

Avances de la campaña regional para el manejo de la información de insectos defoliadores en la Zona Central

Progress in the Regional Campaign for the Use of Information on Defoliator Insects in the Central Zone

AUTORES

Luis Carlos Martínez

Ingeniero agrónomo-entomólogo. Asistente de investigación. Programa Agronomía, Sección Agricultura de Precisión. Cenipalma. *E-mail:* lmartinez@cenipalma.org

Rafael E. Hurtado Camacho

Ph.D Geógrafo. Coordinador de Agronomía. Cenipalma. *E-mail:* rhurtado@cenipalma.org

Leonardo Araque Torres

Ingeniero electrónico-geomático. Asistente de investigación. Programa Agronomía, Sección Agricultura de Precisión. Cenipalma. *E-mail:* laraque@cenipalma.org

Víctor Rincón Romero

Ingeniero catastral-Esp. Sistema de Información Geográfica. Auxiliar de investigación. Programa Agronomía, sección Agricultura de Precisión. Cenipalma. *E-mail:* vrincon@cenipalma.org

Palabras CLAVE

Insecto defoliador, Defoliación, Sistema de información geográfica, Agricultura de precisión, Manejo Integrado de plagas.

Defoliator insect, Defoliation, Geographical information system, Precision agriculture, Integrated pest management.

Recibido: 5 agosto de 2009
Aceptado: 14 agosto de 2009



Resumen

La Zona Central palmera de Colombia presenta un escenario complejo en el tema de insectos plaga defoliadores, que se convierten en los inductores de la enfermedad *Pestalotiopsis*, lo cual genera un gran impacto económico sobre la producción del cultivo. Por esa razón se han implantado planes de acción regional para su manejo y seguimiento, bajo los componentes básicos de Manejo Integrado de Plagas: prevención, cuantificación e intervención. Es el caso de la campaña puesta en marcha, que ha permitido hacer un uso sostenible de los recursos naturales, integrado a un ambiente participativo entre las principales plantaciones de palma de aceite para el soporte de decisiones y en particular el aspecto fitosanitario del cultivo. Con su aplicación, los productores de palma de aceite de la Zona Central han logrado identificar e incorporar las técnicas asociadas con la agricultura de precisión, y soportar, mediante elementos técnicos, los problemas que atienden los departamentos de sanidad vegetal de las plantaciones. Con el desarrollo de la campaña de defoliadores, que se ha convertido en ejemplo de monitoreo de esa plaga para otras regiones del país, se conoció el estado actual de su manejo en las diferentes plantaciones de la Zona Central, y se realizó un diagnóstico actualizado y dirigido a las especies que prevalecen en la región; se unificaron los criterios y compromisos por parte de las plantaciones participantes, se organizó la información suministrada de datos geográficos y los métodos de muestreo para el reporte de insectos defoliadores, y se implementó un sistema continuo de análisis y consolidación de datos con los criterios necesarios para una toma de decisiones frente al ataque de insectos plaga.

Summary

The Central Palm Zone of Colombia presents us with a complicated picture in relation to the issue of defoliator insect plagues that become the carriers of the *Pestalotiopsis* infection, which has a major impact on crop yields. Due to this, regional action plans for its management and monitoring have been implemented in line with the basic components of Integrated Managing of Plagues: prevention, quantification and intervention. This is the case with the campaign undertaken that has allowed a sustainable use of natural resources in a participative environment amongst the main oil palm plantations for support in decision making, particularly in relation to phytosanitary aspects of the crop. With its implementation the palm producers of the Central Zone have managed to identify and incorporate techniques associated with precision agriculture and face up to, in a technical way, the problems dealt with by the vegetable health departments on the plantations. With the development of the defoliators campaign, which has turned into a model of monitoring of the plague for other regions of the country, the current state and management on the different plantations is known. An uptodate diagnosis geared towards the species that are prevalent in the region was carried out; agreed criteria and commitments by the participant plantations were arrived at. The information supplied on geographical data and sampling methods for the report on defoliator insects was organised. A system for the ongoing analysis and consolidation of data was implemented with the necessary criteria to facilitate decision making in relation to an attack by a plague of insects.



Introducción

Una plantación de palma de aceite constituye un medio ecológico en el cual una gran cantidad de insectos interactúan y mantienen un equilibrio natural. Muchos de los insectos plaga encontrados en el cultivo de la palma de aceite en América tropical son, a su vez, hospederos de varias especies de palmas silvestres y de otras plantas nativas que se adaptaron a *Elaeis guineensis*, Jacq., cuando ésta fue traída al continente (Wood, 1982, citado por Martínez *et al.*, 2000). En este caso, los insectos siempre mantuvieron la zona de alimentación acostumbrada a su huésped original. Por ejemplo, el área de alimentación puede ser únicamente el cogollo, el follaje maduro, el estípite o los racimos (Genty *et al.*, 1978). Sin embargo, a medida que las palmas continúan su crecimiento y al mismo tiempo se expande el área del cultivo, la plantación se convierte en un medio favorable para el desarrollo de insectos como los defoliadores. Un ataque generalizado de un insecto defoliador en la Zona Central palmera puede acarrear pérdidas de hasta 50% en los rendimientos, cuatro a seis meses después del ataque (Figura 1). En otras plantaciones en todo el mundo se han observado eventos similares, cuya gravedad queda de presente si se tiene en cuenta que la recuperación total de un área fuertemente defoliada puede tardar varios años (Word, 1982). Entre las

especies de insectos defoliadores más importantes en la Zona Central palmera se destacan, entre otras, *Stenoma impressella*, *Opsiphanes cassina*, *Euprosterina elaeasa*, *Euclea diversa*, *Mesocia pusilla* y *Brassolis sophorae*, que continuamente infestan y limitan la producción del cultivo (Calvache, 2002).

Los factores naturales de mortalidad en insectos defoliadores en el cultivo de palma de aceite se han demostrado insuficientes para controlar sus poblaciones, circunstancia que ha hecho necesario tomar medidas de manejo, cuya efectividad debe vigilarse constantemente.



Figura 1. Fotografía que muestra la pérdida del área foliar en hojas de palma de aceite hasta en 70%, causada por *Euprosterina elaeasa* en plantaciones de la Zona Central palmera. Foto: Cenipalma. Agricultura de Precisión. 2009.



La detección oportuna de la infestación de insectos es considerada como una de las bases fundamentales del sistema de manejo de plagas cuando todavía se limita la extensión del cultivo (Kogan y Herzog, 1980). Sin embargo, para conseguir este manejo de forma integrada con medidas de intervención, fue necesario realizar un trabajo en conjunto con la comunidad palmera en las regiones, con el fin de reconocer los problemas fitosanitarios que los afectan y que no se pueden circunscribir bajo los límites administrativos de las plantaciones de palma de aceite.

Esos problemas obedecen a estructuras para los cuales el paisaje, entendido como una combinación de características de clima, arquitectura del cultivo, coberturas, áreas periagrícolas, y manejo del suelo y del agua, genera la aparición y desarrollo de las poblaciones de insectos plaga. Tal enfoque fue posible cuando la evaluación de los sistemas de información que se manejan internamente en una plantación de palma de aceite fue consolidada atendiendo criterios de consenso y continuidad regional.

Antecedentes de la campaña para el manejo de la información de insectos defoliadores

Presencia de insectos defoliadores en el cultivo de palma de aceite

Con la introducción y establecimiento en América de la palma de aceite se logró inducir diferentes cambios bióticos en un ecosistema regional donde continuamente se expande el cultivo (Aldana, 2005; Calvache, 2002; Ariffin, 2000; Aguilar, 1980). El agroecosistema (ecosistema sometido por el hombre a continuas modificaciones de sus componentes bióticos y abióticos [Hurtado C, R. Corpoica, 2007]) de la palma de aceite presenta diversas circunstancias que favorecen la presencia y el desarrollo de insectos fitófagos; ellas se pueden simplificar como la expansión de la frontera agrícola del cultivo en zonas geográficamente contrastantes, la colonización continua de especies endémicas que han logrado adaptarse a un cultivo cuya especie fue introducida, y la baja presencia o ausencia de enemigos naturales que actúen como reguladores biológicos de las poblaciones de especies de insectos plaga. Es importante tomar en cuenta que

no todos los insectos defoliadores, ni sus daños, son siempre correctamente percibidos por los técnicos de una plantación, para quienes a veces es difícil hacer una asociación correcta entre el daño observado en el cultivo y la plaga que lo está causando. Estos errores conducen en no pocas ocasiones a decisiones equivocadas sobre métodos de cuantificación e intervención, que resultan a veces en efectos adversos que incrementan los costos del cultivo.

Métodos de cuantificación de plagas

Como primer paso para el manejo de la información de las poblaciones de insectos defoliadores fue necesario detectar y poner en práctica un método de monitoreo rápido y confiable, consistente en aprender a identificar los insectos plaga en sus diferentes estados de desarrollo y establecer niveles críticos de las principales especies (Reyes y Cruz, 1996). Inicialmente, el seguimiento de las poblaciones de insectos se efectuaba sistemáticamente, tomando una muestra por hectárea, revisando 12 folíolos en la hoja No. 25 y promediando las poblaciones de las diferentes especies de defoliadores (Zenner de Polanía y Posada, 1992). El método de detección definió en forma periódica los recorridos en lotes de palma, línea a línea, con el objeto de precisar la aparición de insectos plaga. En consecuencia, en el seguimiento se estableció así una vigilancia visual constante en el tiempo (Syed, 1994; Calvache, 1995). En este sentido, la detección solo se limitaba a definir en qué lugares había insectos y si su presencia podría llegar a convertirse en problemas futuros.

Estrategias de control

La palma de aceite presenta un alto grado de susceptibilidad a insectos plaga; en consecuencia, durante su cultivo se emplean diferentes métodos de control, entre los que se destacan el químico, el biológico, el etológico y el cultural. El control químico es el más común, pero con el tiempo, los insectos han adquirido cierta resistencia de tipo fisiológico o comportamental. Esto ha obligado a que muchas plantaciones tiendan a incrementar las dosis de los insecticidas y las frecuencias de aplicación, con serias repercusiones en cuanto a costos de producción, contaminación ambiental y el desequilibrio natural del agroecosistema (Calvache, 2002).

Otra medida de control para el manejo de insectos defoliadores consiste en permitir franjas de vegetación, bordes o reservorios de plantas nectaríferas en el interior del cultivo (Figura 2), que generalmente sirven de albergue y fuente de alimento a los insectos parasitoides benéficos (Aldana, 2002). Sin embargo, muchas de las estrategias de manejo en el control de insectos no se adoptan con el debido grado de rigurosidad, y como primera medida toman la opción de utilizar métodos de control químico.



Figura 2. Fotografía del método de establecimiento de plantas nectaríferas (recuadro): *Triumpheta lappula* en bordes de lotes comerciales de palma de aceite en la Zona Central. Foto: Genipalma 2009.

Situación actual de insectos defoliadores en la Zona Central

Principales insectos defoliadores en la Zona Central

La importancia de cada una de las especies de artrópodos plaga depende del órgano de la palma del que se alimentan y de las condiciones en las que se encuentre la palma atacada (Calvache, 1995). Para el caso de los insectos defoliadores, en su mayoría son comedores del follaje de la palma de aceite, o filófagos; es decir, aquellos insectos con piezas bucales lo suficientemente esclerotizadas y altamente especializadas para cortar de forma transversal o longitudinal y, a su vez, consumir parcial o totalmente la lámina foliar. También se atribuyen como defoliadores aquellos que pueden de algún modo causar lesiones en la lámina foliar, como raspaduras, manchas o puntos necróticos en los folíolos de palma, cuando la hoja está o no en

apertura total. Estos insectos corresponden a diversos grupos taxonómicos, de una lista de especies amplia que difiere en las variaciones del daño que causan en la lámina foliar, la distribución espacial o temporal, su estado de crecimiento y desarrollo, y de la presencia permanente u ocasional de una o varias especies que atacan simultáneamente el cultivo (Tabla 1).

El concepto de la defoliación en el cultivo de la palma de aceite

Numerosos estudios internacionales han demostrado que la defoliación impacta negativamente el rendimiento del cultivo de palma de aceite; la pérdida continua del número de hojas puede reducirse entre 5 y 30 toneladas ha/año de fruto fresco en un periodo que puede variar de 2 a 4 años (Hartley, 1983; Word, 1982). El efecto sobre el rendimiento es más evidente cuando la defoliación ocurre en el nivel superior del dosel de la palma (Corley y Tinker, 2003) y puede tardar entre uno y dos años después para que la palma recupere totalmente su follaje (Darus y Basri, 2000).

La defoliación en el cultivo de palma de aceite se define como la pérdida del área foliar parcial o total, en especial la que se encuentra fotosintéticamente activa. La defoliación surge como consecuencia de los desbalances nutricionales del cultivo, que ocasionan secamiento desde el ápice de los folíolos hasta su base, por un ataque directo de un insecto plaga que consume la lámina foliar en todos los niveles del follaje de la palma, o por efecto de la enfermedad añublo foliar o Pestalotiopsis, inducida por insectos defoliadores (Figura 3). Hoy día, en varias plantaciones de la Zona Central palmera, la defoliación se califica como un estimativo administrativo con el fin de evaluar periódicamente el aspecto fitosanitario y la calidad del follaje del cultivo (Barrera, 2006).

El manejo de insectos defoliadores en plantaciones de la Zona Central

Los avances alcanzados en las medidas de control han sido favorables en el cultivo de la palma de aceite y son muchos los ejemplos que se pueden tener en cuenta para un programa de manejo integrado de plagas (MIP) altamente estructurado en la Zona Central: liberación de *Trichogramma pretiosum* para el control de *Stenoma impressella* (Castillo *et al.*, 2000), liberación

**Tabla 1.** Principales especies de insectos defoliadores reportados en la Zona Central palmera. Cenipalma, 2008

Orden	Familia	Especie	Referencia
Orthoptera	Acrididae	<i>Tropidacris cristata</i>	Howard <i>et al.</i> 2001
Lepidoptera	Tineidae	<i>Tiquadra</i> sp.	Genty <i>et al.</i> 1978
	Psychidae	<i>Oiketicus kirbyi</i>	Genty <i>et al.</i> 1978
	Oecophoridae	<i>Anteotricha</i> sp.	Genty <i>et al.</i> 1978, Howard <i>et al.</i> 2001
		<i>Struthocelis semiotarsa</i>	Genty <i>et al.</i> 1978, Howard <i>et al.</i> 2001
	Elachistidae	<i>Stenoma impressella</i> (Syn. <i>S. cecropia</i>)	Genty <i>et al.</i> 1978, Howard <i>et al.</i> 2001
		<i>Durrantia arcanella</i>	Genty <i>et al.</i> 1978, Howard <i>et al.</i> 2001
	Limaconidae	<i>Acharia fusca</i>	Genty <i>et al.</i> 1978, Epstein, 1996
<i>Acharia stimulea</i>		Genty <i>et al.</i> 1978, Epstein, 1996	
<i>Euclea diversa</i>		Genty <i>et al.</i> 1978, Epstein, 1996	
<i>Euprosterma elaeasa</i>		Genty <i>et al.</i> 1978, Epstein, 1996	
<i>Natada subpectinata</i> <i>Phobetron hipparchia</i>		Genty <i>et al.</i> 1978, Epstein, 1996	
Dalceridae	<i>Acraga ochracea</i>	Genty <i>et al.</i> 1978, Epstein, 1996	
Megalopygidae	<i>Mesocia pusilla</i>	Genty <i>et al.</i> 1978, Epstein, 1996	
	<i>Megalopyge albicollis</i>	Genty <i>et al.</i> 1978, Epstein, 1996	
	<i>Norape argillacea</i>	Genty <i>et al.</i> 1978, Epstein, 1996	
Saturniidae	<i>Automeris Liberia</i>	Genty <i>et al.</i> 1978	
	<i>Dirphia gragatus</i>	Genty <i>et al.</i> 1978	
Nymphalidae	<i>Opsiphanes cassina</i>	Howard <i>et al.</i> 2001	
	<i>Brassolis sophorae</i>	Howard <i>et al.</i> 2001	
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Hispoleptis subfasciata</i>	Genty <i>et al.</i> 1978, Staines, 2002
		<i>Delocrania cossyphoides</i>	Genty <i>et al.</i> 1978, Staines, 2002
		<i>Cephaloleia vagelineata</i>	Genty <i>et al.</i> 1978, Staines, 2002
	Scarabaeidae	<i>Leucothyreus femoratus</i>	Martínez <i>et al.</i> 2000, 2004
Hymenoptera	Formicidae	<i>Atta cephalotes</i>	Fernández <i>et al.</i> 1996
		<i>Atta laevigata</i>	Fernández <i>et al.</i> 1996
		<i>Atta sexdens</i>	Fernández <i>et al.</i> 1996

**Figura 3.** Pestalotiopsis inducida por insectos defoliadores.

a *Alcaeorrhynchus grandis*, depredador de larvas de defoliadores (Delvare y Genty, 1992), aplicación de *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* para el control de diferentes especies de lepidópteros (Puerta, 2002), manejo de los ciclos de cosecha para reducir la presencia de *Hispoleptis subfasciata* (Calvache, 2002), recolección de pupas no parasitadas de *Opsiphanes*

cassina (Calvache, 2002), uso de baculovirus para el manejo de *Euprosterma elaeasa* (Rodríguez, 1989), establecimiento de trampas atrayentes para la captura de adultos de *O. cassina* y uso de insecticidas inhibidores de síntesis de quitina (Reyes, 1991), entre otros.

La campaña de defoliadores bajo el esquema de manejo integrado de plagas

El concepto de manejo integrado de plagas (MIP) como parte del programa de entomología

Diversas entidades de todo el mundo han adoptado los conceptos básicos de lo que puede constituir un sistema de manejo integrado de plagas (MIP) bajo los estándares de la FAO (Altieri y Nicholls, 2000). Este concepto es definido como la cuidadosa consideración de todas las técnicas disponibles para combatir las

plagas, la posterior integración de medidas apropiadas que disminuyan el desarrollo de sus poblaciones, manteniendo el empleo de insecticidas y otras intervenciones a niveles económicamente justificados, y que ayuden a reducir al mínimo los riesgos para la salud humana y el ambiente (FAO, 1970).

El manejo integrado de plagas en la palma de aceite no ha sido la excepción de los conceptos básicos, si se tiene en cuenta que el factor más importante es la búsqueda constante de la sostenibilidad del cultivo mediante un adecuado manejo del agroecosistema. La campaña de defoliadores referencia al manejo integrado de plagas como una tecnología que integra las diferentes tácticas complementarias, con el fin de reducir las poblaciones de insectos plaga defoliadores que causan un daño directo e impactan negativamente en la producción del cultivo y en el mejor aprovechamiento de la agricultura. Las diferentes tácticas complementarias han permitido obtener resultados efectivos, exitosos y prácticos, atendiendo a la solución de los problemas fitosanitarios de la región, lo cual ha sido constante y fácil, tanto en términos de tiempo como de costos. Este concepto ha estructurado el MIP bajo los componentes básicos de prevención, cuantificación e intervención (Figura 4), con el fin de mantener la sostenibilidad y competitividad del cultivo, así como el impacto económico positivo y social en la Zona Central palmera.

Componentes básicos del manejo integrado de plagas desarrollados en la campaña de defoliadores

Prevención: hace referencia a todas las medidas indirectas o actividades que se realizan antes de la

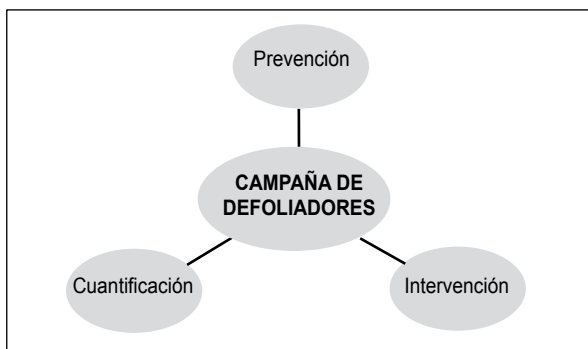


Figura 4. Estructura básica de la campaña de defoliadores según los componentes básicos del manejo integrado de plagas.

llegada de un insecto defoliador, entendiéndose como prácticas complementarias a las medidas de intervención. En cultivos comerciales de palma de aceite, la prevención está comprendida por prácticas agronómicas que, por lo general, no representan un sobrecosto en la producción, como son, por ejemplo, podas, aporques, fertilización, irrigación, mantenimiento de los drenajes, calles de cosecha y zonas de plateo radical, eliminación de palmas espontáneas, eliminación de gramíneas, recolección de frutos al momento de la cosecha, uso de coberturas, uso de plantas nectaríferas, preservación de bosques o zonas periagrícolas para el refugio de enemigos naturales de insectos plaga, empleo de materiales con alguna fuente de resistencia o tolerantes a plagas o enfermedades, entre otros.

Cuantificación: es la observación o el seguimiento demográfico de las poblaciones de insectos plaga; se sustenta en el número de muestras capturadas en forma sistemática, y realizadas atendiendo una frecuencia lógica en el tiempo y en el espacio. Esto define el diagnóstico de los niveles poblacionales según su localización geográfica y los niveles críticos que cada especie de insecto defoliador presenta en su momento; atiende al análisis ecológico de las poblaciones para la toma de las decisiones del control: muestreo secuencial, censos quincenales, fluctuación de las poblaciones de cada especie fitófaga, análisis espaciotemporal de las plagas incidentes, curvas de detección de focos iniciales, caracterización de la infestación de las plagas en cada palma o lote, porcentaje de larvas parasitadas, posición general de equilibrio de poblaciones, nivel de daño económico, umbrales de acción y proyección o tendencias en las poblaciones del insectos plaga defoliadores.

Intervención: hace referencia a todas las medidas directas para el control de insectos plaga. Es aquí donde se aplican las diferentes estrategias para disminuir los niveles poblacionales de insectos, y corresponde a los diferentes controles que se implementan de acuerdo con la eficacia del método; del producto, ya sea químico o biológico; del estado más susceptible del insecto; del número de frecuencias oportunas o de la época del año, que permitan impactar demográficamente cada especie de insecto defoliador del cultivo. La intervención se materializa



en los distintos tipos de control, entre los cuales se cuentan, el biológico, que se realiza mediante el uso de insectos parasitoides o depredadores con una alta respuesta funcional y numérica; el control microbiano, que se ejerce mediante el uso de nematodos, hongos, bacterias o virus que presenten una alta actividad patogénica o virulenta en su huésped; el control etológico, que comprende el empleo de semioquímicos para la atracción y captura de insectos; el control químico, para el cual se utilizan moléculas de síntesis química con diferentes modos, formas y mecanismos de acción sobre el insecto objeto, y el control físico, que consiste en el empleo de barreras físicas derivadas de fuentes orgánicas.

Objetivos, logros y propuestas de la campaña

Diagnóstico regional de los principales insectos defoliadores, unificación de criterios y compromisos por parte de las plantaciones

El diagnóstico de insectos y su manejo en la campaña de defoliadores se realizó a partir de la descripción general de los procesos de detección, toma y registro de datos; nivel de capacitación de los censadores, supervisores, directores de sanidad vegetal y demás personal relacionado con el manejo integrado de plagas; disponibilidad de insumos, equipos e infraestructura; comportamiento de las variables agroclimáticas y su relación con insectos plaga; conocimiento del comportamiento de las poblaciones en el tiempo y en el espacio, métodos y criterios de intervención para el manejo de plagas y la adopción de la tecnología generada por Cenipalma en el manejo de insectos plaga.

En reuniones periódicas se unificaron los criterios del personal experto y calificado en el tema de manejo de plagas de las distintas plantaciones bajo los conceptos de prevención, cuantificación e intervención de insectos plaga defoliadores (Figura 5). De estas reuniones se generaron actas, que sirven como constancia de las presentaciones temáticas expuestas y de los compromisos adquiridos por las plantaciones participantes, así como por Cenipalma y otras entidades, mediante los cuales se prevé la posibilidad de avanzar con las acti-



Figura 5. Reunión de campaña de defoliadores con la participación de técnicos y supervisores de las plantaciones de la Zona Central palmera. Foto: Cenipalma 2009.

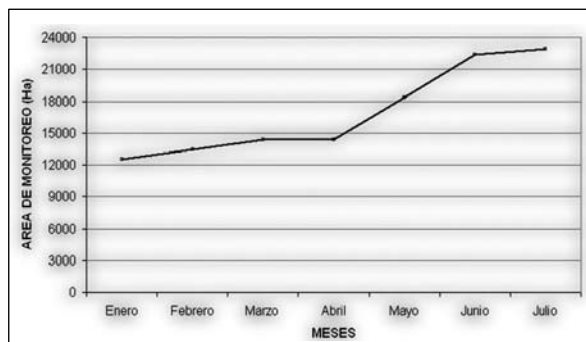


Figura 6. Expansión del área (en miles de hectáreas) de monitoreo de insectos plaga defoliadores en la campaña durante el año 2008. Fuente: Plantaciones de la Zona Central. Arreglos propios de Cenipalma, 2008.

vidades de la campaña con visión regional, buscando la participación no solo de las principales plantaciones, sino también de sus proveedores (Figura 6).

Estandarización del método de muestreo de insectos defoliadores para el seguimiento de sus poblaciones

El seguimiento de insectos defoliadores fue adoptado por todas las plantaciones de la Zona Central durante el proceso de campaña y hace referencia al censo de sus poblaciones (Martínez *et al.*, 2008; Moreno, 1996). El censo de insectos defoliadores consiste en un muestreo sistemático y se realiza mediante el método 10 x 10 según lo establecido por la campaña de defoliadores; esto representa una muestra cada 100 palmas situadas cada 10 palmas por cada 10 líneas. El muestreo se realiza alternando los niveles foliares

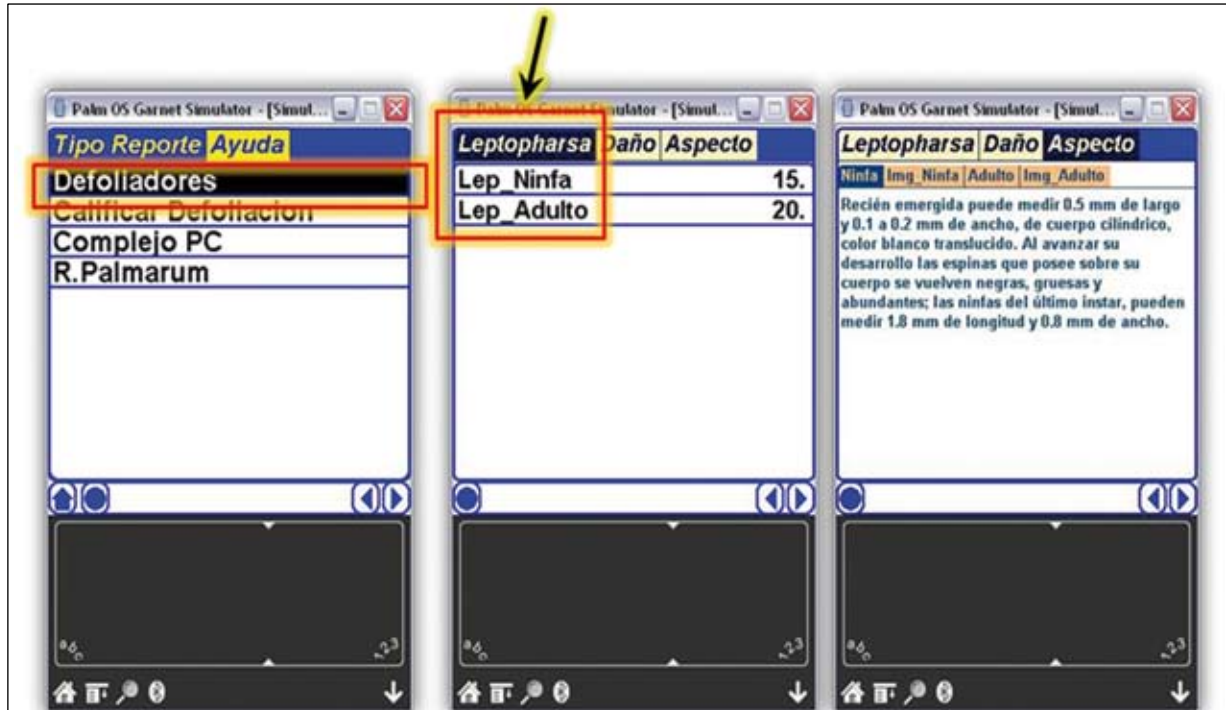


Figura 7. Consignación del formato para el reporte de los censos quincenales de defoliadores en asistentes personales digitales. Fuente: Agricultura de Precisión, 2009.

17 y 25 en media hoja longitudinal y cuantificando la presencia de cada especie de insecto defoliador con sus respectivos instares o estados de desarrollo por la haz y el envés de los folíolos.

La información de los censos quincenales se lleva a cabo directamente en formatos para el registro del censo de defoliadores, y en plantaciones con mayor avance tecnológico se utilizan asistentes personales digitales PDA, o bases de datos en aplicativos Access (Figura 7). Los censos se realizan en un tiempo máximo de 15 días, lo cual permite obtener 24 censos en el año, que fueron definidos así debido a las estrategias de vida de los insectos. La mayoría de los insectos defoliadores tienen una estrategia “r”, es decir, poseen un ciclo de vida corto, presentan generaciones superpuestas con altas densidades y su tasa de crecimiento poblacional es muy alta, como es el caso de *E. elaeasa*, *S. impressella*, *O. cassina* o *L. gibbicarina*. El censo de defoliadores es esencial en el momento de la toma de decisiones para la intervención de cada insecto defoliador dependiendo de su potencialidad de daño; esto permitió la definición de niveles críticos en lotes comerciales, con la creación de umbrales subjetivos apoyados por la experiencia de los diferentes técnicos de plantaciones (Tabla 2).

Tabla 2. Determinación de niveles críticos de especies de insectos defoliadores a partir de umbrales subjetivos en la Zona Central

Insecto	Bajo	Medio	Nivel crítico	Alto
<i>Euprosterina elaeasa</i>	0-2	2-4	5	5 <
<i>Euclea diversa</i>	0-2	2-4	5	5 <
<i>Norape argillacea</i>	0-2	2-4	5	5 <
<i>Mesocia pusilla</i>	0-2	2-4	5	5 <
<i>Stenoma impressella</i>	0- 2,5	2,6-4	5	5 <
<i>Opsiphanes cassina</i>	0-1	2-2,5	3	3 <
<i>Leptopharsa gibbicarina</i>	0-5	6-9	10	10 <

Fuente: Plantaciones de la Zona Central, 2009.

Definición de la información suministrada por las plantaciones de la Zona Central para el reporte de insectos defoliadores

Se tomó la información suministrada de las plantaciones participantes en formato *.dxf (formato cartográfico), para establecer un sistema de georreferenciación lote a lote, teniendo en cuenta la información catastral. Esta información definió una serie de capas de los lotes, calles de palera, cosecha, áreas periagrícolas, carreteras, linderos y demás partes que conforman el paisaje del cultivo de palma de aceite, y generando un mosaico de imágenes como referencia para identificar



la plantación. Se definieron los elementos o variables para tener en cuenta en los censos quincenales: detección de la presencia o ausencia del insecto, número de individuos/lote o número de individuos/palmas afectadas, consignación de datos temporal, cuantificación del daño y número de insectos capturados, entre otros.

Con la información suministrada a partir de los reportes de los censos quincenales, se crearon categorías en los lotes comerciales a partir de los umbrales subjetivos y se expusieron en imágenes quincenales (Figura 8). Cada plantación envía el reporte de cada censo por el correo plagas.central@cenipalma.org en hojas de cálculo. La información se estructuró usando herramientas de software para la creación y plataforma de un sistema de información geográfica (SIG), lo cual permite administrar la información suministrada por las plantaciones (Romero *et al.* 2008), como bases de datos espaciales e imágenes satelitales; el resultado es la generación de capas que se despliegan de los diferentes censos reportados (Figura 9).

Consulta de la información a partir de la consolidación de datos con los criterios necesarios para la toma de decisiones

Las consultas y análisis son publicados en la página Web de Cenipalma, y se presentan mediante indicadores, categorización de lotes, curvas de crecimiento demográfico, mapas geográficos y resultados estadísticos logrados a partir de los datos consignados por las plantaciones participantes; ello le permite a los

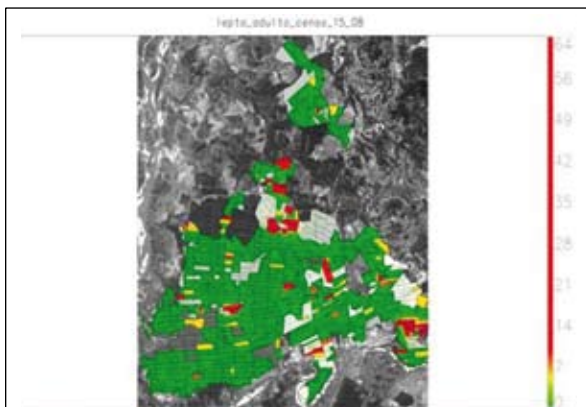


Figura 8. Reporte quincenal de los censos de defoliadores con las respectivas categorías en los lotes comerciales de la Zona Central. Fuente: Cenipalma 2009.

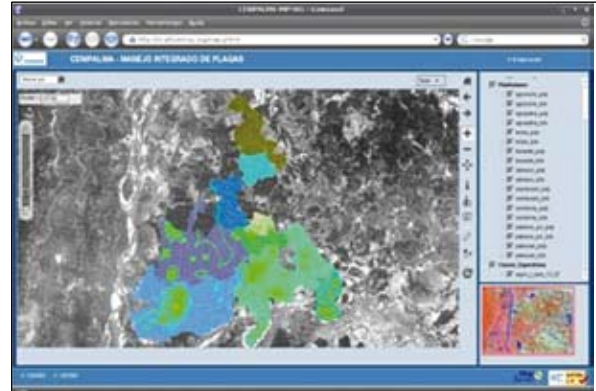


Figura 9. Plataforma con interfase SIG basado en Web para el monitoreo de insectos defoliadores por medio de mapas geográficos estáticos. Fuente: Base de datos geográfica Cenipalma-Agricultura de Precisión, 2009.

técnicos de las plantaciones tomar decisiones acertadas en el manejo de insectos. Además, se exponen los avances de la campaña en lo referente al manejo integral del cultivo (Figura 10).

Propuestas para continuar con el manejo de la información y seguimiento de las poblaciones de insectos defoliadores

Una vez organizada y administrada la información de los censos quincenales en la plantaciones participantes, el paso siguiente es describir los patrones de variabilidad espacial de cada uno de los insectos plaga defoliadores, mediante el uso de modelos teóricos de variogramas de tipo polinomial, exponencial



Figura 10. Página MIP-Web para la consulta y análisis de los censos quincenales de la campaña de defoliadores. Fuente: Base de Datos geográfica, Cenipalma-Agricultura de Precisión, 2009.

o logarítmico, determinando la densidad de población en lotes o plantaciones y su relación a grandes distancias, estimación del tamaño de la población mediante intervalos de confianza y detección de focos o áreas de influencia destacadas en los niveles regionales. La información reportada quincenalmente permitirá analizar el crecimiento poblacional o infestación en el tiempo, y sus cambios durante las diferentes épocas del año. Las variables biológicas consignadas en los censos servirán para identificar los cambios repentinos o de largo avance e impacto en la demografía de cada una de las especies de insectos defoliadores.

Otra propuesta que se ha puesto en marcha en la campaña de defoliadores consiste en la adquisición de datos capturados a partir de estaciones bioclimáticas para el modelamiento de las tasas de desarrollo de cada insecto, relacionando aquellas variables climáticas como temperatura, humedad y precipitación involucradas en la supervivencia de las poblaciones de insectos plaga. Esto generará un sistema de alertas que permitirá anticipar los ataques de insectos plaga defoliadores ya sea eventual o continua, y que estará soportado a partir de los umbrales poblaciones de cada insecto, su nivel crítico y el nivel de daño económico. El seguimiento de las poblaciones de insectos defoliadores generará un impacto en la reducción de agroquímicos y de sus efectos contaminantes, así como en el establecimiento de herramientas de agricultura de precisión que contribuyan a que el cultivo sea más sostenible, manteniendo el equilibrio natural del agrosistema de la palma de aceite. Se trata aquí de promover un sistema de soporte de decisión espacial (SSDS), dotado con los criterios necesarios para la toma de decisiones frente al riesgo o amenaza de un insecto defoliador en el nivel regional.

Conclusiones

El uso de las tecnologías utilizadas en la campaña de defoliadores, como los sistemas de información geográfica (SIG) y los conceptos de análisis espacial y temporal, ha ofrecido ventajas en la implantación del MIP para el seguimiento de poblaciones de plagas, detección de focos o áreas de influencia regional, identificación y categorización de los patrones de daño, implantación de estrategias de control, evaluación y pronóstico de los movimientos de insectos o

explosiones demográficas, y refinación de la aplicación de insumos químicos.

El resultado actual de la campaña de defoliadores en la Zona Central palmera es la generación de planes de acción regional, que demuestran que el control y el manejo de los insectos plaga defoliadores pueden servir para generar dividendos, que se reflejan en reducción de costos económicos y mitigación en el campo ambiental sostenible, integrando a la vez a las distintas plantaciones para adelantar trabajos en forma coordinada y con visión regional de manera que se pueda atender un problema serio y con gran impacto económico y ambiental.

Los productores y las plantaciones de palma de aceite han logrado identificar e incorporar las herramientas de agricultura de precisión, en busca de soportar los problemas que continuamente atienden en el manejo de insectos plaga.

Esto representa el preámbulo de la incorporación y el desarrollo de nuevas tecnologías, mediante las cuales se fortalecerá el manejo de insectos defoliadores, al lograr un mejor conocimiento de su dinámica con base en el análisis ecológico de sus poblaciones, la determinación de sus niveles críticos y el nivel de daño económico, el modelamiento biológico de los insectos, la creación de sistemas de alertas tempranas para el pronóstico de insectos, la teledetección satelital y la implantación de las diferentes estrategias de control mediante un sistema de soporte de decisión espacial para el manejo de insectos defoliadores bajo los criterios de entomología, tecnológicos y de innovación, de la agricultura de precisión.

Agradecimientos

Los autores agradecen la participación de los gerentes y técnicos del área de sanidad vegetal de las plantaciones Oleaginosas Las Brisas, Palmas Bucarelia, Indupalma, Palmas Monterrey, Agrícola del Norte, Palmas del Cesar, Palmeras de Puerto Wilches, Agripalma y Estación Experimental El Palmar de La Vizcaína. De igual forma, a los proveedores de las plantas de beneficio de la Zona Central y al programa de Entomología de Cenipalma, por su colaboración y participación directa de este proyecto, lo mismo que a Fedepalma-Fondo de Fomento Palmero.



Bibliografía

- Aguilar, F. 1980. Apuntes sobre el control biológico y el control integrado de las plagas agrícolas en el Perú. *Revista Peruana de Entomología (Perú)* 23(1): 83-110.
- Aldana, R.; Aldana, J.; Calvache, H.; Franco, P. 2005. Plagas de la palma de aceite en Colombia, Bogotá, Cenipalma, 103 p.
- Aldana, J. A. 2002. Plantas nectaríferas en la regulación de insectos defoliadores y su manejo en plantaciones de palma de aceite. En: *Curso Nacional Manejo Integrado de Plagas*. Cenipalma. 205 pp
- Altieri, M.; Nicholls, C. 2000. Agroecología, Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México D.F., México
- Ariffin D.; Mohd B. 2000. Intensive IPM for Management of Oil Palm Pests. *Oil Palm Bulletin*. 41: 1-14.
- Barrera E. 2006. Comparación de metodologías para la calificación de la defoliación. En: *Campaña regional para el manejo de insectos defoliadores de la palma de aceite en la Zona Central palmera*. Palmas Bucarelia.
- Calvache, H. 2002. Manejo integrado de plagas en el agrosistema de la palma de aceite. En: *Curso Nacional Manejo Integrado de Plagas en Palma de Aceite*. Fonade-Cenipalma. P. 9-20.
- Calvache, H. 1995. Manejo integrado de plagas de la palma de aceite. *Palmas (Colombia)*. 16 (Número especial): 255-264.
- Castillo, J.; Aldana, J.; Calvache, H.; Grijalva, O. 2000. Evaluación de técnicas de liberación de *Trichogramma pretiosum* Riley para el manejo de *Stenoma cecropia* Meyrick. *Palmas (Colombia)* 21 (Número especial): 203-211.
- Cenipalma. 1996. Evaluación de dos diseños de trampas para la captura de adultos de *Opsiphanes cassina* Felder (Lepidoptera: Brassolidae). *Ceniavances (Colombia)* 29.
- Corley, R.; Tinker, P. 2003. *The Oil Palm*, 4ª Edición. Editorial Blackwell Science.
- Darus, A.; Basri, M. 2000. MIP intensivo para el manejo de plagas en palma de aceite. *Palmas (Colombia)* 22(4):19-35.
- Delvare, G.; Genty, P. 1992. Interés de las plantas atractivas para la entomofauna benéfica de las plantaciones de palmas en América tropical. *Palmas (Colombia)* 13(4):23-33.
- Epstein, M. E. 1996. Revision and Phylogeny of the Limacodid Group Families, with Evolutionary Studies on Slug Caterpillars (Lepidoptera: Zygaenoidea). *Smithsonian Contributions to Zoology* 582. 101 p.
- FAO. 1970. Pest resistance to pesticide in agriculture. Importance, Recognition and Countermeasures. Roma. FAO. 32p.
- Fernández, F.; Palacio, E. E.; MacKay, W. P. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. En: G. D. Amat, G. Andrade, F. Fernández (eds.) *Insectos de Colombia, Estudios Escogidos* Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, y Centro Editorial Javeriano, Bogotá D.C.
- Genty, P. 1988. Manejo y control de plagas de la palma africana. En: *Problemas fitopatológicos de la palma africana*. Ramakrishna, ed. VI Seminario.
- Genty, P.; Desmier de Chenon, R.; Morin, J. P. 1978. Las plagas de la palma de aceite en América Latina. *Oleagineux (Francia)* 33(7): 325-419.
- Hartley, C. W. S. 1983. *La palma de aceite*. México Editorial Continental.
- Howard, F. W.; Moore, D.; Giblin-Davis R. M.; Abad, R. G. 2001. *Insects on Palms*. Cabi Publishing International, UK, Chapter 2:33-108
- Kogan, M.; D. C. Herzog. 1980. *Sampling Methods in Soybean Entomology*. Springer-Verlag. New York. 587p.
- Martínez, L. C.; Araque, L.; Aldana, R.; Arias, N. 2008. Campaña regional para el manejo de insectos defoliadores en el cultivo de la palma de aceite, Zona Central. En: *Memorias de la Reunión Técnica Nacional de Cultivadores de la Palma de Aceite*, Bogotá 2008.
- Martínez, L. C. 2004. Actividad diaria de *Leucothyreus femoratus* (Coleoptera: Scarabaeidae) fitófago de palma de aceite. En: *Resúmenes XXX Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología*, Bogotá, p. 117.
- Martínez, L. C.; Aldana, J. A.; Calvache, H.; Villanueva, A. 2001. Biología de *Leucothyreus femoratus* Burmeister (Coleoptera: Scarabaeidae) defoliador en palma de aceite. *Palmas (Colombia)* 21(Número especial 1): 212-220.
- Moreno, C. 1996. Evaluación de dos métodos de revisión del defoliador de la palma de aceite *Stenoma cecropia* Meyrick para un programa de manejo integrado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Bogotá, D.C. (Tesis para optar al título de ingeniero agrónomo).
- Puerta, F. 2002. Aspectos biológico, ecológicos y utilización de *Bacillus thuringiensis* en el manejo de problemas insectiles en especies agrícolas. En: *Manejo integrado de plagas en palma de aceite*. Bogotá-Colombia. p. 131-138.
- Reyes, A.; Cruz, M. 1996. Principales plagas de la palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. en América tropical, su manejo y control. En: *Sociedad Colombiana de entomología XXIII Congreso*. Cartagena de Indias. Julio del 17 al 19, p.100-112.
- Reyes, A. 1991. Manejo eficiente de la sanidad en plantaciones de palma de aceite. *Palmas (Colombia)* 12(Número especial):57-67
- Rodríguez, D. 1989. Posibilidades del uso de entomopatógenos en el control biológico de insectos plaga en palma africana. *Palmas (Colombia)* 10(2): 5-23
- Staines, C.L. 2002. The New World Tribes and Genera of Hispines (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae). *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, 104: 721-784.
- Syed, R. 1994. Estudio del manejo de plagas en palma de aceite en Colombia. *Palmas (Colombia)* 2 (15): 55-68.
- Wood, B.J. 1982. The Present Status of Pest on Oil Palm States in South Asia. En: *The oil Palm in Agriculture in the Eighties*. Puspajarah, E. and Sooh. C.P. Kuala Lumpur, The Incomp. Soc. of Planters. p. 499-518.
- Zenner de Polanía, I.; Posada, F. 1992. Manejo de insectos, plagas y beneficios de la palma de aceite. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). *Manual de asistencia técnica* 54, 124 p.