

Manejo integrado de problemas fitosanitarios en palma aceitera *Elaeis guineensis* en América Central

Carlos Ml.Chinchilla¹

RESUMEN. El cultivo de la palma aceitera, por su naturaleza perenne y las características de su manejo agronómico, es en un agroecosistema menos perturbado que el de muchos otros cultivos de manejo más intensivo. Un manejo adecuado de la flora asociada con el cultivo provee la oportunidad del desarrollo, conforme la plantación madura, de una multitud de hábitats y fuentes de alimentación, que pueden ser utilizados por diversos enemigos naturales de las plagas potenciales de los cultivos. Por otro lado, un manejo agronómico razonable (nutrición, aeración del suelo, balance hídrico y materia orgánica en el suelo, entre otros) permite ofrecer a la planta un ambiente más favorable para desarrollarse en forma vigorosa y enfrentar con mayor probabilidad de éxito el efecto de los múltiples agentes que causan disturbios fitosanitarios (abióticos: estrés, y bióticos: agentes fitopatógenos y plagas).

La experiencia e información acumulada permiten asegurar que el manejo de muchos de los problemas fitosanitarios más importantes del cultivo empieza desde el momento mismo que se escoge el sitio en donde se plantará y el manejo previo que se haga del suelo: el desarrollo saludable del sistema radical de la planta debe ser una meta permanente del productor.

El conocimiento generado sobre la biología y comportamiento de las principales plagas y enfermedades del cultivo ha permitido definir estrategias de manejo que reducen al mínimo la dependencia de productos agroquímicos, y más bien dependen de la explotación de las debilidades de la plaga o bien, de los factores de manejo agronómico que favorecen la expresión de los mecanismos naturales de defensa de la planta.

En este artículo se hace un recuento del trabajo realizado por el grupo de investigación de ASD de Costa Rica sobre las principales plagas y enfermedades del cultivo de la palma aceitera en América Central. En cada situación se hace una breve reseña histórica de la evolución del conocimiento sobre el problema, y al final se destacan los logros más importantes para su manejo integral.

Palabras clave: Palma aceitera, *Elaeis guineensis*, MIP, plagas, enfermedades.

ABSTRACT. Integrated management of phytosanitary problems in *Elaeis guineensis* in Central America. The oil palm is a perennial crop that can be managed in such a way that environmental disturbances are reduced considerably when compared with other crops that need a more intensive management. The population of many pests can be kept at very low levels by protecting many herbaceous plants that harbor and offer food to many of their natural enemies. In addition, a proper agronomic management in terms of plant nutrition, water balance, and soil aeration, among others, guarantees not only good yields, but also more vigorous plants that are better prepared to defend themselves from the negative effects of most biotic (pest and diseases) and abiotic (stress) factors.

Phytosanitary management in oil palm starts from the choice of the planting site in terms of weather and soil characteristics: providing the best environment for a healthy root development should be a priority to guarantee a healthy plant.

The knowledge generated from many years of research on the factors that favor the different phytosanitary problems in oil palm enables its management using a preventive approach, where the use of agrochemicals is reduced to a minimum.

This paper reviews the work carried out in Costa Rica to devise successful management practices for the most important phytosanitary problems of commercial oil palm plantations. Some particular examples were chosen to illustrate the progress through which knowledge was gathered, and the final procedures commercially used to reduce the impact of those problems.

Key words: Oil palm, *Elaeis guineensis*, IPM, pests, diseases.

¹ ASD de Costa Rica, S.A., Apdo. 30-1000, Costa Rica. c.chinchilla@asd-cr.com

Introducción

El origen de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) se localiza en África del Oeste, pero la mayoría de las plagas de importancia que afectan este cultivo en América tropical son especies nativas del continente que se adaptaron al nuevo cultivo. Para insectos plaga específicos en algún estrato de alguna palmera nativa, se ofreció la oportunidad de adaptación en un ambiente similar en la nueva palma introducida; de este modo mantuvieron como lugar de alimentación la raíz, el cogollo, el tallo o los racimos. Para otras plagas polífagas, la palma aceitera simplemente representó una fuente adicional de alimento (Genty 1984).

Existen más de 80 artrópodos plaga potencialmente importantes en el cultivo de la palma aceitera en América Central (Mexzón y Chinchilla 1992, 1996), algunas de las cuales han demostrado un potencial destructivo muy elevado. Las principales plagas de este cultivo son los insectos lepidópteros defoliadores, como *Opsiphanes cassina* (Brassolidae), *Sibine megasomoides* (*Acharia hiperoche*, Limacodidae), *Stenomoma cecropia* (Stenomidae) y *Oiketicus kyrbyi* (Psychidae). Todas ellas han recibido una atención de estudio proporcional a la frecuencia con que aparecen en las plantaciones comerciales, y a su potencial de daño.

En el caso de los taladradores del tallo, la especie más relevante es el picudo americano de las palmeras, *Rhynchophorus palmarum*, particularmente porque es el vector del nematodo que causa el anillo rojo, la principal enfermedad de la palma aceitera antes de que se desarrollara una estrategia integral para su manejo.

Otras plagas pueden ser de importancia en situaciones particulares. Destaca entre ellas el potencial daño de las ratas y el coleóptero *Strategus aloeus* (Scarabaeidae) en cultivos jóvenes. Ambas plagas atacan la base de las palmas y, en el caso de las ratas, los primeros racimos formados. El ácaro *Retracrus elaeidis* (Carabidae), de considerable envergadura en Colombia, se encuentra aparentemente controlado por sus enemigos naturales en Costa Rica (Rojas *et al.* 1993).

Actualmente los problemas de mayor potencial destructivo de la palma aceitera en toda América tropical son las pudriciones y secamientos del cogollo, de etiología desconocida. No obstante, la mayor parte de la evidencia indica que no se trata de una enfermedad con un agente primario, sino más bien de un trastorno del crecimiento asociado a un ambiente desfavorable

para el crecimiento y, particularmente, para satisfacer los requerimientos exigidos para obtener una alta producción de racimos de fruta. Se está investigando una solución final del problema, pero el avance alcanzado permite convivir con él y mantener una producción económicamente aceptable.

En el caso de las enfermedades, además del anillo rojo, sobresalen por su potencial destructivo la pudrición de la base del tronco causada por *Ganoderma* spp., la marchitez sorpresiva asociada con un flagelado, y las manchas foliares asociadas al establecimiento de varios hongos oportunistas, como *Pestalotiopsis* sp., entre otros, en heridas abiertas por varios insectos. Ninguna de estas enfermedades es por ahora un problema real en la gran mayoría de las plantaciones en América Central. La pudrición por *Ganoderma* spp. es más bien una curiosidad en plantaciones muy viejas, y la marchitez sorpresiva es de importancia secundaria en algunas plantaciones en Honduras (Chinchilla y Richardson 1987, Chinchilla 1993).

Este trabajo ilustra el empleo de los conceptos de manejo integrado de los problemas fitosanitarios en palma aceitera en América Central, tomando como ejemplos principales dos plagas lepidópteras importantes del cultivo (*Opsiphanes cassina* y *Oiketicus kyrbyi*), una enfermedad (el anillo rojo transmitido por el curculiónido *Rhynchophorus palmarum*), y las pudriciones del cogollo, que pueden considerarse como un trastorno del crecimiento que ha causado enormes pérdidas económicas en toda América tropical.

Además de las anteriores, existen otras plagas de insectos y vertebrados que ocasionalmente son importantes, por lo cual también se incluye una breve sección sobre ellas, que trata los aspectos conocidos sobre su manejo y aquellos campos en donde se necesita generar conocimiento para mejorarlo. Finalmente, se incluye una sección en donde se destacan algunas características del cultivo de la palma aceitera que facilitan la implementación de los conceptos del manejo integrado de plagas (MIP).

Opsiphanes cassina

O. cassina Felder (Lepidoptera: Nymphalidae) ha sido la plaga defoliadora más común en las plantaciones comerciales de palma aceitera en América Central. Las primeras defoliaciones documentadas ocurrieron en Honduras a principios de los años 70, y luego en

Costa Rica en los 80, cuando se contaron hasta 600 larvas por hoja y varios centenares de hectáreas fueron afectadas. Por lo general, las mayores poblaciones se han presentado durante los meses más lluviosos, cuando el daño al follaje puede ser muy severo, puesto que una larva bien desarrollada puede llegar a medir cerca de 9 cm y consumir el equivalente a tres folíolos durante su desarrollo larval (Fig.1). El lapso entre dos ciclos consecutivos de emergencia de adultos es de aproximadamente un mes: final de un ciclo e inicio del siguiente, lo cual define un período larval de unos dos meses.

Muestreo. El muestreo de las diferentes etapas de desarrollo del insecto plaga y sus enemigos naturales resulta básico en un programa de MIP. Un muestreo oportuno permite definir la ubicación e importancia del problema, así como las tácticas más razonables para enfrentarlo. Un método práctico de muestreo de la población de larvas de *O. cassina* fue desarrollado por Rainds *et al.* (1993), en Costa Rica.

Control biológico. El manejo de la vegetación asociada al cultivo debe considerarse como un componente importante del manejo integrado de *O. cassina*, de manera que se estimule la formación paulatina de sitios de refugio y de alimentación para las poblaciones de enemigos naturales de la plaga. Además del reconocimiento, siembra y protección de las especies beneficiosas, existen otras tácticas que ayudan a mantener una población saludable de parasitoides y depredadores, tales como el combate de malezas en banda, o bien detener el control de malezas generalizado durante los períodos

del año en que normalmente ocurren los incrementos poblacionales de la plaga.

Las avispas parasitoides *Cotesia* sp. se alimentan en malezas como *Ageratum conyzoides* (Santa Lucía), *Amaranthus spinosus* (bledo), *Baltimora recta* (florequilla), *Byttneria aculeata* (bebe chicha), *Cassia tora* (crotalaria), *Solanum jamaicense* (tomatillo) y *Vitis sycioides* (uva cimarrona); *Horismenus* sp. en *B. aculeata*, *C. reticulata* (saragundi), *C. tora*, *Melanthera aspera* (paira), *Scleria melaleuca* (navajuela) y *V. sycioides*; y *Conura* sp. en *A. spinosus*, *B. aculeata*, *C. tora*, *M. aspera*, *S. melaleuca*, *Urena lobata* (Fig. 2) y *V. sycioides* (Mexzón y Chinchilla 1999).

Las avispas parasitoides de los géneros *Ooencyrtus* y *Telenomus* (en huevos), *Brachymeria* (en pupas), *Cotesia*, *Conura* y *Horismenus*, y las moscas tachínidas (todos en larvas) son importantes reguladores de las poblaciones de mariposas cuando las densidades de población son bajas (Mexzón y Chinchilla 1996, 1999). Cuando la población del defoliador aumenta, se pueden presentar enfermedades causadas por entomopatógenos como hongos y virus.

Los chinches *Alcaeorrhynchus grandis*, *Mormidea* sp., *Podisus* spp. y *Proxys* sp. (Pentatomidae) son depredadores muy eficientes de larvas y pupas. Estos chinches son comunes en la vegetación asociada al cultivo, y en particular a la leguminosa de cobertura, el kudzú, *Pueraria phaseoloides*, donde depredan larvas de varios lepidópteros que mantienen activa una población base de los depredadores, la cual puede incrementarse durante la explosión de algún defoliador como el *Opsiphanes* (Mexzón y Chinchilla 1996, 1999).



Figura 1. Larva de último estado de *Opsiphanes cassina*.



Figura 2. Parasitoide adulto alimentándose en un nectario de *Urena lobata*.

Los virus son muy específicos y pueden ser utilizados efectivamente en aplicaciones terrestres o aéreas en situaciones de plaga. Genty y Mariau (1975) mencionan la preparación de soluciones virales con las larvas enfermas para su aplicación en el campo. Además de la especificidad de las preparaciones virales, se tiene la ventaja de que las soluciones preparadas pueden ser refrigeradas por largo tiempo, y ser utilizadas en el futuro cuando aparecen nuevos incrementos poblacionales del defoliador.

Plaguicidas comerciales. *O. cassina* es muy vulnerable a las aplicaciones comerciales de *Bacillus thuringiensis*, lo cual permite reducir dramáticamente su población con dosis bajas del producto, particularmente cuando se aplica en los últimos estados larvales. Para incrementar el efecto de la toxina, se ha utilizado la mezcla con dosis subletales de algún piretroide, pero esto no es necesario. Otras toxinas biológicas en formulaciones comerciales y los inhibidores de síntesis de quitina han resultado también de utilidad dentro de los esquemas del MIP.

Atrayentes. Constituyen posiblemente la herramienta más eficaz en el seguimiento (muestreo) y combate de la plaga desde una perspectiva de MIP, utilizando un mínimo de productos agroquímicos.

Los adultos de *O. cassina*, y en particular las hembras, son atraídos por fuentes de carbohidratos en las frutas maduras (piña, banano, caña de azúcar, etc.). Una trampa tradicional consiste en añadir un insecticida a las frutas y colocarlas sobre el suelo o en algún recipiente. No obstante, estas trampas tienen varios inconvenientes. La distribución en el campo es costosa, y es difícil documentar el impacto que los cebos tienen sobre la población de la plaga, ya que los insectos envenenados se alejan de la trampa y mueren en los alrededores, donde se pierden entre la maleza y son consumidos por hormigas y otros animales. Por otro lado, el veneno empleado constituye un daño potencial al ambiente, y crea un riesgo de que ocurran accidentes si un animal lo consume, incluyendo algunas avispas parasitoides.

Loría *et al.* (2000) describen una trampa de fabricación muy sencilla, pero de gran eficacia para reducir dramáticamente la población adulta de *O. cassina*. Entre las ventajas adicionales que ofrece, está la posibilidad de seguir la dinámica de la población de la plaga, y el hecho de no utilizar insecticidas. La trampa puede

ser usada tanto para definir el momento en que se inicia la emergencia de los adultos, como para realizar trampeos masivos.

La trampa consiste simplemente en una bolsa de plástico transparente (1 m x 0,60 m), que permite la entrada pero no la salida de las mariposas. En el interior de la bolsa, se coloca una botella también de plástico con el cebo atrayente que consiste en trozos de caña de azúcar o en una mezcla de melaza y levadura. Esta trampa ha sido usada comercialmente con mucho éxito, y durante su uso aún no se han presentado nuevos focos de la plaga, incluso en sitios en donde los ataques habían sido recurrentes durante varios años.

Oiketicus kirbyi

El lepidóptero *O. kirbyi* Lanús Guilding (Lepidoptera: Psychidae) es un insecto polígrafo que se alimenta de varios cultivos y plantas silvestres. Las larvas de esta familia construyen unos cestos o canastas dentro de las cuales se protegen y solo asoman parte de su cuerpo durante la alimentación. Los adultos presentan un dimorfismo sexual marcado; la hembra es neoténica con apariencia de larva y se mantiene dentro de su canasta protectora durante todo su ciclo de vida. El macho es una polilla que no se alimenta y esencialmente constituye un aparato volador con capacidades de copulación. En palma aceitera, *O. kirbyi* ha causado defoliaciones importantes en Colombia y Panamá. En Costa Rica, causó daños importantes en la zona Atlántica en banano, y luego, a comienzos de los años 90, se mantuvo como plaga importante en palma aceitera en el Pacífico sur.

Las hembras emergidas de la pupa impregnan los pelos del extremo inferior de la canasta con una mezcla de feromonas para atraer a los machos (Rhainds *et al.* 1994). En la competencia por el acceso a los machos, el momento de la emergencia y el movimiento de las hembras dentro del follaje de la palma determinan sus probabilidades de ser fecundadas (Rhainds *et al.* 1995a, 1995b).

Cuando el insecto se establece como plaga en una plantación, los ciclos de defoliación pueden repetirse cada 4-5 meses, que es el período de desarrollo larval. El daño de las larvas puede ser enorme, pues no sólo se pierde el follaje que consumen, sino que su patrón de alimentación provoca que grandes porciones del folíolo caigan al suelo sin ser consumidos.

El manejo de este insecto puede volverse muy complicado debido a sus hábitos polígrafos, lo prolon-

gado del ciclo de vida, la habilidad de la larva desarrollada de soportar ayunos prolongados, la protección brindada por la canasta de residuos vegetales, y la gran fecundidad de las hembras, las cuales pueden dar origen a varios miles de huevos.

Muestreo. Rhains *et al.* (1996) determinaron que el muestreo de 160 folíolos en la hoja en posición 17 en la filotaxia ofrecía una buena correlación ($R^2 = 0,77$) con la población en toda la hoja, y eventualmente con la población de toda la palma.

Manejo de la flora asociada al cultivo y control biológico. Las avispas parasitoides (Fig. 3) son posiblemente los reguladores más importantes de la población del insecto: *Digonogastra diversus* (= *Iphiaulax* pos. *psychidosphagus*) (Braconidae), *Conura brethesi*, *Conura oiketicusi* (= *Psychidomicro* sp.), *Brachymeria* sp. (Chalcididae), *Ateleute* sp. y *Filistina* sp. (Ichneumonidae). Varias especies de moscas parásitas de las familias Sarcophagidae y Tachinidae también han sido encontradas alimentándose de *O. kirbyi* (Lara 1970, Stephens 1984, Villanueva y Ávila 1987, Mexzón y Chinchilla 1996, 1999).

Durante los ataques ocurridos en el Pacífico sur de Costa Rica, se encontró un fuerte parasitismo de las larvas por *D. diversus* y *Conura* spp. Estas avispas parasitoides se han observado alimentándose de las flores y las glándulas extraflorales de varias especies vegetales. Una idea clara de su importancia como reguladores eficientes de la población de *O. kirbyi* surge de que en siembras jóvenes de palma aceitera, las

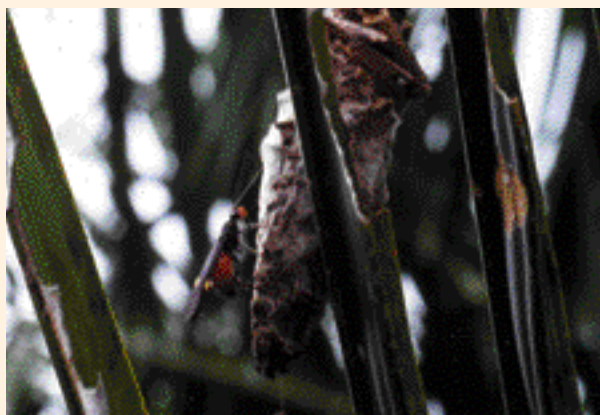


Figura 3. Parasitoide sobre un cartucho de *Oiketicus kirbyi*.

larvas pueden mostrar un parasitismo de hasta 95%, lo cual contrasta con el parasitismo observado en plantaciones adultas (<10%), posiblemente debido a la escasez de enemigos naturales, los cuales están limitados por la carencia de vegetación melífera. *D. diversus* se alimenta en bledo, florecilla, *C. tora*, nava-juela y uva cimarrona. Las avispas *Conura* spp. son comunes en bledo, *C. tora*, paira, y tomatillo. *Ateleute* sp. y *Filistina* sp. comparten las mismas especies vegetales que las avispas mencionadas (Mexzón y Chinchilla 1992, 1996, 1999).

Plaguicidas. El uso irracional de insecticidas de amplio espectro puede conducir al aumento poblacional de esta plaga (Lara 1970, Stephens 1984). Por otro lado, la protección que le brinda la canasta al insecto y la capacidad de soportar ayunos prolongados, lo convierte un organismo difícil de combatir por medios químicos.

Las formulaciones de *B. thuringiensis* son efectivas, pero las dosis que se deben utilizar son considerablemente más altas que en el caso de *O. cassina*, y muy comúnmente se alcanza a afectar solo unas dos terceras partes de la población de larvas, lo cual obliga a realizar dos o más aplicaciones del producto durante un ciclo del insecto.

Otros insecticidas de más amplio espectro (monocrotofos), tienen el potencial de ser usados en focos localizados de ataque, si se aplican utilizando las ventajas de la absorción radical, o bien, se aplican directamente al tronco.

Atrayentes. El uso de la feromona sexual producida por la hembra tiene un gran potencial para mantener un seguimiento de la abundancia de machos, y eventualmente reducir su población. La cantidad de adultos capturados en trampas con la feromona se correlaciona con la población de larvas en las hojas (Rhains *et al.* 1994). Los estudios para la utilización comercial de la feromona están temporalmente suspendidos ya que la población actual de la plaga es muy baja en las plantaciones en América Central.

Otros métodos de combate. La recolección manual de larvas en palmas jóvenes ha sido realizada con un grado variable de éxito, dado que dependiendo de la altura de la palma (y del trabajador), los canastos recolectados corresponden principalmente a los estratos inferiores del follaje, en donde se concentran los machos de la especie (Rhains *et al.* 1995).

Otras plagas

En plantaciones jóvenes en América Central, las plagas de importancia son *Strategus aloeus* (Coleoptera: Scarabaeidae) y las ratas. Los adultos de *S. aloeus* excavan un orificio en la base de las plantas y se alimentan del bulbo basal. Los estados larvales se desarrollan en residuos orgánicos en descomposición. Cuando la siembra se realiza después de eliminar la selva primaria o secundaria, se pueden esperar ataques severos de esta plaga. Sin embargo, cuando los residuos vegetales se cubren tempranamente con alguna planta de crecimiento rápido (como una leguminosa rastrera), las hembras de *Strategus* tienen dificultad para localizar los troncos en descomposición, o bien la ovoposición se dificulta. La obsesión por mantener el cultivo libre de malezas puede promover serios ataques de esta plaga, al exponerse cúmulos de materia orgánica en donde se reproduce el insecto.

En el sureste asiático, se ha obtenido éxito en el manejo de *Oryctes rhinoceros* mediante el uso de un baculovirus. *Oryctes* y *Strategus* pertenecen a la misma subfamilia (Dynastinae) y tienen hábitos muy similares. Por otro lado, las feromonas de agregación han sido descritas para *Oryctes* spp., de manera que la búsqueda y uso de feromonas y entomopatógenos en *S. aloeus* es una posibilidad interesante de investigación.

El daño por roedores, principalmente ratas, puede ser severo en palma joven. En América Central las principales especies de ratas concentran su ataque en la base de las hojas más viejas y en los racimos en formación (Torres y Salazar 2002). El manejo de roedores obliga a un enfoque integral, manipulando el ambiente para hacerlo lo más inhóspito posible para ellos. Esto implica destruir los sitios de reproducción y refugio. La mejora del drenaje superficial es fundamental, así como la eliminación de malezas gramíneas de porte alto. Una plantación razonablemente limpia, particularmente en la rodaja alrededor de la base de las plantas, ayuda a que las ratas puedan ser vistas más fácilmente por las aves rapaces.

En Malasia se combina el uso de anticoagulantes con la actividad del búho *Tyto alba*. Esta ave, sin embargo, es afectada cuando consume un animal envenenado con un cebo preparado con anticoagulantes de la segunda generación (como brodifacoum). Sin embargo, los venenos del grupo de la warfarina son seguros. La estrategia que se ha seguido consiste en proporcionar sitios para anidamiento (casas de madera) en la plantación, y construir pértigas de observación para las aves. Esto se combina con el uso de anticoagulan-

tes seguros para las aves, cuando es necesario (Duckett 1982).

En América Central el riesgo de causar daño a las aves rapaces es alto, debido a la preferencia por los anticoagulantes "más efectivos" de la segunda generación. En Honduras hemos observado la asociación entre la aparición de aves rapaces muertas y el uso de cebos de brodifacoum.

T. alba es un rapaz presente en nuestros países, y una especie que debe tomarse en cuenta para el manejo integrado de los roedores. Algunos intentos en el pasado para que esta especie anidara en construcciones (casas, pajareras) armadas según las especificaciones dadas en Malasia no fueron exitosos, pero es evidente que se necesita más investigación para adaptar la tecnología a nuestras condiciones.

La enfermedad del anillo rojo-hoja pequeña

El anillo rojo-hoja pequeña es la enfermedad más importante del cocotero y la palma aceitera en América Central. El nematodo causal, *Bursaphelenchus cocophilus* es transmitido fundamentalmente por *R. palmarum*. Otros posibles vectores han sido señalados, pero su importancia es cuestionable, como el caso de *Metamasius hemipterus*, cuya relación con la enfermedad no ha podido ser comprobada, al menos en Costa Rica, a pesar de haberse utilizado un método de trampeo con feromonas de agregación (Pérez *et al.* 1997, Bulgarelli *et al.* 1998).

En palma aceitera, la presencia del nematodo puede causar un amarillamiento y secamiento progresivo a partir de las hojas inferiores. La muerte de la palma puede ocurrir en pocos meses. Esta sintomatología se ha designado como la clásica del anillo rojo y es la manifestación aguda de la enfermedad.

En otras circunstancias, el nematodo se localiza principalmente en la región del cogollo, particularmente en las hojas primordiales en la fase de crecimiento rápido, lo cual causa que la palma emita sucesivamente hojas cada vez más cortas y deformes. La ausencia de amarillamiento y la presencia de estas hojas de menor longitud le han dado el nombre de "hoja pequeña" a esta manifestación de la enfermedad. Este tipo de síntoma puede definirse como crónico, ya que la palma puede permanecer viva por años (Fig. 4). La hoja pequeña y los síntomas clásicos son los dos extremos de un continuo que se presenta en el campo, por lo cual es posible encontrar palmas que presenten una combinación de los síntomas (Chinchilla y Richardson 1987, Chinchilla 1992).



Figura 4. Síntomas clásicos y de hoja pequeña (anillo rojo) en palma aceitera.

La enfermedad del anillo rojo es de baja incidencia en plantaciones jóvenes (menores de seis años), pero tiene el potencial de abarcar el 20% de las palmas en siembras de mediana edad (13 años), y alcanzar un acumulado del 40% o más de las palmas en siembras viejas (20 años). No obstante, la incidencia de la enfermedad no es uniforme en la plantación, siendo determinada no solo por la edad, sino también por la cercanía a otras plantaciones enfermas, con altas poblaciones del insecto vector (Chinchilla 1992).

Los adultos de *R. palmarum* son atraídos por heridas y pudriciones en el tallo y el cogollo de las palmas. La ovoposición ocurre en estos puntos, y las larvas en desarrollo son capaces de causar un deterioro considerable de los tejidos como producto de sus actividades (Mezxón *et al.* 1994). Cuando la palma atacada tiene el nematodo del anillo rojo, las larvas pueden adquirirlo, y lo mantienen a través de las mudas hasta alcanzar el estado adulto (Griffith 1987).

La población de *R. palmarum* es agregada dentro y entre lotes de cosecha según su edad, ubicación y manejo (Oehlschlager *et al.* 1995). Existe también una marcada variación estacional, en donde las máximas capturas en trampas se consiguen durante la estación seca. La población del insecto infestada por el nematodo (vectores potenciales) también varía durante el año y entre lotes de cosecha en la plantación. Contrariamente al comportamiento de la población total, el porcentaje de insectos que transporta el nematodo es

menor en los meses secos del año, y aumenta en el segundo período de la época de lluvias (Chinchilla *et al.* 1991, Morales y Chinchilla 1991).

El manejo del anillo rojo requiere de una serie de medidas integradas que abarquen toda el área en la cual se ubica la plantación de palma aceitera. El control debe dirigirse a reducir las fuentes de infección del nematodo (palmas enfermas), así como la población del insecto vector. Tras varios años de experiencia en el combate de esta enfermedad en Costa Rica, se han definido seis tácticas principales, que determinan el éxito en reducir la incidencia del anillo rojo a niveles económicamente manejables. Estas medidas, descritas a continuación, han dado como resultado que la enfermedad del anillo rojo haya dejado de ser el principal problema fitosanitario de la palma aceitera, quedando relegado por ahora a un segundo plano, después de las pudriciones del cogollo, de etiología no esclarecida aún por completo.

Organización y entrenamiento del personal de fitosanidad. Toda plantación comercial de palma aceitera debe tener un grupo de personas encargadas de manejar los problemas fitosanitarios. En el caso del anillo rojo, se requiere que estén adiestradas en el reconocimiento de los síntomas y sus variaciones, principalmente en las etapas iniciales de la enfermedad. Deben también conocer muy bien las relaciones de la enfermedad con el vector y el comportamiento de este.

Eliminación de las palmas con síntomas. El tratamiento de las palmas enfermas con nematicidas tradicionales no es recomendable, ya que la respuesta obtenida es errática. Se han intentado aplicaciones al cogollo, al suelo, vía radical y por inyección al tronco con diferentes productos y dosis. La respuesta errática a los nematicidas, junto con el riesgo que estos ofrecen para el ambiente, hacen que su uso como tratamiento curativo o preventivo sea muy cuestionable.

Las palmas enfermas constituyen las fuentes de inóculo del nematodo, por lo cual deben eliminarse. *B. cocophillus* es un parásito obligado, no sobrevive más allá de pocos meses en los troncos de palmas cortadas, y en el suelo desaparece luego de unos pocos días. La eliminación de otras palmas infectadas (principalmente cocoteros) de las áreas vecinas también contribuye a la reducción de la enfermedad dentro de la plantación.

Las palmas enfermas deben eliminarse con un arboricida. Como el objetivo es detectar las palmas afectadas con los primeros síntomas, estas tienen todavía el sistema vascular parcialmente funcional, y pueden trasladar un producto inyectado al tronco.

Además del producto escogido, la forma y el momento de la aplicación son también importantes. El herbicida debe matar un alto porcentaje de las plantas tratadas y los tejidos deben sufrir un rápido deterioro, de manera que las larvas del vector que pudieran estar presentes no puedan cumplir su ciclo y emerger como adultos y posibles vectores. También es deseable que el producto tenga algún efecto insecticida o repelente de la ovoposición o establecimiento de las larvas. Varias de estas características se encuentran en el herbicida Daconate (MSMA).

Reducción de los sitios de cría del vector. Los sitios comunes de reproducción de *R. palmarum* son palmas con daños mecánicos (por cosecha, ratas, vientos fuertes), enfermas (por pudriciones del cogollo), sometidas a descargas eléctricas, etc. Las heridas en el tronco se producen comúnmente durante las labores de cosecha y poda de hojas por operarios inexpertos, lo cual puede corregirse fácilmente.

Las palmas afectadas por pudriciones deben limpiarse, y tratarse en la medida de lo posible con un insecticida con efecto contra *R. palmarum*.

La forma de destruir las palmas puede tener un profundo impacto sobre la población del insecto vector. Cuando la palma es cortada con motosierra, los

cortes atraen a los adultos del insecto, que se reproducen en estos tejidos. Si la palma eliminada estaba contaminada con el nematodo del anillo rojo, existe un alto riesgo de que muchas de las larvas que se desarrollen en estas palmas sean portadores del nematodo.

Reducción de la población adulta infestada del vector.

Los adultos de *R. palmarum* son atraídos por los alcoholes volátiles que emanan de heridas y pudriciones en las palmas, así como por los olores de algunas frutas maduras y la caña de azúcar. Este comportamiento se ha utilizado para atraer y capturar a los insectos adultos en trampas preparadas con pedazos de tejido de estas plantas (Morin *et al.* 1986, Chinchilla y Oehlschlager 1992).

El costo de preparación y mantenimiento de las trampas es alto, pues deben ser reemplazadas semanalmente. Cuando la incidencia del anillo rojo y la población del insecto vector son altas, las trampas pueden resultar insuficientes para reducir la enfermedad a un nivel económico aceptable.

La utilización del rincoforol, la feromona de agregación, producida por el macho (Rochat *et al.* 1991), ha permitido mejorar enormemente la eficiencia del trapeo de *R. palmarum* y el control del anillo rojo, tanto en América Central como en otros países de América tropical, en donde también fue un problema importante (Chinchilla *et al.* 1993, Oehlschlager *et al.* 1993a, 1993b, Giblin-Davis *et al.* 1996).

El uso del rincoforol permite aumentar la eficiencia de las trampas de 6 a 30 veces. La trampa más eficiente probada comercialmente en el campo consiste en un recipiente de plástico con una capacidad de entre 5 y 20 litros (Fig 5). Como fuente de alimento se ha preferido el uso de la caña de azúcar por ser un material fácil de obtener, y por permanecer atractivo al insecto por un período de dos semanas al menos, según su preparación. La caña puede impregnarse con un insecticida como el carbaryl (Sevin 80%), de manera que los insectos que visitan la trampa mueran al alimentarse.

El programa de trapeo y sanidad debe ser permanente. Cuando la incidencia de la enfermedad del anillo rojo y la población del vector son muy altas, hay que esperar unos nueve meses para detectar los beneficios del programa. Esto se debe a la necesidad de reducir significativamente la población total del insecto; se debe aguardar que transcurra el período de incubación

normal de la enfermedad, y se manifiesten síntomas en muchas palmas, cuya infección ocurrió en el período en que el trapeo no era aún efectivo.



Figura 6. Trampa para *Rhynchophorus palmarum*, cebada con caña de azúcar y feromonas.

Ley de sanidad. Un elemento que ha contribuido al éxito alcanzado en Costa Rica en la reducción del anillo rojo ha sido la promulgación de una ley que obliga a todo productor a considerar el combate de la enfermedad como prioritario. Esto ha hecho que las labores de eliminación de fuentes de inóculo y reducción de la población del insecto vector se hayan extendido a grandes áreas.

Un programa de manejo integrado de *R. palmarum* y la enfermedad del anillo rojo se puso en marcha en dos plantaciones de varios miles de hectáreas de palma aceitera en Costa Rica (Coto y Quepos), donde se logró reducir la incidencia de la enfermedad en más de un 90% en menos de dos años. Esta reducción correspondió a una disminución similar en la población del insecto vector, *R. palmarum*, según se estimó a través de las capturas en trampas cebadas con rincoforol. El éxito en el control de la enfermedad y el vector se ha repetido en varios países de América tropical.

Pudriciones del cogollo

Existe una serie de trastornos del crecimiento de la palma aceitera cuyos síntomas son un deterioro del sistema radical y el desarrollo de pudriciones, secamientos, amarillamientos y, a veces, deformaciones en la región del cogollo (hojas flecha y primeras hojas abiertas). Las pudriciones en los tejidos del cogollo de la palma aceitera son comunes en todas las regiones de África, Asia y América en las que se ha cultivado

esta palma (Kovachich 1957, Turner 1981, Mariau *et al.* 1992, Swinburne 1993, Chinchilla y Durán 1998).

El más común de estos trastornos es el “síndrome de la pudrición común de la flecha-arqueo foliar”, que por lo general afecta las palmas durante sus dos primeros años de edad. Los ataques son con frecuencia de poca duración, y la mayoría de las palmas afectadas se recupera sin ayuda. Las causas del trastorno no están bien determinadas. Varios microorganismos se encuentran asociados a las pudriciones en las hojas flecha, particularmente *Erwinia* sp. y *Fusarium* spp. (Turner 1981, Monge *et al.* 1993), pero la eficacia de los tratamientos (mezclas de insecticidas y fungicidas) para recuperar las plantas enfermas es muy cuestionable. El arqueo foliar, caracterizado por el desarrollo de una curvatura de los raquis de las hojas, ha sido explicado en términos genéticos (Blaak 1970), y la anatomía del tejido fue descrita por Monge *et al.* (1994).

Las diferencias en susceptibilidad entre orígenes y progenies dentro de un mismo origen son bastante claras. Sin embargo, existen factores de predisposición a la enfermedad que definen su incidencia y severidad. En América Central, en particular, se ha señalado el mal drenaje y los desequilibrios nutricionales como factores de predisposición (Chinchilla 1993, Monge *et al.* 1993, Alvarado *et al.* 1997).

En plantaciones jóvenes en el campo aparecen típicamente dos picos de incidencia de estos trastornos. El primero coincide con el establecimiento de la estación lluviosa, después del primer año de sembradas las plantas. Durante el período seco es normal que las raíces no crezcan mucho y que muchas mueran. Posteriormente, con la llegada de las lluvias, se hace la primera aplicación de fertilizante del año (principalmente nitrógeno), lo cual puede crear un desequilibrio raíz/parte aérea que predispone al desarrollo de la enfermedad. Un segundo pico de incidencia ocurre durante ese mismo año (segundo en el campo), durante los últimos meses lluviosos, cuando los suelos están saturados de agua (pobre aeración), lo cual también causa muerte de raíces.

Las pudriciones del cogollo propiamente dichas son conocidas en la mayoría de los países de América tropical y fuera de este continente. Los síntomas son un amarillamiento pronunciado en varias hojas jóvenes (generalmente en posición 2-4 en la filotaxia), y pudriciones en las flechas, que normalmente bajan hasta la base de las hojas, sin llegar normalmente al meristemo. El sistema radical de las palmas

está deteriorado: pocas raíces absorbentes, pudriciones en las raíces formadas y deformaciones diversas. La pudrición del cogollo ataca palmas de cualquier edad, y una proporción de ellas se recupera aún sin asistencia.

La pudrición letal del cogollo es esencialmente una forma severa de la pudrición; una proporción considerable de las palmas muere, ya que las pudriciones bajan hasta la zona del meristemo apical. No se conocen aún las razones por las que las pudriciones bajan hasta el meristemo y matan la palma, pero podrían estar asociadas a mejores condiciones ambientales que favorecen el ataque de patógenos más agresivos, como *Phytophthora* sp.

Las pudriciones del cogollo son sin duda el problema fitosanitario de mayor impacto económico en las plantaciones de palma aceitera en América tropical. Cuando se han conjugado las condiciones apropiadas para su desarrollo, la incidencia ha alcanzado 90% o más, y en algunos casos a ocasionado el abandono de varios miles de hectáreas, tal como ha ocurrido en Brasil, Ecuador, Colombia, Surinam y Panamá (Turner 1981, Mariau *et al.* 1992, Swinburne 1993). En Costa Rica, el problema se presentó en el pasado en algunas plantaciones establecidas en la zona Atlántica, y ahora prevalece en la zona de Parrita y Quepos, donde se le conoce localmente como “flecha seca”, la cual es una condición que normalmente no causa la muerte de las palmas y existe un gran potencial para la recuperación (Chinchilla y Durán 1999).

Patógenos asociados. Las raíces y tejidos jóvenes aéreos aparecen con lesiones en palmas con pudrición del cogollo, con varios patógenos asociados: *Erwinia* spp., *Fusarium* spp., *Thielaviopsis* sp. y *Pythium* spp. Todos estos microorganismos son reconocidos patógenos oportunistas asociados a pudriciones en raíces y lesiones de la parte aérea en muchas plantas, y están presentes en prácticamente cualquier agroecosistema.

Factores de predisposición. La pudrición del cogollo y trastornos similares como la flecha seca están asociados a varios factores del suelo, clima y agronomía que son negativos para el crecimiento normal de las plantas, particularmente del sistema radical. Entre estos, los más comunes son una aeración deficiente del suelo, una fertilización desequilibrada y un balance hídrico alterado. La mala aeración del suelo puede ocurrir por problemas de drenaje interno (capas semi-impermeables, texturas

muy finas o contrastantes, etc.) o compactación. Los problemas nutricionales implican desequilibrios entre cationes en el suelo, principalmente cuando el potasio es bajo o hay un alto contenido de calcio o magnesio. La pudrición también suele asociarse con la fertilización nitrogenada en exceso. Otros elementos vinculados son el cobre y el zinc, y la relación hierro/manganeso (Chinchilla y Durán 1998, 1999).

El balance hídrico en la planta es trastornado en terrenos anegados y durante períodos secos prolongados, particularmente cuando el contenido de potasio es bajo, y la textura del suelo es gruesa. Un factor de estrés consistentemente asociado a los problemas de pudrición y la flecha seca es un suelo de poca profundidad, bajo el cual existan capas de materiales gruesos, tales como deposiciones de ríos. El desarrollo radical en estratos de texturas muy gruesas o gravosas es limitado aún en la época de lluvias (fertilidad pobre), y muchas de las raíces que logran formarse mueren durante una estación seca prolongada. El problema se complica si existe un nivel freático fluctuante que asciende hasta pocos centímetros de la superficie (Chinchilla y Durán 1999).

Manejo del problema. En todas las situaciones en que se ha presentado una alta incidencia de las pudriciones del cogollo en plantaciones de palma aceitera, el fenómeno se ha asociado a la presencia de los factores de predisposición descritos. Hasta ahora no se ha presentado ninguna evidencia importante para aceptar la hipótesis de que existe un patógeno como causa primaria del problema. Todos los intentos por manejar el problema con la aplicación de fungicidas, bactericidas y sustancias similares (en forma preventiva o curativa) han fracasado.

Considerando la situación, actualmente solo existen dos vías (que posiblemente deban combinarse) para convivir con el problema: la resistencia o tolerancia genética, y un manejo agronómico del cultivo, en donde se eviten o alivien los efectos de los factores de predisposición al problema.

El desarrollo y prueba de nuevos materiales genéticos con potencial de convivir con el problema es un proceso lento en un cultivo perenne como la palma aceitera, de manera que en el corto plazo se ha trabajado tratando de eliminar o mitigar el efecto negativo de los factores de predisposición. El trabajo ha sido dirigido a reducir la compactación del suelo, mejorar la infraestructura de drenaje, añadir materia orgánica al

suelo, y ofrecer a la palma una nutrición más equilibrada, particularmente supliendo el potasio, que es el elemento encontrado hasta ahora más cercanamente asociado al problema cuando está en una condición de deficiencia o desequilibrio en el suelo (Chinchilla y Durán 1998, 1999). Debe considerarse que desde una perspectiva práctica, la mayoría de los problemas de desequilibrios entre manganeso y hierro pueden resolverse simplemente aireando el suelo.

El programa de manejo de la población del anillo rojo y su vector en Costa Rica (descrito anteriormente) ha sido un elemento muy importante para reducir el potencial destructor de la flecha seca, ya que manteniendo baja la población de *R.palmarum*, se evita que las palmas con las pudriciones se conviertan en sitios de reproducción del insecto, lo cual podría causar su muerte, tal y como ha sido observado en otros países.

El manejo de la plantación descrito ha dado lugar a la recuperación de varias miles de hectáreas del cultivo en Quepos, que ahora muestran una recuperación total del follaje (no aparecen pudriciones, secamientos o amarillamientos). Muchas de estas áreas han reiniciado una producción de racimos similar a que mostraban antes de que apareciera el problema en forma generalizada. No obstante el éxito parcial obtenido, existen todavía muchas lagunas en el conocimiento de las causas del problema, y no se ha podido desarrollar un programa sistemático de manejo que realmente garantice que aparezca el problema en las siembras comerciales de palma aceitera. Este trabajo está pendiente, y ocupa un lugar de máxima importancia en la agenda de investigación actual.

Aspectos del cultivo favorables para el manejo integrado de plagas

Vigilancia de la plantación. Para tener una idea de la dinámica de la población de una plaga artrópoda y de sus enemigos naturales en una plantación, son necesarias las observaciones periódicas. Se han propuesto varios esquemas de vigilancia y recuento de poblaciones (Genty 1978, Morin y Philippe 1978, Chinchilla, 1993). La vigilancia de una plantación de palma aceitera se facilita, dado que cada palma puede ser claramente identificada mediante un sistema de coordenadas que considera cada fila de palmas y la posición de cada una de ellas en la fila.

Aspectos cuarentenarios. La mayoría de las enfermedades de la palma aceitera no pueden ser transmitidas por semilla sexual, es la forma más extendida para iniciar nuevas plantaciones (Chinchilla y Umaña 1996, Chinchilla 2001). Solo hay un problema que merece atención en el aspecto cuarentenario, la marchitez vascular causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*. Debido a la amplia presencia de esta enfermedad en varios países de África (Renard y Franqueville 1989) y su presencia localizada en solo dos países en Suramérica, existe la posibilidad de que el patógeno haya llegado hasta allí en lotes de semilla o en muestras de polen (Flood *et al.* 1990). Esta situación nos recuerda la importancia de establecer y mantener medidas cuarentenarias efectivas para evitar la introducción de este problema en América Central.

Cultivos asociados. La cercanía de una plantación de palma aceitera a otro cultivo, también define el tipo de plaga que puede presentar. Por ejemplo, la palma aceitera y el banano comparten varios insectos plaga cuando son plantados cercanamente. El tipo de plaga y el nivel de daño pueden variar también cuando se utiliza algún cultivo intercalado. El manejo de plagas comienza entonces desde la escogencia misma del sitio en donde se establecerá la plantación, y de la preferencia que tenga el agricultor o empresario por otros cultivos que intente intercalar con la palma aceitera.

Necesidad de productos agroquímicos y nuevas formas de aplicación. El mantenimiento de una plantación adulta de palma aceitera normalmente requiere del uso de muy pocos productos agroquímicos, además de los fertilizantes y los herbicidas. En el caso de estos últimos, el uso puede ser restringido a mantener limpia la base de las palmas y los sitios por donde transitan los trabajadores. En palmas jóvenes, las entrecalles son normalmente cubiertas por leguminosas como el kudzú, las cuales controlan la mayoría de las malas hierbas en estos sectores. En palmares adultos, la sombra impide el crecimiento de malezas agresivas, y el tipo de flora puede ser manejado de manera que se favorezca la colonización de plantas benéficas.

Existen algunas modalidades de aplicación de insecticidas en palmáceas que permiten aumentar la selectividad. Un método consiste en hacer un agujero en la base del tallo y verter allí el insecticida. Una variación consiste en buscar una raíz madura lignificada y, luego de realizarle un corte, ponerla en una pequeña

bolsa plástica que contenga el producto insecticida. En ambas situaciones, la corriente de transpiración arrastra el insecticida para matar en forma selectiva a los insectos que se estén alimentando del follaje. De esta forma, se espera proteger a los enemigos naturales (Wood *et al.* 1974, Mariau y Genty 1992). No obstante, algunos parasitoides podrían resultar afectados (Hoong y Crystopher 1992). El abuso de estas técnicas ha conducido, con el tiempo, a la necesidad de aumentar la frecuencia de las aplicaciones y las dosis de los insecticidas.

Uso de suspensiones virales. El uso de virus sobre miembros de la familia Limacodidae en palma aceitera es común en Suramérica y Asia (Genty y Mariau 1975, De Chenon *et al.* 1987). Las preparaciones virales se obtienen por métodos muy sencillos, como recoger en el campo orugas infectadas, licuarlas, filtrarlas y aplicar la suspensión con el equipo ordinario de aspersión. En Honduras, una experiencia demostró la bondad de este método contra *Sibine* sp.

Mantenimiento de una flora benéfica asociada al cultivo. Con el crecimiento en altura del cultivo, se reduce la cantidad de luz que llega hasta el suelo y muchas malezas que necesitan exposición directa a los rayos del sol son desplazadas por especies propias de zonas de sombra. El uso generalizado de herbicidas mata selectivamente algunas especies en particular. El resultado final es una reducción en el número de especies en el agroecosistema. Cuando se utiliza una cobertura de alguna leguminosa (generalmente kudzú) se obtienen varios beneficios, pero también se está limitando la biodiversidad. Recientemente se ha incrementado el interés por estudiar las múltiples interrelaciones entre insectos plaga del cultivo, sus enemigos naturales y algunas plantas herbáceas con las cuales se asocian estos enemigos naturales. Varios entomólogos han realizado inventarios de las plagas artrópodas, sus controladores biológicos y las plantas en donde transcurre parte del ciclo de vida de estos últimos (Genty *et al.* 1978, Genty 1984, Mexzón y Chinchilla 1992, 1996, 1999, Delvare y Genty 1992).

Varias malezas de diversas familias, incluyendo Solanaceae, Malvaceae, Compositae, Leguminosae, Sterculiaceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae, y Cypera-

ceae, han sido identificadas como atractivas para varias especies de parasitoides en plantaciones comerciales de palma aceitera en Centroamérica. La lista de plantas identificadas en estos trabajos incluye 18 familias y 37 especies (Mexzón y Chinchilla, 1992, 1996, 1999). La mayoría de estas especies son poco competitivas y son fácilmente desplazadas por otras más agresivas, a menos de que el combate de malezas se programe para protegerlas.

Conclusiones

El trabajo de investigación realizado en las plantaciones comerciales de palma aceitera de Costa Rica durante el último decenio ha permitido mejorar las tácticas de manejo integrado de los diferentes problemas fitosanitarios que afectan el cultivo. El conocimiento actual brinda al cultivador de palma aceitera una serie de herramientas prácticas que puede utilizar con éxito para reducir los riesgos de aparición de problemas fitosanitarios graves. Una hipótesis clave del trabajo realizado ha sido que la incidencia (y severidad) de muchos problemas fitosanitarios importantes, como las pudriciones del cogollo, puede ser manejada con éxito, si el manejo de la plantación contempla la evitación de situaciones de estrés sobre el cultivo, tal como una nutrición desequilibrada.

El caso de la palma aceitera es un ejemplo de que los principios del manejo integrado de problemas fitosanitarios pueden ser aplicados con éxito, y permiten mantener poblaciones de las principales plagas en números bajos, sin necesidad de arriesgar la calidad del ambiente.

Actualmente, el principal problema fitosanitario de la palma aceitera en América tropical no ha sido resuelto del todo. Las pudriciones del cogollo continúan siendo el riesgo más importante que deben superar las plantaciones para sobrevivir, y aún no tenemos la receta para reducir este riesgo de manera económicamente manejable. La investigación deberá dar la solución final, que posiblemente incluirá una combinación de nuevos materiales genéticos tolerantes al problema, así como el desarrollo de un programa de manejo agronómico de las plantaciones que evite o reduzca la mayor cantidad posible de factores de estrés sobre el cultivo, en particular una mala aeración del suelo y una nutrición desequilibrada.

Literatura citada

- Alvarado, A; Chinchilla, CM; Bulgarelli, J; Sterling, F. 1997. Agronomic factors associated with common spear rot/crown disease in oil palm. *ASD Oil Palm Papers (CR)* 15: 8-28.
- Blaak, G. 1970. Epistasis for crown disease in the oil palm (*Elaeis guineensis*). *Euphytica* 19: 22-24.
- Bulgarelli, J; Chinchilla, CM; Oehlschlager, C. 1998. The little leaf/red ring syndrome and *Metamasius hemipterus* captures in oil palm in Costa Rica. *ASD Oil Palm Papers (CR)* 18: 17-24.
- Chinchilla, CM; Richardson, DL. 1987. Four potentially destructive diseases in Central America. In *Oil Palm/Palm Oil Conferences. Agriculture. (1987, Kuala Lumpur, MY), Proceedings. PORIM.* p. 468-470.
- Chinchilla, CM; Menjivar, R.; Arias, E. 1991. El picudo de la palma y la enfermedad del anillo rojo-hoja pequeña en una plantación comercial de palma aceitera en Honduras. *Turrialba* 40(4): 471-477.
- Chinchilla, CM. 1992. El síndrome del anillo rojo-hoja pequeña en palma aceitera y cocotero. *Palmas (CO)* 13(1): 33-56.
- Chinchilla, CM; Oehlschlager, AC. 1992. Comparación de trampas para capturar adultos de *Rhynchophorus palmarum* utilizando la feromona de agregación producida por el macho. *Manejo Integrado de Plagas (CR)* 29: 28-35.
- Chinchilla, CM. 1993. Fauna perjudicial y enfermedades en palma aceitera. *ASD de Costa Rica (CR)*. 134 p.
- Chinchilla, CM; Oehlschlager, AC; González, LM. 1993. Management of the red ring disease in oil palm through pheromone-based trapping of *Rhynchophorus palmarum*. In *International Palm Oil Congress. Agriculture. (1993, Kuala Lumpur, MY). Proceedings. PORIM.* p. 428-441.
- Chinchilla, CM; Umaña, C. 1996. There is no (known) danger in importing diseases through oil palm seed imports from Costa Rica. *ASD Oil Palm Papers (Costa Rica)* 13: 1-8.
- Chinchilla, CM; Durán, N. 1998. Manejo de problemas fitosanitarios en palma aceitera. Una perspectiva agronómica. *Palmas (CO)* 19: 242-256.
- Chinchilla, CM; Durán, N. 1999. Nature and management of spear rot-like problems in oil palm: a case study in Costa Rica. In *International Palm Oil Congress. Agriculture. (1999, Kuala Lumpur, MY). Proceedings. PORIM.* p. 97-126.
- Chinchilla, CM. 2001. Chlorotic ring spot and other virus-like symptoms in oil palm: risks for seed transmission. *ASD Oil Palm Papers (CR)* 22: 17-27.
- Delvare, D; Genty, P. 1992. Interés de las plantas atractivas para la fauna auxiliar de las plantaciones de palma aceitera en América tropical. *Oleagineux* 47(10): 551-558.
- De Chenon, D; R; Mariau, D; Monsarrat, P; Fediere, G; Sipanyung, A. 1987. Research into entomopathogenic agents of viral origin in leaf eating Lepidoptera of the oil palm. In *International Oil Palm Conferences. (1987, Kuala Lumpur, MY). Proceedings. PORIM.* p. 471-478.
- Duckett, JE. 1982. Barn owl (*Tyto alba*) and the second generation rat-baits utilized in oil palm plantations in Malaysia. *Planter (MY)* 60: 3-11.
- Flood, J; Mepsted, R; Cooper, R. 1990. Contamination of oil palm pollen by *Fusarium* spp. *Mycological Research* 94(5): 708-709.
- Genty, P; Mariau, D. 1975. Utilización de un entomopatógeno contra *Sibine fusca*. *Oleagineux* 30(8/9): 349-354.
- Genty, P; Mariau, D. 1975. Utilización de un germen entomopatógeno en la lucha contra *Sibine fusca*. *Oleagineux* 30(8/9): 349-354.
- Genty, P. 1978. Phytosanitary checks on adult oil palm plantations in Latin America. *Oleagineux* 33(11): 549-553.
- Genty, P; De Chenon, D; Morin, J. 1978. Las plagas de la palma aceitera en América. *Oleagineux* 33(7): 324-420.
- Genty, P. 1984. Estudios entomológicos en relación a la palma aceitera en América Latina. *Palmas (CO)* 5(1): 22-31.
- Giblin-Davis, RM; Oehlschlager, C; Perez, A; Gries, G; Gries, R; Weisling, TJ; Chinchilla, CM; Peña, JE; Hallet, RH; Pierce, HD; González, LM. 1996. Chemical and behavioral ecology of palm weevils (Curculionidae: Rhynchophorinae). *Florida Entomologist* 79(2): 153-167.
- Griffith, R. 1987. Red ring disease of coconut palm. *Plant Disease* 71(2): 193-196.
- Hoong, HW; Crystopher, HK. 1992. Major pests of oil palm and their occurrence in Sabah. *The Planter (MY)* 68: 193-210.
- Kovachich, WG. 1957. Some diseases of the oil palm in the Belgian Congo. *Journal West African Institute for Oil Palm Research* 2: 221-229.
- Lara, F. 1970. Problemas y procedimientos bananeros en la zona Atlántica de Costa Rica. *Trejos Hnos. San José, Costa Rica.* 278 p.
- Loría, R; Chinchilla, CM; Domínguez, J; Mexzón, R. 2000. An effective trap to capture adults of *Opsiphanes cassina*, and observations on the behavior of the pest in oil palm. *ASD Oil Palm Papers (CR)* 21: 1-12.
- Mariau, D; Lande, HL van de; Renard, JL; Dollet, D; Rocha de Souza, L; Ríos, R; Orellana, F; Corrado, F. 1992. Enfermedades tipo pudrición del cogollo en palma aceitera en América Latina. *Oleagineux* 47(11): 605-618.
- Mariau, D; Genty, P. 1992. Método de lucha por absorción radicular contra las plagas de la palma aceitera y del cocotero. *Oleagineux* 47(4): 197-199.
- Mexzón, R; Chinchilla, CM. 1992. Entomofauna perjudicial, enemigos naturales y malezas útiles en palma aceitera en América Central. *Manejo Integrado de Plagas (CR)* 20-21: 1-7.
- Mexzón, R; G; Chinchilla, CM; Castrillo, G; Salamanca, D. 1994. Biología hábitos de *Rhynchophorus palmarum* asociado a palma aceitera en Costa Rica. *ASD Oil Palm Papers (CR)* 8: 14-21.
- Mexzón, R; Chinchilla, CM. 1996. Enemigos naturales de los artrópodos perjudiciales a la palma aceitera (*Elaeis guineensis*) en América Central. *ASD Oil Palm Papers (CR)* 13: 9-33.
- Mexzón, R.; Chinchilla, CM. 1999. Plant species attractive to beneficial entomofauna in oil palm plantations in Costa Rica. *ASD Oil Palm Papers (CR)* 19 (número especial).
- Monge, JE; Chinchilla, CM; Wong, A. 1993. Studies on the etiology of the crown disease/spear rot syndrome in oil palm. *ASD Oil Palm Papers (CR)* 7: 1-16.
- Monge, JE; Vasquez, N; Chinchilla, C. 1994. Common spear rot-crown disease in oil palm: anatomy of the affected tissue. *Elaeis (MY)* 6(2): 102-108.
- Morales, JL.; Chinchilla, CM. 1991. El picudo de la palma aceitera y la enfermedad del anillo rojo-hoja pequeña en una plantación comercial de palma aceitera en Costa Rica. *Turrialba (CR)* 40(4): 478-485.
- Morin, JP; Philippe, R. 1978. Phytosanitary checks on oil palm plantations in West Africa. *Oleagineux* 33(6): 277-281.
- Morin, JP; Luchini, F; Araujo, J; Ferreira, JMS; Fraga, LS. 1986. *Rhynchophorus palmarum* control using traps from oil palm cubes. *Oleagineux* 41(2): 57-62.
- Oehlschlager, AC; Chinchilla, CM; González, LM; Jirón, L; Mexzón, R; Morgan, B. 1993a. Development of a pheromone-

- based trapping system for *Rhynchophorus palmarum* (Curculionidae). *Journal of Economical Entomology* 86(5): 1381-1392.
- Oehlschlager, AC; Chinchilla, CM; González, LM. 1993b. Optimization of a pheromone-baited trap for the American palm weevil, *Rhynchophorus palmarum*. In *International Palm Oil Conference. Agriculture*. (1993, Kuala Lumpur, MY). Proceeding. PORIM. p. 645-660.
- Oehlschlager, AC; McDonalds, RS; Chinchilla, CM; Patschke, SN. 1995. Influence of a pheromone-based mass trapping system on the distribution of *Rhynchophorus palmarum* in oil palm. *Environmental Entomology* 24(5): 1005-1012.
- Perez, AL; Campos, Y; Chinchilla, CM; Oehlschlager, AC; Gries, G; Gries, R; Gliblin-Davis, RM; Castrillo, G; Peña, JE; Duncan, RE; González, LM; Pierce, HD; Mc Donald, R. 1997. Aggregation pheromones and host kairomones of West Indian sugarcane weevil, *Metamasius hemipterus sericeus*. *Journal of Chemical Ecology* 23(4): 869-887.
- Renard, JL; Franqueville, H. 1989. Oil palm vascular wilt. *Oléagineux* 44(7): 341-349.
- Rhainds, M; Chinchilla, CM; Castrillo, G. 1993. Desarrollo de un método de muestreo de las larvas de *Opsiphanes cassina* en palma aceitera. *Manejo Integrado de Plagas (CR)* 30: 15-18.
- Rhainds, M; Gries, G; Li, J; Gries, R; Slessor, KN; Chinchilla, CM; Oehlschlager, A C. 1994. Chiral esters: sex pheromone of the bagworm, *Oiketicus kirbyi*. *Journal Chemical Ecology* 20 (12): 3083-3096.
- Rhainds, M; Gries, G; Castrillo, G. 1995a. Pupation site affects the mating success of small but not large female bagworms, *Oiketicus kirbyi* (Lepidoptera: Psychidae). *OIKOS (DK)* 74: 213-217.
- Rhainds, M; Gries, G; Chinchilla, CM. 1995b. Pupation site and emergence time influence the mating success of bagworm females, *Oiketicus kirbyi*. *Entomologia Experimentalis et Applicata (BE)* 77: 183-187.
- Rhainds, M; Gries, G; Chinchilla, CM. 1996. Development of a sampling method for first instar *Oiketicus kirbyi* (Lepidoptera: Psychidae) in oil palm plantations. *Journal Economical Entomology* 89 (2): 396-401.
- Rochat, D; Malosse, DC; Lettere, M; Ducrot, PH; Zagatti, P; Renou, M; Descoins, C. 1991. Male-produced aggregation pheromone of the American palm weevil: collection, identification, electrophysiological activity and laboratory bioassay. *Journal of Chemical Ecology* 17: 2127-2141.
- Rojas, J; Chinchilla, CM; Aguilar, H. 1993. Seasonal and spatial distribution of *Retracus elaeis* and other acarids associated with oil palm in Costa Rica. *Journal of Plantation Crops (IN)* 21(2): 97-106.
- Swinburne, TR. 1993. Fatal yellows, bud rot and spear rots of oil palm. A comparison of symptoms of these diseases in Brazil, Ecuador and Colombia. *The Planter (MY)* 15-23.
- Torres, R; Salazar, A. 2002. Notas sobre un ataque de ratas en palma aceitera en Costa Rica. *ASD Oil Palm Papers (CR)* 23: 31-34.
- Turner, PD. 1981. *Oil Palm Diseases and Disorders*. The Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur (MY). 280 p.
- Stephens, C. 1984. Ecological upset and recuperation of natural control of insect pests in some Costa Rican plantations. *Turrialba (CR)* 34(1): 101-105.
- Villanueva, A; Avila, M. 1987. El gusano canasta *Oiketicus kirbyi* Guild. FEDEPALMA. Boletín Técnico no. 2. 28 p.
- Wood, B.J.; Liay, S.S.; Knecht, J.C. 1974. Trunk injection of systemic insecticides against the bagworm, *Metisa plana* on oil palm. *Oléagineux* 29(11): 499-505.