

INTRODUCCION

Desde que el *Elaedobius kamerunicus* se introdujo en 1981, se ha establecido que es un polinizador eficaz de la palma de aceite en la región de Malasia y Sabah. La principal preocupación hoy en día es mantener estable la cantidad de insectos existentes en las plantaciones. Hasta el momento, se ha considerado que la rata extermina el insecto polinizador, a pesar de la carencia de pruebas cuantitativas al respecto. En este trabajo determinamos hasta qué punto la mortalidad del insecto (en etapa embrionaria, larval y ninfática) se debe a las ratas existentes en la plantación de Universiti Pertanian Malasia, en Serdang, Selangor. La mortalidad de los insectos se midió indirectamente mediante el daño que las ratas ocasionaron en la inflorescencia macho, en la etapa posterior a la antesis. Se encontró que la mortalidad de insectos inmaduros ocasionada por las ratas era del 82 y 85 por ciento en las plantaciones de ocho y once años de antigüedad, respectivamente. A pesar de la alta tasa de mortalidad, la población de insectos se mantuvo a niveles entre 54.000 y 95.000 por hectárea.

Desde que se estableció el *Elaedobius kamerunicus* en las plantaciones malayas de palma de aceite, se ha considerado que las ratas—que constituyen una de las plagas crónicas más importantes de dicha plantación— son el exterminador más importante del animal en sus etapas de inmadurez (Liau, 1984). Sin embargo, no se ha hecho intento alguno por cuantificar la contribución de las ratas a la mortalidad del insecto.

Se ha informado que en las zonas de palmas maduras, de más de siete años de edad, la especie predominante era la *Rattus tiomanicus*, mientras que en las zonas de palmas más jóvenes, de tres a cuatro años, podría ser que la especie más frecuente fuese la *R. argentiventer* (Wood, 1969). En los experimentos que se llevaron a cabo en el laboratorio, se comprobó que estas dos especies se comían los insectos inmaduros en las espigas (Liau, 1984).

Las ratas se alimentan de insectos inmaduros que están en proceso de desarrollo en los flósculos de las inflorescencias macho post antesis (FMPA). Al hacerlo, dañan el FMPA. Visualmente, el daño puede clasificarse en dos categorías: (1) Las espigas individuales se caen, van a las axilas del follaje y luego son "totalmente destruidas" (Fig. 1), puesto que la rata busca los huevos, la larva y la crisálida

entre los flósculos y (2) las espigas, sin desprenderse, se hacen pedazos en la flor (Fig. 2A).

Figura 1.



Figura 2b.



Se llevaron a cabo una serie de estudios, cuyos objetivos eran los siguientes:

- Determinar el alcance del daño ocasionado por las ratas a la FMPA, en relación con los días posteriores a la antesis.
- Relacionar el daño ocasionado por las ratas a la FMPA con la mortalidad del *E. kamerunicus*.

- Relacionar el nivel de exterminación del insecto y el daño, en los racimos de fruta con la actividad de las ratas.

MATERIALES Y METODOS

La zona de experimentación está ubicada en Universiti Pertanian Malasia, en Serdang, Selangor y consta de palmas de ocho y once años de antigüedad. Está ubicada en un terreno hondulado, con buen drenaje, cuya tierra es arcillosa y laterítica de la serie Gahal Mati. En esta zona se efectuó algo de control de ratas, utilizando trampas con un raticida a base de $C_{19}H_{15}O_4$ una vez al año, el cual no se aplicó durante el estudio.

- Alcance del daño ocasionado por las ratas a la FMFA en relación con los días posteriores a la antesis.

Se escogieron al azar veinte inflorescencias macho en la etapa final de antesis de un lote de 5 hectáreas de palmas de ocho años y otras veinte de un lote de cinco hectáreas de palmas de once años. Se marcaron y se sometieron a observación diaria, en busca del daño ocasionado por las ratas a las espigas donde los flósculos estuvieran rotos o desprendidos, el cual se cuantificó en forma visual en las categorías de 1/8, 1/4, 1/2, 3/4 o daño total. Se tomaron en cuenta tanto las espigas totalmente destruidas y sin desprender, como las que habían sido cortadas y llevadas a las axilas del follaje. Se sumó el daño ocasionado a las espigas individuales, con el objeto de reflejar el porcentaje del daño a la inflorescencia. Asimismo, las espigas se clasificaron arbitrariamente en seis secciones —las espigas superiores, intermedias e inferiores, y cada estrato se dividió a su vez en espigas exteriores e interiores, en relación con el tronco de la palma— (Fig. 3) con el objeto de tener en cuenta las diferencias de densidad del insecto inmaduro entre las diferentes espigas en las diferentes secciones de la inflorescencia.

Los daños se observaron y registraron diariamente, durante un período de tres semanas, hasta que surgieron los adultos.

Con el objeto de determinar si la mayor parte de los insectos existentes en las espigas cuya destrucción había sido total, realmente habían sido exterminados, se escogieron seis grupos de espigas totalmente destruidas de seis FMFA y se llevaron al laboratorio, para que cualquier insecto que no hubiera sido destruido pudiera surgir como adulto.

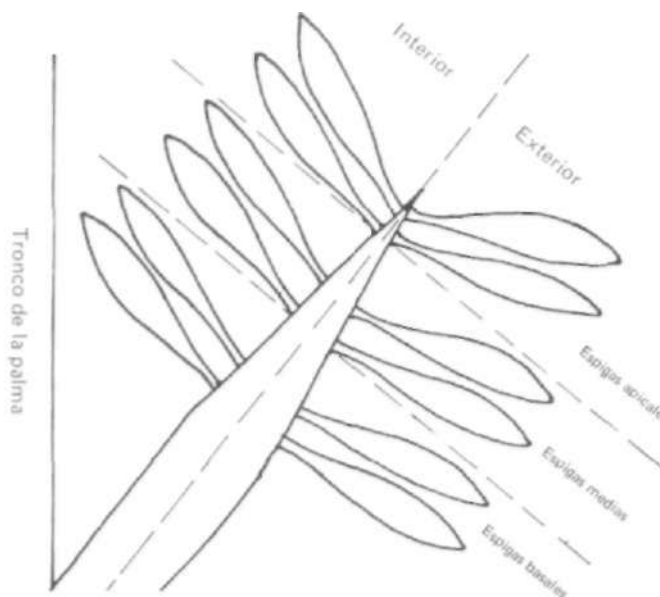


Figura 3. Las seis secciones de la inflorescencia masculina.

- Mortalidad del insecto en relación con el daño ocasionado por las ratas a las FMFA.

Con el fin de relacionar el daño ocasionado por las ratas con la mortalidad del insecto, se llevaron a cabo dos experimentos para determinar:

- a) El patrón y tiempo que tomaba el insecto en salir de las FMFA; y
- b) La densidad de insectos inmaduros por espiga, en relación con la posición de la espiga en la inflorescencia.

Luego, se comparó el grado del daño ocasionado a las FMFA y la mortalidad del insecto en palmas de ocho y once años de antigüedad. También se midió la altura de las palmas.

Para determinar el patrón y tiempo de salida de los adultos, se escogieron seis FMFA de palmas de ocho años. Se pusieron diez espigas por inflorescencia, sin desprender, en dos recipientes cilindricos (9 cm por 19 cm) de malla de gallinero, cubiertos por un forro de velo de terilene (cinco espigas por recipiente). Las espigas se colocaron el primer día después de la antesis. Las observaciones diarias se realizaban después de las 4 pm, una semana después de haber sido colocadas en las cajas, hasta que dejaron de surgir adultos. Se registró el número de machos y hembras que surgieron. Después de cada observación, se les dejaba escapar y se volvían a adecuar las cajas.

Para determinar la densidad de insectos inmaduros por espiga en relación con la posición de la misma, las inflorescencias se clasificaron arbitrariamente en las seis secciones descritas anteriormente (Fig. 3). Se emplearon seis FMPA de palmas de ocho años. El primer día después de la antesis, se retiraron de la inflorescencia veinticuatro espigas, cuatro por cada una de las seis secciones, para llevar al laboratorio. Se colocaron las cuatro espigas de la misma inflorescencia juntas en un tanque plástico (17 por 10 por 9.5 cm), y lo mismo se hizo con las espigas restantes. Se dejaron allí por espacio de un mes, hasta que todos los adultos hubieron surgido. Se contó el número total de adultos que surgieron. Luego, se procedió a hacer el análisis estadístico, mediante análisis de variación (ANOVA) y empleando la prueba de clasificación múltiple de Duncan (DMRT).

— El nivel de exterminación de los insectos y el daño a los racimos de fruta, en relación con la actividad de las ratas.

La población de ratas se puede medir indirectamente mediante la actividad de las mismas, como lo indica el porcentaje de palmas que hayan sufrido daños recientes en los racimos de fruta (Wood & Nichol, 1973). La gravedad del daño ocasionado a los racimos se clasificó siguiendo el criterio empleado por Wood (1969). Este daño se clasificó en cuatro categorías:

- a) Nulo - cuando no hubo daños o no había racimos en la palma.
- b) Bajo - cuando los daños eran inferiores al 10 por ciento de la superficie visible del racimo, incluyendo el más mínimo daño (v.g. una sola mordida).
- c) Medio - cuando los daños eran superiores al 10 por ciento en todos los racimos o en el promedio (v.g. 50 por ciento en un racimo y 0 por ciento en los demás da 10 por ciento).
- d) Alto - cuando los daños eran de más del 50 por ciento de la superficie visible del racimo en más de la mitad de los racimos.

Para este estudio se seleccionaron al azar setenta y cinco palmas de cada uno de los grupos de once y ocho años (lo cual constituía un 10 por ciento de cada uno de los lotes de cinco hectáreas).

Con el objeto de determinar el nivel de actividad de las ratas, medido mediante el porcentaje de pal-

mas que habían sufrido daños recientes en la fruta, se examinaron las mismas 75 palmas de cada lote, en busca de daños recientes y se clasificaron en términos de presentes o ausentes.

RESULTADOS

La especie de ratas que se encontró en la zona de estudio fue la rata de la madera, *Rattus tiomanicus*.

— Alcance de los daños ocasionados a las FMPA, en relación con los días posteriores a la antesis.

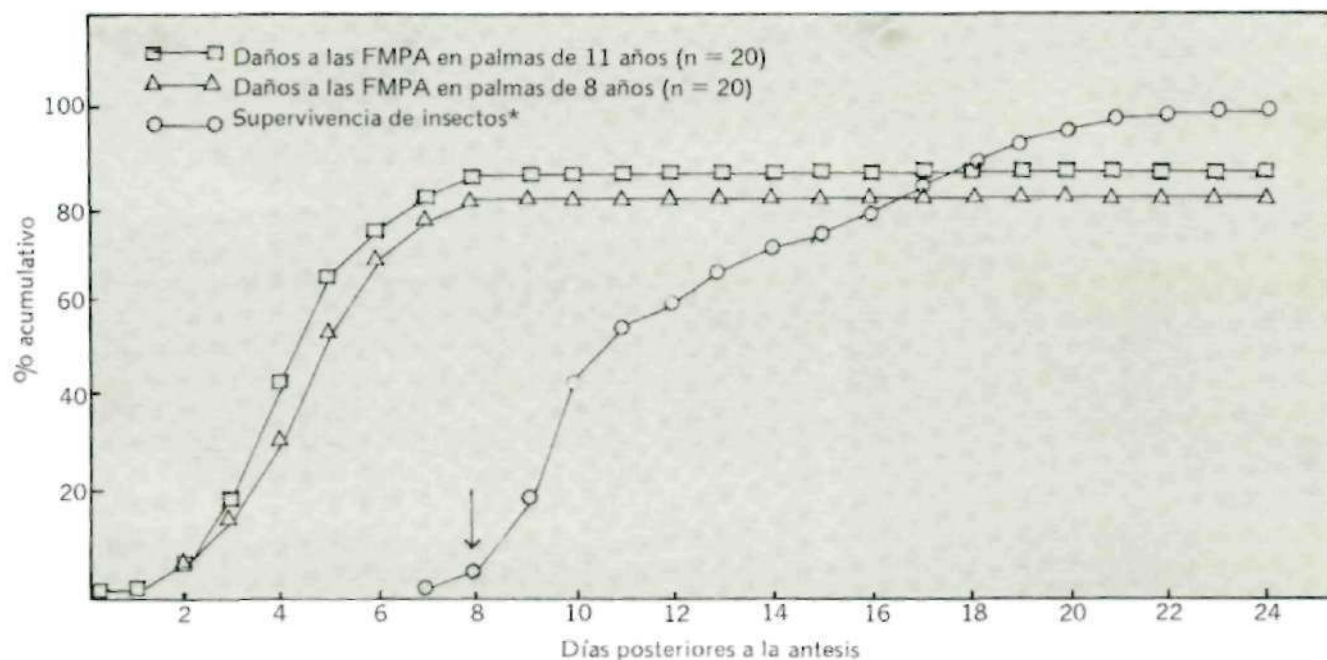
Las ratas comenzaron a alimentarse de insectos —medida tomada según el daño a las FMPA— al segundo día después de la antesis y el proceso continuó durante una semana. El daño acumulado siguió una curva sigmoidea, en la cual el 80 por ciento del daño se presentó entre el tercer y sexto día posteriores a la antesis, cuando la mayor parte de los insectos se encontraban en la etapa larval.

El daño promedio acumulado a las FMPA de las palmas de ocho años fue del 81 por ciento y de las de once años, el 84 por ciento. El número promedio de adultos que surgió de cada espiga totalmente destrozada por las ratas fue de dos, lo cual representa el cuatro por ciento del número total, si la espiga no hubiera sufrido daños.

— Mortalidad de los insectos en relación con el daño ocasionado por las ratas a las FMPA.

Todos los daños que ocasionaron las ratas se presentaron antes de que los insectos comenzaran a surgir (Fig. 4). La Figura 5 compara el patrón de salida de los insectos adultos machos y hembras. Los insectos comenzaron a salir ocho días después de la antesis, y continuaron saliendo hasta 23 días después de la misma, con una duración de 16 días. La salida de las hembras solamente tomó 8 días, comparada con los 14 días de los machos. Las hembras salieron primero, y el porcentaje acumulativo de salida seguía una curva sigmoidea, mientras los machos tardaron tres días más en salir, siguiendo una línea recta.

La Tabla 1 muestra el número promedio de animales que surgieron por espiga, en relación con la posición en la FMPA. Se encontró que la densidad era mayor en las espigas inferiores, seguida por las intermedias y luego las superiores. En promedio, las espigas inferiores e intermedias tenían un 42 y 28 por ciento más insectos, respectivamente, que las



* De 60 espigas a 10 espigas por inflorescencia.

Figura 4. Porcentaje acumulativo de los daños a las FMFA y porcentaje de supervivencia de insectos (de diferentes grupos de florescencias) en relación con los días posteriores a la antesis. La flecha indica el momento de la salida de los en relación con el fin de los daños causados por las ratas.

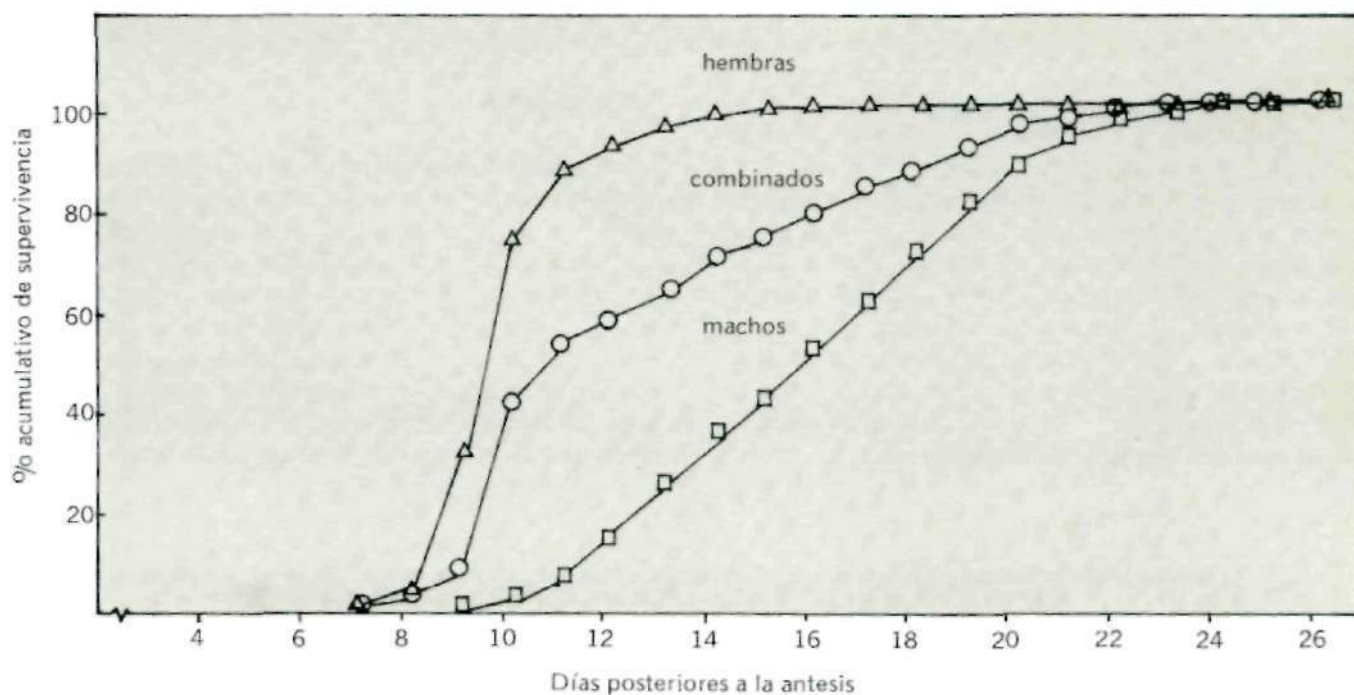


Figura 5. Comparación de patrones de supervivencia de insectos adultos machos y hembras en el campo.

+ de 6 florescencias a 10 espigas por florescencia.

superiores. Además, las espigas exteriores tenían un 7 por ciento más insectos que las interiores (prueba-t $P=0.05$).

TABLA 1

Número promedio de insectos adultos que salen de cada espiga, en relación con la posición en la FMPA y factor de conversión del daño de la FMPA a mortalidad del insecto en relación con el estrato de la inflorescencia.

Estrato de la inflorescencia	No. promedio de insectos por espiga ¹ (48 réplicas de 6 inflorescencias)	Factor de Conversión del daño (%o) a mortalidad de los insectos (%o) ²
Superior	71a	0.81
Intermedio	91b	1.04
Inferior	101c	1.15
No. promedio de insectos/espiga ³ (72 réplicas de 6 inflorescencias)		
Interior	85	
Exterior	91	

1 Los promedios con la misma letra no difieren significativamente a $P 0.05$ por DMRT

2 Por ejemplo, un daño del 60% de la FMPA (10,20 v 30 por ciento de las secciones superior, intermedia e inferior de la FMPA, respectivamente) se traducirá en una mortalidad de insectos del 63.4 por ciento (10 por 0.81 más 20 por 1.04 más 30 por 1.15).

3. Diferencias significativas a $P = 0.05$ por prueba-t.

Después de hacer los ajustes correspondientes en cuanto a la diferencia de densidad de insectos entre los estratos de la FMPA, considerando los factores de conversión que aparecen en la Tabla 1, se encontró que la mortalidad promedio de insectos en etapa de inmadurez por causa de las ratas en las palmas de ocho años era del 82 por ciento (daño ocasionado por las ratas a FMPA, 81 por ciento), comparado con el 85 por ciento (daño ocasionado por las ratas a FMPA) en las palmas de once años. El factor de corrección fue insignificante, debido a la gravedad del daño, lo cual niveló las diferencias en porcentajes de daño entre secciones.

Nivel de exterminación de los insectos y el daño ocasionado a los racimos de fruta, en relación con la actividad de las ratas.

La Tabla 2 muestra la actividad de las ratas, en relación con el daño ocasionado a la fruta, los daños a la fruta, los daños a las FMPA y la mortalidad de los insectos inmaduros en dos lotes de estudio. El daño ocasionado a las FMPA en el lote de palmas de once años fue un poco más alto (3 por ciento más alto) que en el lote de palmas de ocho años (lo cual no es significativo desde el punto de vista de la prueba-t, $P = 0.05$). Igualmente, se presentó una ligera diferencia de mortalidad de insectos entre los dos lotes de palmas (3 por ciento).

A los niveles establecidos de exterminación y daño ocasionados a la FMPA por las ratas, el daño global de la fruta cayó dentro de la categoría de "bajo" (daños en la superficie del racimo de fruta de menos del 10 por ciento). Los daños que se presentaron en las palmas más bajas de ocho años (altura promedio de 2.9 metros) fueron un poco más graves que en las de once años (altura promedio de 3.5 metros). Aunque el nivel de daño de los racimos fue bajo, el porcentaje de palmas con daños recientes —lo cual indica la actividad de las ratas— fue alto, del 63 por ciento en las palmas de ocho años y el 36 por ciento en las palmas de once años.

DISCUSION

Los resultados demostraron que, puesto que todo el daño ocasionado por las ratas a las FMPA se presentó con anterioridad a la salida de los insectos, se podía calcular fácilmente la mortalidad de los mismos partiendo del nivel de los daños causados por las ratas a las FMPA. Sin embargo, si se quiere obtener un cálculo más exacto, es necesario considerar las variaciones de densidad de insectos por espiga, junto con la posición de la espiga en la inflorescencia. En términos prácticos, esto significa que

TABLA 2. ACTIVIDAD DE LAS PLANTAS EN RELACION CON EL DAÑO DE LAS FRUTAS, EN LOS FMPA Y MORTALIDAD DE LARVAS INMADURAS EN DOS CASOS DE ESTUDIO

EDAD	Fecha de Estudio	%o Palmas con daños frescos (Actividad de ratas)	DAÑO DE FRUTAS %o				DAÑO A FMPA %o	Mortalidad larvas Inmaduras %o	Media de inflorescencias Macho en antesis/ha
			Alto	Medio	Bajo	Nulo			
11 años	Mar/84	36	0	0	88	12	84	85	16.2
8 años	Mar/84	63	1	16	73	9	81	82	18.2

se debe registrar por separado el nivel cuantitativo de daño de las espigas de los estratos superior, intermedio e inferior y de los sub-estratos exterior e interior de las FMPA (Fig. 3). Sin embargo, con el objeto de facilitar la observación y registro en el campo, no se separaron las espigas interiores de las exteriores, puesto que la diferencia de densidad del insecto por espiga al 7 por ciento no era muy significativa. Tampoco se hizo distinción alguna de los daños entre las diferentes partes de la espiga individual, por cuanto se encontró que los insectos inmaduros estaban distribuidos equitativamente a lo largo de la espiga, según Syed y colaboradores (1982).

Se asumió que la mortalidad de los insectos en las espigas clasificadas en la categoría de destrucción total era del 100 por ciento. Comparativamente con las espigas que no sufrieron daño alguno, de las espigas totalmente destruidas, en el laboratorio solamente sobrevivió un promedio del 4 por ciento de los adultos y, en el campo, la tasa de supervivencia podría haber sido incluso menor.

La actividad de las ratas, medida por el porcentaje de palmas con daños recientes en la fruta, no arrojó un índice consistente de daños a las FMPA entre los dos lotes de palmas de ocho y once años.

Aunque los daños a las FMPA y la mortalidad de insectos inmaduros fueron comparables, el porcentaje de palmas cuyo fruto mostraba daños recientes fue variable, es decir, del 63 por ciento en las palmas de ocho años y del 36 por ciento en las palmas de once años.

Podríamos preguntarnos si las ratas se comen los insectos inmaduros de las FMPA en forma deliberada o si se los comen como consecuencia de un ataque a las FMPA. Se ha observado que las ratas se alimentan activamente de insectos. En primer lugar, no se presentaron daños en las inflorescencias macho ni antes ni durante la antesis cuando no tenían insectos. En segundo lugar, los daños que se presentaron en las FMPA se limitaron al período durante el cual los insectos estaban en proceso de desarrollo dentro de las mismas. En tercer lugar, se observó que las ratas, dentro de las jaulas (especie: *Rattus tiomanicus*, *R. argentiventer* y *R. r. diardii*) roían las espigas de las FMPA y se alimentaban de las larvas, produciendo el mismo tipo de daño que se observó en el campo (Liau, 1984). En cuarto lugar, la tasa de crecimiento de las ratas en cautiverio aumentó al añadirse larvas de insectos a la alimentación administrada en el laboratorio (Liau, 1984).

El efecto de la exterminación de insectos por parte de las ratas sobre el *Elaeidobius kamerunicus*, que es un polinizador eficaz de la palma de aceite, depende del umbral de población de insectos que se requiere para lograr una polinización adecuada. El umbral, sin embargo, aún está por determinarse. Por ejemplo, en la plantación UPM se logró un buen conjunto de fruta del 71-84 por ciento (Wahid y colaboradores, 1984) en un lote adyacente a otro, cuya población de insectos estaba entre 54.000 y 95.000 por hectárea (Chiu y colaboradores, 1984) y una mortalidad promedio de insectos inmaduros del 83 %, por causa de las ratas.

Aparte de ser un exterminador de insectos, las ratas también son una de las plagas crónicas más importantes de la palma de aceite. La presencia de los insectos constituye una fuente abundante de alimentos ricos en proteína para las ratas. Las implicaciones del control de ratas puede entenderse mejor mediante estudios sobre volumen de las poblaciones de ratas y constitución del período posterior a la formación del insecto, para compararlos con la información existente sobre las etapas previas a la formación del insecto. Los resultados iniciales de las investigaciones de Liau (1984) indican que el peso promedio de las ratas en el campo no aumentó y la receptividad a las trampas seguía siendo buena.

CONCLUSIONES

Las ratas son exterminadores de los insectos y se alimentan de ellos cuando aún se encuentran en una etapa de inmadurez en su desarrollo. La mortalidad de insectos por causa de las ratas se puede medir en forma indirecta, calculando el alcance del daño ocasionado por las ratas a la FMPA. Se encontró que la mortalidad de insectos era del 82 y 85% en palmas de ocho y once años, respectivamente. Sin embargo, el control de las ratas no necesariamente aumentará la población de insectos, lo cual mejoraría la polinización, a menos que se establezca que la exterminación de insectos por parte de las ratas es un factor determinante en la mortalidad de los mismos.

AGRADECIMIENTO

- Los autores agradecen a Universiti Pertanian Malaysia por autorizar la publicación de este trabajo.
- Tomado de The Planter. vol. 61 No. 708, Marzo 85, por autorización de los mismos para FEDEPALMA, versión español.