

# MIP intensivo para el manejo de plagas en palma de aceite\*

## Intensive IPM for Management of Oil Palm Pests

Ariffin Darus y Mohd Basri Wahid<sup>1</sup>

### RESUMEN

La palma de aceite es un cultivo de gran importancia para Malasia por la enorme superficie sembrada (3,3 millones de hectáreas) y por su significativa contribución al ingreso de divisas del país. Sin embargo, las pérdidas localizadas que son atribuibles a una serie de plagas podrían llegar a ser sustanciales si se registran altas poblaciones de plagas o poblaciones en forma persistente. El manejo integrado intensivo de algunas plagas (MIP) importantes siempre ha constituido parte integral del cultivo de la palma de aceite. En el presente artículo se revisan algunas de las prácticas de MIP que se utilizan para el control de las plagas más importantes, como los gusanos canasta, las orugas urticantes, la polilla del racimo, el escarabajo rinoceronte, los roedores y la pudrición basal del estípote. Con excepción de esta última, es esencial utilizar umbrales económicos antes de decidir si es necesario realizar intervenciones químicas y así hacer uso del control químico en forma sensata. Los productores de palma de aceite han acogido la idea de sembrar plantas benéficas, tales como *Cassia cobanensis* y *Crotalaria usaramoensis* Baker F., con el objeto de mantener los enemigos naturales, método que está siendo implementado activamente. Los cambios de varias prácticas agronómicas (v.g. cero quema y uso de raquis o tusas como material orgánico de cobertura), unidos a algunos programas de renovación masiva, han conducido a un aumento excesivo de la población de *Oryctes rhinoceros* (L.). Es esencial el tratamiento profiláctico con piretroides sintéticos. Actualmente se están evaluando algunos organismos de control biológico, como el *Metarhizium* y los virus y del primero se tienen planes para su producción masiva. En el caso de los virus, se han establecido tres cepas del virus del *O. rhinoceros*, una de las cuales cae dentro del grupo virulento. De los cuatro tipos de *Ganoderma* que se han identificado, sólo una de las especies (*G. boninense* Pat.) es la más agresiva, mientras que las otras tres no son tan nocivas para la palma de aceite. Se discuten diversos métodos de control, ej. cultural, químico y biológico. Las actividades de investigación y desarrollo para la cría de la lechuza de los graneros para el control de ratas y su aceptación como un método técnicamente factible y comercialmente viable han tomado veinte años! Actualmente, las lechuzas están ampliamente difundidas en la Península y también se han introducido a Sabah con resultados positivos. Si bien está pendiente la aprobación definitiva, se está realizando un ensayo piloto a escala para Sarawak.

### SUMMARY

Oil palm is an important crop to Malaysia because of its huge hectareage (3.3 million hectares) and because of its significant contribution to the foreign exchange earning to the country. However, localized losses attributable to

\* Tomado de: Oil Palm Bulletin (Malasia) no.41, p.1-14.2000.

Traducido por: Fedepalma

<sup>1</sup> Malaysian Palm Oil Board-MPOB, P.O. Box 10620, 50720 Kuala Lumpur. Malasia.

a number of pests can be substantial if high pest population or outbreaks occur persistently. Intensive integrated pest management (IPM) of various key pest has always formed an integral part of oil palm husbandry. This paper reviews the current IPM practices of key pests, viz., bagworm, nettle caterpillars, bunch moth, rhinoceros beetles, rodents and the basal stem rot. With the exception of basal stem rot, the use of economic threshold levels are essential in deciding whether chemical intervention is required. Chemicals are therefore used judiciously. The idea of planting beneficial plants such as *Cassia cobanensis* and *Crotalaria usaramoensis* to sustain natural enemies are well received by planters and is actively being implemented. The change in a number of agronomic practices (e.g. zero burning and empty fruit bunch mulching), coupled with massive replanting programmes has led to a population explosion of *Oryctes rhinoceros*. Prophylactic treatment with synthetic pyrethroids is essential. Biological control organisms, viz. *Metarhizium* and virus are being evaluated and for the former, plans are being made for mass production. For the latter, three strains of *Oryctes rhinoceros* virus have been established, one of which falls into the virulent group. Of four types of *Ganoderma* identified, only one species (*G. boniense*) is the most aggressive, while the other three are not so harmful to oil palm. Various methods of control, viz., cultural, chemical, biological are discussed. Research and development to develop barn owl for rat control and to have it accepted as technically feasible and commercially viable, has taken 20 years! The owls are now widespread in the Peninsula, and they have also been successfully introduced into Sabah. Pending further approval, a pilot scale trial will also be made for Sarawak.

Palabras claves: Palma de aceite, Control de plagas, Insectos dañinos, Control biológico, Plantas arvenses, Enfermedades de las plantas, Ganoderma.

## INTRODUCCIÓN

Las plagas de la palma de aceite se pueden clasificar en insectos, enfermedades y vertebrados. Los principales insectos plaga son: los defoliadores, como los gusanos canasta y las orugas urticantes, el escarabajo rinoceronte, que ataca la corona, y la polilla del racimo. La principal enfermedad que afecta el cultivo de palma de aceite en Malasia es el *Ganoderma*, aunque existen otras de menor importancia que son de fácil manejo. Los vertebrados que constituyen plagas son los roedores, el jabalí salvaje, el puerco espín y los elefantes. No obstante, en lo que se refiere a vertebrados, el presente artículo se concentrará únicamente en el control biológico de ratas con la lechuza de los graneros, *Tyto alba*.

## IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LAS PLAGAS DE LA PALMA DE ACEITE

Las pérdidas que se pueden atribuir a las plagas de la palma de aceite podrían llegar a ser sustanciales si se permiten los daños ocasionados por las mismas sin ninguna intervención natural o artificial. Hasta la fecha, los datos sobre la relación que existe entre los daños ocasionados

por las plagas y la reducción del rendimiento todavía se limitan a unas pocas plagas, como el gusano canasta y los roedores.

Liau (1987) registró que una defoliación severa por *Mahasena corbetti* Tams (Lepidoptera: Psychidae) produjo pérdidas superiores al 40-50% en dos años consecutivos. En un estudio posterior, Basri (1993) encontró que una defoliación leve (calculada en el 3,2%) no afectaba el rendimiento, mientras que una defoliación moderada (calculada en 10 a 13%) por *Metisa plana* Walker (Lepidoptera Psychidae) producía pérdidas del 33-40% en el cultivo. Por consiguiente, se debe evitar que la defoliación ocasionada por el gusano canasta llegue al nivel moderado, puesto que podría causar pérdidas económicas considerables.

Los ataques del escarabajo rinoceronte, *Oryctes rhinoceros* (L.) (Coleoptera: Scarabaeidae), normalmente son serios durante la fase inmadura del cultivo. Las palmas que presentan daños tienen un período de inmadurez más prolongado (Liau y Ahmad 1991). Por consiguiente, el rendimiento inicial se podría reducir significativamente después de un ataque grave. Los experimentos de campo realizados por Liau y Ahmad (1991) demuestran que se registraron

pérdidas del 25% del rendimiento, en promedio, durante los dos primeros años de producción.

Las ratas también son una plaga importante de la palma de aceite, puesto que pueden ocasionar pérdidas de 240 kg de aceite/ha/año cuando los niveles de población son altos (Wood y Liao 1978). A un precio del aceite de palma de 1.200 ringgit malasios (RM) por tonelada, dicha pérdida sería equivalente a RM 288 ha/año.

Los ejemplos anteriores ilustran claramente la necesidad de manejar de manera sensata las plagas en las plantaciones de palma de aceite, con el fin de evitar pérdidas sustanciales en el cultivo.

## AVANCES EN EL MANEJO INTEGRADO DE LAS PLAGAS DE LA PALMA DE ACEITE

Entre los proteccionistas del cultivo generalmente se acepta que el control de plagas no debe depender de una sola técnica para una plaga específica. Antiguamente, la dependencia absoluta en el enfoque químico solía conducir al desarrollo de problemas más persistentes, tales como la resistencia de las plagas al tratamiento, la acumulación de residuos químicos en el medio ambiente, la elevación en los insectos de plagas secundarias a primarias y la disrupción de las poblaciones de enemigos naturales. Por consiguiente, es de vital importancia y casi inevitable una comprensión de la dinámica de las poblaciones de plagas y adoptar el MIP para el manejo de las plagas que afectan la palma de aceite.

Fue B.J. Wood, quien en 1971 introdujo la primera tendencia hacia el manejo integrado de plagas, cuando sugirió utilizar insecticidas selectivos para el control del gusano canasta, con la esperanza de conservar los enemigos naturales de la plaga. En esencia, éste es un enfoque de control integrado, en el cual se integra el control químico con el control biológico natural, como lo definen Stern et al. (1959).

El MIP tiene un significado mucho más amplio que se podría resumir en la definición de la FAO,

según la cual "MIP se define como un sistema para el manejo de plagas que utiliza, dentro del contexto del medio ambiente asociado y la dinámica de las especies plaga, todas las técnicas y métodos apropiados en una forma tan compatible como sea posible y mantiene las poblaciones de plagas en niveles más bajos que aquéllos que ocasionan daños económicos". Por lo tanto, dentro del concepto del MIP, el control no se debe concentrar en un solo enfoque y la estrategia no es la erradicación total. Wood (1988) hace una lista de 17 principios de MIP para las plagas de cultivos de plantación.

Basri (1995) analizó la técnica de aplicar el MIP específicamente para el gusano canasta, cuyo enfoque también se aplica a otras plagas. Existe la necesidad de conocer la relación entre el número de la plaga y los daños o lesiones y, posteriormente, entre los daños y las pérdidas del cultivo. Sobre la base de tales relaciones, e igualmente teniendo en cuenta los precios del producto (es decir el aceite de palma), se podrían determinar los daños económicos y los umbrales económicos. Basri (1993) ha informado acerca de algunos avances en este sentido para el caso del gusano canasta *M. plana*.

El muestreo y los umbrales económicos son dos elementos esenciales del MIP. El primero indicaría el tamaño de la población, lo cual ayudaría a determinar si es necesario emprender acciones de control sobre la base de si se ha superado el umbral o no. Basri y Norman (2000) compilaron una lista de umbrales para varias plagas de la palma de aceite, de las cuales la mayoría han sido establecidas subjetivamente por varios investigadores, sobre la base de las observaciones en campo (*Tabla 1*). Hasta cierto punto, se ha encontrado que estos umbrales son útiles para la aplicación del MIP en las plantaciones de palma de aceite.

Como se mencionó anteriormente, el objetivo del MIP no es la erradicación total de la plaga sino mantener la población de la misma por debajo del nivel que ocasiona daños económicos. No obstante, existe una excepción a lo anterior. El concepto de umbral económico no es muy aplicable a la enfermedad de la pudrición basal del estípite (*Ganoderma*) de la palma de aceite,

Tabla 1. Umbrales economicos de plagas importantes de la palma de aceite.

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Umbral Económico	Referencias
Gusanos canasta	<i>Metisa plana</i> Walker	10 larvas/hoja	Wood (1971)
	<i>Pteroma pendula</i> Joannis	30-60 larvas/hoja	IRHO (1991)
	<i>M. plana</i>	8-47 larvas/hoja	Basri (1993)
	<i>Mahasena corbetti</i> Tams	5 larvas/hoja	Wood (1971)
Orugas urticante	<i>Darna trima</i> Moore	10 larvas/hoja	Wood (1971)
		30-609 larvas/hoja	IRHO (1991)
	<i>Setora nitens</i> (Walker)	5-10 larvas/hoja	IRHO (1991)
	<i>D. diducta</i> (Snell)	10-20 larvas/hoja	IRHO (1991)
	<i>Setothosea asigna</i> (Van Eecke)	5 larvas/hoja	Hoong y Hoh (1992)
Escarabajo rinoceronte	<i>Oryctes rhinoceros</i> (L.)	10% palmas con daño 3-5 adultos/ha	Wood (1968b) IRHO (1991)
Polilla del racimo	<i>Tirathaba rufivena</i> (Walker)	30% palmas con por lo menos un racimo >50% atacadas en cultivos jóvenes y 60% en cultivos más viejos	IRHO (1991)
Escarabajos (Scarabaeidae: Melolonthinae)	<i>Adoretus</i> sp.	5-10 adultos/palma	IRHO (1991)
	<i>Apogonia</i> sp.	10-20 adultos/palma	IRHO (1991)
Ratas	<i>Rattus</i> spp.	<20% aceptación de cebos 20% racimos con daño	Wood (1968a) Cheong, SP (com. Per.)

Fuente: Basri y Norman (2000).

principalmente debido a que el inóculo de la enfermedad permanece en el suelo durante un período relativamente prolongado y se puede propagar. A diferencia de los insectos plaga, el nivel del inóculo permanece invariable o tiende a aumentar con el tiempo. Por consiguiente, la estrategia sería erradicar la enfermedad. Esta estrategia representa un desafío enorme para los fitopatólogos.

Se han desarrollado varios enfoques de control para diversas plagas de la palma de aceite, los cuales se analizan en las secciones subsiguientes. No obstante, Chung et al. (1995) y Ho y Teh (1997) han informado acerca de otros debates sobre este tema.

## GUSANOS CANASTA

Los gusanos canasta son las orugas o larvas de las polillas de la familia Psychidae (Lepidoptera). Se han encontrado siete especies asociadas con la palma de aceite: *Metisa plana* Walker, *Mahase-*

*na corbetti* Tams, *Pteroma pendula* Joannis, *Brachycytarus griseus*, *Manatha albipes*, *Amatissa* sp. y *Cryptothelia cardiophora* Westwood (Norman et al. 1995; Sankaran 1970). Las especies más comunes de los gusanos canasta son *M. plana*, *P. pendula* y *M. corbetti*. Una de las características que distingue los gusanos canasta es que ellos construyen y viven en un estuche de seda (o canasta) al cual adhieren fragmentos de hojas y pedúnculos de las flores de la planta hospedante, junto con otros detritos (Norman et al. 1995). Otra característica distintiva de los gusanos canasta es que la hembra adulta de muchas especies tiene apéndices reducidos y no vuela. El macho tiene alas y busca a las hembras, las cuales secretan feromonas para atraerlo.

## Control biológico

*Parasitoides*. Se ha demostrado que los parasitoides reprimen la población de *M. plana* (Basri et al. 1995) y por consiguiente representan un potencial para el control biológico de esta plaga. La manipulación ambiental sería adecuada

para el control de esta plaga, puesto que con ella se intenta modificar el medio ambiente para hacerlo más propicio para la supervivencia y el crecimiento de sus enemigos naturales. La idea es fomentar la actividad y supervivencia de los enemigos naturales que ya se encuentran en el entorno. De nueve plantas benéficas analizadas en el laboratorio como huéspedes de diversos parasitoides, la más promisoría fue *Cassia cobanensis*, seguida por *Crotalaria usaramoensis* Baker F. y *Euphorbia heterophylla* L. (Basri et al. 1999). Por lo tanto, el establecimiento de estas plantas podría ser ventajoso, puesto que proporcionan el néctar para los parasitoides. Algunos estudios de campo realizados actualmente en Lower Perak confirmaron que los parasitoides fueron altamente atraídos por *C. cobanensis* y que los niveles de parasitismo han aumentado. Este enfoque se debería adoptar junto con otras técnicas de control.

*Bacillus thuringiensis* Berliner. (B.t.) Hasta hace poco se encontró una cepa más potente (*aizawai*) que es efectiva tanto contra *M. corbeti* como contra *M. plana* (Basri et al., 1996). Así mismo, se determinó que *aizawai* es nueve veces más efectiva contra *M. corbeti* que contra *M. plana*. La diferencia se podría atribuir al pH del intestino, puesto que el pH del último (pH=6) es más ácido que el del primero (pH=9). La condición ácida hace que la proteína cristalizada sea relativamente estable. Por el contrario, en el intestino medio, la proteína cristalizada pasa por un proceso de proteólisis, liberando la toxina activa que destruye las células epiteliales del intestino. Así mismo, se encontró que la suspensión emulsificable de *B. thuringiensis kurstaki* también es más efectiva contra *M. corbeti* que contra *M. plana*. Chung y Nerendran (1996) corroboraron este hallazgo.

Un estudio más reciente indica que dos productos de genes de B.t. son efectivos contra el *M. plana* (Siti Ramlah 2000). Es necesario explotar estos productos en forma más intensiva para uso de la industria.

*Beauveria bassiana*. Se aisló una cepa de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. de una población de *M. plana* y se estableció su patogenicidad con respecto al gusano canasta (Siti Ramlah et al.

1993; Ramlee et al. 1995). Utilizando tres cepas adicionales de otras fuentes se evaluó su efectividad contra el *M. plana* y contra el insecto polinizador *Elaeidobius kamerunicus* Faust (Coleoptera: Curculionidae). Todas las cepas fueron altamente efectivas contra el *M. plana*, pero sólo una de ellas no fue nociva para el polinizador. Es necesario realizar otros esfuerzos por lograr la producción masiva y la liberación en las zonas infestadas con gusano canasta.

*Virus*. Aunque los virus, en especial los baculovirus, ofrecen un potencial para el control de plagas, todavía no se han utilizado ampliamente para el control del gusano canasta. No obstante, de una colección y análisis de 60.000 larvas de *M. plana*, sólo se encontró un VPN (virus de poliedrosis nuclear). Adicionalmente, el nivel de infección sólo fue terciario, lo que significa que no lograron infectar exitosamente el huésped (Siti Ramlah et al. 1996) y en consecuencia ofrecen muy poco potencial para el control de campo.

## Control químico

Los gusanos canasta pueden ser controlados mediante aspersión (Wood y Nesbit 1969; Mackenzie 1977) o inyección de insecticidas en el tronco (Chung 1989). El triclorfón es adecuado y efectivo para la aspersión (Wood 1976); Chung 1989). No obstante, es importante asegurarse de que la aspersión se haga al comienzo de la generación, es decir tan pronto como eclosionan los huevos, debido a que las larvas más jóvenes son más susceptibles a los químicos que las más viejas. Por lo tanto, el momento propicio para la aplicación es de vital importancia para lograr un control efectivo. Se han presentado algunos informes acerca del deficiente rendimiento del triclorfón y la incidencia se podría relacionar con la selección inoportuna del momento de la aplicación.

Adicionalmente, es necesario seleccionar el equipo de aspersión adecuado que se adapte al dosel y a la altura de las palmas.

## ESCARABAJO RINOCERONTE

En Malasia, el escarabajo rinoceronte, *Oryctes rhinoceros* (L.) (coleoptera: Scarabaeidae), ataca

al cocotero y a otros 31 géneros de palmas (Cumber 1957). El método de cero quema durante la renovación se practica debido a que existe una mayor consciencia acerca de la importancia del medio ambiente y para cumplir la Ley del Medio Ambiente y Calidad de 1974. Este método consiste en triturar el estípite de la palma de aceite con una excavadora y posteriormente éste material se apila en las interlíneas y se deja descomponer *in situ* (Mohd Hashim et al. 1993). Esta práctica produjo una abundancia de material en descomposición y creó el ambiente propicio para la cría del escarabajo. Otro método de renovación de cultivo, conocido como renovación sin erradicación, consiste en sembrar las palmas jóvenes debajo de las palmas adultas que se van a talar. Este método no es aconsejable, puesto que los troncos erectos que eventualmente mueren, alojan la mayor cantidad de larvas de escarabajos (aproximadamente 40.000 por hectáreas), comparado con los troncos cortados y triturados (Samsudin Amit et al. 1993). Por lo tanto, la renovación sin erradicación no es aconsejable en ningún caso.

El ciclo de vida del escarabajo rinoceronte varía según su hábitat y las condiciones ambientales (Catley 1969; Bedford 1980). Catley (1969) demostró que con suficiente alimento, el tercer instar dura de tres a cuatro meses. No obstante, la duración de todas las instares larvales se puede acortar de seis a cinco meses con una alimentación superior (Schipper 1976). En forma similar, Wood (1988) encontró que las larvas necesitan de cinco a siete meses para madurar en el estípite de la palma de aceite, mientras que sólo necesitan entre cuatro y cinco meses en un hábitat de estiércol y aserrín. Las temperaturas adecuadas para el desarrollo de las larvas es de 27-29°C, con una humedad relativa del 85-95% (Bedford 1980). En el campo, el *Oryctes* prefiere crecer en astillas de tronco semi-descompuestas. El contenido de humedad del estípite desempeña un papel importante, puesto que determina el éxito en el

desarrollo del escarabajo. Se ha confirmado la importancia de la cobertura del suelo para evitar la infestación de la plaga (Norman et al. 1999b.)

## Control químico

Dentro de los primeros químicos que se recomendaron inicialmente en Malasia para el control del *Oryctes* se encuentran los organoclorados, como el gamma BHC y el dieldrin (Wood 1986; Mariau y Calvez 1973). Debido a la alta toxicidad y persistencia de lo organoclorados, Toh y Brown (1978) recomendaron la aplicación de una formulación granular de carbofuran, en intervalos de cuatro a seis semanas, como medida de control profiláctico contra los escarabajos adultos.

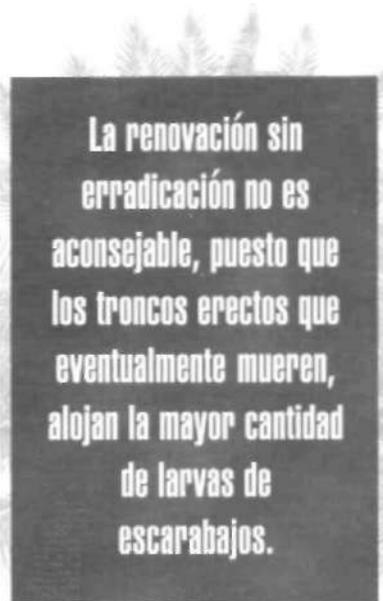
Chung et al. (1991) evaluaron los siguientes químicos en ensayos, tanto en vivero como en el campo: lambda-cyhalothrin, cupermathrin, fenvalerato, monocrotofos y clorpirofon. Todos los químicos redujeron significativamente el daño causado por el *Oryctes* a las 11 semanas. Igualmente, en la palma de aceite joven, el químico más efectivo en el sentido de reducir el daño fue el lambda-cyhalothrin (Chung et al. 1991). En un ensayo similar, Ho (1996) demostró que se pueden aplicar dosis más bajas de cypermetrina y lambda-cyhalothrin para el control del *Oryctes*. No obstante, parece que el carbofuran deja de ser efectivo cuando

los niveles de población son altos (Ho 1996).

Además de los agroquímicos, se han utilizado bolas de nafta como repelente y éstas se aplican cada quince días en las axilas del pecíolo (Gurmit 1987). No obstante, cuando la densidad de la población de la plaga es alta, tanto Chung et al. (1991) como Ho (1996) reportaron que el control que se obtiene con este método es deficiente.

## Control microbiano

Desde 1912 se ha venido informando acerca de la infección natural del *O. rhinoceros* con

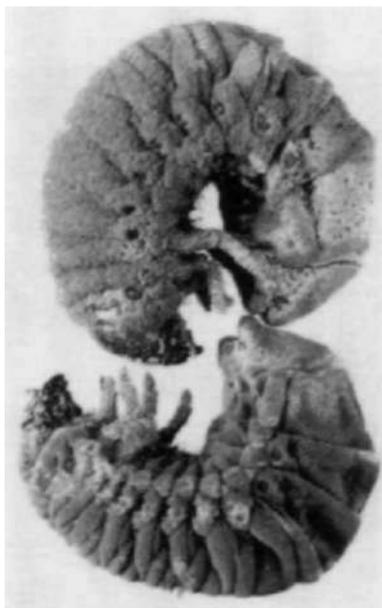


*Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin, en Samoa Occidental. Debido a su capacidad para infectar una amplia gama de insectos plaga, a la facilidad de la producción en substratos simples, a la facilidad de almacenamiento y a la persistencia más prolongada de las conidias en el suelo (Goettel 1992), el *M. anisopliae* se ha utilizado para el control del *O. rhinoceros*. Un bioensayo en laboratorio demostró que las larvas de *Oryctes* eran más susceptibles a los aislamientos de *M. anisopliae* de esporas largas que a los de esporas cortas (Ramiee et al. 1999). Los aislamientos de esporas largas producían una mortalidad del 100% y una micosis del 75% dentro de los 12 días siguientes al tratamiento. El tiempo necesario para matar el 50% de las larvas de *Oryctes* (LT<sub>50</sub>) oscilaba entre 8,9 y 9,1 días.

Se adelantó un ensayo de campo en el cual se utilizó una sola aplicación de inóculo húmedo y seco (Ramiee et al. 1999). A nivel de campo, el mayor efecto del *Metarhizium* se se presenta en las larvas de tercer instar (L3), especialmente tres meses después de la aplicación. En este instar, la aplicación de inóculo, tanto seco como húmedo, a las dosis más altas reducía la población en forma significativa. La aplicación de *Metarhizium* en inóculo tanto seco como húmedo es igualmente efectiva para el control del *O. rhinoceros*. Ambos inóculos tienen ventajas y desventajas. El inóculo húmedo se prepara fácilmente en el agua que se encuentra en el campo o en otras fuentes como ríos y pozos de antiguas minas de estaño. Los experimentos demuestran que aunque se puede utilizar agua de todas estas fuentes para preparar el inóculo húmedo, es necesario aplicarlo inmediatamente antes de que baje la viabilidad de las esporas. Las esporas del inóculo húmedo pueden infectar las larvas de *Oryctes* tan pronto como se depositan en los lugares de cría. La presencia del agua puede facilitar una distribución más profunda de las conidias en el suelo y en el tejido descompuesto de la palma de aceite, lo cual aumenta la exposición de las larvas de *Oryctes* al

*Metarhizium*. Adicionalmente, las esporas que se distribuyen profundamente en los materiales de cría, están menos expuestas a los factores abióticos, como baja humedad, alta temperatura y radiación ultravioleta, los cuales reducen su viabilidad (Zimmermann 1982; Walstad et al. 1970; Moore et al. 1993).

Debido a la gran cantidad de maíz que se requiere para producir inóculo seco de *Metarhizium*, el inóculo húmedo podría ser más aconsejable, pues se necesita menos maíz. Sobre la base de una tasa de producción de  $4,4 \times 10^{10}$  conidias/200 g de maíz esterilizado en autoclave, el inóculo húmedo sólo necesita 1,4 kg de maíz/ha (el área estimada de troncos cortados de palma de aceite es de 600 m<sup>2</sup>), mientras que el inóculo seco requiere 180 kg. Si se toma como base que el precio del maíz es de RM 1,00/kg, el costo de la aplicación a base de maíz únicamente es de RM 1,40 para el inóculo húmedo contra RM 180,00 para el inóculo seco. Sin embargo, la principal ventaja de utilizar el inóculo seco es que se puede almacenar a temperatura ambiente durante varios meses antes de usarlo.



Una larva de *rhinoceros* atacado por *Metarhizium*

En colaboración con AgResearch de Nueva Zelanda también se están realizando esfuerzos para explorar el uso del virus del *O. rhinoceros* mediante técnicas

moleculares para el control biológico del escarabajo. El uso de dos iniciadores ("primers") y la técnica PCR revelaron que el virus está ampliamente propagado. El análisis RAPD demostró la presencia de tres cepas. Sobre la base de bioensayos de laboratorio, se identificó la cepa más potente y a esto le seguirá un ensayo de campo. Posteriormente se desarrollará un sistema para que la industria pueda utilizar el virus.

## Trampas

En Malasia inicialmente se realizaron varios intentos por atrapar el *Oryctes* con trampas,

empleando troncos partidos por la mitad y trampas de tronco de cocotero (Wood 1968; Turner 1973). El atrayente de las trampas es el etil chrysantemumato (Hoyt 1963; Barber et al. 1971). Sin embargo, se ha confirmado que la feromona de agregación del *Oryctes*, etil-4-metiloctanoato, es 10 veces más efectiva que etil chrysantemumato (Hallet et al. 1995).

La feromona de agregación del *Oryctes* es una herramienta útil para la vigilancia y para el uso masivo de trampas. La recomendación actual para el uso masivo de las mismas es colocar una por cada dos hectáreas (Chung 1997). Al precio comercial de RM 25 (US\$7) por bolsa, el ahorro de utilizar la feromona, comparada con el carbofurán es aproximadamente de RM 46/ha/año (US\$ 12 ha/año) (Chung 1997).

Mediante el uso de trampas de feromonas es posible lograr una reducción de baja a media en la población de *Oryctes* (menos de cinco individuos por metro cuadrado) en un área determinada (Norman et al. 1999a). En otro experimento se observó que se capturaban más escarabajos en las trampas que no se vaciaban en forma regular, lo cual sugiere que los escarabajos capturados mejoran la efectividad de la trampa, puesto que liberan señales químicas (Norman, datos no publicados). El alto nivel de captura de hembras en los bordes de los bloques de renovación sugieren que las hembras migran hacia las áreas nuevas, posiblemente en busca de lugares de cría (Norman et al. 1999a). En un área en Sepang, Selangor, cuando comenzaba la cría, el escarabajo migraba al inicio de la renovación (Norman et al. 1999a). Por lo tanto, la colocación de trampas se puede empezar en los bordes desde el principio (v.g. dentro de palmas maduras o cocoteros), antes de la renovación, con el fin de reducir la migración de *Oryctes*. El número de hembras adultas capturadas está relacionado con el número de larvas de segundo instar que se encuentran en las paleras en descomposición a

los 40-60 días de colocar las trampas (Norman et al. 1999a). Así mismo, lo anterior sugiere que es posible utilizar las trampas como herramienta de vigilancia para calcular la densidad de la población en las paleras, siempre y cuando el substrato y las condiciones ambientales sean similares.

## ORUGAS URTICANTES

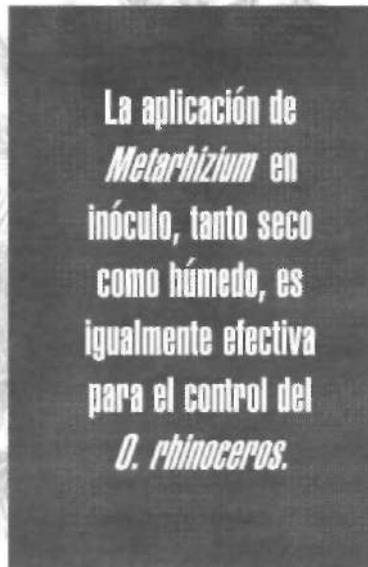
Las orugas urticantes son un grupo de orugas de movimiento lento con setas urticantes que pueden producir urticaria en la piel humana. El color de las orugas es específico para cada especie (Wood 1968).

En Malasia se ha informado acerca de varios tipos de orugas. Las más comunes son *Darna trima* (Moore), *Setora nitens* (Walker), *Setothosea asigna* (Van Eecke) y *D. diducta* (Snellen) y las menos comunes son *Thosea vestusa* (Walker), *T. bisura* Moore, *Susica pallida* (Walker), *Birhamula chara* Swinhoe (Norman y Basri 1992). La duración del ciclo de vida de los diversos tipos de orugas urticantes tiende a variar de una especie a otra y oscila entre 42 días para *S. nitens* y 138 días para la *T. asigna* (Moore) (Hartley 1979; Tiong 1977). Cuando se aplica una estrategia MIP de control, es importante conocer la biología y el comportamiento de la oruga, con el fin de garantizar la efectividad del enfoque que se adopte. Parece que las palmas de todas las edades son susceptibles al ataque de las orugas urticantes (Norman y Basri 1992; Basri et al. 1988).

Control químico

### Control químico

Algunos registros que fueron tomados en el pasado indican que las orugas urticantes se pueden controlar con diversos insecticidas químicos, dentro de los cuales se cuentan monocrotofos, dicrotofos, fosmamidon, leptofos, quinalfos, endosulfan, aminocarb y acetato (Tiong 1977;



Prathapan y Badsun 1979). Los insecticidas sistémicos se pueden utilizar para inyección al tronco, mientras que los demás se pueden aplicar mediante aspersión. Antiguamente, el triclorfon se utilizaba para el control de las orugas urticantes (Wood 1968). No obstante, se ha informado que la efectividad de este producto no ha sido satisfactoria (Wood 1976). Las orugas urticantes también están sujetas al control natural, debido a la gran cantidad de enemigos naturales que se asocian con ellas, como los ichneumónidos, braconídeos, taquínidos, reduviidos y un pentatómido (Wood 1976; Norman et al. 1998). Tiong (1977) informó que el establecimiento de la cobertura puede reducir la población de orugas urticantes al aumentar la población de enemigos naturales.

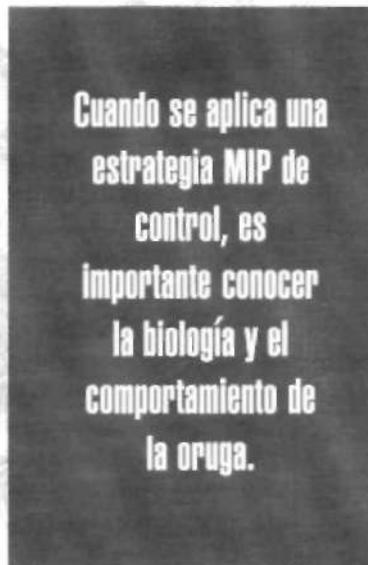
Los últimos registros han generado una imagen dudosa acerca de la efectividad de los químicos monocrotofos y metamidofos inyectados al tronco, para el control de la *D. trima*. En Sandakan, la aplicación de monocrotofos (a una dosis de 6 g i.a./palma) fue efectiva para el control de una población (Simon Siburat, comunicación personal). No obstante, en Tawau se encontró que el mismo nivel de tratamiento produce un control mínimo de la plaga y que se requieren dosis mucho más altas (48 g i.a./palma) para lograr un nivel satisfactorio de control (Ban-Na, A, comunicación personal). Lo anterior podría sugerir que la población ha desarrollado tolerancia al químico o que el químico no a logrado translocarse hacia arriba hasta llegar al follaje.

## Control microbiano

Así mismo, se ha considerado la posibilidad de utilizar patógenos microbianos para controlar la oruga urticante, como el *Bacillus thuringiensis*, *Cordyceps* sp. cerca *militaris*, al igual que virus ARN. En algunos ensayos de campo se ha informado acerca del uso exitoso del *B. thuringiensis* contra el *S. nitens*, *D. trima* y *S.*

*asigna* (Wood et al. 1977). Un bioensayo reciente de *B. thuringiensis* contra *D. trima*, realizado en Tawau, demostró que existen dos productos comerciales de *B. thuringiensis* (*aizawai* y *kurstaki* ES) que son efectivos contra esta plaga (90% de mortalidad dentro de los siete días siguientes a la aplicación) (Basri, sin publicar).

Aparte del *B. thuringiensis*, se ha encontrado que los virus de *D. trima* y los hongos de *T. asigna* son efectivos para control de campo. También existe la posibilidad de amplificar el *Cordyceps* en cultivo artificial para ser utilizado como biocida contra las orugas urticantes (Papierok et al. 1993). Basri (1995) informó que los virus de *M. corbetti* y *D. trima* también infectan el *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae), lo cual sugiere la viabilidad de un huésped alterno. Estos resultados indican que existe potencial para la producción masiva de entomopatógenos.



## POLILLA DEL RACIMO

La polilla del racimo, *Titrathaba mundella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae), también se conoce como la "polilla de la inflorescencia" o "polilla del fruto". Por lo general ataca las áreas recién sembradas donde no hay cosecha de racimos (Wood 1976).

### Ciclo de vida

El ciclo de vida de la polilla del racimo es aproximadamente de un mes (Wood y Ng 1974; Chan 1973; Hartley 1979). Los huevos se encuentran en los racimos sobremaduros descompuestos o en los racimos e inflorescencias que caen al suelo. El daño lo causan los orificios que forman las larvas. El racimo dañado cae al suelo prematuramente o se desarrolla sin almendra. Las larvas también causan daños, puesto que se alimentan de la capa exterior del fruto en proceso de maduración. Por lo general, las larvas de la polilla del racimo pueden llegar a dañar la inflorescencia femenina hasta la etapa de maduración.

## Control químico

Sobre la base de los ensayos de campo que se realizaron en la década de 1970, se estableció que el endosulfán es el químico más efectivo para el control de la polilla del racimo (Wood y Ng 1974). No obstante, a finales de la década de 1980, la polilla del racimo se convirtió en un problema crónico en una plantación del Bajo Perak, a pesar del uso de endosulfán. En consecuencia, se realizó un estudio en la zona con el fin de evaluar los efectos del endosulfán, diflubenzuron, cuflutrin y *B. thuringiensis* (Basri et al. 1991). A partir del estudio se encontró que el *B. thuringiensis* es el más efectivo, tanto para efectos de la reducción de la población de la plaga, como para la disminución del daño de los racimos. De ahí en adelante el *B. thuringiensis* se ha venido utilizando a escala comercial y el problema está totalmente superado.

## ROEDORES

El uso de cebos de rodenticidas ha sido el sistema más ampliamente utilizado para el control de las ratas (Wood 1969; Wood y Lia, 1978) y se calcula que el costo del mismo es de RM 10 y RM 22/ha/año (Basri y Halim 1985). En un intento por reducir el uso de químicos, en los últimos veinte años se ha venido evaluando el potencial de la lechuza de los graneros, *Tyto alba*. Lenton (1980) demostró que esta lechuza es específica para las ratas. A nivel del campo, se avanzó un paso más dentro de esta hipótesis, puesto que se construyeron nidales y la efectividad de esta lechuza ha sido demostrada (Smal 1989; Duckett y Karuppiah 1989). Esta efectividad fue corroborada a escala comercial en dos plantaciones grandes de Malasia Peninsular (Ho, C.T. y Chung, G.F., comunicación personal) y en una plantación de Sabah (Hoong 2000). La recomendación de los autores es construir nidales a una densidad de uno por cada 10 hectáreas.

## ENFERMEDADES DE LA PALMA DE ACEITE

Desde el momento de la germinación de la semilla hasta la siembra definitiva en el campo, la palma de aceite es susceptible al ataque de diversos organismos causantes de enfermedades, de los cuales los más comunes son los hongos. No obstante, la mayoría de las enfermedades que afectan a la semilla y a las plántulas de vivero se encuentran bajo control y no presentan una amenaza grave para la industria. Sin embargo, las enfermedades de campo pueden poner en peligro el desarrollo del cultivo. Estas enfermedades actualmente son específicas de cada región y están confinadas a ciertas zonas de cultivo de palma de aceite en todo el mundo. En África, la enfermedad más grave es la Fusariosis, mientras que en el Sureste Asiático la Pudrición Basal del Estípote por causa del *Ganoderma* puede llegar a ser devastadora. La Marchitez Sorpresiva y el Anillo Rojo se confinan a Latinoamérica y pueden limitar significativamente el desarrollo de la palma de aceite en esa parte del mundo si no se controlan. Existen algunos desórdenes, como la Pudrición de Cogollo y la Pudrición de la Flecha, cuyas causas son aún inciertas y la patogenicidad todavía está por comprobarse.



La Pudrición Basal del Estípote (PBE), causada por diversas especies de *Ganoderma*, es la principal enfermedad que afecta a la palma de aceite en Malasia e Indonesia. En Malasia, la PBE es especialmente severa en palmas sembradas en arcillas marinas costeras que antiguamente estaban sembradas con cocotero. Puesto que el hongo es saprófito del cocotero, permanece en las cepas o troncos que quedan en el suelo e infecta la palma de aceite en el momento de la renovación. Si bien en años anteriores se informó que el hongo ocasionaba daños graves únicamente a las palmas mayores de diez años, la incidencia ha venido aumentando en palmas más jóvenes. Así mismo, se están acumulando

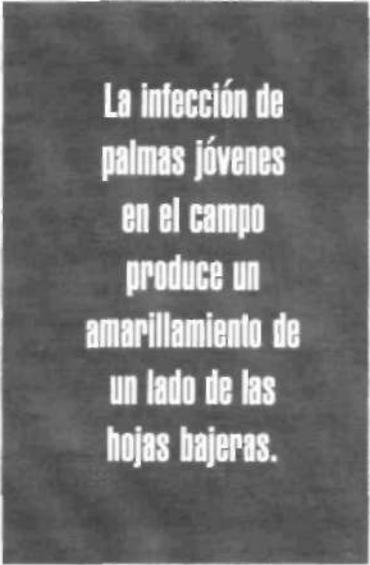
pruebas sobre la incidencia del *Ganoderma* en suelos de turba y del interior (Ariffin et al. 1989; Rao 1990; Benjamín y Chee 1995).

Los detritos infectados constituyen el principal foco de inóculo para una nueva infección. Por lo tanto, se recomienda tumbar completamente la población anterior, con el fin de reducir la incidencia del *Ganoderma* en la palma renovada (Turner 1965). Esto implica la eliminación total de los troncos, cepas antiguas, bolos y masas radicales importantes en la región del bolo. Si bien es costosa, esta recomendación ha sido adoptada por la mayoría de las plantaciones que tienen una historia grave de PBE. No obstante, la experiencia actual demuestra que incluso la tumba generalizada no es totalmente satisfactoria, en lo que se refiere a reducir la incidencia de la enfermedad. A pesar de la adopción de esta técnica, la incidencia de la PBE sigue siendo alta en sitios donde históricamente se han registrado ataques serios de la enfermedad (Gurmit 1991).

Existe una serie de especies de *Ganoderma* que se encuentran implicadas como organismos causales de la PBE, dentro de las cuales se cuentan el *G. lucidum* (Fr.) Karst., *G. boninense* Pat., *G. chaliceum* (Cooke) Stey, *G. miniatocinctum*, *G. pseudoferreum* (Waket.) Van Oer. & Steinm., *G. tornatum*, *G. cochlear*, *G. colossus*, *G. fornicatum*, *G. laccatum*, *G. pediforme*, *G. tropicum*, *G. xylonoides* y *G. zonatum* Karst (Turner, 1981). En algunos estudios realizados por Ho y Nawawi (1985) acerca de los cuerpos fructíferos del *Ganoderma* recolectado de palmas enfermas en algunos sitios de Malasia Peninsular se estableció que todos ellos eran *G. boninense*. En Nigeria se informó que el *G. zonatum* está relacionado con la pudrición del estípote por *Ganoderma*, una enfermedad que se encuentra ampliamente difundida entre las palmas silvestres de los palmares de Africa Occidental (Oruade-Dimaro et al., 1994). En fecha más reciente, Idris (1999)

clasificó el *Ganoderma* de la palma de aceite malaya en los tipos A, B1, B2 y C. Según esta clasificación, el tipo A (*G. boninense*) es agresivo, los tipos B1 (*G. zonatum*) y B2 (*G. miniatocinctum*) son menos agresivos, y el tipo C (*G. tornatum*) no es patogénico.

La infección de palmas jóvenes en el campo produce un amarillamiento de un lado de las hojas bajas. El follaje es verde pálido y el crecimiento se retrasa. A medida que avanza la enfermedad, las hojas se empiezan a secar, comenzando por las más viejas y siguiendo hacia las más jóvenes. Eventualmente, la palma muere. En la mayor parte de los casos las fructificaciones de *Ganoderma* no aparecen cuando la palma infectada tiene menos de dos años. No obstante, el *Ganoderma* se puede cultivar desde la raíz o el estípote infectados.



La infección de palmas jóvenes en el campo produce un amarillamiento de un lado de las hojas bajas.

En palmas más viejas, los síntomas de infección son la apariencia verde pálido del dosel, comparado con el de las palmas sanas circundantes, múltiples flechas sin abrir y el secamiento de las hojas más viejas. Las hojas secas se parten por el pecíolo y cuelgan formando una falda alrededor del tronco. La necrosis de la base del estípote es común y las fructificaciones del *Ganoderma* comienzan a aparecer inicialmente como pequeños botones blancos que luego se desarrollan en los esporóforos típicos en forma de corchetes.

#### Control químico de la PBE

El control químico de los lotes infectados se inició con fungicidas sistémicos, principalmente del grupo de los triazoles, en un intento por salvar las palmas de aceite infectadas que aún estaban en pie (Khairuddin 1990; Chung 1990; Gurmit 1991; Ariffin e Idris 1997). Los resultados positivos que se obtuvieron en otros lugares, en términos de la erradicación de los hongos que descomponen los cultivos perennes mediante el uso de los químicos que normalmente se

emplean para la fumigación del suelo, llevó a las plantaciones a adoptar un enfoque similar para controlar la PBE (Ariffin e Idris 1991; 1993). Se ha demostrado que el dazomet, que libera el fumigante metilisotiocinato, se mueve dentro del tejido del estípite de la palma de aceite y posteriormente inhibe el crecimiento del *G. boninense*. Sin embargo y a pesar de la promesa de los triazoles y fumigantes, los resultados de los ensayos de campo no son concluyentes (George et al. 1996) y no han podido demostrar la viabilidad del uso de químicos para tratar las palmas infectadas. Si se quiere diseñar una estrategia de control a largo plazo, es necesario determinar los factores que predisponen a la palma de aceite al ataque del patógeno de la PBE. Existen pruebas circunstanciales que demuestran que la técnica de renovación que deja remanentes de cantidades masivas de inóculo en última instancia conducirá a una alta incidencia de PBE (Turner 1981; Gurmit 1991; Ariffin et al. 1993; Khairuddin 1990). La alta incidencia de PBE en palmas de segunda y tercera generación, a pesar de la adopción de la técnica de tala total, exige una explicación plausible. Se debe estar conscientes de que la tala total inicialmente se defendió sobre la base del hallazgo de que se requiere una cantidad masiva de inóculo de por los menos 734 cm<sup>3</sup>, para dar inicio a la infección (Turner 1981). No obstante, el sospechado papel que desempeñan las raíces en el brote de la enfermedad se comprobó sólo cuando se logró inocular las plántulas de vivero artificialmente. El hecho de que las plántulas se puedan infectar rápidamente utilizando inóculo puro en cultivo en cantidades un poco mayores que las de las raíces primarias de la palma de aceite (Ariffin et al. 1993), sugiere que, en condiciones favorables, las raíces infectadas remanentes pueden ser infecciosas. Este hallazgo indica que los fragmentos radicales remanentes pueden desempeñar un papel muy importante en el brote de PBE a pesar de la tala total durante la renovación de la segunda y tercera generación

**Para efectos de tomar decisiones, es esencial realizar un muestreo de la población, con el objeto de determinar el nivel de abundancia de la plaga y las etapas en las cuales se encuentra.**

de palma de aceite. El hecho de que los fragmentos radicales que quedan en el sitio todavía tienen suficiente potencial inoculante para producir la enfermedad se refleja en su capacidad de producir los cuerpos fructíferos de *G. boninense* que a veces se ven en las puntas cortadas.

La técnica cultural de control con cirugía, seguida por el aporcado del suelo alrededor de la base de las palmas enfermas, parece ser prometedora en lo que se refiere a prolongar la vida de las estas palmas (Lim et al. 1993; Hassan y Turner 1994).

Se ha investigado muy poco acerca del control biológico de la Pudrición Basal del Estípite. La posibilidad de controlar el *Ganoderma* en la población de palmas existente se debería abordar mediante la manipulación de agentes biológicos. Se han aislado varios hongos antagonistas prometedores, principalmente: *Trichoderma* (Shukla y Uniyal 1989; PORIM, 1991; Wijeseekera et al. 1996), *Aspergillus* (Shukla y Uniyal 1989) y *Penicillium* (Darmaputra et al. 1989) y se han presentado informes acerca de los mecanismos antagonísticos contra el *Ganoderma* en cultivo. Si bien es posible fortalecer la efectividad de los antagonistas en el

suelo, bajo condiciones de campo, mediante la fumigación y la aplicación de fertilizantes (Varghese et al. 1975), no existen informes acerca de control biológico efectivo en la palma de aceite infectada. Es posible producir masivamente estos antagonistas, especialmente el *Trichoderma*, en los residuos agrícolas de la palma, particularmente en los efluentes de las plantas de beneficio y en los raquis (Gurmit 1991) y esta preparación se podría aplicar alrededor de la raíz de las palmas infectadas.

## CONCLUSIÓN

La revisión anterior indica que se han desarrollado numerosas técnicas de control para

diversas plagas. No obstante, para efectos de tomar decisiones, es esencial realizar un muestreo de la población, con el objeto de determinar el nivel de abundancia de la plaga y las etapas en las cuales se encuentra. Si se carece de esa información, es imposible implantar un sistema sensato de Manejo Integrado de Plagas.

Así mismo, esta revisión indica que todavía es necesario llevar a cabo actividades de investigación y desarrollo en muchos campos, con el fin de retinar la técnica de MIP. Es indispensable explorar estos campos, que incluyen la determinación de la relación entre la población de

*Oryctes* y el daño y la definición de un agente efectivo de control biológico para el *Ganoderma*.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus sinceros agradecimientos al Director General de la MPOB por su autorización para presentar el presente artículo. Así mismo, agradecen a los miembros de los Grupos de Entomología y Patología (Dr. Idris Abu Seman, Sr. Norman Kamarudin, Sra. Siti Ramlah Ahmad Ali y Sr. Ramle Moslim) por su cooperación en la preparación de este trabajo. También agradecemos la cooperación de la Sra. Hasnah Sallen.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARIFFIN, D.; GURMIT, S.; LIM, T.K. 1989. *Ganoderma* in Malaysia - current status and research strategy. In: Jalani, B.S.; Zin Zawawi, Z.; Paranothy, K.; Ariffin, D.; Rajanaidu, N.; Cheah, S.C.; Mohd Basri, W.; Henson, I.E.; Mohd Tayeb, D. (Eds.). 1999 PORIM International Palm Oil Congress (Agriculture). Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur. p.249-297.
- ARIFFIN, D.; IDRIS, A.S.; ABDUL HALIM, H. 1991. Histopathological studies on colonization of oil palm root by *Ganoderma boninense*. *Elaeis* (Malasia) v.3, p.289-293.
- ARIFFIN, D.; IDRIS, A.S.; KHAIRUDIN, H. 1993. Confirmation of *Ganoderma* infected palm by drilling technique. In: Jalani, G.S.; Ariffin, D.; Rajanaidu, N.; Mohd Tayeb, D.; Paranjothy, K.; Mohd Basri, W.; Henson, I.E.; Chang, K.C (Eds.). 1993 PORIM International Palm Oil Congress - Update and Vision (Agriculture) Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur. p.735-738.
- ARIFFIN, D.; IDRIS, A.S. 1991. Investigation on the control of *Ganoderma* with dazomet. In: Yusof, B.; Jalani, B.S.; Chang, K.C.; Chuah, S.C.; Henson, I.E.; Noran, K.; Paranjothy, K.; Rajanaidu, N.; Mohd Tayeb, D.; Ariffin, D. (Eds.). 1991 PORIM International Palm Oil Conference (Agriculture). Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur, p.424-429.
- ARIFFIN, D.; IDRIS, A.S. 1993. Methylisothiocyanate (MIT) movement and fungitocicity in *Ganoderma* infected oil palm. In: Jalani, G.S.; Ariffin, D.; Rajanaidu, N.; Mohd Tayeb, D.; Paranjothy, K.; Mohd Basri, W.; Henson, I.E.; Chang, K.C. (Eds.). 1993 PORIM International Palm Oil Congress- Update and Vision (Agriculture) Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur. p.730-734.
- ARIFFIN, D.; IDRIS, A.S. 1997. Chemical control of *Ganoderma* using pressure injection. In: PORIM - Industry Forum. Bangi. 18 december 1997. Proceedings. p.104-106.
- ARIFFIN, D.; IDRIS, A.S.; MARZUKI, A. 1995. Development of a technique to screen oil palm seedlings for resistance to *Ganoderma*. In: Jalani, B.S.; Ariffin, D.; Rajanaidu, N.; Mohd Tayeb, D.; Paranjothy, K.; Mohd Basri, W. (Eds.). 1995 PORIM National Palm Oil Conference. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur. p.132-141.
- BARBER, I.A.; McGOVERN, 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.
- BASRI, M.W.; HALIM, A.H. 1985. The effects of *Elaeiodobius kamerunicus* Faust on rat control programmes of oil palm estates in Malaysia. *PORIM Occasional Paper* (Malasia) no.14, 50p.
- BASRI, M.W.; HASSAN, A.H.; ZULKEFU, M. 1988. Bagworms(Lepidoptera: Psychidae) oil palm in Malaysia. *PORIM Occasional Paper* (Malasia) no.23, 37p.
- BASRI, M.W.; SHARMA, M.; NORMAN, K. 1991. Fieldevaluation of insecticides and a cultural practice against the bunch moth *Tirathaba rufivena* (Lepidoptera: Pyralidae) in a mature oil palm plantation. *Elaeis* (Malasia) v.3 no.2, p.355-362.
- BASRI, M.W. 1993. Life history, ecology and economic impact of the bagworm, *Metisa plana* Walker (Lepidoptera: Psychidae) in Malaysia. University of Guelph. 231 p. (Ph.D. Thesis).
- BASRI, M.W. 1995. Integrated pest management of bagworms in oil palm plantations. In: Jalani, B.S.; Ariffin, D.; Rajanaidu, N.; Mohd Tayeb, D.; Paranjothy, K.; Mohd Basri, W. (Eds.). 1995 PORIM National Palm Oil Conference: Technologies in Plantations - The Way Forward. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur. p.125-131.

- BASRI, M.W.; SITI RAMLAH, A.A.; RAMLEE, M.; OTHMAN, A. 1996. Biological efficacy of three commercial products of *Bacillus thuringiensis* for the control of bagworms, *Metisa plana* and *Mahasena corbetti* (Lepidoptera: Psychidae) of oil palm. In: Ariffin, D.; Mohd Basri, W.; Rajanaidu, N.; Mohd Tayeb, D.; Paranjothy, K.; Cheah, S.C.; Chang, K.C.; Ravigadevi, S. (Eds.). 1996 PORIM International Palm Oil Congress. Competitiveness for the 21<sup>st</sup> Century. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur, p.369-378.
- BASRI, M.W.; SIMON, S.; RAVIGADEVI, S.; OTHAM, A. 1999. Beneficial plants for the natural enemies of the bagworm in oil palm plantations. In: Ariffin, D.; Chan, K.W.; Sharifah, S.R.S.A. (Eds.). 1999. PORIM International Palm Oil Congress - Emerging Technologies and Opportunities in the Next Millennium. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur, p.441-455.
- BASRI, M.W.; NORMAN, K. 2000. Insect pests, pollinators and barn owl. In: Yusof, B.; Chan, K.W.; Jalani, B.S. (Eds.). Advances in Oil Palm Research. MOPB, Kuala Lumpur, p.466-541.
- BEDFORD, G.O. 1890. Biology, ecology and control of palm rhinoceros beetles. Annual Review of Entomology (Estados Unidos)v.25, p.309-339.
- BENJAMIN, M.; CHEE, K.H. 1995. Basal stem rot of oil palm - a serious problem on inland soils. MAPPS Newsletter, 19:3.
- CATLEY, A. 1969. The coconut rhinoceros beetle *Oryctes rhinoceros* (L). PANS (Reino Unido) v. 15, p. 18-30.
- CHAN, CO. 1973. Some notes on the oil palm bunch moth (*Tirathaba mundella* Walk) and its control. In: Wastie, R.L.; Earp, D.A. (Eds.). Advances in Oil Palm Cultivation. Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur, p.193-196.
- CHUNG, G.F. 1989. Sprayin and trunk injection of oil palm for pest control. The Planter (Malasia) v.65 no.764, p.500-524.
- CHUNG, G.F. 1990. Preliminary results on trunk injection of fungicides against *Ganoderma* basal stem rot in oil palm. In: The Ganoderma Workshop. Bangi. 11 September. 1990. Proceedings, p.81-97.
- CHUNG, G.F.; BASRI, M.W.; ARIFFIN, D. 1995. Recent development in plant protection of the Malaysian oil palm industry-1990 to 1995. In: Jalani, B.S.; Ariffin, D.; Rajanaidu, N.; Nohd Tayeb, D.; Mohd Basri, W. (Eds.). 1995 PORIM National Oil Palm Conference-Technologies in Plantations-The Way Forward. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur, p.105-124.
- CHUNG, G.F.; NARENDRAN, R. 1996. Insecticide screening for bagworm control. In: Ariffin, D.; Mohd Basri, W.; Rajanaidu, N.; Mohd Tayeb, D.; Paranjothy, K.; Cheah, S.C.; Chang, K.C.; Ravigadevi, S. (Eds.). 1996 PORIM International Palm Oil Congress - Competitiveness for the 21<sup>st</sup> Century. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur, p.484-491.
- CHUNG, G.F. 1997. The bioefficacy of the aggregation pheromone in masstrappin of *Oryctes rhinoceros* (L) in Malaysia. The Planter (Malasia)v.73 no.852, p. 119-127.
- CUMBER, R.A. 1957. The rhinoceros beetle in Western Samoa. South Pacific Commission Technical Paper, no.197,76p.
- DHARMAPUTRA, O.S.; TJITROSOMO, H.S.; ABADI, A.L. 1989. Antagonistic effect of four fungal isolates to *Ganoderma boninense*, the causal agent of basal stem rot of oil palm. Biotropia v.3, p.41-49.
- DUCKETT, J.E.; KARUPPIAH, S. 1989. A guide to the planter in utilising barn owls (*Tyto alba*) as an effective biological control of rats in mature oil palm plantations. In: Jalani, B.S.; Zakaria, Z.Z.; Paranjothy, K.; Ariffin, D.; Rajanaidu, N.; Cheah, S.C.; Mohd Basri, W.; Henson, I.E. (Eds.). 1989 Palm Oil Development Conference- Module 11 (Agriculture). Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur, p.357-372.
- GEORGE, ST.; CHUNG, G.F.; ZAKARIA, K. 1996. Updated results (1990-1995) on trunk injection of fungicides for the control of *Ganoderma* basal stem rot. In: Ariffin, D.; Mohd Basri, W.; Rajanaidu, N.; Mohd Tayeb, D.; Paranjothy, K.; Cheah, S.C.; Chang, K.C.; Ravigadevi, S. (Eds.). 1996 PORIM International Palm Oil Congress (Agriculture). Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur, p.508-515.
- GETTEL, M.S. 1992. Fungal agents for biocontrol. Biological control of locust and grasshoppers. In: Lomer, C.J.; Prior, C. (Eds.). International Institute of Tropical Agriculture. Cotonou, Republic of Benin. Proceedings. CAB International, Wallingfort. Oxon.p.122-132.
- GURMIT, S. 1987. Naphthalene balls for the protection of coconut and oil palm against *Oryctes rhinoceros*. The Planter (Malasia) v.67, p.421-444.
- HALLET, R.H.; PEREZ, A.L.; GRIES, G.; GRIES, R.; PIERCE Jr., H.D.; YUE, J.; OEHLSCHLAGER, C; GONZALEZ, L.M.; BORDEN, J.H. 1995. Aggregation pheromone of the coconut rhinoceros beetle *Oryctes rhinoceros* L (Coleoptera: Scarabaeidae). Submitted for publication in Journal of Chemical Ecology (Estados Unidos).
- HARTLEY, C.W.S. 1979. The Oil Palm. 2<sup>nd</sup> ed., Tropical Agriculture Series, Longman, London, New York.
- HASSAN, Y; TUNER, P.D. 1994. Research at Bah Lias Research Station on basal stem rot of oil palm. In: Holderness, M. (Ed.). 1<sup>st</sup> International Workshop on Perennial Crop Diseases Caused by Ganoderma. 28 November - 3 December 1994, UPM, Serdang, Selangor. 11 p.
- HO, C.T 1996. The integrated management of *Oryctes rhinoceros* (L.) populations in the zero burning environment. In: Ariffin, D.; Mohd Basri, W.; Rajanaidu, N.; Mohd Tayeb, D.; Paranjothy, K.; Cheah, S.C.; Chang, K.C.; Ravigadevi, S. (Eds.). 1996 PORIM International Palm Oil Congress (Agriculture). Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur, p.336-368.

- HO, Y.W.; NAWAWI, A. 1985. *Ganoderma boninense* Pat. from basal stem rot of oil palm (*Elaeis guineensis*) in Peninsular Malaysia. *Pertanika* v.8, p.425-428.
- HO, C.T.; TEH, C.L 1997. Integrated pest management in plantation crops in Malaysia: challenges and realities. *In: Pushparajah, E. (Ed.). International Planter's Conference on Plantation Management for the 21<sup>st</sup> Century. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur, p.125-149.*
- HOONG, H.W. 2000. The introduction of barn owl (*Tyto alba*) to Sabah for rat control in oil palm plantations. *The Planter (Malasia)* v.76 no.889, p.215-222.
- HOYT, C.P. 1963. Investigations of rhinoceros beetles in West Africa. *Pacific Science (Estados Unidos)* v.17, p.444-451.
- IDRIS, A.S. 1999. Basal stem rot (BSR) of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Malaysia: factors associated with variation in disease severity. Wye College, University of London, UK. (Ph.D. Thesis).
- KHAIRUDIN, H. 1990. Results of four trials on *Ganoderma* basal stem rot of oil palm in Golden Hope estates. *In: Ariffin, D.; Jalani, B.S. (Eds.). The Ganoderma Workshop. Bangi, 11 September 1990. Proceedings, p.67-80.*
- KHAIRUDIN, H. 1993. Basal stem rot of oil palm caused by *Ganoderma boninense*: an update. *In: Jalani, B.S.; Ariffin, D.; Rajanaidu, N.; Mohd Tayeb, D.; Paranjothy, K.; Mohd Basri, W.; Henson I.E.; Chang, K.C. (Eds.). 1993 PORIM International Palm Oil Congress- Update and Vision (Agriculture). Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur, p.739-749.*
- LENTON, G.M. 1980. Ecology of barn owls *Tyto alba* in the Malay peninsula with reference to their use in rodent control. Department of Zoology, University of Malaysia, Kuala Lumpur. (Ph.D. Thesis).
- LIAU, S.S. 1987. Problems and control of bagworms (Lepidoptera: Psychidae) and rats (Rodentia: Muridae) in the oil palm. Proceedings of the Second Chemara Workshop, p.46-59.
- 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: Jalani, B.S.; Zakaria, Z.Z.; Paranjothy, K.; Ariffin, D.; Rajanaidu, N.; Cheah, S.C.; Mohd Basri, W.; Henson, I.E. (Eds.). 1991 PORIM International Palm Oil Development Conference- Module II (Agriculture). Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur, p.396-403.*
- LIM, K.H.; CHUAH, J. H.; HO, C.H. 1993. Effects of soil heaping on *Ganoderma* infected oil palms. *In: Jalani, B.S.; Ariffin, D.; Rajanaidu, N.; Mohd Tayeb, D.; Paranjothy, K.; Mohd Basri, W.; Henson I.E.; Chang, K.C. (Eds.). 1993 PORIM International Palm Oil Congress - Update and Vision (Agriculture). Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur, p.735-738.*
- MACKENZIE, R. 1977. Observations on the control of some leaf eating pests in oil palms. *In: Earp, D.A.; Newal, W. (Eds.). International Developments in Oil Palm. Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur, p.617-623.*
- MARIAU, D.; CALVEZ, C. 1973. Methode de lutee contre l'Oryctes en replantation de palmier a huile. *Oleagineux (Francia)* v.28 no.5, p.215-218.
- MOHD HASHIM, T.; TEOH, C. H.; KAMARUDZAMAN, A.; MOHD ALI, A.; 1993. Zero burning-an environmentally friendly replanting technique. *In: Jalani, B.S.; Ariffin, D.; Rajanaidu, N.; Mohd Tayeb, D.; Paranjothy, K.; Mohd Basri, W.; Henson I.E.; Chang, K.C. (Eds.). 1993 PORIM International Palm Oil Congress-Update and Vision. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur. p.185-194.*
- MOORE, D., BRIDGE, P.D.; HIGGINS, P.M.; BATEMAN, R.P.; PRIOR, C. 1993. Ultraviolet radiation damage to *Metarhizium flavoviride* conidia and protection given by vegetable and mineral oils and chemical sunscreens. *Annual of Applied Biology* v. 122, p.605-616.
- NORMAN, K.; ROBINSON, G.S.; BASRI, M.W. 1995. Common bagworm pests (Lepidoptera: Psychidae) of oil palm in Malaysia with notes on related South-east Asian species. *Malayan Nature Journal (Malasia)* v.48, p.93-123.
- NORMAN, K.; BASRI, M.W. 1992. A survey of current status and control of nettle caterpillars (Lepidoptera: Limacodidae) in Malaysia (1981-1990). *PORIM Occasional Paper (Malasia)* no.27, 22p.
- NORMAN, K., BASRI, M.W.; ZULKEFLI, M. 1998. Handbook of Common Parasitoids and Predators Associated with Bagworms and Nettle Caterpillars in Oil Palm Plantations. 29p.
- NORMAN, K.; BASRI, M.W.; ZAIDI, M.I.; MAIMON, A. 1999 a. Population studies of *Oryctes rhinoceros* in an oil palm replant using pheromone traps. *In: 1999 PORIM International Palm Oil Congress. Proceedings, (unedited), p.477-496.*
- ORUADE-DIMARO, E.A.; RAJAGOPALAN, K.; NWOSU, S.O.1994. A laboratory method for inducing sporophore formation and pathogenicity in *Ganoderma zonatum* Murill. *Elaeis (Malasia)* v.6 no.1, p.1-5.
- PAPIEROK, B.; DEMIER DE CHENNON, R.; FREULARD, J.M.; SUWANDI, W.P 1993. New perspectives in the use of *Cordiceps* fungus in the biological control of nettle caterpillars in oil palm plantations. *In: Jalani, B.S.; Ariffin, D.; Rajanaidu, N.; Mohd Tayeb, D.; Paranjothy, K.; Mohd Basri, W.; Henson I.E.; Chang, K.C. (Eds.). 1993 PORIM International Palm Oil Congress- Update and Vision (Agriculture). Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur, p.706-710.*
- PORIM. 1991. Annual Research Report 1991. Bangi, Selangor. 18p.

- PRATHAPAN, B.; BADSUN, J. 1979. Trunk injection of oil palm against nettle caterpillars (Lepidoptera: Psychidae). Bull. Soc. Agric. Sc, v.3.
- RAMLEE, M.; SITI RAMLAH, A.A.; BASRI, M.W. 1995. Histopathology of *Metisa plana* infected with *Beauveria bassiana*. Elaeis (Malasia) v.8 no.1, p.10-19.
- RAMLEE, M.; BASRI, M.W.; NORMAN, K.; MUKESH, S.; SITI RAMLAH, A.A. 1999. Impact of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) applied by wet and dry inoculum on oil palm rhinoceros beetles, *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae). Journal of Oil Palm Research (Malasia) v.11 no.2, p.25-40.
- RAO, A.K. 1990. Based stem rot (*Ganoderma*) in oil palm samllholdings- IADP Johore Barat experience. In: Ariffin, D.; Jalani, B.S. (Eds.). The Ganoderma Workshop. Bangi, 11 September 1990. Proceedings, p.113-131.
- SAMSUDIN AMIT; CHEW, P.S. MOHD, M.M. 1993. *Oryctes rhinoceros*: breedings and damage on oil palm in an oil palm to oil pam replanting situation. The Planter (Malasia) v.69 no.813, p.583-591.
- SANKARAN, T. 1970. The oil palm bagworms of Sabah and the possibilities of their biological control. Pest. Artie. News Summ. v.16no.1,p.43-55.
- SCHIPPER, CM. 1976. Mass rearing the coconut rhinoceros beetle, *Oryctes rhinoceros* L. (Scarabaeidae, Dynastinae). *Zeitschrift fuer Angewandte Entomologie* (Alemania) v.81 no.1,p.21-25.
- SHUKLA,A.N.;UNIYAL, K. 1989. Antagonistic interactions of *Ganoderma lucidum* (Lyss.) Karst. against some soil microorganism. Current Science (Estados Unidos) v.58, p.265-267.
- SIMON SIBURAT. Personal communications. Sapi Plantations Sdn. Bhd.
- SITI RAMLAH, A.A.; BASRI, M.W.; RAMLEE, M. 1993. Pathogenicity test of *Beauveria bassiana* (Balsano) against oil palm bagworm *Metisa plana* Wlk. Elaeis (Malasia) v.5 no.2, p.92-101.
- SITI RAMLAH, A.A.; BASRI, M.W.; RAMLEE, M. 1996. Isolation and amplification of vaculovirus as a biocontrol agent for bagworms and nettle caterpillars of oil palm. Elaeis (Malasia) v.8 no.1, p. 1-9.
- SITI RAMLAH, A.A. 2000. Mechanism of action of *Bacillus thuringiensis* d-endotoxins: studies on the binding of d-endotoxins to brush border membrane vesicle of *Metisa plana* (Walker). Faculty of Sciences and Technology, University Kebangsaan Malaysia (Ph.D. Thesis).
- SMAL, CM. 1989. Research on the use of barn owls *Tyto alba* for biological control rats in oil palm plantations: 1986-1989. In: Jalani, B.S.; Zakaria, Z.Z.; Paranjothy, K.; Ariffin, D.; Rajanaidu, N.; Cheah, S.C.; Mohd Basri, W.; Henson, I.E. (Eds.). 1989 Palm Oil Development Conference - Module II (Agriculture). Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur, p.342-356.
- STERN, V.M.; SMITH, R.F.; van DEN BOSCH, R.; HAGEN, K.S. 1959. The integrated control concept. Hilgardia (Estados Unidos) v.29, p.81-101.
- TIONG, R.H.C. 1977. Study on some aspects of biology and control of *Thosea asligna* (Moore). In: Earp, DA.; Newal, W. (Eds.). International Developments in Oil Palm. Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur, p.529-542.
- TOH, P.Y.; BROWN, T.R 1978. Evaluation of carbofuran as a chemical prophylactic control measure for *Oryctes rhinoceros* in young oil palms. The Planter (Malasia) v.54 no.622, p.3-11.
- TURNER, PD. 1965. The oil palm and *Ganoderma*. IV. Avoiding disease in new plantings. The Planter (Malasia) v.41, p.531-533.
- TURNER, P.D. 1973. An effective trap for *Oryctes* beetle in oil palm? The Planter (Malasia) v.49 no.573, p.488-490.
- TURNER, P.D. 1981. Oil Palm Diseases and Disorders. Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur. 280p.
- VARGHESE, G.; CHEW, P.S.; LIM, T.K. 1975. Biology and chemically assisted biological control of *Ganoderma*. In: The Rubber Research Institute of Malaysia Conference. Proceedings. RRIM, Kuala Lumpur, p.228-292.
- WALSTAD, J.D.; ANDERSON, R.F.; STAMBAUGH, W.J. 1970. Effects of environmental conditions on two species of muscardine fungi (*Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*). Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos) v.16, p.221-226.
- WIJESEKERA, H.T.R.; WIJESUNDERA, R.L.C.; RAJAPEAKSE, C.N.K. 1996. Hyphal interactions between *Trichoderma viridae* and *Ganoderma boninense* Pat., the cause of coconut root and bole rot. Journal of the National Science Sri Lanka v.24 no.3, p.217-219.
- WOOD, B.J. 1968. Pest of oil palms in Malaysia and their control Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur. 204p.
- WOOD, B.J. 1969. Population studies on the Malaysian wood rat (*Rattus tiomanicus*) in oil palms, demonstrating an effective new control method and assessing some older ones. The Planter (Malasia) v.45 no.523, p.510-526.
- WOOD, B.J.; NESBIT, D.P 1969. Caterpillars outbreaks on oil palms in Eastern Sabah. The Planter (Malasia) v.45, p.285-299.

WOOD, B.J. 1971. Development of integrated control programs for pests of tropical perennial crops in Malaysia. *In*: Huffaker, C.B. (Ed.). *Biological Control*. Plenum Press, New York, p.422-457.

WOOD, B.J.; NG, K.Y. 1974. Studies on the biology and control of the oil palm bunch moth *Tirathaba mundella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) *Malaysian Agricultura Journal* (Malasia) v.49, p.310-331.

WOOD, B.J. 1976. Insect pests in Southeast Asia. *In*: Corley, R.H.V.; Hardon, J.J.; Wood, B.J. (Eds.). *Oil Palm Research*. Elsevier, Amsterdam. p.347-367.

WOOD, B.J.; HUTAURUK, C.H.; LIAU, S.S. 1977. Studies on the chemical and integrated control of nettle caterpillars (Lepidoptera: Limacodidae). *In*: Earp, D.A.; Newal, W. (Eds.). *Inter-*

*national Developments in Oil Palm*. Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur. p.591-616.

WOOD, B.J.; LIAU, S.S. 1978. Rats as agricultural pests in Malaysia and the tropics. *The Planter* (Malasia) v.54 no.631, p.580-599.

WOOD, B.J.; 1988. Overview of IPM infrastructure and implementation on estate crops in Malaysia. *In*: Heong, K.L.; Teng, P.S. (Eds.). *Pesticide Management and Integrated Pest Management in Southeast Asia*. U.S. AID, Washington, D.C p.31-40.

ZIMMERMANN, G. 1982. Effects of high temperature and artificial sunlight on the viability of conidia of *Metarhizium anisopliae*. *Journal of Invertebrate Pathology* (Estados Unidos) v.40, p.36-40.

**El Portal de Fedepalma le ofrece:**



**Agroindustria de la Palma de Aceite:**  
*Historia, procesos, usos y demás temas relacionados con el cultivo y su beneficio.*

**Fedepalma:**  
*Información sobre los programas que desarrolla la Federación a través de sus Centros de Negocios: Centro de Información, Economía y Mercados, Medio Ambiente, Capacitación, Información Gremial y Fondos Parafiscales.*

**Sólo para Palmicultores:**  
*Información personalizada sobre datos generales, Reportes de información estadística, Estados de cuenta, Agenda gremial, Declaraciones, Registro Nacional de Palmicultores.*

[www.fedepalma.org](http://www.fedepalma.org)