Métodos de control para el cucarrón rinoceronte, *Oryctes rhinoceros* (L) (Coleoptera:Scarabaeidae)*

Control methods for rhinoceros beetle, Oryctes rhinoceros *(L.) (Coleoptera: Scarabaeidae)*

NORMAN HJ KAMARUDIN; BASRI WAHID[1]

RESUMEN

Se espera que el cucarrón rinoceronte, *Oryctes rhinoceros* (L.), se convierta en una plaga importante de las palmas de aceite jóvenes y maduras en las zonas donde existe una alta población del cucarrón y donde se utiliza el concepto de cero quema para la renovación de cultivos de palma de aceite. Se discuten los diversos métodos tenidos encuenta para el control de esta plaga, tanto en cocotero como en palma de aceite. Estos incluyen la propagación en el campo de enemigos naturales de origen viral, fungoso y bacteriano y de insectos depredadores y parasitoides. También se discuten el control cultural y el *químico*.

SUMMARY

The rhinoceros beetle, *Oryctes rhinoceros* (L.), is expected to become an importan pest of young and matured oil palm in high beetle population areas where the zero-burning concept is employed for oil palm to oil palm replanting. The various control methods undertaken for the control of this pest in coconut and oil palm are discussed. These include the field propagation of natural enemies, notably of viral, fungal and bacterial origins and insect predators and parasitoids. Chemical and cultural control are also discussed.

Palabras claves: Palma de aceite, *Oryctes,* Cucarrón rinoceronte, Insectos dañinos, Control de insectos, Control biológico, Hongos entomopatógenos, Virus de insectos, Trampas, Ciclo de vida.

Tomado de: PORIM. Ocasional Paper (Malasia) no.35, p. 1-30. Traducido por Fedepalma.

[1] PORIM, P.O. Box 10620, 50720 Kuala Lumpur, Malaysia.

INTRODUCCIÓN

I cucarrón rinoceronte, *Oryctes rhinoceros* (L.) (Coleoptera: Scarabaeidae-Dynastinae). ha constituido durante mucho tiempo una plaga del cocotero y la palma de aceite en la región indo-pacífica (Bedford 1974). En Malasia, esta especie fue detectada por primera vez en 1889 y atacaba al cocotero y a 31 géneros de palma (Cumber 1957).

El área sembrada con palma de aceite en Malasia está aumentando rápidamente en reemplazo del caucho, el cacao, el cocotero, y también por la apertura de zonas selváticas. Además, desde 1985 amplias áreas en palma de aceite están siendo sometidas a una rápida renovación. Esto, unido a la reducción de las zonas sembradas de cocotero, las plagas ocasionales puede convertirse en plagas importantes de la palma de aceite. En este momento, las prácticas más comunes de renovación y desecho adoptadas para la palma de aceite son:

a) Tala con quema parcial (la cual incluye el envenenamiento, la tala, la formación de barreras y la quema de palmas) (Liau y Ahmad 1991; Samsudin et al. 1993).

b) Desmenuzado con quema parcial (los estípites se desmenuzan con una excavadora, se dejan secar, se apilan y posteriormente se queman (Liau y Ahmad 1991; Samsudin et al. 1993

c) Desmenuzado con quema total (igual que en el punto (b) pero los escombros se apilan repetidamente y se queman hasta que no quede materia orgánica) (Liau y Ahmad 1991).

d) Siembra sin erradicación de la población anterior: envenenamiento de las palmas viejas, las cuales se dejan paradas hasta que se pudran o se tumban después de los 8 meses (Samsudin et al. 1993). Loong et al. (1987) informaron que el 50% de la población vieja de palma se puede conservar durante los primeros seis meses, mientras el 50% restante hasta por dos años. Posteriormente, la población vieja se tumba y se deja podrir en el mismo sitio.

e) Cero quema: La población vieja se tumba y con una excavadora se corta en pedazos (aproximadamente 5-6 cm de espesor), comenzando por el extremo basal del estípite (Hashim et al. 1993). Luego, el material cortado se apila en forma de paleras en las interlíneas o cada 3-4 líneas en las siembras en línea recta.

Es importante anotar que con la promulgación de la Ley de Calidad Ambiental de 1974 y la de 1978, donde se establece que la quema es poco deseable y además se restringe bastante, las técnicas actuales de renovación han adoptado principalmente el concepto de "cero quema" (es decir la tala y desmenuzado de la población vieja) y la renovación sin erradicación de la población anterior. Por lo tanto, se espera que el cucarrón rinoceronte se convierta en una seria amenaza para las siembras de palma de aceite donde la población del cucarrón es lo suficientemente alta, debido a la abundancia de los materiales de cría en forma de estípites en proceso de pudrición.

El área sembrada con palma de aceite en Malasia está aumentando rápidamente en reemplazo del caucho, el cacao y el cocotero.

Con este trabajo se pretende identificar las medidas de control que se han tomado y que pueden tomarse para un control efectivo y a largo plazo de la plaga. Aunque la mayoría de los estudios fueron realizados en cocotero, ellos sirven como base y conocimiento básico para posteriores investigaciones en palma de aceite.

Sitios de cría

Los cucarrones se crían en materiales en descomposición, incluyendo madera, pilas de aserrín, troncos de *Pandanus,* cuesco de la mazorca del cacao, pilas de estiércol de ganado, paja de los arrozales, cepas del caucho, inflorescencias femeninas de palma de aceite no fecundadas, axilas foliares llenas de deshechos orgánicos húmedos y las pilas de raquis de palma (Ghosh 1923; Nirula et al. 1952; Gressitt 1953; Cumber 1957: Barlow y Chew 1970: Bedford 1976c; Dhileepan 1988). Con frecuencia se encuentran algunos de estos materiales en la vecindad del cultivo o en zonas adyacentes o cercanas. Otros sitios potenciales de cría en las plantaciones de palma de aceite y cocotero incluyen la parte superior de las palmas en pie y muertas debido a los ataques de los cucarrones adultos, a los rayos y por otras causas (Bedford 1980; Zelezny et al. 1992).

Los estípites de palma de aceite en pie que se envenenan y posteriormente se dejan podrir según el método de renovación sin erradicación de la población anterior, constituyen el mejor sitio de cría para esta plaga. Se ha registrado que durante el período de descomposición de dos años, los estípites en pie ofrecen un ambiente propicio para el desarrollo de 39.000 larvas/ha, a diferencia de la tala de los troncos envenenados, con la cual nunca se superan las 17.000 larvas/ha, o con el desmenuzado y quema de los estípites (con menos de 500 larvas/ha) (Samsudin et al. 1993)

Daños en la corona y su efecto sobre el rendimiento

Los cucarrones adultos se alimentan de la región de la corona, tanto en cocotero como en palma de aceite. Los adultos barrenan por entre las bases peciolares hasta las hojas centrales aún no abiertas. Esto ocasiona la maceración de los tejidos y la presencia de hilachas fibrosas dentro del orificio de alimentación es un indicio sobre su actividad interna (Catley 1969). Generalmente. a un ataque único le siguen otros en la misma palma (Young 1975; Barlow y Chew 1970). Estos ataques posteriormente producen hojas que tienen brechas en forma de cuña o cortes característicos aserrados (hojas en forma de abanico) (Wood 1968a; Sadakathulla y Ramachandran 1990). Por los ataques repetidos, la palma puede morir por estar predispuesta a la infestación del gorgojo de raya roja, *Rhyncophorus bilineatus Olivier* (Coleoptera: Curculionidae) (Bedford 1976a; Sivapragasam et al. 1990).

En Malasia, los ataques del cucarrón rinoceronte en palma de aceite, generalmente son graves durante el período de inmadurez del cultivo. Se cree que las palmas jóvenes afectadas por el daño del cucarrón muestran un período de inmadurez más prolongado (Liau y Ahmad 1991). Por lo tanto, los rendimientos tempranos se pueden reducir después de un ataque grave y prolongado del cucarrón rinoceronte. Aunque Wood et al. (1973) sugirieron que el daño a las palmas inmaduras resultan en pérdidas de cosecha relativamente pequeñas, los estudios de campo realizados por Liau y Ahmad (1991) revelaron una pérdida en el rendimiento del 25% durante los primeros dos años de producción. Posiblemente esto fue causado por la reducción del tamaño del dosel en más del 15% para los niveles de daño moderadamente graves hasta muy graves (Samsudin et al. 1993). Igualmente, en cocotero, la reducción del área foliar de las palmas influye en el rendimiento de nueces (Zelazny y Young 1979), pero el ataque se concentra más en las palmas altas y maduras, de 5 o más años de edad (Bedford 1976a). En la India, la infestación en la palma de aceite fue más prevalente en plantaciones maduras (10-15 años), en comparación con plantaciones inmaduras más jóvenes (Dhileepan 1988). Ataques bastante graves en siembras maduras de palma se observaron también en zonas adyacentes a un sitio de cría con una alta población del cucarrón, especialmente en la región costera de Malasia Peninsular (Tan 1995).

Ciclo de vida del *Oryctes rhinoceros*

El ciclo de vida de la plaga puede variar según el hábitat y las distintas condiciones ambientales. El clima seco o condiciones nutricionales deficientes con frecuencia demoran el desarrollo de las larvas del *O. rhinoceros,* el cual se puede extender hasta 14 meses y dar origen a adultos de un tamaño más pequeños (Catley 1969).

Bedford (1980) revisó el ciclo de vida de esta plaga (Tabla 1) y concluyó que existía un amplio rango en la duración de las larvas del tercer instar. Otras estados de desarrollo tienen un rango más estrecho (Tabla 1). Esto puede ser ocasionado tanto por las condiciones climáticas como nutricionales de los diferentes hábitats. Catley (1969) demostró que con amplio abastecimiento de alimento la duración de las larvas de tercer instar está entre los 3 y 4 meses. Sin embargo, con una dieta larval superior y mejorada, combinada con temperaturas adecuadas, la duración de todos ios instares larvales

Tabla I. Duración de los estados de vida del *O. rhinceros.**

Estados	Promedio ± D.E. (días)			Rango (días)		
Huevo	10,0	±	2,0	8	-	12
Larva						
Primer instar	15,5	±	5,5	10	-	21
Segundo instar	16,5	±	4,5	12	-	21
Tercer instar	112,5	±	52,5	60	-	165
Prepupa	10,5	±	2,5	8	-	13
Pupa	22,5	±	5,5	17	-	28
Adulto						
Hembra	274			NA		
Macho	192			NA		
Total (de huevo a adulto)				115	-	260

*basado en Bedford 1980
Los subestratos utilizados para la cría incluyen tronco de cocotero, mezclas de aserrín y estiércol
NA - No disponibles

se puede acortar de 6 a 5 meses (Schipper 1976). En forma similar. Wood (1968b) demostró que las larvas necesitaban aproximadamente 5-7 meses para madurar en los tejidos del tronco de la palma de aceite. Un período de madurez más largo, de 4-5 meses, se observó en un hábitat conformado por una mezcla de estiércol y aserrín. Las temperaturas adecuadas para el desarrollo de las larvas está entre 27 y 29ºC, con humedades relativas que varíen entre 85% y 95% (Bedford 1980).

CONTROL DEL *ORYCTES RHINOCEROS*

1) Agentes de control biológico

Los enemigos naturales endémicos ofrecen un control económico y a largo plazo para esta plaga y conducen a la reducción del uso de insecticidas químicos. El baculovirus, *Baculoviros oryctes* David, y el hongo entomopatogeno *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin (Hyphomicetos) también han sido utilizados para el control de esta plaga en diversos países (George y Kurian 1971; Latch y Falloon 1976; Zelazny 1979; Bedford 1986; Darwis 1990). No obstante, la enfermedad ocasionada por el baculovirus solo no puedo controlar la población del cucarrón en Malasia (Swan 1974). Jangi et al. (1991) informaron sobre intentos fallidos realizados por otros investigadores para controlar la plaga con *M. anisopliae* en Malasia. No obstante, la investigación aún continúa con el fin de evaluar mejor la susceptibilidad de las larvas hacia diferentes aislamientos de *M. anisopliae* (Sivapragasam y Tey 1995).

Otros enemigos naturales potenciales del O. rhinoceros *incluyen depredadores y parasitoides hemípteros y coleópteros.*

Otros enemigos naturales potenciales del *O. rhinoceros incluyen* depredadores y parasitoides hemípteros y coleópteros (Swan 1974). Una población establecida de parasitoides y depredadores puede ser complementaria a la actividad de los agentes de enfermedad en la reducción del número de huéspedes.

a) Baculovirus oryctes

El virus *entomopatogeno Baculovirus oryctes (David)* fue descubierto originalmente en Malasia e identificado como *Rhabdionvirus oryctes* (Huger) (Huger 1966). Este virus ataca al O. rhinoceros tanto en el estado de larva como de adulto. Desde entonces ha sido introducido en Fidji, Islas Maldivas y otras islas del Pacífico del Sur para controlar el O. rhinoceros en cocotero (Marschall 1970; Marschall y loane 1982; Young y Longworth 1981; Zelazny et al. 1992).

Los adultos infestados con baculovirus generalmente contaminan los hábitats de cría. Los estudios adelantados en las Islas Maldivas e Indonesia (Zelazny et al. 1992) mostraron algunas evidencias de que la propagación del baculovirus podía ser propiciada y mejorada con la presencia de unas pocas palmas de cocotero muertas y en pie, las cuales atraían cucarrones adultos (Zelazny y Alfiler 1991; Zelazny et al. 1992). Igualmente, en Filipinas se demostró que las larvas infectadas con baculovirus se encontraban de 5-15 veces con mayor frecuencia en palmas muertas y en pie que en las cepas que quedaban el suelo (Zelazny y Alfiler 1986). En el norte de Salawesi, el 44% (n=45) de los sitios de cría en cocoteros muertos y en pie contenían el baculovirus. comparado con sólo el 5% (n=39) en las cepas o troncos caídos (Zelazny et al. 1992).

El inóculo del baculovirus se puede preparar y almacenar a temperatura ambiente durante varias semanas. No obstante, la cantidad de material activo se puede reducir a sólo 0,09% de su valor inicial después de una semana de almacenamiento (Zelazny 1972). Se encontró que cuando la mezcla se seca o se aumenta la temperatura, se acelera la tasa de inactivación del baculovirus. Por lo tanto, éste es más estable si se almacena a temperaturas bajas en un refrigerador. Los procedimientos para infectar y liberar los cucarrones adultos se han encontrado adecuados para ser utilizados por los cultivadores de cocotero y los extensionistas en Filipinas (Zelazny et al. 1987). Los cucarrones adultos podrían ser inoculados con el baculovirus mediante la inyección de hemolinfa de larvas infectadas en adultos, por la vía de la articulación de la pata delantera o sumergiéndolos durante 15 minutos en una suspensión al 10% de larvas muertas e infectadas (Zelazny 1978).

b) Hongos

Las larvas del R. oryctes sucumben al ataque del hongo entomopatógeno verde Metarhizium anisopliae

(Metsch.) Sorokin. Las condiciones adecuadas para la propagación y micosis del M. anisopliae en el abono de corral se determinaron a una humedad relativa del 30% y a temperaturas inferiores a 29°C (Sundara Babu et al. 1983). Las cepas seleccionadas de M. anisopliae se cultivaron en grano de avena y se sometieron a pruebas de campo en los sitios de cría del cucarrón rinoceronte en campos de cocotero en Tonga (Latch y Falloon 1976). Los resultados indicaron que el hongo puede sobrevivir en estos sitios de cría por lo menos durante dos años. Ni los factores estacionales ni el tipo de material causaron mucho efecto. No obstante, las condiciones climáticas favorables, como las bajas temperaturas y la alta humedad relativa, pueden aumentar la patogenicidad del hongo (George y Kurian 1971).

La concentración mínima del hongo requerida para controlar en forma efectiva las larvas en aserrín es de 1 x 10^3 esporas/g, la cual mató el 90% de las larvas (Darwis 1990). En abono de corral se necesita una concentración de 3,44 x 105 esporas/g para lograr un 100% de mortalidad de las larvas (Sundara Babu et al. 1983). Según estos estudios, la CL50 del hongo fue de 416 esporas. mientras el TL50 a 1 x 106 esporas/g en abono de corral fue de tres semanas.

Los resultados iniciales indicaron que los insectos depredadores y parasitoides no eran efectivos para el control de la plaga.

El medio zanahoria-agar con un pH de 6,5-7 se encontró como el más adecuado para el cultivo del hongo, incubado durante un período de 25-30 días a 25-30ºC, con una humedad relativa de más del 90% (Sundara Babu et al. 1983). Un medio selectivo, con la adición de quitina como la principal fuente de carbono, desarrollado para aislar el M. anisopliae de la materia orgánica de corral, suprimió la mayor parte de otros hongos contaminantes (Mohan et al. 1982). Estudios de laboratorio han demostrado que el insecticida organoclorado (hexaclorociclohexano) y el carbamato (carbaril) inhiben la germinación de las esporas de M. anisopliae (Sundara Babu et al. 1983). La adición de un fungicida, Dodine (N-dodecilguanidina monoacetato), se recomienda en una concentración baja de 10-50 ug/ml para reducir la contaminación de otros hongos (Liu et al. 1993).

c) Bacterias

Un patógeno bacteriano que tiene el potencial de convertirse en agente de control biológico de los estados larvales del Oryctes fue identificado como Acinetorbacter calcoaceticus (Kannan et al. 1980). Otras especies de bacterias que presentan potencial son: Monocercomonoides oryctesae y M. qadrii (Krishnamurthy y Sultana 1977) y Bacillus thuringiensis Berliner y B. popilliae Dutky (Sundara Babu et al. 1971).

Experimentos de laboratorio realizados con productos comerciales de *B. thuringiensis* (Thuricide en polvo, Thuricide HP, Biotrol BTB 25W y Bactospeine PM) y *B. popilliae* demostraron la efectividad de utilizar el *B. thuringiensis* como agente de control biológico (Sundara Babu et al. 1971). Se estableció que utilizar una cantidad de 1 g del producto bacteriano en 1,5 kg de abono de corral era suficiente para mostrar el 100% de mortalidad en 15 larvas sanas en un período de 3-4 semanas (Sundara Babu et al. 1971). Los productos comerciales de *B. thuringiensis* que tienen cepas de *tenebrionis* o *sandiego* también se han encontrado activos contra Coleoptera (Lisansky 1994) y se pueden probar contra *O. rhinoceros.*

d) Depredadores y parasitoides

Swan (1974) recopiló una lista de depredadores y parasitoides del *O. rhinocerosen* la región del Pacífico, la cual incluye Coleoptera (Elateridae, Histeridae y Carabidae), Hemiptera (Reduviidae), centípedos y vertebrados (ratas, ratones, víboras, ardillas, lémures, monos y cerdos). Wood (1968) también informó que la lechuza de los establos, *Tyto alba javanica,* es un depredador del cucarrón. Otros enemigos naturales que afectan al *O. rhinoceros* incluyen los parasitoides himenópteros (Scoliidae) y dípteros (Tachinidae).

Los resultados iniciales indicaron que los insectos depredadores y parasitoides no eran efectivos para el control de la plaga. Con frecuencia ellos no se pueden establecer y, si lo hacen, el control de la plaga ha sido insignificante (Hoyt y Catley 1967). A las Islas del Pacífico Sur se han introducido cinco especies de insectos que son enemigos naturales de la plaga. provenientes de Malasia (Jangi et al. 1991). De éstas, tres especies. *Catascopus fascialis* (Coleoptera: Carabidae), *Scolia patricialis* y *Scolia procer*

(Hymenopera: Scoliidae) no pudieron establecerse (Lever, 1939; Gressitt 1953; Rao et al. 1971). Aunque el *S. ruficornis* Fabricius (Hymenoptera: Scoliidae) logró establecerse, el control del *O. rhinoceros* fue insignificante (Mohamad 1963). No se han recopilado resultados conocidos sobre el *Pachylister chinensis* Queng. (Coleoptera: Histeridae) (Rao et al. 1971). Antes se importaron a Malasia el *S. ruficornis* y *Platymerus rhadamanthus* (Hemiptera: Reduviidae) procedentes del África Oriental, pero estos insectos tampoco se pudieron establecer (Wood 1968a).

En la Isla Mauricio, dos insectos depredadores, *Platymeris laevicollis* (Hemiptera: Reduviidae) y *Perosophus sobrinus* (Coleoptera: Carabidae) se introdujeron de la India, pero sólo el último fue recuperado (Anón. 1970). Swan (1974) concluyó que en las Islas del Pacífico los hábitats ecológicos de los carábidos eran diferentes a los del cucarrón rinoceronte. Una desventaja de los carábidos es que sólo pueden penetrar materiales en descomposición friables y sueltos y, como tal, no muestran ningún potencial para controlar la cría extensiva del *O. rhinoceros en* las pilas de estiércol (Swan 1974). La avispa parásita, *Scolia oryctophaga* Coq. (Hymenoptera: Scoliidae), aunque se encontró bien establecida en la zona, no mostraba ninguna forma de control de la plaga (Anón. 1970).

No obstante, en la India se encuentran algunos enemigos naturales prometedores. Estos son el *Santalus parallelus,* cuyas larvas y adultos depredan huevos y las larvas de *Oryctes,* y el *Agrypnus*sp. (Coleoptera: Elateridae) que depreda las larvas (Kurian et al. 1971).

Estudios en el Pacífico Sur y en la India han demostrado que el baculovirus es efectivo.

Introducción e impacto del *B. oryctes* en el control del *O. rhinoceros*

Estudios en el Pacífico Sur y en la India han demostrado que el baculovirus es efectivo, lo cual se refleja en la marcada reducción del daño causado por el cucarrón en cocotero (Mohan et al. 1989; Zeiazny et al. 1990), generalmente dentro de los dos años siguientes a su establecimiento (Bedford 1986; Mohan et al. 1989). En Fidji se encontró que los ataques a los cocoteros se reducían desde un 79% hasta un 36% sólo un año después de la introducción del baculovirus (Bedford 1976d). En la Isla Mauricio, la incidencia de los ataques se redujo entre el 30 y el 5% en cuatro años (Hammes 1978). La reducción del daño era mucho mayor en poblaciones de palmas más densas (90%), comparada con las de palmas menos densas (76%) (Hammes y Monsarrat 1974). La distribución de las palmas circundantes puede desempeñar un papel importante como sitio de apareamiento para los adultos (Zelazny 1975; Zeiazny y Alfiler 1991).

En Samoa Occidental, la infección del baculovirus en el estado adulto (35%) jugó un papel más importante en la supresión de la población de *Oryctes* que la que ocurría en el estado de larva (3%) (Zelazny 1973b). Introducciones del baculovirus en Indonesia y las Islas Maldivas mostraron efectos similares. Redujeron considerablemente la duración de la vida de los cucarrones adultos, pero tuvieron poca influencia sobre la tasa de supervivencia del estado larval (Zelazny et al. 1992). No obstante, en la población nativa, los métodos de control se deben dirigir más hacia la población de larvas que hacia los adultos (Zelezny et al. 1992).

Estudios realizados en Papúa Nueva Guinea indicaron que el baculovirus, cuando se libera tratando a los cucarrones adultos por vía oral, se puede propagar aproximadamente un kilómetro por mes (Gorrick 1980). Se encontró que el alcance de vuelo del cucarrón es de 180 m a 4 km (Nirula 1955; Hinckley 1973). En las siembras de cocotero, la tasa de inmigración hacia nuevas áreas fue, en promedio, de tres adultos por acre (60 palmas) a intervalos mensuales. Aunque no se demostró una tendencia a largo plazo, la actividad se redujo con la lluvia (Bedford 1975b). La enfermedad del baculovirus ocasiona malformaciones externas de las alas (Monty 1974), por lo tanto, los insectos vuelan con menos frecuencia, y a menudo los machos se aparean menos y dejan de alimentarse (Zeiazny 1977). Por consiguiente, la propagación de la enfermedad depende mucho de la movilidad y el comportamiento de los adultos infectados. Las larvas de tercer instar suelen morir de 15 a 22 días después de la infección y el síntoma común más visible es el recto prolapsado, es decir caído hacia adelante o hacia afuera (Bedford 1976d).

En Filipinas se observó un pico de incidencia de la enfermedad cuatro meses después de la liberación de

los adultos infectados en una población en cocotero y posteriormente se utilizaron trampas con cebos (Zelazny y Alfiler 1991). También se informó que el tiempo más corto transcurrido entre la liberación del baculovirus y la recaptura de adultos recientemente infectados en el sitio de liberación fue aproximadamente de dos meses (Gorrick 1980). No obstante, el aumento en el número de adultos infectados con baculovirus (hasta casi el 50%) ocurrió sólo después de un año de la liberación (FA01986). En Kerala, India, el baculovirus se descubrió en 1980 (Zelazny 1981) y dos años después se encontró que el porcentaje de la incidencia de la enfermedad era del 40 al 75% (Mohan et al. 1983). Reconocimientos realizados en Tonga indicaron que después de siete años de la introducción, la distribución e incidencia del baculovirus era bastante extensa y afectaba al 84% de los cucarrones (Young y Longworth 1981). En las Islas Wallis, en el Pacífico Sur, se presentó una reducción del 60% al 80% en la población de adultos sólo un año después de la introducción del baculovirus (Hammes y Monsarrat 1974). En Samoa Occidental se realizaron liberaciones repetidas del baculovirus cuando se encontró que el nivel de incidencia de la enfermedad llegaba entre 30 y el 50% (varios años después de la introducción), lo cual no fue suficiente para controlar la población de cucarrones (Marschall y loane 1982).

Durante varios años de supervisión en Samoa Occidental, la infección fue más frecuente en los machos que en las hembras.

Respuesta y especificidad del huésped del *O. rhinoceros* hacia los agentes de la enfermedad

a) Baculovirus oryctes

En Filipinas se muestrearon 22 aislamientos de baculovirus que se encontraron en *O. rhinoceros* en cocotero y se demostró el potencial de todos los aislamientos como plaguicidas microbianos (Alfiler 1990).

Durante varios años de vigilancia y supervisión, en Samoa Occidental, la infección fue más frecuente en los machos que en las hembras (Zelazny 1977). No obstante, en Filipinas se observó un nivel más alto de infección en las hembras que en los machos (Zelazny y Alfiler 1991). Esto demuestra que la infección afecta a ambos sexos y puede depender de la agregación de adultos en el campo. Un ensayo adelantado en Papúa Nueva Guinea (Gorrick 1980) demostró que durante una fase de establecimiento de 14 semanas se presentó un mayor nivel de infección en los machos adultos que en las hembras, aunque en las trampas se capturaron más hembras.

En el campo, la mayoría de las hembras (95%) se aparean sólo después de un mes (33 días) (Zelazny 1975). Después de esto se encontró que las hembras apareadas estaban más infectadas que las que no se habían apareado (Zelazny 1976). Además, las hembras adultas jóvenes aparecían infectadas con más frecuencia que las inmaduras o las más viejas (Zelazny 1973b). Esta observación implica que el apareamiento aumenta aún más la transmisión y propagación de la enfermedad (Zelazny 1976: Zelazny y Alfiler 1991).

El diagnóstico de la infección viral en los adultos incluye la técnica de la inmuno-osmoforesis (Mohan y Pillai 1983), el examen de frotis del contenido del intestino o simplemente la búsqueda de la presencia de un intestino medio hinchado y blanco con un contenido lechoso (Zelazny 1978) o una malformación del intestino medio (Monty 1978). Otro método es el examen del bolo fecal de los adultos (Mohan et al. 1986). Las partículas virales que contienen las células epiteliales del intestino, se descargan en la cavidad del intestino y se excretan (Huger 1973; Monty 1974). Las células epiteliales del intestino excretadas tienen núcleos hipertróficos que ocurren entre 3 y 9 días después de la inoculación inicial (Mohan et al. 1986). Este descubrimiento elimina la necesidad de examinar el intestino medio para diagnosticar la infección. Las pruebas de laboratorio indican que diariamente se pueden excretar en las heces aproximadamente hasta 0,3 mg de partículas virales (Monsarrat y Veyrunes 1976) y esta excreción puede durar entre 2 y 3 semanas. Aparte de los excrementos, las partículas virales también se descargan en la saliva (Monty 1978).

El baculovirus sólo afecta los estados de larva y adulto de la plaga. Los estados de huevo y pupa no se ven afectados por el baculovirus (Zelazny 1976; Zelazny y Alfiler 1991). Aunque las hembras adultas infectadas rara vez producen larvas infectadas por el baculovirus (Zelazny 1976), existen indicios de que se reduce el

número de huevos depositados (Zelazny 1973a; Zelazny 1977).

Los experimentos de laboratorio con el estado de larva, utilizando boñiga contaminada como fuente de alimentación, indicaron que el primer instar es el más susceptible al baculovirus, seguido por las larvas de tercer instar. El período letal de la infección es de 11 a 16 días (Mohan et al. 1985). Zelazny (1972) demostró que el primero, segundo y tercer instares mueren a los 9, 13 y 23 días de la infección, respectivamente. El tercer instar temprano también es más susceptible (muere a los 18 días), comparado con el más viejo (a los 25 días) (Zelazny 1972). Bedford (1976d) informó que las larvas de tercer instar mueren a los 15-22 días después de la infección, a menudo con el síntoma del recto prolapsado.

Las larvas que ya están infectadas con el baculovirus pueden infectar a los adultos sanos (y viceversa), cuando los adultos visitan un sitio de cría (Zelazny 1976; Zelazny y Alfiler 1991). De esta forma, el adulto infectado con frecuencia infecta al compañero sano durante el apareamiento (Zelazny 1976) y durante la visita a los hábitats de los adultos y las larvas. Los adultos infectados con baculovirus generalmente dejan de alimentarse y de ovipositar después de una semana y mueren después de un período de 4-5 semanas (Zelazny y Alfiler 1991). Dentro de los adultos criados en laboratorio, los infectados vivieron 24 días, mientras que los que no están infectados vivieron hasta 70 días (Zelazny 1973a).

Las larvas que ya están infectadas pueden infectar a los adultos sanos (y vice-versa), cuando los adultos visitan un sitio de cría

En Indonesia, Samoa Occidental. Filipinas e Islas Maldivas se investigó la resistencia al baculovirus dentro de la población de campo del cucarrón en plantaciones de cocotero (Zelazny et al. 1989). Estudios de laboratorio mostraron una reducción de la infección de baculovirus en los adultos. Sin embargo, ensayos con los estados larvales no mostraron ninguna evidencia de resistencia, aunque los diferentes aislamientos del baculovirus presentaron algunas diferencias en términos de virulencia. En las Islas Maldivas, las diferentes cepas del baculovirus mostraron una eficacia diferente en cuanto a la reducción de la población de la plaga (Zelazny et al. 1990). Una vigilancia de la zona durante más tiempo indicó que después de cuatro años de exposición en el campo, ocurrían tres tipos de cambio genómico (Crawford y Zelazny 1990). También se notó que las larvas que sobrevivían a la infección del baculovirus se desarrollaban en adultos sanos (Zelazny 1976).

Los estudios de diversos autores demostraron que el *Baculovirus oryctes* es específico principalmente al orden Coleoptera y se limitan a una mayoría de escarábidos (Bedford 1973a; Crawford y Sheehan 1984; Lomer 1986; Lomer 1987). El baculovirus no infectaría a vertebrados superiores, lo cual se basa en un estudio sobre las diferentes vías de infección del baculovirus en ratones blancos (Gourreau et al. 1982). Sin embargo, en los cerdos produce lesiones en las células hepáticas parenquimatosas (Gourreau et al. 1979).

El baculovirus infecta rápida y efectivamente otras especies de escarábidos, como se demostró en una población de campo de *O. monoceros* Olivier en las Islas Seychelles (Lomer 1986). No obstante, en Samoa Occidental se indicó que el baculovirus era mucho menos efectivo en el *O. monoceros* (Julia y Mariau 1976). En posteriores estudios de laboratorio adelantados con el *O. monocerosy* el *O. boas,* se demostró que el último presentaba una susceptibilidad similar al baculovirus que el *O. rhinoceros,* mientras que el primero era mucho menos susceptible, incluso con una exposición a altas dosis (Julia y Mariau 1976). También se encontró infección del *Baculovirus oryctes* en larvas de segundo y tercer instar temprano de otro cucarrón dinástide que ataca las palmas de cocotero en Nueva Guinea, é *Scapanes australis* Sternb. (Coleoptera: Scarabaeidae) (Bedford 1973a). El *Papuana uninodis* (Coleoptera: Scarabaeidae) desarrolló una infección similar y rápidamente infectó a otros adultos sanos (Zelazny et al. 1988). Los adultos del *Strategus aloeus* (L.) (Coleoptera: Scarabaeidae) también están en capacidad de soportar la replicación del baculovirus y la cantidad de baculovirus producida es similar a la que produce el *O. rhinoceros* (Lomer 1987).

En Nueva Zelandia se derivó un fluido de cultivo celular que contenía baculovirus a partir de líneas celulares establecidas de *Heteronychus arator* (Coleoptera: Scarabaeidae) (Crawford y Sheenan 1984).

En la India se encontró que el baculovirus que infecta al gorgojo de la nuez de mango, *Sternochetus mangiferae* (Fabricius) (Coleoptera: Curculionidae), produce síntomas similares a los que aparecen en el *O. rhinoceros,* como la pérdida del apetito, lentitud, coloración marrón del integumento y aspecto lechoso de la hemolinfa (Shukla et al. 1984).

Los intentos para inocular el baculovirus en otros órdenes de insectos como Lepidoptera *[Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)) y Díptera *(Aedes albopictus* (Skuse)) fracasaron (Crawford 1981). Aunque el baculovirus del *Oryctes* y el *Spodoptera* están relacionados serológicamente, la diferencia que los distingue es morfológica; el baculovirus del *Oryctes* tiene una proyección poco usual, tipo cola en uno de los extremos de la partícula viral (Payneetal. 1977). No se observó ninguna evidencia de replicación del virus, aunque en el *A. albopictus* se notó la formación de sincitios y conductos ascendentes.

b) Hongos

Metarhizium anisopliae (Metsch.) Sorokin. Los experimentos mediante la aspersión de suspensiones de esporas tituladas de *M. anisopliae, Beauveria bassiana* (Bals.) Viull.. *B. tenella* (Delacr.) Siemasko, *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown-Smith yNomuraea riley (Farlow) Samson en adultos de *O. rhinocerosmostraron* la susceptibilidad de los adultos sólo al *M. anisopliae,* puesto que tienen cepas del tipo *major* (esporas largas, conidias de 9-14 um de largo) (Ferron et al. 1975).

También se encontró que el *M. anisopliae* estaba confinado principalmente al orden Coleoptera, especialmente a la familia Scarabaeidae. Se observó que la forma *minor del M. anisopliae,* que tiene esporas cortas y conidias de 5-8 um de largo (Latch 1976), aislada del escarábido *S. australis,* era igualmente patogénica que al curculiónido *Rhynchophorus bilineatus* Olivier, aparte del *O. rhinoceros [Prior y* Arura 1985). En un experimento. 23 aislamientos de esporas cortas ocasionaron lesiones en el *O. rhinoceros,* pero sólo cinco de ellos fueron letales (Latch 1976). En los casos donde no mataba las larvas, la duración del tercer instar larval se prolongó hasta dos veces el período normal (Latch 1976).

Se encontró que todos los cultivos de las formas *major* de esporas largas de *M. anisopliae,* aislados del *Oryctes boas, O. elegans, O. monocerosy O. nasicornis,* eran igualmente patogénicos a las larvas de *O. rhinoceros* (Latch 1976) y mataban las larvas a los 8-13 días después de la inoculación. No obstante, pruebas adicionales han demostrado que las larvas del *O. rhinoceros* sólo son susceptibles a cepas aisladas de la misma especie (Fargues 1976). De la misma especie, las larvas generalmente mueren entre 7-16 días después de la inoculación (Latch 1976).

Las enzimas fungosas, quitinasa y lipasa, también desempeñaron un papel muy importante en la patogenicidad del hongo.

En experimentos de laboratorio se demostró que el M. *anisoplia e producían* tres tipos de exotoxinas, a saber destruxinas A, B y E (Fargues et al. 1985) que actúan como inmunodepresores (Vey et al. 1986) en las larvas del *O. rhinoceros.* Las enzimas fungosas. quitinasa y lipasa, también desempeñaron un papel muy importante en la patogenicidad del hongo (Sundara Babu et al. 1983). Uno de los prerrequisitos para la penetración cuticular por parte de un aislamiento especial del hongo fue la capacidad de las conidias de adherirse a la superficie larval en ciertos sitios, como lo pliegues del integumento (Vey y colaboradores 1982). Enzimas, tales como las estearasas y la glucosaminidasa, actúan a nivel de los filamentos miceliales en el integumento (Ratault y Vey 1977).

Otros hongos. Latch (1976) probó 34 aislamientos de *Beauveria bassiana* y *B. tenella* en las larvas del *O. rhinoceros y* encontró que 17 aislamientos causaban lesiones similares a las del *M. anisopliae.* Aparentemente, aunque se notaron lesiones de color marrón en las larvas del *O rhinoceros,* la mayoría de ellas se desarrollan en adultos normales. Un aislamiento de *B. bassiana,* procedente del *Carpocapsa pomonella* (L.) (Lepidoptera: Olethreutidae), mató las larvas del *O. rhinoceros* al inicio del empupamiento (Latch 1976).

2) Control Químico

Los insecticidas gamma-BHC. aldrin y carbaryl se ha encontrado adecuados para el control de los estados larvales en los sitios de cría (Kurian et al. 1971; Butani 1975). La aplicación de los insecticidas para controlar los adultos que atacan al cocotero generalmente se

localiza en la base de las vainas foliares (Sadakatulla y Ramachandran 1990). La formulación granular de los insecticidas, especialmente de gamma-BHC y carbofuran, fue más efectiva puesto que facilita la aplicación en las axilas foliares, y por tanto reduce los costos (HoyTon 1982).

Once tipos de insecticidas se evaluaron para el control de esta plaga en el vivero y en las etapas inmaduras de la palma de aceite (Chung et al. 1991). En la etapa de vivero, la lambda-cyalotrina, la cypermetrina, el fenvalerato, el monocrotofos y el clorpyrifos redujeron considerablemente el número de orificios en la base del estípite después de un período de 11 semanas. En forma similar, en las palmas de aceite inmaduras, el tratamiento más efectivo para reducir el número de flechas partidas y flechas muertas fue la lambda-cyalotrina. El carbofuran y la cypermetrina fueron eficaces en términos de la reducción del número de orificios en las flechas y las hojas. Además, el carbofuran ofrece el medio de control más económico, con una dosis de aplicación de 30 g/palma (Chung et al. 1991). La aplicación de carbofuran a intervalos de 4-6 semanas proporciona una protección adecuada contra el cucarrón (Toh y Brown 1978).

Además de los agroquímicos, las bolas repelentes de naftalina, cuando se aplican quincenalmente en las axilas foliares a una dosis de cinco piezas/ palma (< 1 año de edad) y ocho piezas/ palma (> 1 año de edad) también proporcionan un control del 95% de la plaga (Gurmit Singh 1987).

Las imitaciones de la hormona juvenil se han probado en pupas del *O. rhinoceros e* indicaron que el metopreno es eficaz puesto que causa la muerte de los adultos en desarrollo en el estado de pupa (Dhondt et al. 1976).

3) Captura de adultos en trampas para supervisión y vigilancia de la población y el control

Hoyt (1963). Bedford (1973b) y Turner (1973) desarrollaron y probaron un método de captura de adultos mediante el uso de atrayentes. Hoyt (1963) diseñó una trampa sencilla que consiste en un tronco de cocotero de 25 cm y un orificio de 35 mm de diámetro perforado en él. El tronco se coloca en posición vertical con una lata de 2.3 I colocada debajo del mismo. Toda la trampa se coloca a una altura de 1.8 m del suelo. Aunque la aplicación del atrayente químico crisantemumato etílico aumenta la atracción de la trampa, las observaciones de campo indican que el olor emitido por el tronco del cocotero en descomposición por sí mismo puede atraer al cucarrón para que caiga en la trampa (Bedford 1973b; Chung comunicación personal). También se ha comprobado la efectividad del uso de una trampa de tronco de palma partido (Cumber 1957: Wood 1968a) para atraer varios cucarrones sin necesidad de agregar atrayentes químicos. La trampa de cocotero ha demostrado ser superior y mucho más económica que la trampa paleta metálica desarrollada por Barber et al. (1971), con la cual se utilizaba el dihidrocrisantemumato etílico como atrayente químico sintético (Bedford 1973b).

Se ha determinado que el uso de trampas de luz para el control de poblaciones realmente no es efectivo.

La colocación de trampas en el campo oscila entre 3 trampas/ha (Bedford 1975b), con el fin de evaluar las tendencias de la población, y una densidad recomendable de 25 trampas/ ha para efectos de controlar una infestación (Young 1972). En este caso, la densidad de las trampas debe aumentar en los bordes de una fuente de infestación conocida en lugar de colocarlas dentro del lote.

Se ha determinado que el uso de trampas de luz para el control de poblaciones realmente no es efectivo, puesto que Wood (1968a) señaló que los cucarrones no suelen entrar a las trampas a pesar de que la fuente de luz los atrae. No obstante, las trampas de luz pueden ser útiles para efectos de supervisión y vigilancia. En este caso, se ha encontrado que las trampas de luz negra o ultravioleta son efectivas para capturar escarabajos adultos (Chandler et al. 1955; Potter 1981). Mediante estudios de laboratorio también se comprobó que el *O. rhynoceros va* de preferencia hacia las luces rojas o moradas (Goonewardena 1960).

La Chem Tica Internacional de Costa Rica ha desarrollado una feromona sintética de agregación, el 4-metiloctanoato etílico (Hallet et al., datos sin publicar). Se ha informado que la feromona es 10 veces más

efectiva para atraer cucarrones que el crisantemumato etílico (Hallet et al. 1995). Esta feromona ha sido ensayada en el campo por un grupo de investigación de la Universidad Simon Fraser. del Canadá, en colaboración con varias plantaciones en Malasia. La feromona se almacena en bolsas de membrana polimérica selladas, a prueba de calor (Chem Tica Internacional, Costa Rica), y se coloca sobre unas paletas de hierro entrelazadas, montadas sobre una cubeta plástica. Los cucarrones atraídos por la feromona se quedan atrapados dentro de la cubeta. Hasta el momento, la feromona parece ser prometedora como herramienta de supervisión y vigilancia y como método económico de control cuando se coloca a una densidad de una trampa por cada dos hectáreas (Oehlschlager, comunicación personal). Se ha demostrado que los daños en las flechas de las palmas jóvenes se reduce con el uso de las trampas de feromonas (Oehlschlager 1995). En una plantación de Selangor se observó una captura con trampas aproximadamente de 30 cucarrones por semana (Chung, comunicación personal).

Es necesario investigar y desarrollar un nivel de daño económico del O. rhinoceros *en palma de aceite.*

4) Control cultural

Las medidas sanitarias dentro y alrededor de las plantaciones, especialmente la destrucción de los sitios potenciales de cría de esta plaga, constituyen un requisito importante para su control (Wood 1968a: Turner 1973). Puede ser necesario cubrir o voltear regularmente las pilas y fosas de estiércol para eliminar las larvas (Catley 1969). El establecimiento de una buena cobertura del suelo de rápido crecimiento constituye una barrera vegetal que impide el movimiento de los cucarrones adultos que buscan un buen sitio de cría (Wood 1968b). Esto reduce a niveles bajos el daño causado en palma de aceite (Wood et al. 1973).

La remoción de los adultos del punto de ataque en las palmas jóvenes, utilizando un pedazo de alambre en forma de gancho, se puede considerar como una técnica común de control cultural con el fin de reducir el número de adultos en un área infestada (Toh y Brown 1978). Esta práctica generalmente es costosa, consume mucha mano de obra y es necesario realizarla regularmente, siempre y cuando se disponga de la suficiente mano de obra. Sin embargo, se pueden causar más daños a las palmas jóvenes durante la búsqueda de adultos, lo cual significa que esta práctica no es completamente satisfactoria.

NIVEL DE DAÑO ECONÓMICO DEL *O. RHINOCEROS*

Es necesario investigar y desarrollar un nivel de daño económico del *O. rhinoceros* en palma de aceite. Es necesario conocer el número máximo de adultos o larvas por unidad de área, por debajo del cual la población no ocasionará daños significativos (Mohd Basri 1995). Wood (1968a) desarrolló cuatro categorías de daños en palmas jóvenes, que pueden ser utilizadas para determinar la gravedad de la infestación en una área específica.

Categoría 1: Daño leve - Pocas señales de daño en las hojas con un daño leve o sin daño en las flechas.

Categoría 2. Daño intermedio - varios daños en las hojas pero con flechas nuevas sanas.

Categoría 3. Daño severo - muchas hojas con daños y una emisión deflechas cortas y distorsionadas. La pudrición de flecha no afecta a todas las flechas.

Categoría 4: Palmas muertas - daño grave en las hojas, pudrición de todas las flechas, las cuales se pueden levantar fácilmente, sin emisión de flechas vivas. Algunas palmas de esta categoría se pueden recuperar.

Estas categorías pueden cambiar entre los diferentes períodos de observación y por lo tanto indican la actividad del cucarrón. Si se realiza un censo de 1 hilera de cada 10 y se encuentra una incidencia de daño de más del 10% (los que se encuentran en las categorías mencionadas), esto constituye un indicio de una alta actividad del cucarrón y es necesario tomar de inmediato medidas de control (Wood 1968a).

El número de cucarrones por hectárea que afectan a las palmas jóvenes también se puede tomar como nivel de daño para iniciar las medidas de control. El IRHO (1991) recomienda una detección de 3-5 adultos

por hectárea durante los primeros dos años del cultivo para iniciar las medidas de control. No obstante, el nivel puede aumentarse a 15-20 adultos por hectárea en el momento en que las palmas tengan más de dos años (IRH0 1991). La frecuencia del método del alambre en forma de gancho también depende del número de cucarrones encontrado en una hectárea. Se sugiere una aplicación mensual de este método para 3-5 adultos, quincenal para 5-10 adultos y semanal para más de 10 adultos por hectárea (IRHO 1991).

CRÍA MASIVA DE HUÉSPEDES PARA ESTUDIOS DE CONTROL BIOLOGICO

La cría masiva de huéspedes puede ser considerada para los estudios relacionados con la selección y bioensayo de agentes de control biológico. Varios autores (Hurpin y Fresneau 1973; Bedford 1976d; Schipper 1976; Alfiler y Zelazny 1985) encontraron que la recolección de adultos en el campo y su cría para obtener huevos, y el desarrollo subsiguiente es más económico que la cría de larvas recolectadas en el campo (Bedford 1976d). Lo más conveniente es tener aproximadamente de 8-10 parejas confinadas en una jaula de 50 litros y esto requiere menos manejo (Hurpin y Fresneau 1973).

Los adultos se colocaron en medio de aserrín y boñiga y se alimentaron de banano maduro (Bedford 1976d; Alfiler y Zelazny 1985). Se ha demostrado que los bananos maduros, cuando se suministran al estado adulto, pueden aumentar la fecundidad de las hembras (Hurpin y Fresneau 1973). Por otra parte, se estableció que la falta de alimento reducía la fecundidad (Kapadia y Valia 1986). Las hembras depositan un total de 11 -62 huevos, con un promedio de 27 huevos por postura (Hinckiey 1973; Hurpin y Fresneau 1973; Bedford 1976d). La tasa de oviposición alcanzó un promedio aproximado de 4-5 huevos diarios, pero puede llegar hasta los 14 huevos diarios bajo las condiciones adecuadas (Hinckiey 1973). Los cucarrones también se pueden mantener usando como alimento las inflorescencias masculinas de la palma de aceite y trozos de pecíolos (Dhileeppan 1994).

Las hembras depositan un total de 11-62 huevos, con un promedio de 27 huevos por postura.

Las hembras empiezan a ovipositar seis semanas después de la emergencia del adulto (Kapadia y Valia 1986). Hurpin y Fresneau (1973) observaron que las hembras comienzan a ovipositar entre dos y doce semanas (demora promedia: siete semanas) después de confinarlas con un macho. Posteriormente, las hembras continúan depositando huevos fértiles durante los seis meses siguientes (Hurpin y Fresneau 1973).

Los estados larvales del *O. rhinoceros* se adaptan a los ambientes húmedos y frescos (Cloudsley-Thompson 1979). Estas condiciones pueden conducir a la propagación de hongos entomopatógenos. El captan se utiliza como fungicida para controlar la micosis en los estados larvales ocasionada por el hongo *M. anisopliae* en los programas de cría masiva para la propagación del baculovirus (Muller y Kogler 1971). Si los huevos y las larvas jóvenes se mantuvieran juntos en un medio de cría, sería necesario separarlos individualmente al tercer instar temprano para evitar la contaminación cruzada de la enfermedad (Bedford 1980).

La inanición durante los estados larvales, especialmente en una cierta etapa del instar final, induciría una metamorfosis temprana en el estado de pupa, lo cual produciría adultos de tamaño subnormal (Mini y Prabhu 1986).

El inicio del empupamiento también puede presentarse un mes antes si las larvas de 21 -27 semanas se trasladan a temperaturas más bajas (28ºC-25ºC) (Schipper 1976). En un grupo de larvas viejas y jóvenes se encontró que el empupamiento estaba sincronizado. La presencia de larvas más jóvenes evitó el empupamiento de las larvas más viejas. Por lo tanto, las más jóvenes se desarrollan mucho más rápido para empupar en forma sincrónica con las más viejas (Schipper 1976).

La relación sexual machos/hembras fue, en promedio, de 0,91 (Bedford 1975a; Bedford 1976d). En el laboratorio, los adultos jóvenes se aparean después de emerger, antes de alimentarse o volar desde su lugar de empupamiento. No obstante, después de la emergencia, los adultos permanecen inactivos dentro del capullo durante un promedio de 11 días (Kapadia y Valia 1986). Por consiguiente, después de la emergencia, ellos se aparean después de tres a cinco semanas (Zelazny 1975). No obstante, en el campo el

apareamiento aparentemente ocurre después de la primera alimentación, cuando salen por primera vez de los sitios de empupamiento (Zelazny 1975). En el insectario, la longevidad de los adultos fue de 192 días (aproximadamente 6 meses) y 274 días (9 meses) para los machos y las hembras, respectivamente (Bedford 1976a).

CONCLUSIÓN

La renovación de grandes áreas en palma de aceite en Malasia ha incrementado la importancia del cucarrón rinoceronte, *Oryctes rhinoceros* (L), como una plaga que ataca tanto a las palmas jóvenes como a las maduras. Esto ocurre debido a que cero quema deja una cantidad considerable de material en descomposición que favorece la cría de esta plaga. La aplicación de raquis en el campo, como fuente de fertilización para las palmas jóvenes, también ofrece un sitio adecuado para la cría de la plaga. Es necesario supervisar constantemente esta situación y garantizar la aplicación de estrategias de manejo que incorporen todos los métodos de control existentes.

La renovación de grandes áreas en palma de aceite en Malasia ha incrementado la importancia del cucarrón rinoceronte.

Gran parte de la investigación sobre el control de esta plaga se ha concentrado principalmente en el uso de virus entomopatógenos que atacan tanto a las larvas como a los adultos de la plaga. Puesto que son voladores activos, los adultos pueden ser utilizados para la propagación del virus dentro de las poblaciones del cucarrón en las plantaciones de cocotero y palma de aceite. Otros agentes de control biológico incluyen el hongo *M. anisopliae* y las bacterias *Bacillus* spp. Se encontró que los depredadores y parasitoides en sí no eran significativos en lo que se refiere a ejercer un control. No obstante, su establecimiento en el ecosistema puede ser útil como complemento de la actividad de los agentes de enfermedades.

En Malasia normalmente se utilizan insecticidas para el control de los adultos de *O. rhinoceros.* El método más económico es el uso de carbofuran a una dosis de 30 g/palma. Existen otros químicos que ofrecen un potencial, como la cypermatrina, el fenvalerato, el monocrotofos, el clorpirifos y la lambda-cyalotrina. La captura en trampas suministra información sobre la dispersión y las fluctuaciones de la población. Se ha determinado que las trampas de cocotero son útiles. Los atrayentes, como el crisantemumato etílico y las feromonas sintéticas de agregación mejoran la captura. También se puede considerar el uso de trampas ultravioletas como herramienta de supervisión y vigilancia.

El presente trabajo tiene por objeto ayudar a los investigadores a identificar los campos de investigación adecuados para controlar el cucarrón rinoceronte. El énfasis es la integración tanto de los medios biológicos como químicos para obtener un efecto más duradero. Incluso así, siempre es mejor suprimir o reducir el riesgo de infestación de esta plaga mediante la adopción de prácticas sanitarias adecuadas y técnicas apropiadas de renovación.

AGRADECIMIENTOS

os autores agradecen al Director General del PORIM L por su permiso para publicar este artículo. Ellos también expresan su aprecio al Director de Biología y al Jefe de la Unidad de Producción y Manejo del Cultivo por su interés y apoyo.

BIBLIOGRAFÍA

ANONIMOUS. 1970. The coconut beetle in Mauritius. English abstract. Revue Agricole et Sucriere de l'Ile Maurice (Isla de Mauricio) v.49 no.1, p.8.

ALFILER, A. R. R. 1990. Virulence of some Philippine isolates of the baculovirus of *Oryctes rhinoceros* (L.). *In:* 5th International Colloquium on Invertebrate Pathology and Microbial Control. Adelaide, Australia, 20-24 August 1990. Proceedings and Abstracts. Department of Entomology. University of Adelaide, Adelaide.

_____; ZELAZNY, B. 1985. Mass rearing of *Oryctes rhinoceros* (L.) (Coleoptera: Scarabaeidae). Philippine Entomologist (Filipinas) v.6 no.3, p.231-234.

BARBER, I.A.; McGOBERN, T.P.; BEROZA, M.; HOYT, C.P.; WALKER, A. 1971. Attractant for the coconut rhinoceros beetle. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v.64, p.1041-1044.

BARLOW, H.S.; CHEW, P.S. 1970. The rhinoceros beetle *Oryctes rhinoceros* in young oil palms replanted after rubber on some estates in Western Malaysia. *In:* 1970 Malaysian Crop Protection Conference. Proceedings. p.133-144.

BASRI WAHID. 1995. Development and challenges in pest management of oil palm. Paper presented at the MAPPS Seminar on Development and Challenges in Pest Management in Malaysia. 28 March 1995. Malacca, Malaysia.

BEDFORD, G.O. 1973a. Experiments with the virus *Rhabdionvirus oryctes* against the coconut palm rhinoceros beetles *Oryctes rhinoceros* and *Scapanes australis grossepunctatus* in New Guinea. Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos) v.22 no.1, p.70-74.

_____. 1973b. Comparison of two attractant trap types for coconut rhinoceros beetles in New Guinea. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v.66 no.3, p.1216-1217.

_____. 1974. Descriptions of the larvae of some rhinoceros beetles (Col., Scarabaeidae, Dynastinae) associated with coconut palms in New Guinea. Bulletin of Entomological Research (Reino Unido) v.63, p.445-472.

_____. 1975a. Immigration of *Oryctes rhinoceros* (L.) and *Scapanes australis grossepunctatus* Sternb. (Coleoptera, Scarabaeidae, Dynastinae) into plantings of young coconut palms in New Britain. Bulletin of Entomological Research (Reino Unido) v.65 no.1, p.119-116.

_____. 1975b. Trap catches of the coconut rhinoceros beetle Oryctes rhinoceros (L.) (Coleoptera, Scarabaeidae, Dynastinae) in New Britain. Bulletin of Entomological Research (Reino Unido) v.65, p.443-451.

_____. 1976a. Rhinoceros beetles in Papua New Guinea. South Pacific Bulletin (Australia) v.26 no.3, p.38-41.

_____. 1976b. Observations on the biology and ecology of Oryctes rhinoceros (L.) and Scapanes australis: Pests of coconut palms in Melanesia. Journal of Australian Entomological Society (Australia) v.15, p.241-251.

_____. 1976c. Mass rearing of the coconut palm rhinoceros beetle for release of virus. PANS (Reino Unido) v.22 no.1, p.5-10.

_____. 1976d. Use of a virus against the coconut palm rhinoceros beetle in Fiji. PANS (Reino Unido) v.22 no.1, p.11-25.

_____. 1980. Biology, ecology and control of palm rhinoceros beetles. Annual Review of Entomology (Estados Unidos) v.25, p.309-339.

_____. 1986. Biological control of the rhinoceros beetle (Oryctes rhinoceros) in the South Pacific by baculovirus. Agriculture, Ecosystems and Environment. v.15 nos.2-3, p.141-147.

BUTANI, D.K. 1975. Insect pests of fruit crops and their control - 15: Date palm. 13: Pineapple. Pesticides (India) v.9 no.3, p.40-42.

CATLEY, A. 1969. The coconut rhinoceros beetle Oryctes rhinoceros (L.) PANS (Reino Unido) v.15, p.18-30.

CHANDLER, L.; TAYLOR, J.G.; DEAY, H.O. 1955. Phyllophaga collected at light traps in Indiana (Scarabaeidae, Coleoptera). Academy of Sciences. Proceedings (Estados Unidos). p.149-158.

CHUNG, G.F.; SIM, S.C.; TAN, M.W. 1991. Chemical control of rhinoceros beetles in the nursery and immature oil palms. In: 1991 PORIM International Palm Oil Development Conference. Module I - Agriculture. PORIM, Kuala Lumpur. p.380-395.

_____. 1995. Personal communications. Ebor Research, Sime Darby.

CLOUDSLEY-THOMPSON, J.L. 1979. Transpiration from larval rhinoceros beetles Oryctes rhinoceros (L.) (Col., Scarabaeidae). Entomologist's Monthly Magazine (Reino Unido) v.114, p.1368-1371.

CRAWFORD, A.M. 1981. Attempts to obtain *Oryctes* baculovirus replication in three insect cell cultures. Virology (Estados Unidos) v.112 no.2, p.625-633.

_____; SHEEHAN, C. 1984. An *Oryctes rhinoceros* (L.) (Coleoptera: Scarabaeidae) baculovirus inoculum derived from tissue culture. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v.77 no.6, p.1610-1611.

_____; ZELAZNY, B. 1990. Evolution of *Oryctes* baculovirus: rate and types of genomic change. Virology (Estados Unidos) v.174 no.1, p.294-298.

CUMBER, R.A. 1957. The rhinoceros beetle in Western Samoa. South Pacific Commission. 76p. (Technical Paper No.107).

DARWIS, M. 1990. Minimum effective concentration of *Metarhizium anisopliae* to control *Oryctes rhinoceros* larvae. Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri (Malasia) v.15 no.4, p.133-136.

DAVID, W.A.L. 1975. The status of viruses pathogenic for insects and mites. Annual Review of Entomology (Estados Unidos) v.20, p.97-117.

DHILEEPAN, K. 1988. Incidence and intensity of rhinoceros beetle infestation in oil palm plantations in Kerala. Journal of Plantation Crops (India) v.16, p.126-129.

_____. 1994. Impact of release of *Baculovirus oryctes* into a population of *Oryctes rhinoceros*. The Planter (Malasia) v.70, p.255-266.

DHONDT, A.A.; McGOVERN, T.P.; BEROZA, M. 1976. Effect of juvenile hormone mimics on the coconut rhinoceros beetle. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v.69 no.4, p.427-428.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. ROME (ITALY). 1986. Maldives. FAO project statement on biological control of rhinoceros beetle. Quarterly Newsletter, Asia and Pacific Plant Protection Commission, FAO (Thailand) v.29 no.3, p.46-49.

FARGUES, J. 1976. Spécificité des champignons pathogènes imparfaits (Hypomycetes) pour les larvae de Coleopteres. Entomophaga (Francia) v.21, p.313-323.

_____; ROBERT, P.H.; VEY, A. 1985. Effect of destruxins A, B and E on the pathogenesis of *Metarhizium anisopliae* in scarabaeid larvae (Coleoptera). English summary. Entomophaga (Francia) v.30 no.4, p.353-364.

FERRON, P.; ROBERT, P.H.; DEOTE, A. 1975. Susceptibility of *Oryctes rhinoceros* to *Metarhizium anisopliae*. Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos) v.25 no.3, p.313-319.

GEORGE, E.; KURIAN, C. 1971. Studies on the green muscardine fungus: influence of meteorological factors and inoculum potential on the infection of *Metarhizium anisopliae* on *Oryctes rhinoceros* (L.). Mysore Journal of Agricultural Sciences (India) v.5 no.4, p.423-430.

GHOSH, C.C. 1923. *Oryctes rhinoceros* and other important palm pests in Burma. *In:* 5th Entomological Meeting in Pusan. Proceedings. p.99-103.

GOONEWARDENA, H.F. 1960. Phototaxic response in the rhinoceros beetle (*Oryctes rhinoceros* (L.)). Tropical Agriculture Ceylon (Ceilán) v.5 no.116, p.5-12.

GORRICK, B.D. 1980. Release and establishment of the baculovirus disease of *Oryctes rhinoceros* (L.) (Coleoptera: Scarabaeidae) in Papua New Guinea. Bulletin of Entomological Research (Reino Unido) v.70 no.3, p.445-453.

GOURREAU, J.M.; KAISER, C.; MONSARRAT, P. 1982. Study of the possible pathogenic action of the *Oryctes* baculovirus in the white mouse. English abstract. Annales de Virologie, E. (Francia) v.133, p.423-428.

_____; _____; LAHELLEC, M.; CHEVRIER, L.; MONSARRAT, P. 1979. Study of the possible pathogenic action of the baculovirus affecting *Oryctes* on pigs. English summary. Entomophaga (Francia) v.24 no.3, p.213-217.

GRESSITT, J.L. 1953. The coconut rhinoceros beetle *(Oryctes rhinoceros)* with *particular reference to the Palau Islands. Bulletin of Bernice P. Bishop* Museum. no.212. 157p.

GURMIT, S. 1987. Napthalene balls for the protection of coconut and oil palm against *Oryctes rhinoceros*. The Planter (Malasia) v.63, p.286-292.

HAMMES, C. 1987. Estimation of the effectiveness of *Rhabdionvirus oryctes* (Huger) for controlling. *Oryctes rhinoceros* (L.) by means of a study of the changes in damage in Mauritius. English summary. Revue Agricole et *Sucrière de l'Ile Maurice (Isla de Mauricio)* v.57 no.1, p.4-18.

_____; MONSARRAT P. 1974. Research on *Oryctes rhinoceros*. English summary. Cahiers O.R.S.T.O.M., serie Biologie (Francia) no.22, p.44-111.

HASHIM, T.; TEOH, C.H.; KAMARUDZAMAN, A.; ALI, A. 1993. Zero Burning – An environmentally Friendly Replanting Technique. *In:* 1993 PORIM International Palm Oil Congress 'Update and Vision'. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur.

HINCKLEY, A.D. 1973. *Ecology of the coconut rhinoceros beetle Oryctes rhinoceros* (L.). Biotropica (Estados Unidos) v.5, p.11-16.

HO, C.T.; TOH, P.Y. 1982. Some investigations into the control of *Oryctes rhinoceros* L. in coconut plantings. The Planter (Malasia) v.58, p.492-506.

HOYT, C.P. 1963. Investigations of rhinoceros beetles in West Africa. Pacific Science (Estados Unidos) v.17, p.444-451.

_____; CATLEY, A. 1967. Current research on the biological of *Oryctes*. Mushi Supplementary v.3, p.3-8.

HUGER, A.M. 1966. A virus disease of the Indian rhinoceros beetle, *Oryctes rhinoceros* (Linnaeus) caused by a new type of insect virus. *Rhabdionvirus oryctes* Gen.n, sp.n. Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos) v.8, p.38-51.

_____. 1973. Groundwork for the biological control of the Indian rhinoceros beetle, *Oryctes rhinoceros* (L.) with *Rhabdionvirus oryctes*: histopathology of the disease in the beetles. Zeitschrift fur Angewandte Entomologie (Alemania) v.72 no.3, p.309-319.

HURPIN, B.; FRESNEAU, M. 1973. Laboratory studies on fecundity factors in *Oryctes monoceros, O. and O. rhinoceros* L. (Col. Scarabaeidae). Annales de la Societé Entomologique de France (Francia) v.9 no.1, p.89-117.

IRHO. 1991. Oil palms insect pests and their enemies in Southeast Asia. 476p.

JANGUI, M.S.; IBRAHIM, A.G.; LIAU, S.S.; LIM, G.T.; MOHAMED, M.S.; OOI, P.A.C. 1991. Biological Control in Malaysia. Insect and other pests. Malaysian Agricultural Research and Development Institute. Kuala Lumpur. 110p.

JULIA, J.F.; MARIAU, D. 1976. Research on *Oryctes monoceros* in the Ivory Coast II. Biological Control trial with the virus *Rhabdionvirus oryctes*. Oléagineux (Francia) v.31 no.3, p.113-117.

KANNAN, N.; SHANMUGASUNDARAM, S.; LAKSHMANAN, M. 1980. Isolation of a bacterial pathogen from the coconut pest *Oryctes rhinoceros* (L.). Entomon (India) v.5 no.4, p.285-289.

KAPADIA, M.N.; VALIA, R.Z. 1986. A note on the biology of *Oryctes rhinoceros* L. as a pest of coconut palm. Gujarat Agricultural University Research Journal (India) v.12 no.1, p.53-55.

KRISHNAMURTHY, R.; SULTANA, T. 1977. Studies on two flagellates of the genus *Monocercomonoides* Travis 1932 from the gut of dung beetle larva *Oryctes rhinoceros* in India. Archiv fur Protistenkunde (Alemania) v.119 nos.21-22, p.121-126.

KURIAN, C.; ANTONY, J.; PILLAI, G.R. 1971. Rhinoceros beetle, an ubiquitous pest of coconut. Indian Farming (India) v.20 no.10, p.24-25.

LATCH, G.C.M. 1976. Studies on the susceptibility of *Oryctes rhinoceros* to some entomogenous fungi. Entomophaga (Francia) v.21 no.1, p.31-38.

_____; FALLOON, R.E. 1976. Studies on the use of *Metarhizium anisopliae* to control *Oryctes rhinoceros*. Entomophaga (Francia) v.21 no1, p.39-48.

LEVER, R.J.A.W. 1939. Entomological notes 5. A tiger beetle for rhinoceros beetle control in Samoa. Agricultural Journal of the Department of Agricultural, Fiji (Fidji) v.10, p.5.

LIAU, S.S.; AHMAD, A. 1991. The control of *Oryctes rhinoceros* by clean clearing and its effect on early yield in palm to palm replants. *In:* 1991 PORIM International Palm Oil Development Conference. Module I – Agriculture. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur. p.396-403.

LISANSKY, S.G. 1994. Crop protection without chemicals. The present future of biopesticides. The Planter (Malasia) v.70 no.814, p.21-26.

LIU, Z.Y.; MILNER, R.J.; MCRAE, C.F.; LUTTON, G.G. 1993. The use of Dodine in selective media for the isolation of *Metarhizium spp.* from soil. Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos) v.62, p.248-251.

LOMER, C.J. 1986. Release of baculovirus *Oryctes* into *Oryctes monoceros populations in the Seychelles. Journal of Invertebrate Pathology* (Estados Unidos) v.47 no.3, p.237-246.

_____. 1987. Infection of *Strategus aloeus* (L.) (Coleoptera: Scarabaeidae) and other Dynastinae with *Baculovirus oryctes*. Bulletin of Entomological Research (Reino Unido) v.77 no.1, p.45-51.

LOONG, S.G.; NAZEEB, M.; LETCHUMANAN, A.; WOOD, B.J. 1989. Underplanting as a mean to shorten the non-productive period of oil palm. *In:* 1989 PORIM International Palm Oil Development Conference. Module II – Agriculture. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur. p.159-168.

MARSCHALL, K.J. 1970. Introduction of a new virus disease of the coconut rhinoceros beetle in Western Samoa. Nature (Reino Unido) v.225, p.288-289.

_____; IOANE, I. 1982. The effect of re-release of *Oryctes rhinoceros* baculovirus in the biological control of rhinoceros beetle in Western Samoa. Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos) v.39 no.3, p.267-276.

MINI, A.; PRABHU, V.K.K. 1986. Significance of critical developmental stage on starvation induced endocrine mediated precocious metamorphosis in *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae). Indian Academy of Sciences, Animal Sciences. Proceedings, (India) v.95 no.4, p.379-385.

MOHAMAD, J. 1963. Annual Report 1962. Department of Agriculture of Malaysia, Kuala Lumpur.

MOHAN, K.S.; PILLAI, G.B. 1983. Immuno-osmophoresis technique for quick diagnosis of Oryctes virus (Baculoviridae) of rhinoceros beetle *Oryctes rhinoceros* (L.). Indian Journal of Experimental Biology (India) v.21 no.8, p.470-471.

_____; JAYAPAL, S.P.; PILLAI, G.B. 1983. Baculovirus disease in *Oryctes rhinoceros* population in Kerala. Journal of Plantation Crops (India) v.11 no.2, p.154-161.

_____; _____; _____. 1985. Response of *Oryctes rhinoceros* larvae to infection by Oryctes baculovirus. Journal of Plantation Crops (India) v.13 no.2, p.116-124.

_____; _____; _____. 1986. Diagnosis of baculovirus infection in coconut rhinoceros beetles by examination of excreta. English abstract, Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz (Alemania) v.93 no.4, p.379-383.

_____; _____; _____. 1989. Biological suppression of coconut rhinoceros beetle *Oryctes rhinoceros* (L.) in Minicoy, Lakshadweep by *Oryctes* baculovirus –impact on pest population and damage. Journal of Plantation Crops. Supplement, (India) v.16, p.163-170.

_____; PILLIAI, G.B.; PEREIRA, J.C.R.; DHINGRA, O.D.; CHAVES, G.M. 1982. A selective medium for isolation of *Metarhizium anisopliae* from cattle dung. The British Mycological Society. Transactions, (Reino Unido) v.78 no.1, p.181-182.

MONSARRAT, P.; VEYRUNES, J.C. 1976. Evidence of Oryctes virus in adult feces and new data for virus characterization. Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos) v.27 no.3, p.387-389.

MONTY, J. 1974. Teratological effects of the virus *Rhabdionvirus oryctes* on *Oryctes rhinoceros*(L.) (Coleoptera: Dynastidae). Bulletin of Entomological Research (Reino Unido) v.64 no.4, p.633-636.

_____. 1978. The coconut palm rhinoceros beetle, *Oryctes rhinoceros* (L.) (Col., Dynastidae) in Mauritius and its control. Revue Agricole et Sucrière de l'Ile Maurice (Isla de Mauricio) v.57 no.2, p.60-76.

NIRULA K.K. 1955. Investigations on the pests of the coconut palm II. *Oryctes rhinoceros* (L.). Indian Coconut Journal (India) v.8, p.161-180.

_____; ANTONY, J.; MENON, K.P.V. 1952. Investigations on the pests of the coconut palm. The rhinoceros beetle *Oryctes rhinoceros* (L.), life history and habits. Indian Coconut Journal (India) v.5, p.57-70.

OEHLSCHLAGER, A.C. 1995. Personal communications.

PAYNE, C.C.; COMPSON, D.; DELOOZE, S.M. 1977. Properties of the nucleocapsids of a virus isolated from *Oryctes rhinoceros*. Virology (Estados Unidos) v.77, p.269-280.

POTTER, D.A. 1981. Seasonal emergence and flight of northern and southern masked chafers in relation to air and soil temperature and rainfall patterns. Environmental Entomology (Estados Unidos) v.10, p.793-797.

PRIOR, C.; ARURA, M. 1985. The effectivity of *Metarhizium anisopliae* to two insect pests of coconuts. Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos) v.45, no.2, p.187-194.

RAO, V.P.; GHANI, M.A.; SANKARAN, T.; MATHUS, K.C. 1971. A review of the biological control of insects and other pests in South east Asia and the Pacific region. Commonwealth Institute of Biological Control, London. 149p. (Technical Communication no.6).

RETAULT, C.; VEY, A. 1977. Esterase and N-acetyl-beta-D-glucosaminidase production in the integument of the coleopterous species *Oryctes rhinoceros* by the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. English abstract. Entomophaga (Francia) v.22 no.3, p.289-294.

SADAKATHULLA, S.; RAMACHANDRAN, T.K.A. 1990. A novel method to control rhinoceros beetle, *Oryctes rhinoceros*L. in coconut. Indian Coconut Journal Cochin (India) v.21 nos.7-8, p.10-12.

SAMSUDIN, A.; CHEW, P.S.; MOHD, M.M. 1993. *Oryctes rhinoceros*: Breeding and damage on oil palms in an oil palm to oil palm replanting situation. The Planter (Malasia) v.69 no.813, p.583-591.

SCHIPPER, C.M. 1976. Mass rearing the coconut rhinoceros beetle, *Oryctes rhinoceros* L. (Scarabaeidae, Dynastinae). Zeitschrift fur Angewandte Entomologie (Alemania) v.81 no.1, p.21-25.

SHUKLA, R.P.; TANDON, P.L.; SINGH, S.J. 1984. Baculovirus –a new pathogen of mango nut weevil, *Sternochetus mangiferae* (Fabricius) (Coleoptera: Scarabaeidae). Current Science (India) v.53 no.11, p.593-594.

SIVAPRAGASAM, A.; ARIKIAH, A.; RANJIT, C.A. 1990. The red striped weevil, *Rynchophorus schach* Olivier (Coleoptera: Curculionidae): an increasing menace to coconut palms in Hilir Perak. The Planter (Malasia) v.66, p.113-123.

_____; TEY, C.C. 1995. Susceptibility of *Oryctes rhinoceros* (L.) larvae to three isolates of *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin. MAPPS Newsletter v.18 no.2, p.13-14.

SUNDARA BABU, P.C.; BALASUBRAMANIAM, M.; JAYARAJ, S. 1983. Studies on the pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin var. *major* Tulloch in *Oryctes rhinoceros*(L.). Tamil Nadu Agricultural University, India. 34p. (Research Publication No.1).

_____; LAKSHMANAN, P.; SUBRAMANIAM, T.R., 1971. Preliminary study on the efficacy of certain bacterial insecticides on the rhinoceros beetle. Madras Agricultural Journal (India) v.58 no.6, p.511-513.

SWAN, D.I. 1974. A review of the work on predators, parasites and pathogens for the control of *Oryctes rhinoceros*(L.) (Coleoptera: Scarabaeidae) in the Pacific area. CIBC, London. 63p. (Miscellaneous Publication No.7).

TAN, Y.P. 1995. Personal communications. United Plantations Berhad.

TOH, P.Y.; BROWN, T.P. 1978. Evaluation of carbofuran as a chemical prophylactic control measure for *Oryctes rhinoceros* in young oil palms. The Planter (Malasia) v.54, p.3-11.

VEY, A.; FARGUES, J.; ROBERT, P. 1982. Histological and ultrastructural studies of factors determining the specificity of pathotypes of the fungus *Metarhizium anisopliae* for scarabaeid larvae. Entomophaga (Francia) v.27 no.4, p.387-397.

_____; QUIOT, J.M.; PAIS, M. 1986. Toxaemia of fungal origin in invertebrates and its cytotoxic consequences study on infection caused by *Metarhizium anisopliae* (Hyphomycete: Moniliales) in Lepidoptera and Coleoptera. English summary. Comptes Rendus des Seances de la Societe de Biologie et de ses Filiales (Francia) v.180 no.1, p.105-112.

WOOD, B.J. 1968a. Pest of Oil Palms in Malaysia and Their Control. Incorporated Society of Planters. Kuala Lumpur. 204p.

_____. 1986b. Studies on the effect of ground vegetation on infestations of *Oryctes rhinoceros* (L.) (Col., Dynastidae) in young oil palm replantings in Malaysia. Bulletin of Entomological Research (Reino Unido) v.59, p.85-96.

_____; CORLEY, R.H.V.; GOH, K.H. 1973. Studies on the effect of pest damage on oil palm yield. *In: R.L. Wastie; D.A. Earp (Eds.).* Advances in Oil Palm Cultivation. Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur. p.360-379.

YOUNG, E.C. 1972. The coconut palm rhinoceros beetle (distribution, recognition of palm damage and methods of possible eradication of a new infestation). South Pacific Bulletin (Australia) v.22, p.27-32.

_____. 1975. A study of rhinoceros beetle damage in coconut palms. South Pacific Commission. 63p. (Technical Paper No.170).

_____; LONGWORTH, J.F. 1981. The epizootiology of the baculovirus of the coconut palm rhinoceros beetle *(Oryctes rhinoceros)* in Tonga. Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos) v.38 no.3, p.362-369.

ZELAZNY, B. 1972. Studies on *Rhabdionvirus oryctes*. I. Effect on la larvae of *Oryctes rhinoceros* and inactivation of the virus. Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos) v.20 no.3, p.235-241.

_____. 1973a. Studies on *Rhabdionvirus oryctes*. II. Effect on adults of *Oryctes rhinoceros*. Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos) v.22 no.1, p.122-126.

_____. 1973b. Studies on *Rhabdionvirus oryctes*. III. Incidence in the *Oryctes rhinoceros*population of Western Samoa. Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos) v.22 no.3, p.359-363.

ZELAZNY, B. 1975. Behaviour of young rhinoceros beetles *Oryctes rhinoceros*. Entomological Experiment & Applied, v.18, p.135-140.

_____. 1976. Transmission of a baculovirus in populations of *Oryctes rhinoceros*. Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos) v.27 no.2, p.221-227.

_____. 1977. *Oryctes rhinoceros* populations and behaviour influenced by a baculovirus. Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos) v.29 no.2, p.210-215.

_____. 1978. Methods of inoculating and diagnosing the baculovirus disease of *Oryctes rhinoceros*. FAO Plant Protection Bulletin (Italia) v.26 no.4, p.163-168.

_____. 1979. Virulence of *Oryctes rhinoceros* from ten locations in the Philippines and Western Samoa. Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos) v.33 no.1, p.106-107.

_____. 1981. India presence of the baculovirus of *Oryctes rhinoceros*. FAO Plant Protection Bulletin (Italia) v.29 no.3/4, p.77-78.

_____; ALFILER, A.R. 1986. *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae) larva abundance and mortality factors in the Philippines. Environmental Entomology (Estados Unidos) v.15 no.1, p.84-87.

_____; _____. 1991. Ecology of baculovirus-infected and healthy adults of *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae) on coconut palms in the Philippines. Ecological Entomology (Estados Unidos) v.16 no.2, p.253-259.

ZELAZNY, B.; ALFILER, A.R.; CRAWFORD, A.M. 1987. Preparation of baculovirus inoculum for use by coconut farmers to control rhinoceros beetle *(Oryctes rhinoceros)*. FAO Plant Protection Bulletin (Italia) v.35 no.2, p.36-42.

_____; _____; LOLONG, A. 1989. Possibility of resistance to a baculovirus in the populations of the coconut rhinoceros beetle *(Oryctes rhinoceros)*. FAO Plant Protection Bulletin (Italia) v.37 no.2, p.77-82

_____; AUTAR, M.L.; RAJENDRA, S.; MALONE, L.A.; SINGH, R. 1988. Papuana Uninodis, a new host for the baculovirus of *Oryctes*. Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos) v.51 no.2, p.157-160.

_____; LOLONG A.; CRAWFORD, A.M. 1990. Introduction and field comparison of baculovirus strains against *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae) in the Maldives. Environmental Entomology (Estados Unidos) v.19 no.4, p.1115-1121.

_____; _____. PATTANG, B. 1992. *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae) populations supressed by a baculovirus. Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos) v.59 no.1, p.61-68.

_____; YOUNG, E.C. 1979. Loss in coconut yield due to *Oryctes rhinoceros damage. FAO Plant Protection Bulletin (Italia) v.23 no.3, p.65-70.*