURA 12. MAMOR - ACEITE/RACIMO



6.4 RELACION MESOCARPIO / FRUTA

En los dos lugares de observación se redujo significativamente la relación mesocarpio / fruta y la prueba 't' fué significativa a nivel del 5%. La reducción se presentó en el área de 4-6% (Tablas 16 y 17; figuras 13 y 14).

6.5 RELACION PALMISTE / FRUTA

En las dos zonas de observación se presentó un aumento significativo en la relación palmiste/fruta. El aumento varió entre el 20% en Pamol y el 29% en Mamor en 1982 (Tablas 16 y 17; Figuras 15 y 16).

6.6 RELACION CASCARA / FRUTA

Aunque aumentó la relación cáscara/fruta en los dos sitios, este aumento no fué significativo (Tablas 16 y 17; Figuras 17 y 18).

6.7 RELACION ACEITE / RACIMO

En Pamol, los racimos posteriores a la introducción de los insectos que se analizaron de abril a junio de 1982 arrojaron una disminución del 2% en la relación aceite/racimo.

Sin embargo, en Mamor, donde las palmas eran relativamente jóvenes, hubo un aumento del 8% en 1982 y del 1 % en 1983. La prueba 't' demostró que estas diferencias no son significativas (Tablas 16 y 17; Figuras 12 y 19).

6.8 RELACION PALMISTE/RACIMO

En Pamol, la relación palmiste/racimo anterior a la introducción de los insectos era del 5.5%. En 1982 aumentó a 7.1%. En Mamor, la relación palmiste/racimo anterior a la introducción del insecto era de 4.7% y aumentó a 6.8% en 1982 y a 6.3% en 1983. Esto alcanzó un aumento total del 29% en Pamol y del 45% en Mamor en 1982 (Tablas 16 y 17; Figuras 15 y 16).

La prueba 't' fué significativa en ambos lugares.

6.9 RELACION MESOCARPIO / RACIMO

En Mamor hubo un aumento de la relación mesocarpio/ racimo en 1982 y 1983 (Figura 14) y fué significativo ($t=3.94^{**}$ en 1982 y $t=2.82^{*}$ para 1983 con 7 df cada una). Sin embargo en Pamol hubo una disminución del 1% en la relación mesocarpio/racimo (Figura 13), pero ésta no fué significativa (Tablas 16 y 17).

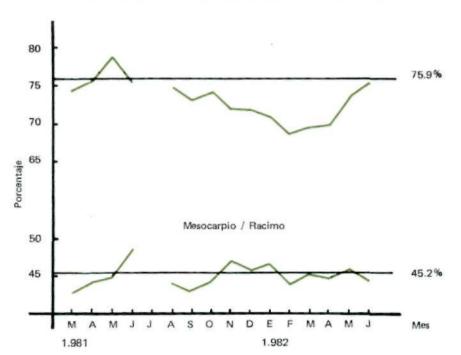
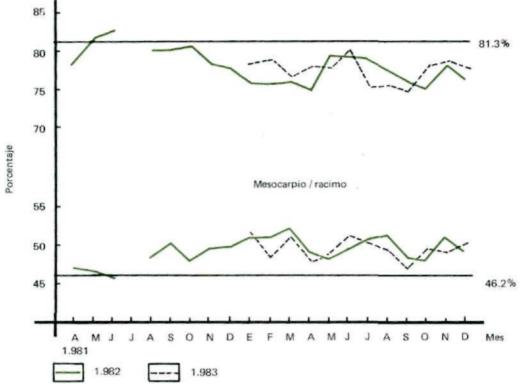


FIGURA 13. PAMOL - MESOCARPIO HUMEDO/FRUTA





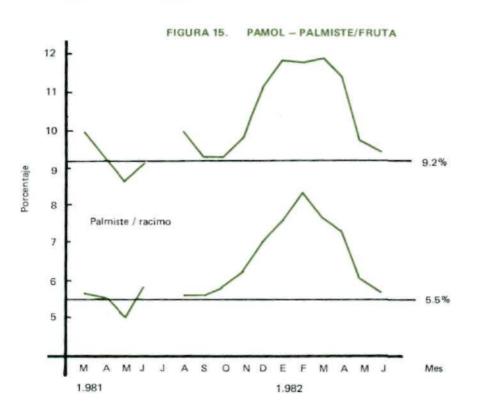


FIGURA 16. MAMOR - PALMISTE/FRUTA

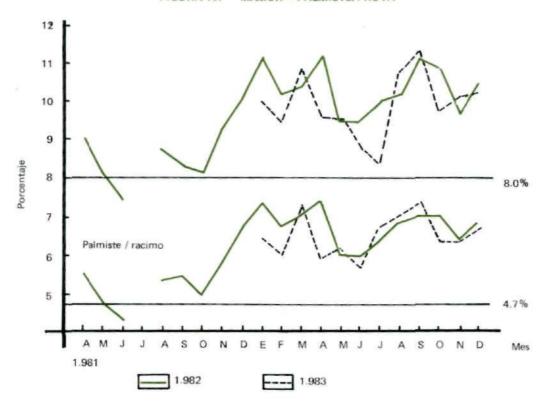
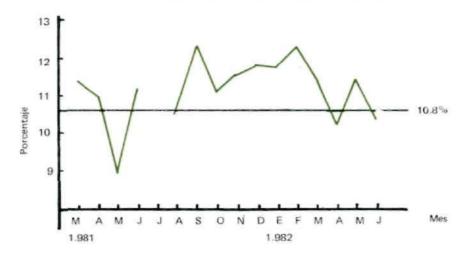
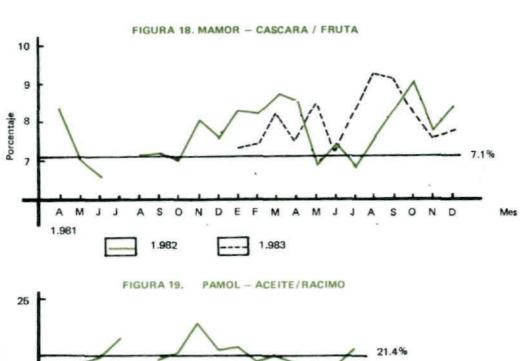
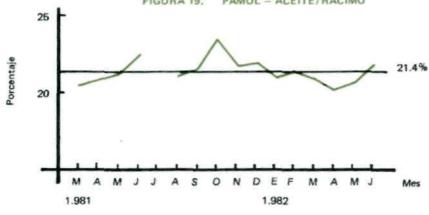
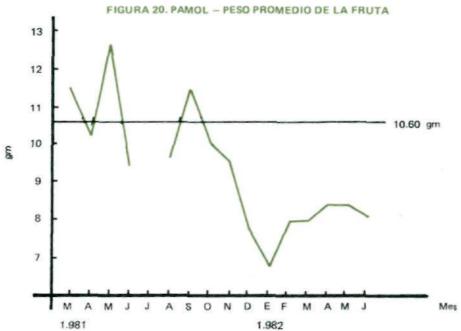


FIGURA 17. PAMOL - CASCARA/FRUTA









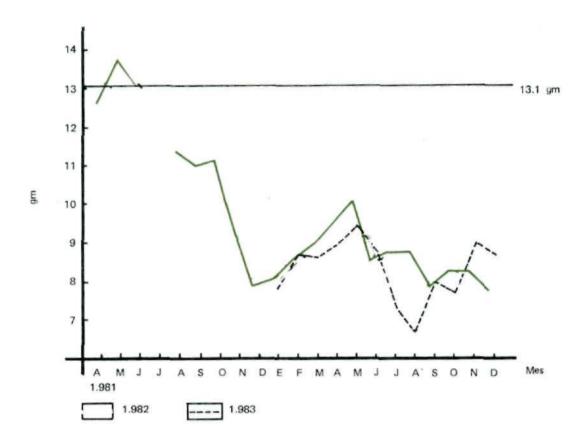


FIGURA 21. MAMOR - PESO PROMEDIO DE LA FRUTA

6.10 PESO PROMEDIO DE LA FRUTA

El peso promedio de la fruta en Mamor y Pamol, con anterioridad a la introducción de los insectos era de 13.1 gm. y 10.6 gm. respectivamente y se habían reducido significativamente a alrededor de 9 gm. y 8 gm. respectivamente. La prueba 't' arrojó diferencias significativas al nivel del 1 % para ambos sitios (Tablas 16 y 17; Figuras 20 y 21).

6.11 PESO DEL PALMISTE, PESO DE LA CASCARA Y PESO DEL MESOCARPIO POR FRUTA

La disminución del peso promedio de la fruta ocasionó una reducción de todos los componentes de la misma. El peso del palmiste, de la cascara y del mesocarpio por fruta se redujeron significativamente (Tablas 16 y 17; Figuras 22-27). La única excepción fué el peso del palmiste en Pamol, que no se redujo significativamente.

6.12 TOTAL DE ACEITE POR RACIMO

El producto del peso promedio del racimo y la relación aceite/racimo es el total de aceite por racimo. En Pamol, donde los racimos ya eran grandes antes de que se introdujera el insecto, el aumento total del aceite fué del 12% (Figura 28). Esto dio un aumento de 0.6 Kg. de aceite por racimo.

En Mamor el incremento total del aceite fué del 35% al 48% (Figura 29), lo cual equivale a alrededor de 1 Kg. de aceite por racimo.

En ambas zonas de estudio se observó que el total de aceite aumentó considerablemente ($t=10.86^{**}, 2.85^{*}, 2.96^{*}$ para 1982, 1983 en Mamor y 1982 en Pamol, respectivamente).

FIGURA 22. PAMOL - PESO DEL PALMISTE

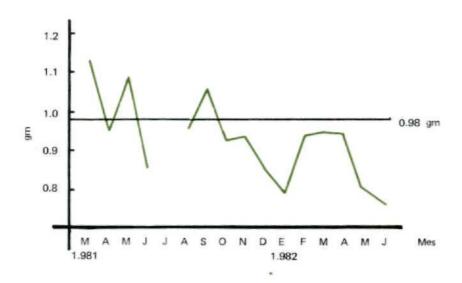


FIGURA 23. MAMOR - PESO DEL PALMISTE

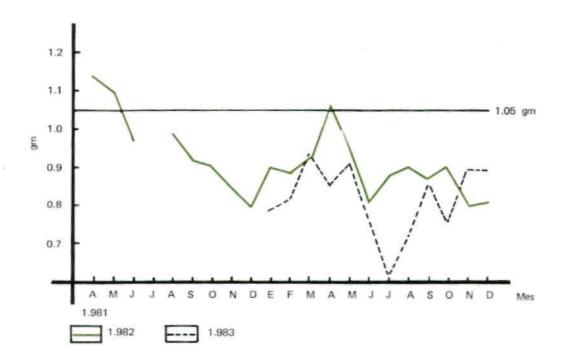


FIGURA 24. PAMOL - PESO DE LA CASCARA POR FRUTA

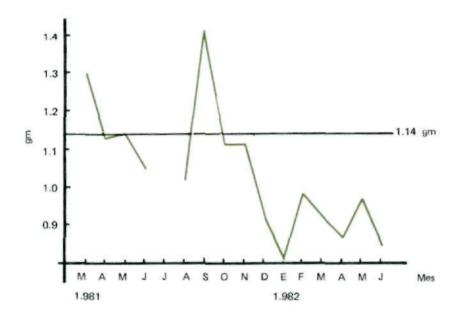


FIGURA 25. MAMOR - PESO DE LA CASCARA POR FRUTA

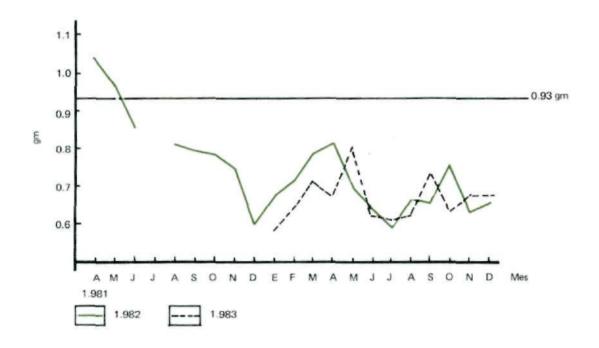


FIGURA 26. PAMOL - PESO DEL MESOCARPIO POR FRUTA

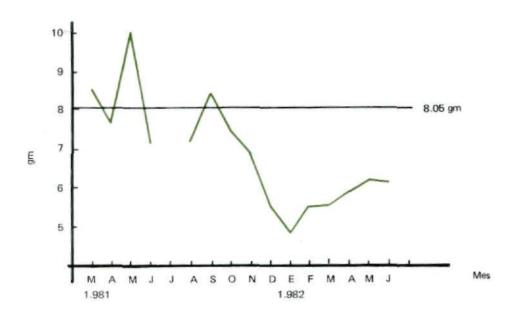


FIGURA 27. MAMOR - PESO DEL MESOCARPIO POR FRUTA

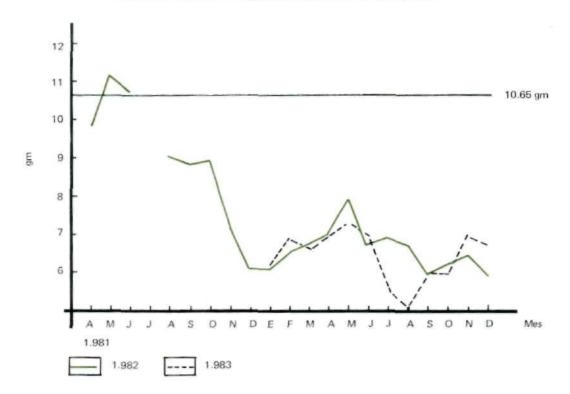


FIGURA 28. PAMOL - ACEITE TOTAL / RACIMO

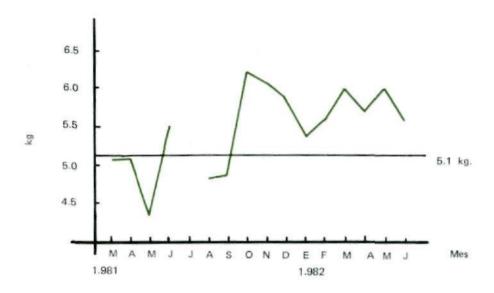
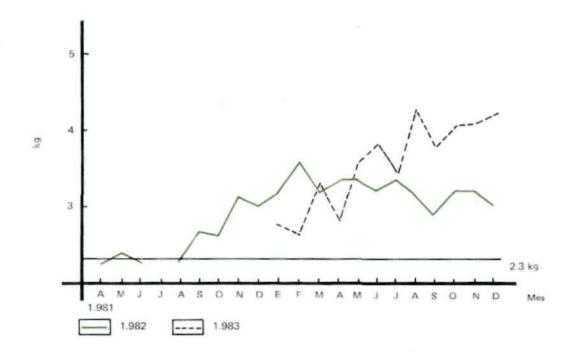


FIGURA 29. MAMOR - ACEITE TOTAL / RACIMO



6.13 EFECTO GLOBAL

Después de la introducción del insecto en las palmas más antiguas, el promedio de "fruit—set" ha aumentado en un 32% en las plantas más viejas, mientras en las más nuevas, el aumento alcanzó un 47%. Esto parece indicar que, a pesar de los "thrips" y de la polinización asistida, el "fruit—set" era más deficiente que el que lograron los insectos.

Antes de que fuera introducido el insecto, el "fruit—set" era inferior al 60% en 2/3 partes de los racimos cosechados. Ahora solamente 1/3 de los mismos, registran "fruit—set" de menos de 60%.

La evidencia reciente parece demostrar que el "fruit—set" se puede ver afectado si la población de insectos es muy baja. Sin embargo, la correlación entre la población de insectos por espiguilla y el "fruit—set" 5 a 6 meses después no es significativa (Tabla 18).

La relación fruta/racimo (la relación del peso de la fruta con el peso del racimo) aumentó considerablemente como consecuencia del insecto. En magnitud, fué inferior al "fruitset". Esta reducción de la magnitud se debió principalmente a lo reducido del espacio entre los racimos, lo cual restringía el desarrollo de las frutas polinizadas hasta su tamaño potencial. Esto está confirmado por la reducción significativa (25-34%) del peso promedio de la fruta. La reducción del peso del mesocarpio por fruta fué del 29 al 36%, pero la reducción del peso de la cascara y del palmiste fué menor, 21—25% y 10—20%, respectivamente. Por lo tanto, se puede concluir que el aumento de la relación fruta/racimo se debe, principalmente, a que hay más palmiste. Esto es evidente, partiendo del aumento significativo de la relación palmiste/ fruta (más del 20%), mientras la relación cáscara/fruta permanece más o menos igual y la relación mesocarpio/fruta se reduce (4-6%).

A pesar de la reducción del peso promedio de la fruta y de la relación mesocarpio/fruta, el total del mesocarpio con relación al racimo permanece relativamente igual en las palmas más antiguas, mientras en las más jóvenes, hubo un aumento significativo. Esto indica que, en las plantas jóvenes, en las cuales el "fruit—set" anterior a la introducción del insecto era bajo, aún había espacios libres para que se desarrollara el mesocarpio. Esta mejora se llevó a cabo probablemente cerca de la base del racimo donde anteriormente la polinización era muy deficiente.

El tamaño del palmiste se redujo ligeramente. En general, el aumento de la relación palmiste/racimo fué positivamente significativo.

La mejora del "fruit—set" también trajo consigo un aumento significativo en el peso del racimo. En Pamol, durante muchos años, el peso promedio del racimo era de unos 20 Kg. Hoy en día ha aumentado a alrededor de 23 Kg., lo cual

representa un aumento del 15%. Los racimos de muestra arrojaron un aumento del 14%, confirmando lo que se había observado en el campo. En Mamor, el aumento fué mucho. mayor (34%). Parte de este aumento se debió al crecimiento de las palmas.

La relación aceite/mesocarpio fué más baja en los racimos polinizados por los insectos y esto se hizo significativo al nivel del 5%. La reducción de la relación aceite/mesocarpio parece deberse principalmente a una relación más baja del mesocarpio húmedo con el mesocarpio seco (Tabla 19), indicando que había más agua en el mesocarpio. Esto se puede deber a que la maduración es más lenta en los racimos que tienen un mejor "fruit—set".

La reducción de la relación aceite/mesocarpio fué la causa principal para que se presentara una relación más baja aceite / racimo en Pamol, donde los racimos eran más grandes.

Sin embargo, el total de aceite por racimo aumentó considerablemente. En Pamol, este aumento fué del 12%, mientras en Mamor fué del 48% en 1982, pero bajó al 35% en 1983. El total de aceite aumentó principalmente por el aumento en el peso del racimo.

TABLA 18

RELACION DE MESOCARPIO SECO / MESOCARPIO HUMEDO Y ACEITE / MESOCARPIO SECO					
	1981	1982			
O /DM	69.90	73.54			
DM / WM	68.20	63.08			
OWM	47.67	46.40			

Por lo tanto, podemos afirmar que, en Malasia, la polinización de la palma africana con el E. kamerunicus ha traído cambios en los componentes del racimo. Tanto el "fruit—set" como la relación fruta/racimo han aumentado significativamente, lo cual conduce a que los racimos sean más pesados y a que haya más palmiste por racimo. El total de aceite por racimo también ha aumentado, pero aún se desconoce el aumento a largo plazo de la producción de aceite por hectárea.

La relación mesocarpio/racimo permanece más o menos igual en la zona de palmas mayores. La ligera disminución de la relación absoluta aceite/racimo, aunque no es significativa, se debe principalmente a una relación más baja de aceite a mesocarpio, lo cual indica que posiblemente sea necesario cambiar el estándar de madurez con el objeto de maximizar los beneficios.

El aumento del "fruit-set" ha ocasionado una reducción en el tamaño de la fruta, debido a la compactación, ocasionando una reducción en el espesor del mesocarpio, la reducción de la cascara y una ligera reducción del palmiste por fruta.

7. FACTIBILIDAD DE LA INTRODUCCION DEL INSECTO A COLOMBIA

Desde que el insecto polinizador Elaeidobius kamerunicus fué introducido a Malasia, se ha venido considerando la posibilidad de introducirlo a Colombia. Ya se importó el insecto y está en proceso de cultivo en el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.

El 5 de mayo de 1984, se trataron con fungicida dos mil crisálidas, se empacaron en pequeñas cajas plásticas, y se llevaron manualmente a Bogotá y llegaron el 9 de mayo. El 14 de mayo solamente habían sobrevivido alrededor de 140 adultos. La mortalidad se dio durante la travesía y en el manejo inicial de las crisálidas. Para finales del mes ya se había establecido un cultivo en Bogotá. Debido a las dificultades para mantener los altos niveles de humedad necesarios y la consecución de flores macho frescas de palma africana, los cuales son elementos indispensables para la cría de estos insectos, el cultivo se pasó a la sede del ICA en La Libertad, el 31 de mayo.

Antes de soltar el insecto, es necesario cerciorarse de que haya un margen de mejoría en los estándares de polinización existentes en Colombia. Es necesario conocer el estatus de los polinizadores nativos y de su interacción con el insecto bajo estudio. Así mismo, es indispensable asegurarse de que el insecto no va a causar daño alguno a otros cultivos.

7.1 ESTATUS DE LA POLINIZACION EN COLOMBIA

Dentro de mis conocimientos, no se requiere ni se lleva a cabo polinización asistida en la palma africana de Colombia. Por lo general, la polinización natural se ha considerado adecuada.

Una de las medidas de los estándares de polinización es el porcentaje de frutas normales con relación al número total de frutas y las flores no desarrolladas existentes por racimo. Partiendo de un estudio reciente (Corrado, 1984) he tomado algunos datos del "fruit—set" de la plantación de San Alberto. Así mismo he citado otros que han sido cortesía del Agrónomo de Monterrey (Tabla 20).

La Tabla 20 demuestra que el "fruit-set" varió considerablemente de mes a mes y el promedio por año en los diferentes cultivos varió entre el 40% y el 50%. Por lo tanto, el estatus actual de la polinización en Colombia es similar al de Malasia (Peninsular), donde el "fruit-set" anterior a la introducción del insecto en Pamol y Mamor era del 52.4% y 48.4%, respectivamente (Ver Tablas 16 y 17). Al comparar la distribución del racimo en diferentes categorías de "fruit—set" de San Alberto, con las plantaciones de Pamol y Mamor (Law y Syed, 1984) (Ver figuras 7 y 8), Corrado (1984) confirmó la similitud del estatus de la polinización en los dos casos.

Por lo tanto, se puede concluir en forma casi segura, que existe un margen para mejorar los estándares de polinización existentes en Colombia. Sin embargo, aún queda por descubrir si la introducción del E. kamerunicus traerá consigo los resultados esperados. Esto nos lleva a discutir sobre los insectos que en la actualidad, están polinizando la palma africana en Colombia.

7.2 LOS INSECTOS POLINIZADORES EN COLOMBIA

Según Genty (citado por Corrado, 1984), se han observado dos especies de polinizadores en la palma africana cultivada en Colombia, anotando que en las zonas de sequía prolongada, como la Costa Atlántica y la parte oriental del país, la especie predominante puede ser el Elaeidobius subvittatus. En las zonas donde la distribución de la lluvia es más equitativa, la especie más abundante es el Mystrops costaricensis Gillogly. Sin embargo, no se puede explicar la poca población de esta especie en las áreas de mucha lluvia, como Puerto Wilches. Es posible que esto sea un indicador de un cierto grado de competencia entre dos especies, que discutiremos más adelante.

Es interesante anotar que el estándar de polinización en las zonas donde existe una gran población de cualquiera de estas dos especies, no es satisfactoria. En Malasia la población menos numerosa del E. kamerunicus es mucho más eficaz como polinizador (Tabla 18) que una población muy numerosa de E. subvittatus, en lugares como la Cabana en Colombia. Mientras este hecho apoya mis observaciones en Camerún (Ver sección 4), contradice los hallazgos de Desmier (1982) quien describe el E. subvittatus como la "especie más importante" de Costa de Marfil. Posiblemente el núcleo de la cuestión sea la diferencia en cuanto a la eficiencia polinizadora de las dos especies (Tabla 4); el E. kamerunicus lleva mayores cantidades de granos de polen en el cuerpo.

En las áreas donde la población predominante es el Mystrops como Puerto Wilches, el "fruit—set" varió considerablemente de racimo a racimo. Genty (citado) ha observado que el insecto está activo únicamente en las primeras horas de la noche (entre las 6 p.m. y las 8 p.m.). Este período es demasiado corto para polinizar toda una inflorescencia que, por lo general, se mantiene receptiva por un período de 40 horas. Además, no todas las flores de la inflorescencia son receptivas simultáneamente. Por lo tanto, las flores de una inflorescencia que pasen a ser receptivas una vez transcurrido el período de actividad del Mystrops, habrán pasado su etapa de receptividad a la noche siguiente, cuando el insecto

vuelve a estar activo. Otro de los factores que posiblemente limita la eficiencia polinizadora del Mystrops sería la lluvia, durante el período de actividad.

TABLA 19.

- ()	ENERO DE 1982 A MARZ	O DE 1983.)
P	obla. de Insectos	F/S (%)
1.	84.46	64.89
2.	82.84	69.23
3.	85.21	67.A2
4.	70.48	61.49
5.	77.98	64.21
6.	81.46	65.51
7.	15.56	62.68
8.	4.40	60.96
9.	10.32	57.28
10.	11.36	57.50
11.	11.45	62.80
12.	15.04	58.03
13.	37.70	53.41
14.	50.37	62.21
15.	28.25	69.63

Los Mystrops que visitan las flores hembra son muy numerosos (Genty), pero el "fruit-set" de los racimos que ellos polinizan es más bien deficiente. Se examinaron los insectos que se capturaron sobre las inflorescencias femeninas, en busca de granos de polen en los cuerpos. De 40 especímenes que se examinaron (20 de San Alberto y 20 de Bucarelia), solamente 5 tenían hasta 6 granos de polen. Se deduce que la mayoría de una gran cantidad de insectos que se posan en las inflorescencias hembra posiblemente no proceden de inflorescencias macho en período de antesis.

De la pequeña muestra de Mystrops (40 especímenes) que se examinó en el microscopio, por lo menos uno parecía llevar granos de polen de otra planta. Sería interesante realizar un estudio sobre este insecto, con el fin de confirmar si de hecho, se limita a la palma africana. Sin embargo, es posible que estos granos hubieran sido recogidos de otros insectos que también se hubieran posado sobre las mismas flores.

Es necesario recopilar mayor información sobre el Mystrops. Sin embargo, la información existente es suficiente para indicar que esta especie no es un polinizador muy eficaz de la palma africana. Aparentemente, no ha evolucionado junto

con la Elaeis oleífera, puesto que se encuentran menos de estos insectos en sus fíores que en las de la E. guineensis. La polinización natural de la palma de aceite en América del Sur es más deficiente que la de la palma del Africa, lo cual indica nuevamente que este insecto no está bien adaptado a la primera. Este insecto no se ha registrado en Africa, lo cual demuestra que no ha podido ser introducido. Probablemente, se trata de un insecto polinizador menos especializado (como el Thrips hawaiiensis de Malasia) que se ha adaptado a la palma de aceite en época reciente.

Mientras discutimos los insectos polinizadores, puede ser conveniente mencionar que Wood (1983) durante una breve investigación que hizo sobre los insectos polinizadores en América Central y del Sur, no registró el E. subvittatus en Colombia y concluyó que esta zona carece de este insecto. Tampoco registró las dos especies de polinizadores juntas v concluyó que el E. subvittatus se está dispersando y desplazando al otro. El hecho es que el E. subvittatus se encuentra en todo Colombia pero en algunas zonas, la población es extremadamente baja. Iqualmente, en estas áreas no está desplazando al Mystrops, aunque puede haberlo hecho en zonas más secas. Ya he planteado que tal vez el Mystrops no sea un polinizador nativo de la E. oleífera. Parece ser que el E. subvittatus ha permanecido en América Central y del Sur por un período lo suficientemente largo para haber establecido un equilibrio con el Mystrops, donde el primero predomina en las zonas más secas, mientras el segundo predomina en las zonas húmedas, tal como el Valle del Magdalena en Colombia. Sin embargo, podrían existir algunas fluctuaciones según la estación en cuanto a la población relativa, como se observó entre diferentes especies de polinizadores en Camerún (Syed, 1984).

7.3 COMPETENCIA Y COEXISTENCIA

Se ha observado que existen dos especies de insectos que polinizan la palma africana en Colombia. Una de ellas, E. subvittatus se presenta en Camerún y coexiste con el E. kamerunicus, evitando la excesiva competencia medíante la subdivisión del nicho que comparten. El E. kamerunicus se alimenta de la parte profunda del tubo del antera, mientras el E. subvittatus se alimenta de los filamentos del antera. Ponen huevos en las cavidades de alimentación. Las larvas del E. subvittatus pueden consumir flores relativamente secas. Estas adaptaciones han permitido a las dos especies co-existir, la primera predominando en las zonas más húmedas y la segunda en las más secas.

Basándonos en la información recopilada por Genty y en la observación, el Mystrops costaricencis se alimenta de los granos de polen, pone sus huevos entre las flores de las espiguillas, las larvas se alimentan de los granos de polen y salen de la crisálida fuera de las inflorescencias, probablemente en la tierra o, mas probable aún, en el follaje que se encuentra en la corona de las palmas, cerca a las inflores-

cencías macho. Por lo tanto, las necesidades de las especies de los Mystrops y los Elaeidobius son diferentes, lo cual indica que pueden convivir y ninguna de las dos podría ser totalmente eliminada por la otra.

Las tres especies (E. kamerunicus, E. subvittatus y M. costaricencis) pueden desarrollar poblaciones muy numerosas y esto puede ocasionar una competencia por el espacio en las espiguillas. La población de una especie puede ser más alta que las demás en aquellas áreas donde se adapte mejor. Así mismo, se ha observado una fluctuación de la población según la época o estación. Es probable que el E. kamerunicus predomine en la mayor parte de las zonas húmedas, pero durante la época de sequía puede aumentar el número de E subvittatus

En las zonas húmedas, como el Valle del Magdalena, el E. kamerunicus puede llegar a desarrollar una población numerosa en las épocas secas o intermedias, pero pueden verse afectados en las épocas de lluvia. Es posible que durante este período, los Mystrops lleguen a llenar la brecha. Este último es quizás el aspecto más importante que se debía estudiar antes de soltar el E. kamerunicus en esta zona. Sin embargo, podemos anotar que una población reducida de E. kamerunicus puede proporcionar una polinización adecuada

7.4 ESPECIFICIDAD DE ANFITRION

Todas las especies Elaeidobius son muy específicas en cuanto

al anfitrión (Ver secciones 4.5 y 4.6) pero todavía no se han estudiado algunos de los cultivos colombianos. Esto se debía tamizar, siguiendo el proceso antes descrito en el artículo 4.6. Sin embargo, es importante recordar que es posible que se dé algún tipo de alimentación por parte de los adultos en casi todas las flores. Sin embargo, estas flores no los atraen ni ponen huevos en ellas y las larvas del E. kamerunicus no se pueden desarrollar en plantas diferentes a la palma africana

Una de las especies relacionadas, el E. subvittatus, que tiene un margen más amplio en cuanto al anfitrión que el E. kamerunicus (Ver sección 4.6.3) se presenta en Colombia pero nunca se ha encontrado en ninguna planta diferente a la palma africana. Esto es índice de la especificidad del anfitrión en el E. kamerunicus.

7.5 En caso o cuando se tome la decisión de soltar el insecto polinizador, el momento en que se suelte debe escogerse cuidadosamente. En el caso de Malasia la disminución de la producción que se presentó en 1983 puede haber sido ocasionada en parte por una producción muy alta en 1982. Es posible que la polinización por insectos haya coincidido con una producción tope. Es necesario evitar esto en Colombia. El insecto se debe soltar en un momento tal en que su efecto coincida con el período de baja producción en el año. Posiblemente sea necesario escoger un momento diferente para las diferentes zonas.

NDUSTRIAL AGRARIA LA PALMA S.A.

"INDUPALMA"

Una Empresa AGRICOLA Creada Para el Progreso de Colombia y sus Gentes

