

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN PALMA DE ACEITE

CURSO NACIONAL

Tumaco, 5 y 6 de diciembre de 2001

Villavicencio, 24 y 25 de enero de 2002

Bucaramanga, 18 y 19 de marzo de 2002

Santa Marta, 21 y 22 de marzo de 2002



**CURSO NACIONAL
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS
EN PALMA DE ACEITE**

© Publicación del Centro de Investigación
en Palma de Aceite - Cenipalma

Coordinación editorial

Oficina de Comunicaciones de Fedepalma
Patricia Bozzi Ángel

Corrección de estilo

Marcela Giraldo

Fotografía Portada

Archivo Fedepalma
Philippe Genty
Dirphia gragatus

Diseño y diagramación

Formato Comunicación Diseño Ltda.

Impresión

Gente Nueva

Cenipalma

Calle 21 No. 42C - 47
PBX 208 9680 Fax: 368 1152
E mail bogota@cenipalma.org
Bogotá D.C., Colombia
Marzo 2002

ISBN: 958-96494-6-7

TABLA DE CONTENIDO

Página

- 7 • Presentación
- 9 • Manejo integrado de plagas en el agroecosistema de la palma de aceite
Hugo Calvache Guerrero
- 23 • Plantas nectaríferas en la regulación de insectos defoliadores y su manejo en plantaciones de palma de aceite
Jorge Alberto Aldana de la Torre
- 45 • Manejo agronómico del cultivo de la palma de aceite en el control de plagas
Rosa Cecilia Aldana de la Torre
- 67 • Detección de focos iniciales de plagas
Hugo Calvache Guerrero
- 79 • La absorción radical para el control de plagas en palma de aceite
Argemiro Reyes Rincón, Marco Antonio Cruz Calle, Philippe Genty
- 89 • Control físico y mecánico de insectos plagas
Hugo Calvache Guerrero
- 95 • Control microbiano
Carolina Valencia Cortés

- 131 • Aspectos biológicos, ecológicos y utilización de *Bacillus thuringiensis*, en el manejo de problemas insectiles en especies agrícolas
Fernando Puerta Díaz

- 139 • Producción de microorganismos
Carolina Valencia Cortés

- 151 • Cría masiva de *Trichogramma pretiosum* Riley
Judith Castillo Mongui

- 157 • Multiplicación de *Spalangia* sp. parasitoide de pupas de *Stomoxys calcitrans*
Jorge Alberto Aldana de la Torre

- 165 • Multiplicación de *Ooencyrtus* sp. parasitoide de huevos de *Cyprissius daedalus* Cramer
Rosa Cecilia Aldana de la Torre, Judith Castillo Mongui,
Hugo Calvache Guerrero, Óscar Higuera Vargas

- 171 • Depredadores en el control de plagas de la palma de aceite
Rosa Cecilia Aldana de la Torre

- 191 • Programa comercial de manejo de *Leptopharsa gibbicularina* Foeschner (Hemiptera: Tingidae) con la hormiga *Crematogaster* sp. en una plantación de palma de aceite
Jorge Alberto Aldana de la Torre

PRESENTACIÓN

El cultivo de la palma de aceite, en la forma tradicional como se ha venido desarrollando, ha estado de manera permanente afectado por la presencia de diferentes especies de insectos plagas. Esto ha originado una cultura de control cuyos resultados en el transcurso del tiempo han sido poco satisfactorios, si se considera que el problema de plagas continúa igual o quizá más grave que hace unos años, que la lucha contra las plagas se intensifica y que los requerimientos del mercado y de la sociedad son más exigentes en competitividad, calidad de productos y en estrategias limpias que respeten el medio ambiente.

Ante esta experiencia se ha probado un plan de manejo integrado de plagas involucrando el manejo del agroecosistema para fortalecer los factores de mortalidad natural de los insectos plagas, cuyos resultados están siendo muy satisfactorios. Ya existen plantaciones que han entrado en esta nueva tecnología, sembrando plantas nectaríferas, manteniendo la vegetación arvense y utilizando estrategias limpias de control en pequeños focos de plagas. Estas plantaciones se constituyen en un ejemplo para las demás en materia de control de plagas, y en una realidad mostrando que es posible manejar económica y ecológicamente las plagas, con efectos más prolongados.

El presente curso sobre manejo integrado de plagas pretende dar a conocer los aspectos más sobresalientes de este nuevo concepto en el manejo de los insectos plagas, el cual involucra desde el mantenimiento de la vegetación en el entorno de la palma, hasta el control de plagas en focos iniciales, sin olvidar las revisiones periódicas de plagas que este manejo requiere.

El curso ha sido financiado por el Sena, a través del Convenio Sena-SAC-Fonade.

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN EL AGROECOSISTEMA DE LA PALMA DE ACEITE

Hugo Calvache Guerrero*

INTRODUCCIÓN

En la medida en que se conocen y se tratan de entender los fenómenos naturales que forman parte del entorno ecológico del cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) y se compenetra en la naturaleza de los problemas tecnológicos que afectan la producción y la productividad, se van vislumbrando soluciones encaminadas a prevenirlos más que a solucionarlos, como tradicionalmente se ha venido haciendo. Lo que está sucediendo en el campo de la entomología se constituye en un ejemplo claro de lo que representa considerar de manera holística el agroecosistema de la palma de aceite en el establecimiento de un programa de manejo de plagas, antes que tratar de solucionar de manera aislada y directa problemas puntuales de la relación palma-insectos fitófagos.

Siempre se ha hablado de control y en el mejor de los casos de manejo integrado de plagas, pensando en las posibles estrategias que solas o combinadas, reduzcan los niveles de las poblaciones del o de los insectos plagas, tratando de minimizar el impacto ecológico de la aplicación de plaguicidas. El compromiso ha sido el de combatir las plagas que se presentan repetida o de manera sucesiva. El manejo de plagas se ha

* Ingeniero Agrónomo. M.Sc Entomología. Líder Área Sanidad Vegetal. Cenipalma. Bogotá, Colombia.

convertido en una labor rutinaria en presupuestos y en acciones, y en esa forma, pasarán los años y pasarán generaciones de palmas y de entomólogos, sin embargo el problema tecnológico continuará siendo el mismo: controlar de manera repetitiva las pululaciones o aumentos rápidos de las poblaciones de los insectos plagas. Es posible que cambien los métodos, las estrategias y las especies de insectos, pero el problema será igual, si no se cambia la conceptualización del mismo, considerándolo como un resultado del manejo de las diferentes interrelaciones del agroecosistema.

Con el fin de ilustrar a los lectores en el tema e ir induciéndolos hacia el concepto de "manejo de plagas en el agroecosistema de la palma de aceite", en la presente oportunidad se hará un análisis de los resultados parciales obtenidos en investigación por Cenipalma en el Área de Entomología y de las observaciones y experiencias en plantaciones para llegar a un manejo integral del cultivo, teniendo en cuenta las interrelaciones existentes entre los diferentes componentes del agroecosistema y sus efectos sobre las poblaciones de insectos.

PLAGAS DE LA PALMA DE ACEITE

Al hacer los diagnósticos tecnológicos del cultivo de palma de aceite en las

diferentes zonas productoras de Colombia, resulta una lista bastante amplia de especies de insectos y ácaros fitófagos que se alimentan de la palma de aceite, pertenecientes a grupos taxonómicos diferentes, con hábitos y en condiciones ambientales también muy diferentes, que se presentan de manera solitaria o en forma sucesiva o en forma simultánea con dos o más especies. La importancia relativa de cada una de las plagas, dependerá del órgano de la palma del cual se alimentan y de las condiciones en las cuales se encuentra la palma atacada. Este segundo aspecto es muy circunstancial y dependerá del estado de la palma en el que se desarrolle cada especie y dentro de ésta, cada generación en particular. En cambio el primero tiene condicionantes muy particulares que es necesario considerar por separado.

Respecto a los hábitos alimenticios de los insectos plagas de la palma de aceite se pueden distinguir aquellos que se alimentan del follaje como defoliadores, los que atacan la raíz como barrenadores y los que atacan los órganos de reproducción. Existe otro grupo de insectos plagas cuya importancia radica en el hecho de que son vectores o inductores de algunos problemas de carácter patológico.

Entre los defoliadores existe un alto número de especies de lepidópteros y algunos coleópteros cuyo daño inicial puede ser fácilmente compensado por

la palma. Sin embargo la sucesión de generaciones puede originar problemas graves de defoliación, los cuales se pueden traducir en una reducción de la producción. Normalmente son especies altamente prolíficas, cuya abundancia, generación tras generación, se manifiesta por una amplia distribución de la plaga cubriendo grandes áreas, y por la abundancia de sus poblaciones. Como ejemplo de especies defoladoras de la palma de aceite se encuentran: *Euclea diversa* Druce, *Euprosterna elaeasa* Dyar, *Sibine fusca* Stoll, *S. megasomoides* Walker y *S. palescens* (Lepidoptera: Limacodidae); *Strutocelis semiotarsa* Meyrick y *Durrantia* sp. pos. *arcanella* Busck (Lepidoptera: Oecophoridae); *Loxotoma elegans* Zeller y *Stenoma cecropia* Meyrick (Lepidoptera: Stenomidae); *Brassolis sophorae* L. y *Opsiphanes cassina* Felder (Lepidoptera: Brassolidae), entre otros.

Sagalassa valida Walker (Lepidoptera: Glyphipterigidae) es el barrenador de las raíces cuyo daño se traduce en el atraso y pérdida de anclaje de la palma joven, o en una reducción del peso del racimo de manera casi inmediata, cuando la palma ya ha entrado en la etapa de producción.

Entre los insectos que afectan las estructuras de reproducción, se puede mencionar a *Imatidium neivai* Bondar (Coleoptera: Chrysomelidae), el cual hace roeduras en la superficie de los frutos

externos, afectando de manera directa el contenido de aceite de éstos, además de dificultar la cosecha en su momento oportuno. *Cyparistius daedalus* Cramer (Lepidoptera: Castnidae) ataca, como barrenador, las inflorescencias y los racimos de palmas adultas.

La lista de insectos que se presenta en la Tabla 1, aparentemente sencilla, es la que se ha constituido como en el eje central de los departamentos de sanidad vegetal de las plantaciones, y su presencia está estrechamente relacionada con las características ecológicas de las diferentes regiones y del manejo agronómico de las plantaciones.

Por esto, muchas especies de insectos de distribución nacional, por ejemplo, sólo adquieren la categoría de plagas en una o en pocas regiones, y dentro de éstas en unas plantaciones más que en otras. Inclusive unas especies de insectos se convierten en plagas endémicas en ciertas plantaciones y más aún en determinados lotes o en áreas bien definidas.

Hay varias especies de defoliadores como *O. cassina* Felder (Lepidoptera: Brassolidae) o varias especies de la familia Limacodidae (Lepidoptera) que se encuentran en todas las zonas productoras del país, sin embargo, sólo en unas pocas plantaciones alcanzan niveles de plaga de manera repetitiva. Algo similar sucede con *C. daedalus* en los Llanos Orientales de Colombia.

Tabla I

Insectos plagas de la palma de aceite de mayor importancia, registrados en las diferentes zonas productoras de Colombia

Especie	Zonas geográficas			
	Norte	Central	Oriental	Occidental
<i>Leptopharsa gibbicarina</i>	*	*		
<i>Strategus aloeus</i> L.	*	*	*	*
<i>Stenoma cecropia</i> Meyrick		*		*
<i>Retracrus elaeis</i> Keifer		*		
<i>Opsiphanes cassina</i> Felder	*	*	*	*
<i>Loxotoma elegans</i> Zeller			*	
<i>Brassolis sophorae</i> L.			*	
<i>Sibine fusca</i> Stoll	*	*	*	*
<i>Sagalassa valida</i> Walker	*	*	*	*
<i>Atta</i> sp.	*	*	*	*
<i>Euprosterma elaeasa</i> Dyar		*	*	
<i>Dirphia peruvianus</i>		*	*	
<i>Cyparisius daedalus</i>			*	
<i>Hispoleptis</i> sp.	*	*	*	
<i>Durrantia</i> sp.	*	*		
<i>Imatidiun</i> sp.	*	*	*	
<i>Rhynchophorus palmarum</i> L.	*	*	*	*
<i>Metamasius hemipterus</i> L.			*	

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN EL AGROECOSISTEMA DE LA PALMA DE ACEITE

Cuando se habla de un manejo integrado del agroecosistema en función de un adecuado manejo de insectos plagas, se hace referencia a un sistema de prevención basado en el fortalecimiento de la estabilidad del ecosistema. En un cultivo perenne, como el de la palma de aceite, poco a poco, con el transcurrir

del tiempo va pasando de un ecosistema bastante simple, parecido al de un cultivo anual, a uno cada vez más complejo propio de un cultivo perenne, cuya estabilidad estará dependiendo de las características mismas del cultivo y del grado y de la forma de intervención dados por el hombre en el proceso de explotación del mismo. En consecuencia, en la forma como se contribuya a esa estabilidad y a una mayor complejidad del agroecosistema, menores riesgos existirán de la presencia de un aumento rápido de las poblaciones de las diferen-

tes especies de insectos. Sin embargo, en la naturaleza se suceden eventos que se salen del control humano y que pueden generar desórdenes ecológicos que es necesario detectar a tiempo, en especial cuando éstos se refieren al incremento de alguna o algunas especies de insectos fitófagos, conocidos como plagas de la palma de aceite.

De lo anterior se desprende que el Manejo Integrado de Plagas en el agroecosistema de la palma de aceite se podría reducir a tres actividades principales:

- Manejo del agroecosistema de la palma de aceite,
- Detección de focos iniciales de insectos potencialmente plagas, y
- Manejo de esos focos muy iniciales.

Manejo del agroecosistema de la palma de aceite

Según los resultados logrados en los diferentes programas de manejo integrado llevados a cabo por Cenipalma y por algunas plantaciones, es posible intervenir positivamente el agroecosistema de la palma mediante acciones, como:

Siembra y manejo de plantas arvenses

Estas plantas que crecen dentro del cultivo, por lo general herbáceas, juegan un papel preponderante en la regula-

ción de poblaciones de insectos dentro del agroecosistema de la palma de aceite. Por una parte, las plantas nectaríferas proporcionan alimento rico en carbohidratos a los adultos de insectos parasitoides. De manera experimental se ha evaluado la acción de unas pocas especies de plantas nectaríferas, entre las cuales se encuentran: *Cassia tora* L., *C. occidentalis* L., *C. reticulata* Willd. Pitter, *Crotalaria juncea* L., *Croton trinitatis* Mills, *Hyptis capitata* Jacq., *H. atrorubens* Poir, *Solanum* sp., *Heliotropium indicum* L., *Malva silvestris* L., *Malva* sp., *Urena trilobata* Velloso, *Urena lobata* L., *Urena* sp., *Triumfetta lapula* L., y su efecto es significativo en el incremento del parasitismo natural que afecta las poblaciones de *S. cecropia*, *O. cassina*, *E. elaeasa*, *C. daedalus*, *Hispoleptis* sp., *L. gibbicarina* y, en general, de un alto número de especies fitófagas.

Por otra parte, los néctares florales de estas plantas arvenses también pueden constituirse en fuente alimenticia de los adultos de los parasitoides, así como pueden ser a la vez huéspedes de otras especies de insectos que también son huéspedes alternos de insectos benéficos, asegurándoles alimento y medio de subsistencia permanentes; en estas circunstancias, parasitoides y depredadores mantendrán sus poblaciones en niveles altos todo el tiempo, con un efecto permanente sobre las de los insectos plagas.

Vegetación circundante

Otro aspecto a tener en cuenta es el relacionado con la vegetación circundante en los lotes y cultivos de palma de aceite. Este punto es muy importante y se presenta en forma separada del anterior, porque esta vegetación está constituida por plantas cuyo tamaño y características morfológicas son diferentes a las de las arvenses. Es necesario seleccionar especies de plantas nectaríferas que se siembran alrededor de los lotes, a lo largo de las vías, de los canales y fuentes de agua.

La bajagua (*C. reticulata*), por ejemplo, es un arbusto, excelente huésped de la hormiga *Crematogaster* spp. y de muchos parasitoides, que no se puede sembrar dentro de los lotes de palma, sino en su periferia. Otras especies de plantas arbustivas como *Urena* spp. y *T. lapula* atraen muchas especies de parasitoides, especialmente cuando su estado de desarrollo vegetativo coincide con la época de mayor tamaño de sus hojas, cuando sus nectáreos extraflorales son funcionales. En este caso, planes de poda y de fertilización de estas nectaríferas incrementan su potencial benéfico. Genty (1998) afirma que en plantaciones grandes, de más de 5.000 hectáreas, la presencia de plagas siempre se localiza en los lotes internos de la plantación y con menor frecuencia en los lotes periféricos cercanos a bosques y vegetación nativa. Esto reafirma la necesidad de mante-

ner algún tipo de vegetación diferente a la palma de aceite dentro de los cultivos para variar y ampliar un poco la biodiversidad.

Mantenimiento de reservorios de vegetación nativa

Para plantaciones nuevas o que se encuentran en etapa de renovación, es muy importante dejar espacios con vegetación nativa. En los Llanos Orientales se ha comprobado que el *Rhynchophorus palmarum* L. se encuentra en mayores poblaciones dentro de vegetación nativa que en los lotes de palma de aceite. Al eliminar esos reservorios se está induciendo a que el insecto entre más rápidamente al cultivo de la palma de aceite. Así mismo con varias otras especies que se alimentan de palmáceas nativas. En fin, cada zona o región tiene sus propios problemas pero también sus propias soluciones y en ello deben trabajar incansablemente los técnicos de sanidad vegetal para identificar y utilizar las especies más promisorias. Siendo la hormiga *Crematogaster* spp. tan benéfica en la regulación de las poblaciones de algunas especies de plagas como *L. gibbicarina* e *I. neivai* se debe propiciar el crecimiento de árboles como la guama *Inga* spp., o varias especies de acacias (*Leguminosae*), en las cuales se mantienen o se desarrollan colonias de esta hormiga, convirtiéndose en centros de distribución de esta especie benéfica.

Prácticas agronómicas

Manejo del agua

En este aspecto es necesario considerar los dos extremos relacionados con escasez y abundancia del agua respecto al hábito de los insectos, con el objeto de buscar soluciones oportunas, económicas y eficientes al problema, mediante la aplicación de riegos oportunos y suficientes o, por el contrario, drenajes y obras de adecuación de tierras.

A manera de ejemplo se puede comentar que como consecuencia del incremento de las lluvias en los municipios de Fundación y Aracataca (Magdalena), a finales de 1999, el río Fundación se desbordó y mantuvo el nivel de sus aguas por encima del suelo en varios lotes de palma de aceite durante varios días. Meses después se presentó una población bastante alta de *O. cassina*, con todos los problemas que esta especie ocasiona.

También en la Zona Norte, en épocas de sequía prolongada, se pudo establecer que la hormiga *Crematogaster* spp., descendía del follaje y del estípote en busca de refugio en las paleras, con lo cual se corría el riesgo de perder la eficiencia de la acción benéfica de este magnífico depredador. Sin embargo, el mayor detrimento causado por una temporada seca prolongada, radica en la reducción del tamaño de las hojas de las plantas nectaríferas como *C.*

trinitatis, *Urena* spp., *T. lapula*, *C. reticulata*, etcétera. Ya en 1998, Genty lo había señalado, y en el año 2000 Cenipalma lo confirmó al determinar que en esta época de sequía, al reducirse el tamaño de las hojas, se disminuía el número de nectareos funcionales de éstas. Sin embargo, la atracción de insectos benéficos, aunque se reduce, no se anula por que trabajan los nectareos florales.

Fertilización

En un programa de manejo integrado de plagas es ineludible recordar que son insectos fitófagos, y que como tales sus poblaciones van a responder a la calidad del alimento consumido. En un cultivo perenne, como el de la palma de aceite, cuando las poblaciones de un insecto se han ido incrementando generación tras generación, éste se ha venido alimentando de una sola especie vegetal, de unas mismas palmas y, por tanto, de una misma calidad de alimento. Esto tiene implicaciones sobre el metabolismo del insecto, y su efecto se verá en la medida en que pasen generaciones alrededor de la misma fuente de alimento. Deficiencias o excesos de ciertos elementos, como N o K, pueden alterar la fecundidad de ciertas especies de insectos. Syed (1994), en su última visita a Colombia, afirmaba, por ejemplo, que *O. cassina* incrementa su fecundidad cuando se alimenta en palmas deficitarias de K.

En otros experimentos se comprobó que la fertilización con K y con S, solos o en combinación bajo la forma de K_2SO_4 , reduce de manera significativa la población del ácaro *Retractus elaeis* Keifer (Acari: Eriophyidae), en el Magdalena Medio, y que su efecto dura unos seis meses, más o menos el tiempo requerido para una nueva fertilización comercial. En la Zona Oriental se ha evidenciado el efecto que tiene la adición de tusa o raquis al suelo sobre las poblaciones del minador de las hojas, *Hispoleptis* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae), lo cual será necesario investigar científicamente.

En fin, existen multitud de ejemplos y evidencias según los cuales una adecuada fertilización induce a una tolerancia a los insectos fitófagos y, por ende, reduce otros mecanismos de intervención en el agroecosistema, sin conocer aún los efectos que pueda tener una buena nutrición sobre la evolución de las poblaciones de insectos benéficos, en especial parasitoides.

Manejo selectivo de malezas

Aunque ya se mencionó anteriormente, se recalca en este tema. El mantenimiento de plantas arvenses benéficas no puede ir en contravía de un buen mantenimiento de los lotes de palma de aceite. Existen especies vegetales que pueden competir por nutrientes con la palma u originar problemas e incomodidades en la cosecha o en el transporte primario de la fruta, y que

es necesario controlarlas. Sin embargo, su control debe ser selectivo y la elección del método a utilizar dependerá de las características mismas de los lotes de palma. Lo importante es que ese manejo de malezas no destruya la vegetación interna de los lotes, en especial las plantas nectaríferas, por que esto constituye el eje central de cualquier programa de manejo integrado de plagas.

Podas

Las podas fitosanitarias para el manejo de *Hispoleptis* sp. o defoliaciones causadas por el complejo *Leptopharsa-Pestalotiopsis* ayudan en alguna manera a reducir las poblaciones de insectos, y su acción es más de carácter puntual hacia una especie dada en determinado estado de desarrollo. En el caso concreto de *C. daedalus*, la poda ayuda a interrumpir el ciclo de vida de la plaga.

Aporques

El aporque o la colocación de tusa, de fibra, de cascarilla de arroz, o de cualquier fuente de materia orgánica en la base de las palmas para el control de *S. valida* ha permitido una regulación de las poblaciones de la plaga por períodos prolongados y una excelente emisión de raíces, con lo cual se minimiza el daño. Aunque no se ha cuantificado, también se incrementa la población de otros insectos, arácnidos y otros organismos, los cuales deben jugar algún papel en la regulación de la plaga.

Ciclos de cosecha

Ciclos cortos de cosecha ayudan a reducir de manera permanente la presencia de algunas plagas del fruto, como *C. daedalus*, con lo cual se interrumpe el ciclo de vida del insecto.

Recolección de frutos sueltos

Estos frutos abandonados en los lotes originan plantas de palma conocidas como "espontáneas", las cuales pueden constituirse en huéspedes de insectos plagas, cuyas poblaciones iniciales pueden pasar inadvertidas en las revisiones normales de plagas o en el control, cuando éste se dirige a las palmas adultas. Existen experiencias claras de la relación existente entre este tipo de palmas "espontáneas" y la presencia de plagas como *O. cassina*, *S. cecropia*, *S. aloeus* y *S. valida*.

DETECCIÓN DE FOCOS INICIALES DE INSECTOS POTENCIALMENTE PLAGAS

Cuando se está manejando el agroecosistema de la palma de aceite se debe mantener un conocimiento actualizado de lo que está sucediendo en él. Además de los registros pluviométricos y demás información derivada de las estaciones meteorológicas, que servirá para prevenir posibles ataques de plagas, es importante detectar a tiempo los focos muy iniciales de insectos dañinos. En un ataque de plagas, nunca éstas aparecen de la noche a la maña-

na. Existe un proceso de crecimiento a partir de una pequeña población ubicada en unas pocas palmas. La clave está en la ubicación y delimitación de esos focos para intervenirlos de la mejor forma posible, recordando que "foco" se refiere a un reducido número de palmas.

Para detectar esos focos iniciales de plagas, Syed (1998) describe el método "detección-censo". Por lo general, el insecto plaga puede sobrevivir en algunas palmas sin ocasionar daños perceptibles. En estas condiciones, el manejo de las plagas puede solo requerir la *vigilancia visual* de la situación. La detección de la infestación de las plagas es la base fundamental y el aspecto más importante del sistema de manejo de éstas, cuando todavía se limitan a unas pocas palmas.

La detección se hace mediante rondas periódicas a través de las cuales se puede observar la forma como está evolucionando la población del insecto plaga. Solo si la población tiende a aumentar, es importante determinar el número de la plaga mediante la realización del *censo*. Es decir que éste sólo se realiza en los sitios donde se ha detectado la presencia de la plaga con el objeto de establecer la tasa de infestación. El número de puntos que se requieren para el censo, depende del área infestada. Éstos deben distribuirse de manera uniforme en toda la zona infestada.

MANEJO DE FOCOS INICIALES

Dependiendo de la especie plaga, de las características de las palmas, de las disponibilidades de la plantación, etc., se adelantarán los sistemas de control de plagas dirigidos exclusivamente a esos sitios o focos bien delimitados. O sea que ellos, como una acción puntual, estarán basados en los sistemas de control biológico, mecánico, físico o químico.

El manejo de los focos siempre será menos costoso, más eficiente y menos peligroso por la magnitud de su daño y del área a tratar. En ellos se pueden aplicar todas las estrategias establecidas para el control integrado de plagas.

Control integrado de plagas

El concepto de manejo integrado de plagas utilizado para el control de un foco inicial de plagas, se emplea con el criterio de aplicar todas aquellas medidas que contribuyan a reducir las poblaciones de insectos, de manera que unas se complementen con las otras, en función del sentido ecológico y de sostenibilidad del concepto de manejo integrado de plagas.

Las prácticas más empleadas en el control de las plagas de la palma de aceite, utilizando este criterio, son:

Control químico aplicado por inyección, microinyección o por absorción radi-

cal contra *L. gibbicularina* y un amplio número de lepidópteros defoliadores.

Control biológico basado en la utilización de insecticidas de origen biológico como la bacteria *Bacillus thuringiensis* Berliner; hongos entomopatógenos, como *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *B. brongniartii* (Sacc.) Petch, *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin y *Paecilomyces* sp.; y virus de la poliedrosis nuclear para el control de varias especies de lepidópteros defoliadores. En algunos casos se realizan liberaciones del parasitoide de huevos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para el control de *S. cecropia*; *Trichogramma* sp. para el control de *L. elegans*, o del parasitoide *Spalangia* spp. (Hymenoptera: Pteromalidae) para el control de moscas, especialmente la mosca de los establos *Stomoxys calcitrans* L. (Diptera: Muscidae).

Control físico mediante la utilización de trampas cebadas con feromonas y productos vegetales en fermentación para la captura de insectos diseminadores de nematodos como *R. palmarum* y *M. hemipterus*, o sólo con productos vegetales en fermentación para adultos de la familia Brassolidae (Lepidoptera).

En algunas ocasiones se utilizan trampas de luz para la captura de adultos de *S. cecropia*; trampas adhesivas para moscas; recolección manual de larvas o de pupas y aun de huevos para va-

rias especies de lepidópteros como *O. cassina*, *Brassolis sophorae*, L., *C. dardalus* e inclusive algunos limacódidos a pesar de ser tan urticantes.

Como se ve, todas son prácticas dirigidas al control directo de algún estado del insecto plaga en el foco inicial y aun cuando todas no afectan de manera directa a los biocontroladores naturales, resultan detrimentales para el medio ambiente, si se considera que al aplicar la medida de control se reduce drásticamente una población de los insectos que estaban actuando dentro de la cadena alimenticia. Sin embargo, dado el tamaño del área afectada, esto no se traduce en complicaciones de carácter ecológico ni económico.

CONCLUSIÓN

El manejo de los insectos plagas en el agroecosistema de la palma de aceite es una nueva cultura que previene la presencia de insectos y se basa en el fortalecimiento de los factores de mortalidad natural de éstos, en una excelente revisión de plagas que permitan detectar a tiempo la presencia de focos iniciales y en el tratamiento de estos focos, cuya eficiencia será mayor en cuanto los focos sean de menor tamaño.

BIBLIOGRAFÍA

- ARGUMERO, A. 2001. Caracterización de dos plantas nectaríferas, atrayentes de insectos benéficos. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia (Tesis Ingeniero Agrónomo) Bogotá. 60 p.
- BUSTILLO, A. E. 1979. La nutrición en insectos. Sociedad Colombiana de Entomología, Medellín. (Boletín Divulgativo no. 2) 43 p.
- CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN PALMA DE ACEITE. Bogotá (Colombia). 1995. Informe de Labores. En: Fedepalma. Informe de Labores 1994-1995. Fedepalma. Bogotá. p. 53-66.
- _____ 1996. Informe de Labores. En: Fedepalma. Informe de Labores 1995-1996. Fedepalma, Bogotá. p. 85-92.
- _____ 1997. Informe de Labores. En: Fedepalma. Informe de Labores 1995-1996. Fedepalma. Bogotá. p. 74-108.
- _____ 1998. Informe Anual de Labores 1997. 71 p.
- _____ 1999. Informe Anual de Labores 1998. 124 p.
- _____ 2000. Informe Anual de Labores 1999. 135 p.
- _____ 2001. Informe Anual de Labores 2000. 112 p.

GENTY, PH. 1998. Reflexiones sobre manejo integrado de plagas en plantaciones industriales de palma. Palmas (Colombia) v. 19 no. 3, p. 51-59.

SYED, R.A. 1994. Estudio del manejo de plagas en palma de aceite en Colombia. Palmas (Colombia) v. 15 no. 2, p. 55-68.

MANEJO DEL
AGROECOSISTEMA

PLANTAS NECTARÍFERAS EN LA REGULACIÓN
DE INSECTOS DEFOLIADORES Y SU MANEJO
EN PLANTACIONES DE PALMA DE ACEITE

Jorge Alberto Aldana de la Torre*

RESUMEN

Las poblaciones de insectos defoliadores de palma de aceite se incrementan en la época seca, viéndose favorecidos por la reducción de insectos parasitoides y la abundancia de alimento disponible. Una alternativa que pretende equilibrar a estas poblaciones, consiste en incrementar la vegetación circundante que favorezca el establecimiento de insectos benéfico. Para ello es importante conocer las características de las plantas y su relación con los insectos parasitoides que las visitan. Las plantas nectaríferas *Urena lobata* L. (Malváceae), *Triumfetta lappula* L. (Tiliaceae), *Cassia reticulata* Willd. (Leguminosae) y *Urena trilobata* Velloso (Malváceae) son plantas perennes que en condiciones naturales se desarrollan en el borde de los lotes de palma, presentan estructuras que producen sustancias azucaradas que sirven como complemento alimenticio y energético de los insectos que se alimentan de ellos. Se ha establecido que para *U. lobata*, *U. trilobata* y *T. lappula*, durante el crecimiento vegetativo, el número de parasitoides, nectáreos funcionales y tamaño de hojas tienen los mayores valores. Durante el periodo seco se presenta la floración, fructificación y formación de semilla; el tamaño de las hojas se

* Biólogo Cenipalma, Barrancabermeja.

reduce, los nectáreos disminuyen su funcionalidad, y los parasitoides aprovechan los néctares florales, es la época más difícil para los parasitoides, pero sus poblaciones se mantienen gracias a las plantas sembradas.

Se han determinado siete familias de parasitoides y dos depredadores agrupados en más de doscientos morfo especies de parasitoides, los cuales pertenecen a las familias Braconidae, Ichneumonidae, Chalcididae, Eulophidae, Scelionidae, Elasmidae y Evaniidae. Los porcentajes de parasitismo en lotes de palma se incrementaron de 8 a 60% en un período de 10 meses, una vez se establecieron las plantas en sus bordes.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En uno de los primeros trabajos dirigidos al estudio de la relación planta-insecto-plaga-ambiente, en palma de aceite, en Colombia y Ecuador, Del Var y Genty (1992), encontraron que *Solanum hirtum* (Solanaceae) ejercía una atracción especial sobre los insectos de las familias Chalcididae e Ichneumonidae; *Urena* sp. (Urticaceae) sobre Chalcididae pequeños, Eurytomidae, Eulophidae y Braconidae; *Croton* sp. (Euphorbiaceae) sobre todas las familias registradas en las otras especies de plantas. Sin embargo, no encontraron una estrecha relación entre las es-

pecies halladas y los parasitoides conocidos de las plagas de la palma con excepción de los Chalcididae. Tampoco apreciaron una relación entre los parasitoides atraídos por estas plantas y sus propias plagas. En ese momento se consideró que deben existir otras especies vegetales que cumplan las necesidades alimenticias y de protección de los insectos benéficos. Al respecto Syed (1994) dentro del plan de manejo de plagas, propone mantener y propiciar el desarrollo de todas las plantas que tengan flores. El polen, el néctar, los huéspedes alternos y el abrigo, constituyen los elementos para brindar una diversidad de las condiciones para un incremento de las poblaciones de artrópodos benéficos.

Las condiciones naturales de los insectos potencialmente plagas son controladas en efecto por organismos entomófagos y entomopatógenos en una amplia variedad de hábitats; sin embargo, en muchos de éstos existen condiciones ambientales poco propicias para lograr un control biológico satisfactorio. Las características del cultivo permiten el establecimiento y mantenimiento de algunas modificaciones del hábitat para hacerlo más eficiente respecto al comportamiento de los organismos benéficos (Calvache 1991).

La agricultura ha originado ecosistemas artificiales representados por monocultivos que requieren una cons-

tante intervención humana, esta intervención está referida al uso de insumos agroquímicos con el fin de mejorar la producción sin considerar los costos ecológicos, económicos, reales y sociales. Las consecuencias de la reducción de la biodiversidad son en particular evidentes en el campo del manejo de las plagas (Altieri 1992).

La inestabilidad de los agro ecosistemas está ligada con la expansión de monocultivos a expensas de la vegetación natural. Las comunidades más abundantes de plantas modificadas se hacen vulnerables a daños intensos de plagas y mientras más modificadas sean dichas comunidades, más abundantes y serias resultan éstas. Este es el caso de la palma de aceite acorde con la tecnología actual según la cual el monocultivo productivo se encuentra asociado con el cultivo de cobertura como kudzú, *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Beth. o sólo con gramíneas en extensiones muy grandes.

Se han perdido las características de autorregulación inherentes a las comunidades naturales y su reparación sólo se logra con el restablecimiento de sus elementos homeostáticos de la comunidad, a través de la adición o promoción de la biodiversidad. Por tanto, el establecimiento de la biodiversidad dentro o alrededor de los lotes de palma de aceite debe ser una actividad principal y no complementaria, como

lo indican algunos investigadores (Calvache 1995).

Al hablar de control biológico natural o artificial, se piensa únicamente en la relación huésped-benéfico, olvidando un punto muy importante referido a la alimentación y ambiente adecuado para el establecimiento y mantenimiento de los parasitoides adultos. Estas condiciones se encuentran en los nectarios, en las flores y en diferentes órganos de muchas plantas (Calvache 1991).

Los monocultivos constituyen ambientes en los cuales es difícil inducir un control biológico eficiente, porque estos sistemas no poseen los recursos adecuados para la actuación efectiva de los enemigos naturales. Es posible ejercer cambios en la diversidad del hábitat que favorezcan la abundancia de los enemigos naturales y su efectividad al proveer de huéspedes presas alternativas en momentos de escasez de la plaga huésped, proveer de alimentación (polen y néctar) para los parasitoides y depredadores adultos, proveer refugio a los enemigos naturales, de manera que asegure la sobrevivencia continuada de los insectos benéficos (Altieri 1992).

Para ello, es necesaria la siembra y protección de la flora útil, la adaptación y cuidado de especies huéspedes de insectos benéficos como algunas malvaceas y solanaceas, cuyos nectarios sir-

ven como fuente de alimento de las familias Chalcididae y Braconidae, los cuales se constituyen en excelentes parasitoides de larvas y pupas de lepidópteros (Ávila 1993; Reyes 1991).

Trabajos realizados por Altieri (1992) señalan que las malezas influyen en la abundancia y diversidad de insectos herbívoros y sus enemigos naturales asociados en sistema de cultivo. Ciertas malezas, principalmente Umbelífera, Leguminoseae y Compositae, juegan un importante rol ecológico al acoger a un complejo de artrópodos benéficos que ayudan en el control de las poblaciones de insectos plagas.

Las empresas deben hacer esfuerzos para establecer y proteger este tipo de vegetación reconocida como útil en este proceso. En algunas de ellas realizan la práctica de rozar la maleza calle de por medio; cuando éstas se han recuperado parcialmente se intervienen las calles en las que no se realizó el pase anterior y así se mantiene una vegetación que puede ser benéfica en la regulación de las plagas. Existe un registro bastante detallado de las malezas presentes en las plantaciones de palma de aceite en Colombia, con descripciones morfológicas que han permitido detectar aquellas que tienen estructuras nectarias extraflorales, cuyo efecto es muy positivo para el establecimiento de la entomofauna benéfica (Calvache 1991).

Pimentel (1961), Adams y Drew (1965) Dempster (1969), Flaherty (1969), Smith (1969), Root (1973) y Altieri et al. (1977) citados por Altieri (1992), afirman que en los últimos 20 años, la investigación ha demostrado que los brotes de ciertos tipos de plagas de cultivos son menos probables en los sistemas de cultivos diversificados con malezas que en los cultivos sin ellas, debido en especial a la mortalidad incrementada por los enemigos naturales.

El establecimiento exitoso de parasitoides ha dependido de la presencia de malezas que han provisto de néctar a las hembras adultas de avispas parásitas (Altieri 1992). Se debe brindar la oportunidad para la presencia de otros insectos, los cuales en ocasiones pueden ser plagas secundarias, para que se construya el sustento alterno de los organismos benéficos y mantengan el potencial biótico de control natural. Esto se logra mediante la diversificación y mantenimiento de la vegetación presente en los bordes y los caños (Calvache 1991).

La fauna acompañante de los cultivos puede ser un competidor por espacio, nutrientes, luz y algunas especies pueden servir de albergue a insectos plagas, patógenos y sus vectores. Sin embargo esta vegetación también contribuye al sostenimiento de la entomofauna benéfica entre la que se encuen-

tran fitófagos neutrales, depredadores y parasitoides. Estos artrópodos se alimentan de secreciones de nectarios, exudados de heridas, polen y presas animales que encuentran en la vegetación, y que necesitan para alcanzar una fecundidad y longevidad normal (Mexzón y Chinchilla 1999).

En el momento existe un registro bastante detallado de las plantas presentes en las plantaciones de palma de aceite en Colombia con descripciones morfológicas, que han permitido detectar aquellas que tienen estructuras nectaríferas extraflorales cuyo efecto es muy positivo para el establecimiento de la entomofauna benéfica. (Calvache 1995).

En orden descendente las especies más importantes pertenecen a las familias Asteraceae, Euphorbiaceae, Leguminosae, y Malvaceae. Las especies vegetales con una arquitectura compleja, algunas coberturas vegetales y arbustos densos, perenne, con floración, periódica y glándulas extraflorales, son los que atraen el mayor número de familia de insectos, entre ellas: *Byttneria aculeata*, *Cassia tora*, *C. reticulata*, *Melanthera áspera*, *Solanum jamaicense*, *Triumfetta semitriloba*, *U. lobata* y *Vitis sycioides* (Mexzón y Chinchilla 1999).

La capacidad atrayente de insectos de algunas de estas plantas, parece responder a la abundancia y permanencia de recursos alimentarios. Por ejem-

plo, algunas de estas malezas poseen tricomas glandulosos en las hojas como *S. jamaicense*, nectarios en la unión de las venas como *B. aculeata*, *U. lobata*, en los pecíolos de las hojas, *C. tora*, en el frutos, *S. melaleuca* y estipulas modificadas en *C. reticulata* (Mexzón y Chinchilla 1999).

Los insectos benéficos se desarrollan como parasitoides o depredadores de un amplio número de organismos, y muchos cumplen un papel en la regulación natural de las poblaciones de insectos plaga. Se calcula que Hymenóptera es responsable del 57% de la depredación total sobre otros insectos y que un fitófago típico es atacado por 5 a 10 especies de parasitoides. Además, en los programas de control biológico, Hymenóptera parasítica es el grupo más importante, responsable de la mayoría de beneficios económicos y ambientales (La Salle y Gauld 1993).

Otros calcidóideos, cuyas familias son mejor conocidas como parasitoides de filófagos de palma de aceite son Elasmidae (*Elasmus* sp. sobre *Stenoma cecropia*), Eulophidae (*Elachertus* sp. sobre *Oiketicus kirbyi* *Euplectromorpha* sp. sobre *Natada subpectinata* y *Euprosterina elaeasa*; *Kaleva* sp. sobre *Sibine megasomoides*, y *Nesolynx* sp. sobre *S. cecropia*); Eurytomidae (*Eurytoma* sp.) y Pteromalidae (*Halticoteroides* sp.) (Mexzón y Chinchilla 1996).

Dentro de la familia Braconidae, los géneros más importantes son *Cotesia* sp., *Fornicia* sp., *Digonogastra* sp., *Rhysipolis* sp. y *Rogas* sp. Las especies de *Cotesia* son endoparasitoides comunes de larvas de Limacodidae (*Sibine* spp., *Euclea diversa* y *E. eleasa*) (Mexzon y Chinchilla 1996; y Genty 1984). Los individuos de *Cotesia* sp. pueden ser parasitados por *Elasmus* sp. y *Conura* sp., lo cual podría interferir en su papel como reguladores de la población de lepidópteros (Genty 1984). Sin embargo, no siempre es aparente que la presencia de un hiperparásito afecte de manera considerable el balance, nivel de parasitismo, entre el parasitoide primario y su huésped. La presencia del hiperparásito podría ser beneficiosa para el parasitoide, al mantener la población del huésped por encima de un nivel, que sea crítico para la sobrevivencia del parasitoide (Wahid y Kamaruddin 1993).

La familia Ichneumonidae parasita varias especies de Limacodidae, unos pocos Oecophoridae y Psychidae. Los géneros mejor conocidos son *Barycerus*, *Cassinaria*, *Filistina* y *Theronia*. El nivel de parasitismo que ejercen es bajo con excepción de *Cassinaria*. Este último género parasita larvas jóvenes de Limacodidae, entre ellas las especies de *Euclea* sp., *Euprosterma* sp., *Natada* sp., y *Sibine* sp. (Tabla 1). En esta última especie, el insecto controlador coloca un

huevo en el interior de la larva, y su desarrollo parece estar sincronizado con la misma hasta el momento de ocurrir la pupación de la oruga huésped (Mexzon y Chinchilla 1996).

Diez meses después del establecimiento de una franja de 440 m de plantas nectaríferas atrayentes de familias de microhimenópteros (Braconidae, Eulophidae, Chalcididae e Ichneumonidae) en palma de aceite, hubo una supresión muy significativa del daño causado por el gusano bolsa, *Metisa plana* (Psychidae) sobre 450 m a ambos lados de la franja. Tal efecto positivo fue experimentado para los siete meses subsecuentes (Tuck y Lay 1999). La disponibilidad de los nectarios extraflorales funcionales como alimento de los insectos benéficos, favorece a los parasitoides sinovigénicos que incrementan su longevidad, lo cual permite la ovogénesis y oviposición de más huevos. En el caso de los parasitoides provigénicos, la longevidad también es importante desde que la carga de un número finito de huevos requiere tiempo para depositarlos, en especial si los huéspedes son escasos. El éxito reproductivo es gobernado por el tiempo de supervivencia del parasitoide, que puede variar con el tipo de alimento, y el tiempo que éste necesita para descubrir a sus huéspedes, que varía con la densidad del huésped (Baggen y Gurr 1998).

Tabla I

Parasitoides identificados y su huésped en palma de aceite

Planta: *Urena lobata*

Parasitoides	Plaga huésped	Estado atacado
<i>Rhisipolis</i> sp. (Braconidae)	<i>Stenoma cecropia</i> Meyrick	L
<i>Cotesia</i> sp. (Braconidae)	<i>Sibine fusca</i> Stoll	L
Género sp. 1 no identificado (Braconidae)	<i>Euprosterina elaeasa</i> Dyar	L
<i>Brachymeria</i> sp. (Chalcididae)	<i>S. cecropia</i> Meyrick	P
<i>Pseudobrachymeria</i> sp. (Chalcididae)	<i>S. cecropia</i> Meyrick	P
<i>Conura maculata</i> Fabricius (Chalcididae)	<i>Opsiphanes cassina</i> Felder	P
<i>Elasmus</i> sp. (Elasmidae)	<i>S. cecropia</i> Meyrick	L
Género sp. 2 no identificado (Eulophidae)	<i>Natada subpectinata</i> Dyar	L
<i>Cassinaria</i> sp. (Ichneumonidae)	<i>Eucllea</i> sp.	L
	<i>E. eleasa</i> Dyar	L
	<i>S. fusca</i> Stoll	L
	<i>N. subpectinata</i> Dyar	L

Planta: *Triumfetta lappula*

Parasitoides	Plaga Huésped	Estado atacado
<i>Cotesia</i> sp. (Braconidae)	<i>S. fusca</i> Stoll	L
Género sp. 1 no identificado (Braconidae)	<i>E. elaeasa</i> Dyar	L
<i>Brachymeria</i> sp. (Chalcididae)	<i>S. cecropia</i> Meyrick	P
<i>Pseudobrachymeria</i> sp. (Chalcididae)	<i>S. cecropia</i> Meyrick	P
<i>Conura maculata</i> Fabricius (Chalcididae)	<i>O. cassina</i> Felder	P
<i>Elasmus</i> sp. (Elasmidae)	<i>S. cecropia</i> Meyrick	L
Género sp. 2 no identificado (Eulophidae)	<i>N. subpectinata</i> Dyar	L
<i>Cassinaria</i> sp. (Ichneumonidae)	<i>Eucllea</i> sp.	L
	<i>E. elaeasa</i> Dyar	L
	<i>S. fusca</i> Stoll	L
	<i>N. subpectinata</i> Dyar	L

Fuente: Aldana J., 2000. Biólogo entomólogo. Cenipalma. L = Larva, P = Pupa

RELACIÓN FUENTE-VERTEDERO

Durante el crecimiento vegetativo las hojas jóvenes actúan como vertederos inicialmente, cuando la sacarosa y otros solutos son metabolizados, para su posterior utilización en la respiración o en la conversión de almidón

hasta que han desarrollado por completo su aparato fotosintético, momento en el cual se transforman en fuentes, o sea en hojas adultas que tienen un tamaño mayor y un predominio de los nectarios extraflorales funcionales. Cuando se inicia la fase reproductiva hay una desviación de los nutrimentos y fotoasimilados provenientes de las

hojas adultas hacia las flores y frutos en desarrollo (vertederos), que tienen gran capacidad para extraer sales minerales, azúcares y aminoácidos, reduciendo el crecimiento vegetativo (Salisbury y Roos 1992). En consecuencia hay cambios en la forma de las hojas (heterofilia) y una reducción de su tamaño, con una disminución en el número de nectarios extraflorales funcionales por hoja en *T. lappula* y el aumento del número de nectarios extraflorales no funcionales por planta, en detrimento de los nectarios funcionales, en *U. lobata*.

La descarga del floema en los vertederos reproductivos depende del incremento en la concentración de sacarosa y se encuentra bajo el control de reguladores del crecimiento, que actúan como fuertes agentes de movilización de los fotoasimilados provenientes de las hojas adultas (Salisbury y Roos 1992).

SELECCIÓN Y MORFOLOGÍA DE LAS PLANTAS NECTARÍFERAS

Se seleccionaron las plantas nectaríferas *U. lobata*, *U. trilobata*, *T. lappula* L. y *C. reticulata*, por sus cualidades de atracción sobre la entomofauna benéfica, correspondientes a la presencia de nectarios extraflorales que sirven como fuentes de alimentación, en especial a insectos parasitoides. Esta

relación se ha demostrado en las capturas de himenópteros en realidad atraídos por las secreciones de los nectarios extraflorales de varias plantas pertenecientes al género *Urena* (Delvare y Genty 1992), y algunos trabajos en los que se ha mejorado la eficiencia del parasitismo, como el caso del braconido *Microplitis croceipes* por la influencia del néctar extrafloral disponible en algunas variedades de algodón (Stapel et al. 1997).

Además estas plantas nectaríferas fueron escogidas por su complejidad estructural (arbustos), persistencia de estructuras vegetativas y su mayor distribución ecológica en los sectores constituyentes de la plantación, con respecto a otras especies.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

T. lappula, es un arbusto perenne de 1,5-3,5 m de altura, raíz pivotante, erecto, con hojas enteras, alternas, estipuladas y pecioladas. Lámina foliar de 3-12 cm de longitud y 2,0-6,5 cm de ancho, forma oblonga con extremo distal trilobado, lóbulo central de mayor tamaño, bordes aserrados con 21-47 denticulos por lado, una glándula extrafloral por denticulo (Figura 2). Flores verdes a amarillas, en racimos axilares de 20 cm, hermafroditas, actinomorfas, cáliz y corola pentámeras, 10 estambres libres. El fruto es una

cápsula erizada de 4 a 5 mm, con pubescencia dura (Mezxon y Chinchilla 1999; y Cárdenas y Reyes 1972).

U. trilobata, su nombre común es pata de perro. Arbusto de 0,1–1,7 m de altura, erecto, entrenudos de 4,0–6,0 cm de longitud, con hojas simples, enteras, alternas, pecioladas y estipuladas. La lámina foliar oblonga, ligeramente lobulada, de 4,0–9,0 (-10) cm de longitud y de 3,0–7,5 (-13,5) cm de ancho, con siete venas longitudinales que radian del pecíolo, las tres centrales cada una con una glándula extrafloral, con abundante pubescencia larga y suave. Flores solitarias en las axilas de las hojas, de pecíolos cortos, cáliz con cinco sépalos y corola con cinco pétalos de color rozados, de 0,8–1,5 cm de longitud, pistilo de 0,1 cm de color rojo, base del estilo del mismo color, estambres cortos adnatos al estilo. El fruto es una drupa pentámera con pubescencia dura que le sirve para adherirse. La planta es perenne, crece en sitios soleados, por lo general en potreros y se reproduce por semilla y por estacas. Los principales grupos de insectos visitantes son: chinches (Lygaeidae), escarabajos (Chrysomelidae y Elateridae), moscas (Muscidae, Otitidae, Richardiidae y Tachinidae) y, principalmente, avispas (Braconidae, Chalcididae y Vespidae). Cuando está en floración es muy visitada por *Aphis mellifera*.

C. reticulata, su nombre común es bajagua, saragundí. Arbusto, de 3–7 m

de altura, tallo de 3–10 cm de diámetro, entrenudos de 7–10 cm de longitud, hojas compuestas bipinnadas, alternas, decusadas, estipuladas y pecioladas. De 6–12 pares de hojuelas de 5,5–14,5 cm de longitud y 1,8–5,5 cm de ancho, forma ovalada, alargada, con extremos redondeados, raquis de la hoja de 27–47 cm de longitud, con canaladura dorsal, pecíolos cortos de 0,3–0,6 cm, estipulas de 13 mm de longitud, color naranja, dos por hoja la inflorescencia es un racimo axial, con pecíolos de 8–20 cm; flores de color amarillo, con cinco pétalos cuatro iguales de 12 por 15 mm y el quinto es una quilla delgada de 25–30 mm. El fruto es una legumbre alargada y plana.

Crece en sitios soleados y comunes, en cercas vivas de potreros y orillas de caminos y ríos, se reproduce por semilla y por estaca. Los principales grupos de insectos visitantes son moscas Otitidae, Richardiidae y Syrphidae y avispas Braconidae, Chalcididae, Eulophidae y Eurytomidae. Las hormigas del género *Solenopsis* son abundantes en asociación con estipulas modificadas que producen una secreción azucarada. Se ha observado avispas *Cotesia* y varias especies de *Pteromalidos* en las estipulas o en exudados de savia.

U. lobata, es una planta herbácea con ramas ascendentes, erectas, hasta 180 cm. Tallo herbáceo, escamoso, con ramificaciones alternas y floccoso. Hojas simples, alternas, con pecíolos de cin-

co centímetros, y estipulas lanceoladas de 0,3 cm, y deltoides, trilobuladas, de 4–6 por 2,5–7,5 cm, con invaginación nectaríferas en el envés de la nervadura central (Calvache et al. 2000).

Flores violáceas, axilares, bracteadas, con calículos persistentes, cáliz actinomorfo, dialisépalo, cinco sépalos pubescentes, corola, actinomorfa, dialipétala, cinco pétalos, pubescentes, de dos centímetros. Ovario supero, pentalocular, penta carpelar, pubescente, con cinco estilos terminales y estigmas capitados. Fruto en poliaquenio, de 0,6–0,8 cm, pentangular, pubescente, con cinco semillas, de 0,3 cms, oscuras. (Calvache et al. 2000).

EVALUACIÓN DEL NÚMERO DE INSECTOS POTENCIALMENTE BENÉFICOS

La variable número de insectos potencialmente benéficos, comprende en lo fundamental los himenópteros que han sido registrados como parasitoides de larvas filófagas de palma de aceite y aquellos himenópteros que por su posición taxonómica se sabe que pueden ser de interés. Estos insectos corresponden a la división Parasítica, la cual representa una de las dos mayores divisiones del suborden Apocrita. Sin embargo, no todos los miembros de los Parasítica son parasitoides y hay muchos Aculeata (insectos sociales) y

algunos Symphyta, que tienen un estilo de vida parasítico (La Salle y Gauld 1993). Estos dos últimos grupos de insectos no se tuvieron en cuenta para este estudio.

La captura de insectos benéficos se llevó a cabo con una jama de muselina de unos 30 cm de diámetro, complementada con un aspirador bucal durante cinco minutos ininterrumpidos por cada unidad experimental, colectando únicamente los insectos pertenecientes a familias conocidas de parasitoides, tales como Chalcididae, Ichneumonidae, Braconidae, Eulophidae, Pteromalidae, Elasmidae y Eurytomidae.

La toma de muestras se realizó sobre los tercios medio y superior de las plantas, en los cuales se observó la mayor cantidad de insectos benéficos atraídos, porque en estos estratos se emite una mayor cantidad de hojas nuevas y hay secreción de néctar. Mientras que en el tercio inferior predominan las hojas maduras, en las cuales la secreción de néctar se suspende y hay poca actividad de la entomofauna benéfica.

Los insectos benéficos se identificaron hasta familia y se cuantificó el número de especies por cada una. Estas muestras se preservaron en alcohol al 70% con la información correspondiente, como lugar, especie y fecha. Este material se depositó en Cenipalma, y se comparó con el obtenido por esta misma institución y el de la plantación,

en las evaluaciones de la plantación, en las evaluaciones de parasitismo de insectos plaga.

HORA DE MAYOR ACTIVIDAD DE LA ENTOMOFAUNA BENÉFICA

En las primeras horas de la mañana (6:30 y 7:30a.m.) hay una baja actividad de los insectos benéficos. Luego sigue un incremento paulatino de sus poblaciones sobre las plantas nectaríferas durante el transcurso de la mañana, alcanzando su máximo valor entre las 9:30 y 11:30 a.m., lapso de tiempo en el cual hay una mayor respuesta en la capacidad de forrajeo y movilidad de los insectos benéficos hacia los nectarios extraflorales. A partir del mediodía hay un decremento en la actividad debido posiblemente al aumento de la temperatura (30°C y humedad relativa del 76%), y la intensidad solar que pueden estar relacionados con un mayor desgaste energético de los insectos, resultando en menores poblaciones atraídas, con respecto a las de la mañana (23°C y humedad relativa del 100%). En las horas finales de la tarde se hallaron las menores poblaciones de insectos benéficos atraídos, probablemente producto del cumplimiento de los requerimientos nutricionales de una gran parte de éstos durante las anteriores horas y a la disminución del néctar extrafloral. Muchos nectarios

extraflorales tienen períodos pico de secreción en la mañana y, de nuevo, en la tarde, o la secreción puede ser relativamente constante a través del día y de la noche (Bentley 1976).

FENOLOGÍA DE LAS PLANTAS NECTARÍFERAS

Las fases fenológicas de *U. lobata* se encuentran traslapadas, en especial las que conforman el estado reproductivo de la planta: las fases de floración y formación de frutos. Durante el inicio, transcurso y término de cada ciclo biológico, la planta continúa la formación de hojas manteniendo siempre su color verde, es decir, que no tiene períodos de reposo. Mientras que en *T. lappula* las fases fenológicas fueron muy puntuales, es decir, que se hallaron bien definidas en el tiempo una de otra, sin ningún traslape. Al terminar su ciclo biológico, la planta entra en un período de reposo y pierde sus hojas hasta que inicia un nuevo ciclo.

EVALUACIÓN DEL NÚMERO DE INSECTOS POTENCIALMENTE BENÉFICOS CON RELACIÓN A LAS FASES DE DESARROLLO FENOLÓGICO

La mayor atracción de insectos benéficos sucedió en la fase de crecimiento vegetativo inicial, correspondiente al

período de adaptación de las plantas. Este estado de desarrollo se empezó a evaluar dos semanas después del transplante de las plantas en el sitio de experimentación, con una rápida atracción ejercida sobre los insectos benéficos, lo cual indica el efecto inmediato de los nectarios extraflorales junto a un corto período de adaptación de la planta. Además se registró la mayor proporción de nectarios funcionales con respecto al número de nectarios extraflorales no funcionales (75 y 25%, respectivamente). Al iniciar un nuevo ciclo biológico, de semilla a semilla, característico de plantas perennes, la nueva fase de crecimiento vegetativo atrajo una mayor cantidad de insectos benéficos (1.067 individuos) en relación con un aumento del número de nectarios extraflorales funcionales (4.436, equivalentes al 85% del número total de nectarios extraflorales por planta).

En *T. lappula* el incremento de la atracción de los insectos benéficos se registró durante la floración, gracias al néctar suministrado por las flores que suplió la reducción de los nectarios extraflorales; por tal motivo no hubo asociación significativa entre las variables insectos benéficos y nectarios funcionales. La mayor atracción de insectos benéficos ocurrió al inicio del siguiente ciclo biológico, en la nueva fase de crecimiento vegetativo con una cantidad de 3.762 individuos, junto a un mayor número de nectarios extra-

florales funcionales, con respecto a las fases fenológicas constituyentes del ciclo biológico anterior.

Durante la fase de crecimiento vegetativo inicial, se registró un bajo número de insectos benéficos atraídos con un alto número de nectarios extraflorales funcionales, el cual fue el más alto con respecto a los de las demás fases fenológicas del primer ciclo biológico de la planta. Esto se debe a que el período de adaptación de las plantas en el área de experimentación luego de su transplante (dos semanas) es probable que se prolongó hasta los primeros conteos realizados sobre el crecimiento vegetativo, lo cual repercutió en la baja atracción ejercida por los nectarios extraflorales debido posiblemente a una condición fisiológica de la planta bajo condiciones de estrés (transplante y adaptación). Por ejemplo, puede suceder una disminución en la concentración de solutos en el néctar, en especial aminoácidos, que se sabe son necesarios para la detección y atracción de los insectos sin afectar el volumen de néctar producido, el cual permanece constante (Stapel et al. 1997; y Smith et al. 1990).

La disminución de los insectos benéficos atraídos se inicia en la fase reproductiva de formación de frutos con 143 individuos atraídos, cuando desaparecen los recursos proporcionados por las flores y hay una reducción simultánea del número de nectarios extraflorales

funcionales como principal fuente de atracción durante este período. La reducción más drástica se alcanzó en la fase de maduración de frutos y semillas con 66 individuos atraídos, acompañada de manera simultánea de la mayor disminución de los nectarios extraflorales funcionales, a un número de 120.

La familia Elasmidae fue más abundante durante el crecimiento vegetativo del nuevo ciclo biológico de *U. lobata*. Mientras que las familias Chalcididae, Eulophidae e Ichneumonidae fueron más abundantes durante el crecimiento vegetativo con respecto a una menor presencia en la etapa de floración. Braconidae no tuvo preferencias hacia una fase fenológica en particular y utilizó, de igual forma, los recursos suministrados por los estados de desarrollo, vegetativo y reproductivo.

En el caso de la familia Eurytomidae, la mayor cantidad de sus individuos se presentó durante el crecimiento vegetativo inicial, y luego éstos disminuyeron de manera drástica, debido posiblemente a que tengan otra planta huésped, que no requieran este tipo de néctar, bajas poblaciones o una rápida colonización de otros insectos benéficos que desplazan a esta familia por competencia de alimento.

En *T. lappula* durante la fase de crecimiento vegetativo abundaron las familias Elasmidae, Eulophidae y Eurytomidae. La familia Chalcididae tuvo

un mayor predominio durante el crecimiento vegetativo, con respecto a una menor presencia en la etapa de floración, mientras que Ichneumonidae tuvo una mayor preferencia por la fase de floración. Para Braconidae no hubo una tendencia definida hacia un determinado estado de desarrollo. Los otros insectos sin identificar fueron más numerosos y abundantes en la fase de crecimiento vegetativo.

La respuesta de atracción de los insectos benéficos a los nectarios extraflorales, varió de acuerdo con la familia a la cual pertenecen. Elasmidae tuvo exclusivamente las mayores preferencias hacia estas fuentes de alimentación en ambas plantas nectaríferas, seguidas por las de Eulophidae en *T. lappula*. Esta alta respuesta se debió a la mayor permanencia de estos insectos y a su menor tamaño, lo cual facilitó su captura en un alto número. Igual situación sucedió con los Chalcididae, con la diferencia de que éstos poseen un mayor tamaño, y sus requisitos nutricionales son alternados con el néctar disponible durante la fase reproductiva de las plantas.

Braconidae e Ichneumonidae tuvieron una actividad reducida sobre los recursos alimenticios proporcionados por las dos plantas nectaríferas. Numerosas especies de parasitoides pertenecientes a estas familias son muy móviles y con diversos requerimientos, que es probable se benefician en zonas de diversidad

a gran escala. Mientras enemigos naturales relativamente menos móviles tienen pocas necesidades y, por consiguiente, se favorecen de una menor diversidad vegetal en pequeñas superficies. La escala espacial de varios parasitoides y el movimiento de sus huéspedes es desconocido en muchos casos (Russell 1989).

Los miembros de Eurytomidae tienen diversas asociaciones con sus huéspedes. Algunas especies son fitófagas, otras entomófagas, y otras son ambas, se alimentan sobre el tejido de la planta y luego consumen al insecto huésped. Las especies fitófagas son minadores de tallo, formadoras de galerías o comedores de semillas. Mientras casi todas las especie entomófagas son ectoparasitoides primarios o hiperparasitoides de larvas ocultas dentro del tejido de la planta (Goulet y Huber 1993).

EVALUACIÓN DE LOS NECTARIOS EXTRAFLORES Y EL TAMAÑO DE LA HOJA, EN RELACIÓN CON LAS FASES DE DESARROLLO FENOLÓGICO

En la segunda fase de crecimiento vegetativo de *U. lobata* hubo la emisión de hojas de mayor tamaño en relación con un aumento simultáneo del número de nectarios funcionales, con res-

pecto a las fases fenológicas del ciclo biológico anterior. La correlación muy significativa entre tamaño de hoja y nectarios funcionales indica que la relación fuente-vertedero favoreció los órganos vegetativos durante esta fase de desarrollo.

La disminución del tamaño de la hoja comenzó al final de la fase de crecimiento vegetativo y de manera paulatina se redujo en el transcurso de la etapa reproductiva. En la fase de floración, la reducción del tamaño foliar fue acompañada por una disminución del número de nectarios extraflorales funcionales, con un incremento simultáneo de los nectarios extraflorales no funcionales. La reducción más drástica se alcanzó en la fase de maduración de frutos y semillas, junto a una gran presencia de nectarios extraflorales no funcionales, lo cual explica que la relación fuente-vertedero favoreció los vertederos reproductivos (frutos y semillas). Así la disminución del tamaño de la hoja conlleva al aumento del número de nectarios extraflorales no funcionales. Sin embargo, en este período hubo un incremento en el número de nectarios funcionales debido al traslape y comienzo de la fase de crecimiento vegetativo, correspondiente a un nuevo ciclo biológico de la planta.

La primera fase de crecimiento vegetativo de *U. lobata* corresponde al período de adaptación de la planta después

de su transplante al sitio de experimentación, el cual se caracteriza por un aumento en el número de nectarios no funcionales en hojas de menor tamaño (Fig. 1).

Para *T. lappula* el mayor incremento en el tamaño de las nuevas hojas formadas y en el número de nectarios extraflorales funcionales por hoja ocurrió en la segunda fase de crecimiento vegetativo del nuevo ciclo biológico de la planta (Fig. 2), con respecto a las fases fenológicas constituyentes del ciclo biológico anterior.

En la fase inicial de crecimiento vegetativo (Fig. 2) también hubo un aumento del tamaño de la hoja y del número de nectarios funcionales en forma si-

multánea. Sin embargo, el incremento de las dos variables fue menor con respecto al de la segunda fase de crecimiento vegetativo, la cual no experimentó ningún período de adaptación.

La disminución del tamaño de la hoja estuvo asociada con una reducción del número de nectarios extraflorales por hoja. Estas dos variables empezaron a decrecer de manera conjunta desde el inicio del período reproductivo (Fig. 2) con la fase de floración, luego continuaron en la formación de fruto y alcanzaron su máxima reducción en la fase de maduración de frutos y semillas.

Las plantas nectaríferas evaluadas, en un inicio sufren un proceso de transplante y adaptación (primera fase de

Figura 1

Fluctuación del tamaño de la hoja y número de nectarios funcionales y no funcionales con respecto al tiempo en *U. lobata*.

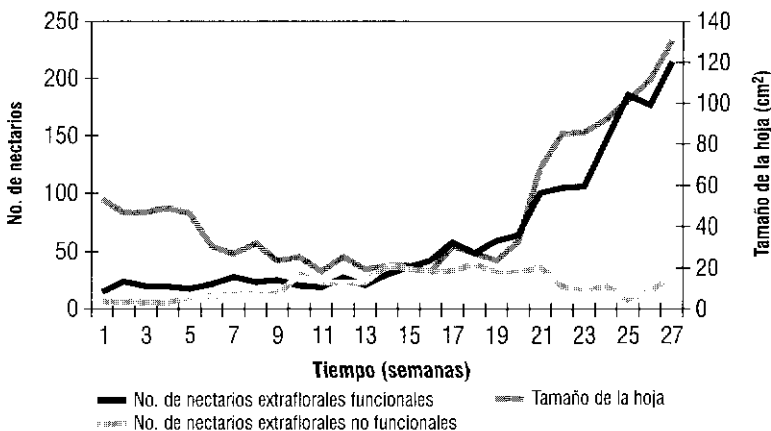
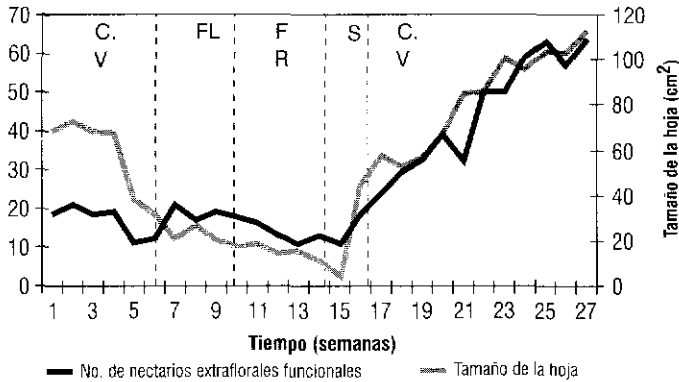


Figura 2

Fluctuación del tamaño de la hoja y el número de nectarios extraflorales funcionales con respecto al tiempo en *T. lappula*. C.V. = Crecimiento vegetativo, FL. = Floración, Fr. = Fructificación, y S. = Formación y producción de semilla. r_2 = correlación entre tamaño de hoja y nectarios funcionales.



crecimiento vegetativo), en que la planta se encarga de la compartimentalización de recursos (reservas acumuladas y fotoasimilados) hacia el establecimiento y ampliación del sistema radical en desventaja del sistema aéreo, lo cual resulta en una baja cantidad de hojas desarrolladas, caracterizadas por su regular tamaño y por un reducido número de nectarios extraflorales funcionales.

El vínculo entre el número de nectarios funcionales y el tamaño de la hoja se puede explicar con base en la relación fisiológica fuente-vertedero, en la cual la fuente es todo aquel órgano capaz de producir su propio alimento y generar sustancias exportables a otros órganos; mientras la demanda son todos los órganos que reciben fotoasimilados de la fuente para alma-

cenamiento temporal (raíces, hojas), o inmediato, para preservar la especie (semillas).

Evaluaciones realizadas en la plantación Palmosan, ubicada en el municipio de Puerto Wilches, indican que el mes de enero se caracterizó por una notable reducción de las lluvias (46 mm), (Fig. 3) y la floración se intensifica al máximo. La finalización del ciclo vegetativo marca un pequeño descenso en la población de insectos benéficos capturados al agotarse su principal recurso alimenticio (nectarios extraflorales). Pero, a la vez, esa forma de alimentación, es reemplazada por la floración, que además de brindar sustancias azucaradas a través de los nectarios florales, la coloración de los pétalos también creó un efecto llamativo, actuando como un estimulan-

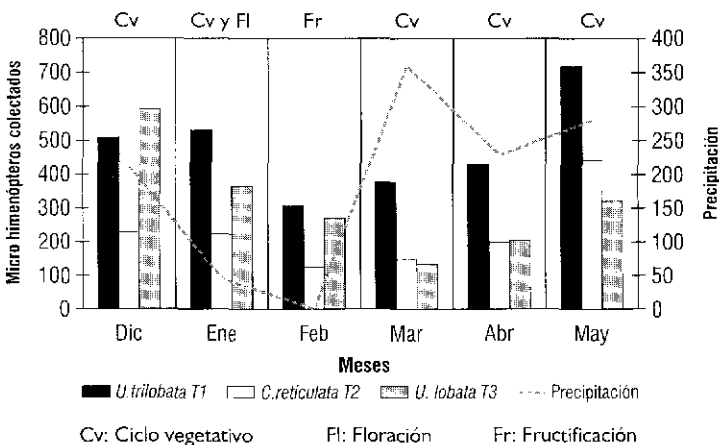
te en la atracción de los micro himenópteros capturados, colectándose para *U. trilobata* 531 especímenes, para *U. lobata* 365 y para *C. reticulata* 223 micro himenópteros.

En febrero se caracterizó por el no registro de precipitación (cero mm), coincidiendo además con un período de plena fructificación y escasa floración; el metabolismo se redujo al mínimo y sólo se encontraban hojas muy pequeñas con nectarios no funcionales y sólo las pocas flores en antesis hicieron que la población de micro himenópteros se mantuvieran en niveles aceptables de 306 especímenes para *U. trilobata*, 270 para *U. lobata* y sólo 124 *C. reticulata*. (Fig. 3).

Marzo se caracterizó, de nuevo, por la aparición de las lluvias y la precipitación alcanza su máximo valor de 360 mm se inicia la actividad metabólica de las plantas trayendo, de nuevo, consigo el inicio del ciclo vegetativo, y dejando atrás la fase reproductiva. Estas lluvias son apenas lo suficientes como para producir un ligero aumento en la población de insectos benéficos capturados, debido a la lenta recuperación de las arvenses después de un período prolongado de sequías. Para *U. trilobata* y *C. reticulata* la población capturada aumentó de manera lenta, con relación a los meses anteriores, siendo de 376 especímenes para *U. trilobata* y 147 para *C. reticulata*, y para el

Figura 3

Micro himenópteros capturados en tres plantas nectaríferas evaluadas, su relación con la precipitación y el estado fenológico. Palmosan. Puerto Wilches (Santander).



caso de *U. lobata* la población capturada se redujo a 134 especímenes debido a su lenta recuperación.

En abril aunque se presentó un descenso en la precipitación con respecto al mes anterior (228 mm), el número de micro himenópteros colectados aumentó de manera significativa, y aunque la precipitación disminuyó, la importancia radica en que se iniciaron las lluvias y con éstas el crecimiento vegetativo, trayendo consigo una mayor abundancia de recurso alimenticio, a través de nectarios extra florales, lo cual aumenta la eficiencia en la atracción de la entomofauna benéfica, obteniéndose valores de 431 especímenes colectados para *U. trilobata*, 203 para *U. lobata* y 198 para *C. reticulata*. En mayo la precipitación aumentó a 280 mm, el fronde de las plantas se hace mayor en relación con el tiempo y las lluvias, los nectarios extra florales también aumentan tanto en tamaño como en funcionalidad, lo que hace que la atracción hacia los micro himenópteros también aumentan con respecto a los meses anteriores.

En términos generales se puede decir que la precipitación y al igual que el estado fenológico de las plantas, son los dos factores que determinan la capacidad atrayente hacia los micro himenópteros; es decir, que a medida que aumenta la precipitación, la población de insectos benéficos capturados también aumenta, donde su atracción está

relacionada con la abundancia de nectarios; y de manera contraria, una baja población capturada se relaciona con valores bajos en la precipitación y una escasez de recursos alimenticios, debido a la detención del crecimiento vegetativo.

CONCLUSIONES

- La abundancia de las especies de parasitoides encontrados alimentándose de las plantas nectaríferas está directamente relacionado con la presencia o no de uno u otro insecto defoliador.

En las evaluaciones realizadas en Indupalma, donde el defoliador de mayor importancia es *S. cecropia*, se pudo establecer que el insecto más abundante encontrado alimentándose de las plantas nectaríferas fue *Elasmus sp.*, parasitoide de larvas pequeñas. Estudios similares realizados en Palmosan, donde el defoliador predominante fue *E. elaeasa*, el parasitoide más abundante fue *Fornicia clatrata*, parasitoide de larvas de *E. Elaeasa*.

- *T. lappula* no presenta daños causados por la hormiga arriera, *Atta sp.* (Hymenoptera: Formicidae) y tiene un ciclo biológico más corto en comparación al de *U. lobata*.
- La hora de mayor atracción de los insectos benéficos en las dos plan-

- tas nectaríferas evaluadas, correspondió al período comprendido entre las 9:30 y 11:30 a.m.
- La fase fenológica de mayor atracción de los insectos benéficos en las dos plantas nectaríferas fue la segunda etapa de crecimiento vegetativo del nuevo ciclo biológico.
 - La fase fenológica con el mayor número de nectarios extraflorales funcionales y el mayor tamaño de las hojas en las dos plantas nectaríferas fue la etapa de crecimiento vegetativo del segundo ciclo biológico.
 - La fase fenológica de crecimiento vegetativo inicial, correspondiente al período de adaptación tuvo un mayor efecto sobre las poblaciones de insectos benéficos atraídos en *T. lappula*, que fueron más bajas en comparación a las de *U. lobata*.
 - La planta nectarífera que tuvo el mayor número de insectos benéficos atraídos fue *T. lappula*.
 - Las familias de insectos benéficos más importantes en cuanto a su distribución numérica en orden de importancia fueron: Chalcididae, Elasmidae, Eulophidae, Eurytomidae, Braconidae e Ichneumonidae para *U. lobata*; y Elasmidae, Eulophidae, Chalcididae, Braconidae y Eurytomidae para *T. lappula*.
 - En las dos plantas nectaríferas el mayor número de especies por familia correspondió en orden descendente a Braconidae, Chalcididae, Ichneumonidae y Eulophidae.

BIBLIOGRAFÍA

- ALTIERI, M.A.; WHITCOMB, W.H. 1980. Weed manipulation for insect pest management in corn. *Environmental Management*. v. 4, p. 483-489.
- ALTIERI, M.A. 1992. Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas. Primera edición. Ed. Cetal, Santiago de Chile. p. 55-70.
- . 1995. *Agroecology The Science of Sustainable Agriculture*. Second Edition. Ed. Westview Press IT publications. Berkeley. p. 267-305.
- ÁVILA, M. 1993. Manejo de plagas y enfermedades. Curso sobre administración en palmas de aceite. Cenipalma, Bogotá. p. 117-118.
- BAGGEN, L.; GURR, G. 1998. The influence of Food on *Copidosoma koehleri* (Hymenoptera: Encyrtidae), and the Use of Flowering Plants as a Habitat Management Tool to Enhance Biological Control of Potato Moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Biological Control*. v. 11, p. 9-17.

- BAKER, H.G.; BAKER, I. 1973. Aminoacids in nectar and their evolutionary significance. *Nature*. v. 241, p. 543-545.
- BENTLEY, B.L. 1976. Plants bearing extrafloral nectaries and the associated ant community: interhabitat differences in the reduction of herbivore damage. *Ecology*. v. 4, no. 57, p. 815-820.
- BERMÚDEZ, L.A. 1989. Descripción taxonómica de *Urena lobata* var. *lobata*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Bogotá.
- CALVACHE, H. 1991. Algunas consideraciones sobre manejo integrado de plagas en palma de aceite. *Palmas*, (Colombia) v. 1, no. 12, p. 29-37.
- _____. 1995. Manejo integrado de plagas de la palma de aceite. *Palmas*, (Colombia) (Número especial) no. 16, p. 255-264.
- _____; H. FRANCO, P.N.; ALDANA, J.A.; ALDANA, R.C. 2000. Plagas de la palma de aceite en Colombia. *Cenipalma*. p. 90.
- CÁRDENAS, J.; REYES, C.E. 1972. Malezas tropicales. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Bogotá. no. 1, p. 122-123.
- DELVARE, G.; GENTY, P. 1992. Interés de las plantas atractivas para la entomofauna benéfica de las plantaciones de palma de aceite. *Palmas*, (Colombia) v. 4, no. 13, p. 23-32.
- FENNY, P. 1976. Plant apparency and chemical defense. *Recent. Adv. Phytochem.* v. 10, p. 1-10.
- GENTY, P. 1984. Estudios entomológicos con relación a la palma africana en América Latina. *Palmas* (Colombia) v. 2, no. 4, p. 22-26.
- _____. 1998. Reflexiones sobre el manejo integrado de plagas en plantaciones industriales de palma de aceite. *Palmas* (Colombia) v. 3, no. 18, p. 51-59.
- GÓMEZ, A.; RIVERA, P.H. 1995. Descripción de arvenses en plantaciones de café. Chinchiná, (Colombia), *Cenicafé* 2, Ed. 481 p.
- GOULET, H.; HUBER, T. 1993. Hymenoptera of the world: An Identification guide to families. Centre for Land and Biological Resources Research. Ottawa, Ontario (Canadá) Research Branch Agriculture Canadá. p. 607-608.
- HACK, B.; BLEIHOLDER, H.; BUHR, L.; FELLER, C.; LANCASHIRE, D. 1992. Estudios fenológicos de las plantas mono y dicotiledóneas. Codificación uniforme según la escala decimal BBCH. Berlín. p. 286 - 293.
- LA SALLE, J.; GAULD, D. 1993. Hymenoptera and Biodiversity. Parasitic Hymenoptera, Biological Control and Biodiversity. Chapter 8. C.A.B. Interna-

- tional. The Natural History Museum. p. 197-211.
- MEZXON, R.; CHINCHILLA, C.M. 1996. Enemigos naturales de los ártropodos perjudiciales a la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). ASD Oil Palm Paper (Costa Rica) v. 13, p. 9-22.
- MEZXON, R. 1999. Especies vegetales atrayentes de la entomofauna benéfica en plantaciones de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). ASD Oil Palm Paper (Costa Rica) v. 19, p. 25-35.
- REYES, A. 1991. Manejo eficiente de la sanidad en plantaciones de palma de aceite. Bogotá. Palmas (Colombia) (Número especial) v. 12, p. 57-67.
- RISCH, S.J. 1981. Insect herbivore abundance in tropical monocultures and polycultures: an experimental test of two hypotheses. Ecology. v. 5, no. 62, p. 1325-1340.
- RISCH, S.J.; ANDOW, D.; ALTIERI, M.A. 1983. Agroecosystem Diversity and Pest Control: Data, Tentative Conclusions, and New Research Directions. Environmental Entomology. v. 2, no. 12, p. 625-629.
- ROOT, R.B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). Ecological Monographs. v. 1, no. 43, p. 95-124.
- RUSSELL, E.P. 1989. Enemies hypothesis: A Review of the Effect of Vegetational Diversity on Predatory Insects and Parasitoides. Environmental Entomology. v. 4, no. 18, p. 590-599.
- SALYSBURY F.B.; ROOS C. W. 1992. Fisiología vegetal. Cuarta edición. Ed. Mundiprensa. Ciudad de México. p. 762.
- SMITH, L.; LANZA, J.; SMITH, G. 1990. Amino acid concentrations in extrafloral nectar of *Impatiens sultani* increase after simulated herbivory. Ecology. v. 1, no. 71, p. 107-115.
- SPIEGEL, M.R. 1991. Estadística. Pruebas no paramétricas. Cap. 7. Ed. McGraw-Hill. 2da. Ed. Madrid (España) p. 411-425.
- STAPEL, J.O.; CORTESERO, A.M.; MO-RAES, C.; TUMLINSON, J.H.; LEWIS, J. 1997. Extrafloral Nectar, Honeydew, and Sucrose Effects on Searching Behavior and Efficiency of *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae) in Cotton. Environmental Entomology. v. 3, no. 26, p. 617-623.
- SYED, R.A. 1994. Estudio del manejo de plagas en palma de aceite en Colombia. Palmas (Colombia) v. 2, no. 15, p. 55-68.
- TUCK, H.C.; LAY, T.C. 1999. The Use of *Euphorbia heterophylla* L. for Natural reduction of Leaf Pests Damage to Oil Palm at PORIM Kluang, Malaysia. In. Proc. PORIM International Palm Oil Congress, Malaysia. p. 139-164.

WAHID, M.B.; KAMARUDDIN, N. 1993. The population dynamics of the bagworm, *Metisa plana* and its associated natural enemies on oil palm at PORIM Kluang, Malaysia. *In. Proc. PORIM International Palm Oil Congress, Malaysia.* 31 p.

ZENNER DE POLANÍA, I.; POSADA, F. 1992. Manejo de insectos plaga y benéficos de la palma africana. Manual de asistencia técnica No. 54. Instituto Colombiano Agropecuario. De Produmédios. Bogotá. p. 46- 48.

MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE LA PALMA DE ACEITE EN EL CONTROL DE PLAGAS

Rosa Cecilia Aldana de la Torre*

Las prácticas de manejo del cultivo de la palma de aceite no pueden constituir una acción independiente de todas las demás relacionadas con el proceso productivo. Manejo de las plantas arvenses, fertilización, manejo integrado de plagas, riegos, podas, cosecha y manejo de desechos, son algunas de las prácticas agronómicas que normalmente se realizan con el fin de incrementar la producción o reducir los daños derivados por la presencia de plagas, desafortunadamente algunas de ellas se realizan de manera independiente, sin considerar el efecto de todas y cada una de ellas sobre las interrelaciones de los componentes del ecosistema de la palma de aceite. Dentro de este ecosistema, en el cultivo de la palma de aceite los insectos son los organismos que más preocupan por su efecto en los costos de producción, de manera que todas estas prácticas agronómicas deben considerar también su efecto sobre sus poblaciones y sobre los organismos que los regulan (Calvache 1996).

* Bióloga-entomóloga. Investigadora asistente. Cepipalma. Villavicencio.

LA PODA

Es una técnica que se aplica durante toda la vida de la planta, de manera periódica. Es una práctica que hay que manejar con cuidado, puesto que puede tener incidencia importante sobre la producción (Africano 1996). Las podas fitosanitarias para el ataque inicial de insectos como *Castnia daedalus* Cramer, *Hispoleptis subfasciata* Pic, o defoliaciones causadas por el complejo *Leptopharsa gibbicarina* Froeschner-pestalotiopsis ayudan en alguna manera a reducir las poblaciones de insectos, y su acción es más de carácter puntual hacia una especie dada en determinado estado de desarrollo (Calvache 1999).

Para el manejo de *Cyparissius daedalus*, el barrenador gigante de la palma de aceite resulta fundamental, dado el daño ocasionado por la larva. Este insecto ataca tanto siembras adultas como jóvenes que han iniciado producción en los Llanos Orientales.

Las larvas recién emergidas roen el exocarpio en la base de los frutos y barrenan las espigas hasta llegar al interior del pedúnculo. Los primeros indicios del daño se manifiestan en la pudrición y desprendimiento de los frutos, la pudrición avanza hasta la parte central del pedúnculo, comprometiéndolo total o parcialmente. En casos

de alta población del insecto, las larvas destruyen los primordios florales y dirigen su ataque hacia el interior del estípite, formando túneles grandes o galerías. Aunque la literatura referenciada menciona que rara vez puede ocasionar la muerte de una palma de aceite como resultado de la destrucción de los tejidos tiernos de la corona, en las plantaciones de los Llanos Orientales esto ha sido más frecuente de lo que se esperaba, por tanto, éste es un punto a tener en cuenta en la calificación de la importancia económica de la plaga (Calvache et al. 2000).

Con el fin de conocer la relación entre el número de hojas y la distribución de larvas y huevos en la palma de aceite se hicieron evaluaciones teniendo en cuenta el número de individuos (larvas y huevos) encontrados por nivel. Las palmas con promedio de 56 hojas muestran que el mayor número de larvas se encuentran entre las hojas 31-41 y los huevos entre las hojas 33 a 56 (Figs. 1, 2). En la medida en que haya mayor número de hojas en la palma de aceite, hay más probabilidad de que éstos queden entre las axilas de las bases peciolares de las hojas, dado los hábitos de oviposición de *C. daedalus*, de dejar caer los huevos sobre la corona. De ahí lo importante en mantener en el cultivo afectado por este insecto una poda sanitaria semestral, durante esta labor algunas larvas,

Figura 1

Promedio del número de larvas por palma de aceite en diferentes niveles del follaje

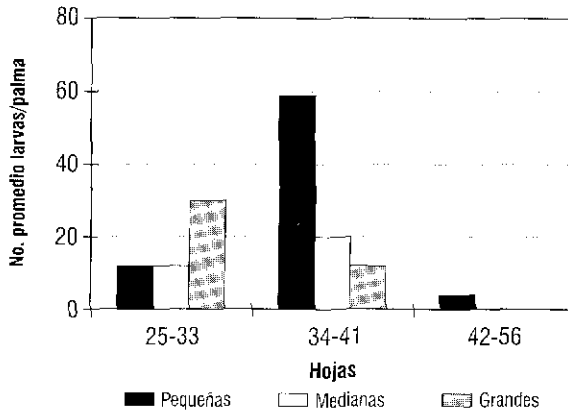
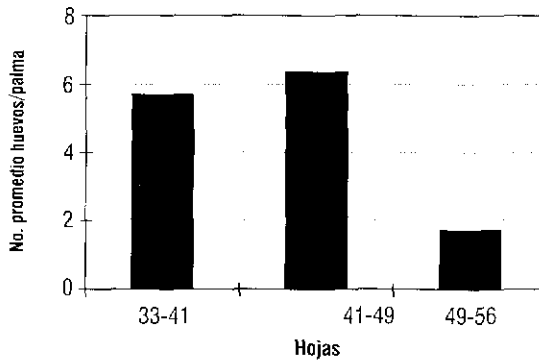


Figura 2

Promedio del número de huevos por palma de aceite en diferentes niveles del follaje



principalmente larvas medianas y prepupas, son cortadas o caen al suelo donde mueren, además se reduce el sitio de oviposición.

La ausencia o retraso en las podas sanitarias hace que las larvas no se desarrollen en los racimos, como ocurre bajo condiciones normales, sino, por el contrario, se desarrollen en las axilas de las bases peciolares, pasen a los primordios florales y, finalmente, lleguen al estípite, donde ocasionan barrenaduras que en casos severos llegan a causar la muerte de la palma.

COSECHA

Esta práctica realizada de manera oportuna y con un excelente manejo de ciclos evitan la presencia de plagas del fruto, como *C. daedalus* (Calvache 1999).

Desde agosto de 2000 se viene realizando, en conjunto con la plantación Palmeras del Meta, la evaluación del efecto de la reducción del ciclo de cosecha para el manejo de *C. daedalus*. Este ensayo se realiza en dos lotes. En el primero se realiza la reducción del ciclo de cosecha a ocho días y en el segundo se mantiene el ciclo de cosecha de la plantación (promedio de 15 días). La evaluación se hace sobre un racimo/ha en cada lote.

Los resultados obtenidos 13 meses después muestran información valiosa

para el manejo agronómico de este insecto.

Incidencia de larvas de *C. daedalus* sobre racimos

Las primeras evaluaciones realizadas en agosto de 2000 muestran que el porcentaje de incidencia de daño de larvas sobre racimos para el lote donde se redujo el ciclo de cosecha alcanzó hasta 60%, mientras que el lote testigo fue del 14.2%. Trece meses después, en septiembre 2001, en el tratamiento testigo incrementó la incidencia del daño sobre racimos al 40%, mientras que en el lote donde se redujo el ciclo de cosecha disminuyó al 30% (Fig. 3).

En la evaluación de los racimos se tiene en cuenta el número y tamaño de las larvas encontradas, con el fin de conocer la evolución de la población de larvas en los racimos.

- Larvas pequeñas: hasta 3 cm (1-5 instar)
- Larvas medianas: 3-6 cm (6-10 instar)
- Larvas grandes: + 6 cm (11-14 instar)

Así mismo, se tiene en cuenta el porcentaje de daño en el racimo. En un comienzo, el número promedio de larvas/racimos en los tratamientos con ciclo de cosecha a ocho días y el testigo fue de 3,3 larvas/racimo y 1,1 larva/racimo

CURSO NACIONAL

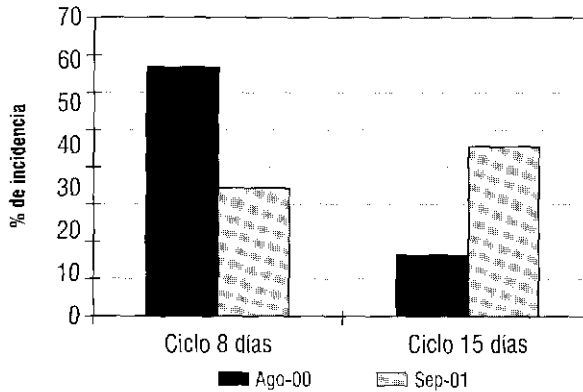
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN PALMA DE ACEITE



cenipalma

Figura 3

Porcentaje de incidencia de larva de *C. daedalus* sobre racimos en agosto de 2000 y septiembre de 2001



respectivamente. Trece meses después, el número promedio de larvas en el tratamiento ciclo de cosecha ocho días disminuyó a 1,5 larvas/racimo en promedio, mientras que en el tratamiento testigo tiende a incrementar a 3,6 larvas promedio/racimo (Fig. 4).

En el lote con ciclo de cosecha de ocho días las larvas de tamaño mediano y grande han disminuido de manera significativa con respecto al testigo, dado que son eliminadas durante la cosecha (Fig. 5). En la Figura se observa como se va cerrando el ciclo de este insecto.

Finalmente, la intensidad del daño causado por las larvas en los racimos en el lote testigo afectan entre un 20-40% del racimo. En el lote con ciclo de cosecha de ocho días el mayor porcentaje de racimos afectados poseen una

intensidad baja con rangos entre 0-20% (Fig. 6).

APLICACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA

La colocación de tusa o materia orgánica en la base de las palmas para el control de *Sagalassa valida* Walker (Lepidoptera: Glyphipterigidae) ha permitido una regulación de las poblaciones de la plaga por períodos prolongados (Calvache 1999).

El barrenador de las raíces de la palma de aceite, *S. valida* es de gran importancia económica en las zonas palmicultoras del país, debido a que genera daños en palma de aceite joven y pérdidas aún más severas en palma adulta. El control de este insecto se basa

Figura 4

Promedio del número de larvas de *C. daedalus* racimo en agosto de 2000 y septiembre de 2001

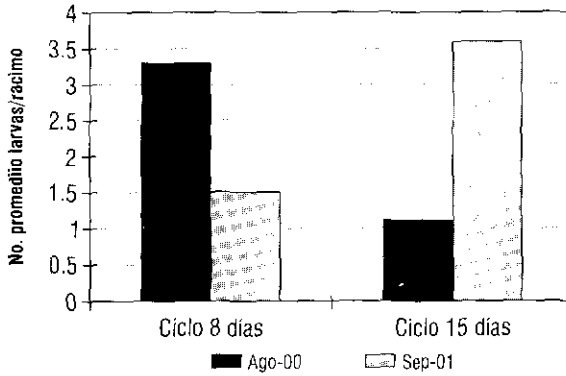


Figura 5

Promedio del número de larvas de *C. daedalus* de diferentes estados de desarrollo/racimo (septiembre de 2001)

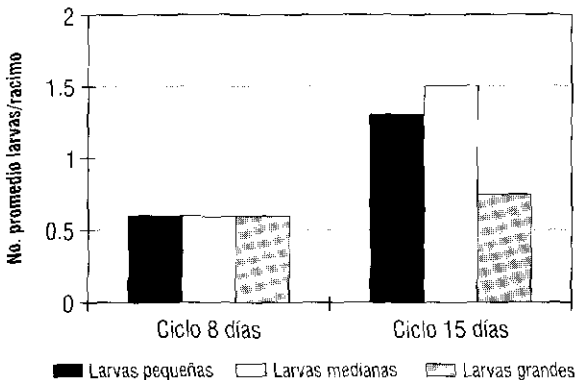
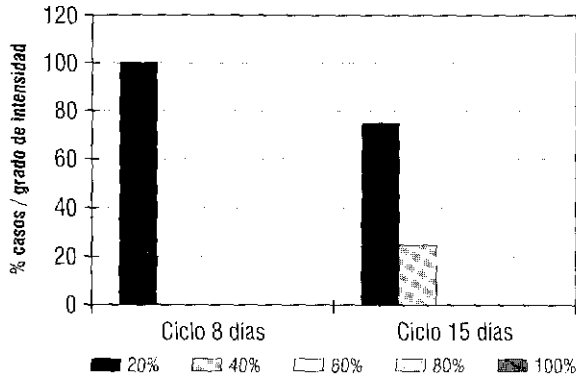


Figura 6

Porcentaje de casos por grado de intensidad de daño ocasionado por larvas de *C. daedalus*.



en la utilización de insecticidas aplicados al suelo en la base de las palmas y la aplicación de tusa, ésta última actúa como barrera eficiente y permite mantener baja la incidencia del insecto, además de ayudar a incrementar la emisión de raíces absorbentes. No obstante, la poca disponibilidad de la tusa en las plantaciones ha llevado a la búsqueda de otras alternativas de manejo de la plaga mediante la evaluación de desechos de la planta de beneficio como la fibra y la ceniza, además de una tela agrícola y cascarilla de arroz. El experimento se realizó entre febrero de 2000 y mayo de 2001, sobre palmas de aceite siembra 1998, material IRHO. Los tratamientos se distribuyeron por completo al azar. Cada tratamiento constaba de una parcela de 16 palmas de aceite. Cada tratamiento fue replicado tres veces (Tabla 1).

Se llevó registro del porcentaje de daño fresco, porcentaje de raíces nuevas, tasa de emisión foliar, número de raíces primarias y secundarias, fluctuación de la población de adultos y censo de producción durante 15 meses.

Porcentajes de daño fresco y de raíces nuevas

Se realizó un censo inicial de daño ocasionado por la plaga para iniciar el ensayo en febrero de 2000 y, posteriormente, se realizaron censos trimestrales durante 15 meses para evaluar el porcentaje de raíces con daño fresco y daño viejo a 0 cm y 80 cm del estípote, mediante una calicata de 30*30*20 cm, además, se tuvieron en cuenta los porcentajes de raíces sanas y de raíces nuevas. Cada evaluación se hizo sobre dos palmas de aceite/parcela.

Tabla 1**Distribución de los tratamientos para el manejo de *S. valida***

Tratamiento	Descripción (Cubriendo un metro alrededor de la palma)	Dosis/Palma
T1	Tusa alrededor de la palma de aceite	80 tusas
T2	Cascarilla de arroz alrededor de la palma de aceite	36 kg
T3	Tela no tejida alrededor de la palma de aceite	1.40 x 1.40 m
T4	Ceniza	140
T5	Fibra	32
T6	Testigo	-
T7	T1 + 2 kg yeso	80 tusas
T8	T2 + 2 Kg yeso	36 kg
T9	T3 + 2 kg yeso	1.40 x 1.40 m
T10	T4 + 2 kg yeso	140
T11	T5 + 2 kg yeso	32
T12	T6 + 2 kg yeso	-

En la evaluación inicial de porcentaje de daño en la base del estípite en los diferentes tratamientos en general fue menor al 20%, siendo mayor en los tratamientos tela (Fig. 7), ceniza + yeso y tela + yeso (Fig. 8). Durante los muestreos posteriores se observó que en los tratamientos que presentaban alguna barrera física, el daño disminuía en el tiempo, excepto en el tratamiento tela y testigo en los cuales se incrementó el porcentaje de daño fresco (Figs. 7, 8). Es importante destacar el comportamiento de los tratamientos cascarilla con y sin yeso, en los cuales el porcentaje de daño fresco permaneció por debajo del 10% (Figs. 7, 8). El porcentaje de daño fresco se hace mayor en la medida que la palma de aceite tiene menos raíces y éstas se encuentran afectadas por *S. valida*. En los

tratamientos tela se presentan incidencias de 16% y 19% de daño fresco en un total de 25 raíces, en los testigos se manejan valores de 15% y 27% en un total de 30 raíces, mientras que en los tratamientos con cascarilla de arroz la incidencia es del 5% sobre un total de 40,5 raíces.

En las evaluaciones realizadas en febrero y mayo de 2001 el tratamiento testigo presentó bajo porcentaje de daño fresco, sin embargo, esto se debe más a la deficiencia en el sistema radical. La prueba de Tukey por agrupación de media, muestra cinco grupos en los cuales las medias no son significativamente diferentes una de otra. En promedio, las mejores medias se obtuvieron en los tratamientos cascarilla con y sin yeso.

Figura 7

Porcentaje de daño fresco en el sistema radical pegado al estipite entre febrero 2000 y mayo de 2001

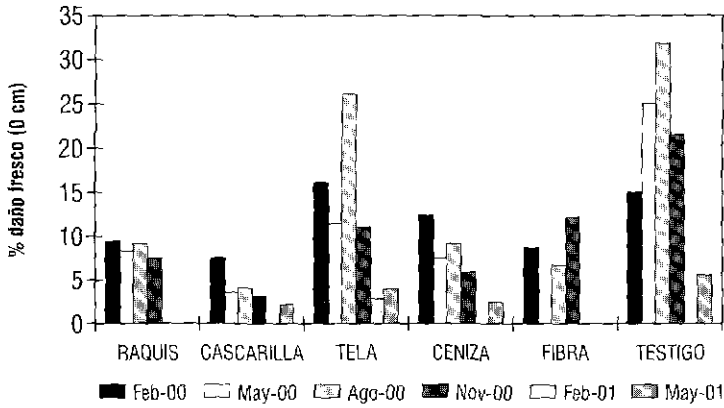
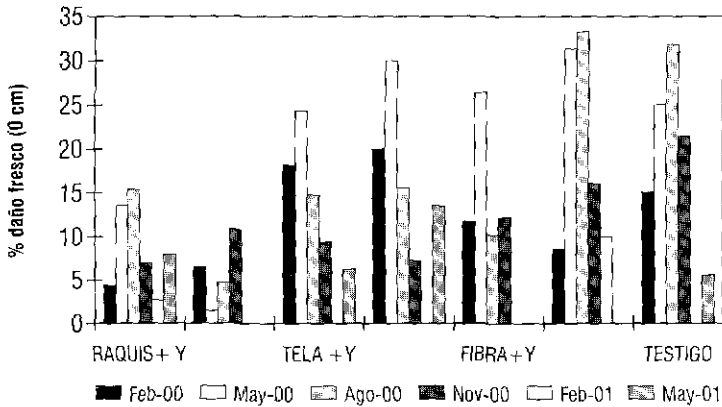


Figura 8

Porcentaje de daño fresco en el sistema radical pegado al estipite entre febrero 2000 y mayo de 2001
Y= aplicación de 2 kg de yeso



Evaluaciones realizadas a 80 cm del estípite, los tratamientos testigo y tela presentaron un valor promedio de daño fresco de 14 y 15% y un bajo número promedio de raíces primarias 1,82 en ambos casos, mientras que en la cascarilla de arroz se encontraron 2,6 raíces con porcentaje de daño fresco promedio de 3,1%, siendo éste el tratamiento que mejor control ejerce contra *S. valida*, aunque los tratamientos raquis, ceniza y fibra presentaron respuesta positiva. La prueba en medias mostró que éstas más bajas se obtienen con el tratamiento cascarilla de arroz.

Los resultados obtenidos después de quince meses presentan que la colocación de tusa, fibra o cascarilla de arroz contribuyen a reducir la presión de la plaga.

Al analizar el porcentaje de raíces nuevas en la base del estípite, en la primera evaluación, se observa que en los tratamientos a los cuales no se les aplicó yeso, el porcentaje de raíces nuevas era menor al 15% (Fig. 9), mientras que en los tratamientos donde se aplicó yeso el porcentaje en algunos casos alcanzaba 25% de raíces nuevas (Fig. 10). En las evaluaciones posteriores todos los tratamientos presentaron una respuesta positiva a los mismos, sobre todo durante los primeros tres meses (Figs. 9, 14). El testigo con y sin yeso siempre presentó un porcentaje de raíces nuevas más bajo comparado con los otros tratamientos. Los tratamientos cascarilla

de arroz, tusa y fibra se encuentran valores de hasta 30% de raíces nuevas, mientras que en los tratamientos testigo, que además de tener menos raíces primarias éste valor disminuye a 6% y 16%, respectivamente. Una prueba de Tukey por agrupación de medias muestra que las mejores fueron para cascarilla de arroz con y sin yeso. Así, la aplicación de cascarilla de arroz con o sin yeso, tusa y fibra propician la formación de raíces. Con respecto a la aplicación de yeso no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos.

Con respecto al número de raíces primarias nuevas a 80 cm del estípite, los tratamientos tusa y cascarilla de arroz mostraron en promedio los valores más altos 10 y 14, respectivamente. Como se observó en la base del estípite, una deficiente protección del plato influye de manera directa en la formación de raíces primarias nuevas. La prueba de agrupación de media mostró que el mejor tratamiento fue el de cascarilla de arroz.

Censo de producción

Los registros de producción se tomaron desde el momento en que inició la cosecha del lote experimental en octubre de 2000. Se realizaron diez censos (cosechas) hasta el mes de abril de 2001. Se evaluaron 12 palmas de aceite por cada tratamiento, y se tuvo en cuenta el número y peso de racimos.

Figura 9

Porcentaje de raíces nuevas pegado al estipite en los diferentes tratamientos entre febrero de 2000 y mayo de 2001

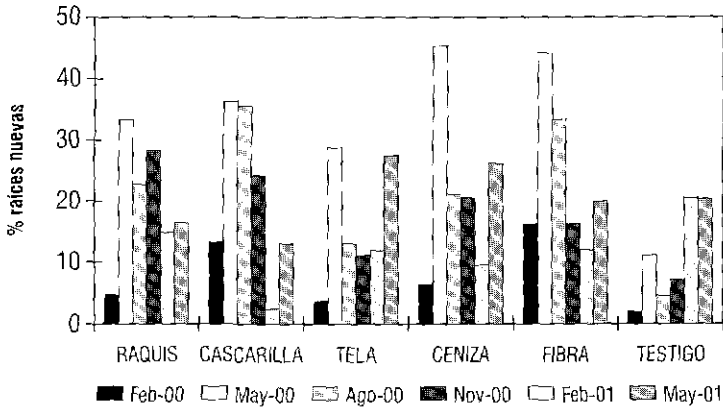


Figura 10

Porcentaje de raíces nuevas pegado al estipite en los diferentes tratamientos con aplicación de yeso y el testigo absoluto entre febrero de 2000 y mayo de 2001

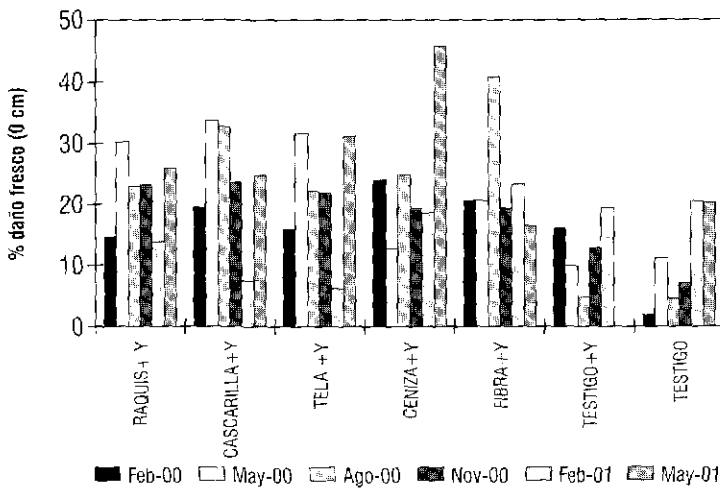
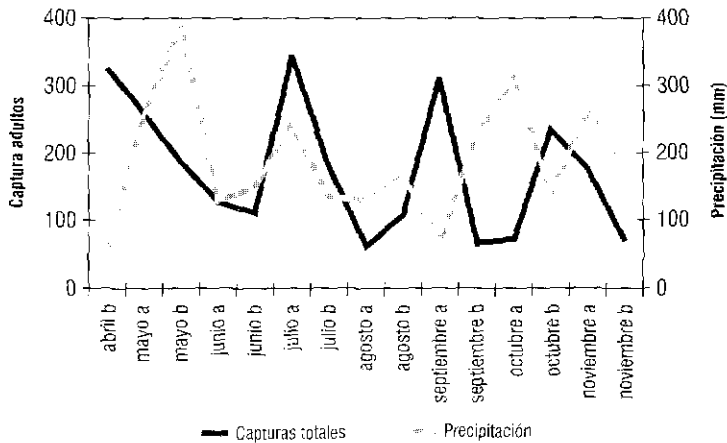


Figura 13

Fluctuación de la población de adultos de *S. valida* entre abril y noviembre de 2000



enfermedad Pudrición de Cogollo (PC) de la palma de aceite. Suelos compactados, mal drenaje, lenta conductividad hidráulica saturada en el suelo y altas concentraciones de arcilla en los horizontes superficiales del perfil han sido condiciones mejor relacionadas con focos de la enfermedad (Munévar et al. 2001). En lotes donde se rectificaron canales de drenaje, la tasa de crecimiento de la enfermedad fue de manera notoria menor en relación con los lotes donde no se hizo ninguna modificación. Después de 15 meses de iniciado el trabajo, los drenajes de los testigos se rectificaron y la tasa de aumento del número de casos comenzó a disminuir. Este estudio ratificó la bondad del drenaje como práctica de manejo para desacelerar el desarrollo de la PC (Munévar et al. 2001).

FERTILIZACIÓN

El uso de fertilizantes para incrementar la nutrición de la planta a menudo influencia la longevidad, fecundidad y daño de insectos y ácaros. Sin embargo, la idea de que las plantas entre más vigorosas o que crezcan en suelos fértiles son menos atacadas por insectos, no siempre es cierto. Una revisión de la literatura sobre el efecto de los elementos del suelo sobre la infestación de insectos mostró que 15 publicaciones mencionaban que una alta fertilidad o altas cantidades de nitrógeno, fósforo o potasio en el suelo incrementó la población de insectos dañinos y 14 mostraron que la población de insectos dañinos disminuyó bajo las mismas condiciones. Por tanto, cada especie de insecto, cada especie o va-

riedad de planta huésped y cada tipo de suelo parece constituir un problema independiente.

Aunque los resultados del efecto de la fertilización para el control de insectos plaga no es consistente, parece haber un acuerdo general con respecto a que la fertilización juega un papel importante en reducir las poblaciones de muchas especies de insectos plaga. La PC es un problema sanitario de gran importancia económica para el sector cultivador de palma de aceite en Colombia, sobre todo en las Zonas productoras Oriental y Occidental. La enfermedad también es importante en otros países productores de América. Su importancia está asociada a la disminución en la productividad de racimos, en la calidad de los mismos y del aceite, en la tasa de extracción de aceite y consecuentemente en la productividad de aceite (Acevedo y García 1999; Gómez et al. 1995; Gómez 1995). Acorde con las investigaciones de los fitopatólogos, la PC es de origen biótico y los hongos involucrados en la enfermedad se consideran patógenos débiles y de amplia distribución, la PC está regulada por la triple interacción patógeno-planta-ambiente (Huber 1997). Muchos cultivos de palma de aceite en el país están establecidos sobre suelos con condiciones físicas limitantes, como textura, compactación, baja conductividad hidráulica, etcétera (Munévar 1998) y esto es en particular frecuente en las zonas donde se presenta la enfermedad (Acosta et al. 1996)

Dado que se han encontrado focos de PC en zonas con condiciones físicas del suelo que se consideran no limitantes, se está investigando la posible influencia de las características químicas del suelo, incluyendo la disponibilidad de nutrientes, en el mismo, y la concentración foliar de éstos sobre la ocurrencia y desarrollo de la enfermedad (Munévar et al. 2001)

En un experimento exploratorio se encontraron diferencias significativas, al nivel de la hoja 9, en la concentración foliar de nutrientes al comparar palmas de aceite sanas con palmas enfermas de PC. De igual manera, se hallaron diferencias significativas en la concentración de nutrientes en el suelo al hacer la misma comparación. En las hojas, los elementos en los cuales se han encontrado dichas diferencias son P, K, Ca, Mg y Cu así como en las relaciones Ca/B, N/K, Ca/K y N/P.

En cuanto al suelo las principales diferencias se han presentado en pH, CIC, S, B, Fe, Cu y saturación de Ca. Los resultados acumulados hasta ahora han permitido proponer un modelo hipotético, según el cual, las condiciones físicas, químicas y nutricionales limitantes que se presentan en los suelos, actúan modificando la relación planta-patógeno a favor del desarrollo de la enfermedad, y por dicha razón pueden considerarse como factores predisponentes de la PC (Munévar et al. 2001).

De otro lado, una de las plagas de palma de aceite que más preocupan a los palmicultores del Magdalena Medio y sur del Cesar es el ácaro del fronde *Retracrus elaeis* Keifer. Éste, al succionar el tejido de la hoja, causa un moteado irreversible que al parecer interrumpe la fotosíntesis en las hojas afectadas, el daño se percibe a partir del nivel 9. Su tamaño hace difícil evaluar y controlar sus poblaciones, el daño causado por este ácaro puede llegar a ser del 50% de la producción (Calvache et al. 2000). Estudios preliminares realizados por Cenipalma (1998) de fertilización mostraron reducción poblacional significativa del ácaro con el tratamiento K_2SO_4 , por un lapso de tiempo de siete meses. Con el fin de determinar si el efecto del control se debía al K o al S, se realizó un ensayo de fertilización donde se evaluaron dos fuentes de K (KCl y K_2SO_4) y una fuente de S (azuco). Para evaluar los tratamientos se hizo seguimiento a la fluctuación de la población y a la producción.

La fluctuación de la población de *R. elaeis* en los tratamientos con cloruro de potasio con respecto al testigo presentaron una reducción poblacional del ácaro. El mejor tratamiento fue la aplicación que correspondía a 2,25 kg./palma de aceite, el cual durante los meses de noviembre a enero presentó valores promedio inferiores a 200 ácaros/repetición, incrementándose en febrero a valores promedio superiores

a 500 ácaros/repetición. Un comportamiento similar se observó en los tratamientos de azufre. En los tratamientos con sulfato de potasio, los ácaros presentaron una reducción promedio por debajo de 200 ácaros/repetición, un mes después de su aplicación y se mantuvo así por un período de cinco meses, incrementando la población de ácaros durante la época seca. La dosis de sulfato de potasio de 1,80 kilogramo/palma de aceite mostró diferencias significativas durante el período comprendido entre los meses de septiembre a enero (cinco meses) con respecto al testigo (Fig. 14).

Comparando las mejores dosis de los tres fertilizantes usados (cloruro de potasio, azuco y sulfato de potasio) se observa con claridad que el mejor tratamiento fue la dosis uno de sulfato de potasio, correspondiente a la aplicación de 1,8 kilogramo/palma de aceite, la cual presentó diferencias significativas con respecto a los otros tratamientos. Al analizar la producción teniendo en cuenta el poco tiempo que ha transcurrido después de la fertilización, se observó que el número de racimos no se vio afectado. Sin embargo, el peso promedio por racimo obtenido del tratamiento testigo con fertilización comercial, comparado con los otros tratamientos que tuvieron una fertilización adicional a la fertilización comercial, presentó diferencias promedio de hasta 2 kilogramo/racimo (Fig. 15).

Figura 14

Comparación de los mejores tratamientos para el control de *R. elaeis*

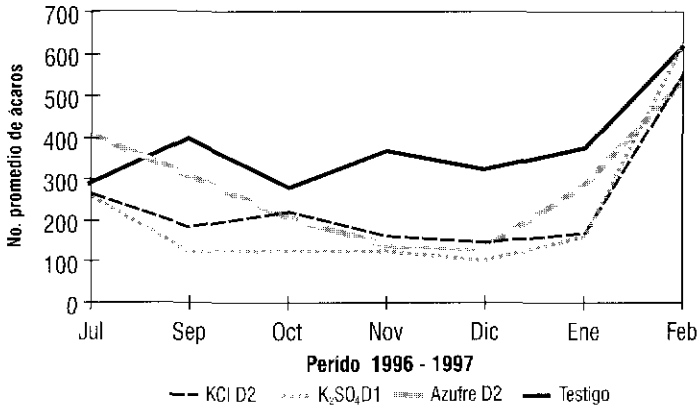
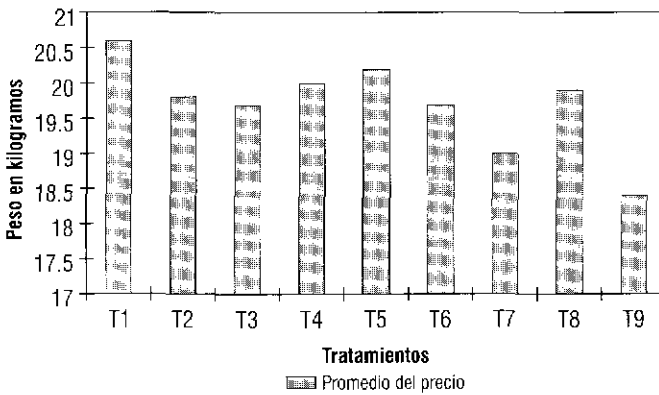


Figura 15

Promedio del peso de racimos en cada tratamiento para el control de *R. elaeis*



Estos resultados permiten sugerir que se presenta una deficiencia nutricional en estas palmas. Si se analiza la fluctuación poblacional del ácaro con respecto a todos los tratamientos a partir de diciembre, se observa la influencia de la época seca en el aumento de su población, debido posiblemente al estrés hídrico de las palmas que no le permite a éstas absorber los nutrientes favoreciendo el incremento de la población del ácaro. Situación que en la Zona Norte no ocurre, debido a que a diferencia de la Zona Central, se posee un programa de riego por gravedad o se aprovechan las aguas del subsuelo, garantizando un desarrollo normal de la palma de aceite que, además, de mantener poblaciones bajas del ácaro se ve reflejado en la producción (Cenipalma 1998).

RECOLECCIÓN DE FRUTOS CAÍDOS

Esta es una actividad fundamental para un buen manejo de plagas. Los frutos que quedan en el suelo, no sólo causan una pérdida directa en la producción, sino que originan palmas denominadas "espontáneas" en las cuales se concentran casi todos los insectos plagas. Ejemplo de ello es la presencia de *S. valida*, *Imatidium neivai* Bondar, y muchos lepidopteros defoliadores. Normalmente el control de plagas no llega a estas palmas y es allí donde quedan los remanentes de

plagas que luego se redistribuyen en las palmas comerciales.

BIBLIOGRAFÍA

- ACEVEDO, N. J.; J. A. GARCÍA. 1999. Influencia de la Pudrición de Cogollo de la palma de aceite en la calidad del fruto y la extracción de aceite. *Ceniavances* (Colombia) no. 66.
- ACOSTA, G. A.; P. GÓMEZ; J. R. VARGAS. 1996. Factores físicos del suelo y su influencia en la predisposición a la Pudrición de Cogollo en palma de aceite en Colombia. *Palmas* (Colombia) v. 17, no. 2, p. 71-79.
- AFRICANO, F. 1996. Labores de mantenimiento en cultivos establecidos de palma de aceite. Primer curso internacional de palma de aceite. p. 201-216.
- CALVACHE, H. 1996. Manejo integrado de plagas en palma de aceite. Primer curso internacional de palma de aceite. p. 173-179.
- _____. 1999. El manejo integrado de plagas en el cultivo de la palma de aceite. IV Curso nacional sobre control biológico de plagas de la palma de aceite p. 66-74.
- CALVACHE H.; FRANCO, P.; ALDANA J. A.; ALDANA, R. 2000. Plagas de la palma de aceite en Colombia. *Cenipalma*. 91 p.

- CENIPALMA. 1998. Informe de actividades. 112 p.
- ... 2000. Informe de actividades. 115 p.
- CENIPALMA. 2001. Informe interno de actividades (Sin publicar).
- GÓMEZ P. L. 1995. Estado actual de la investigación sobre Pudrición de Cogollo. Palmas (Colombia) v. 16, no. 1, p. 9-23.
- GÓMEZ P. L.; ACOSTA A.; L. A. GUEVARA; L. E. NIETO. 1995. Pudrición de Cogollo en Colombia: importancia, investigación y posibilidades de manejo. Palmas (Colombia) (Número especial) v. 16, p. 198-210.
- MÚNEVAR, F. 1998. Problemática de los suelos cultivados con palma de aceite en Colombia. Palmas (Colombia) (Número especial) v. 19, p. 218-228.
- MÚNEVAR, F.; A. ACOSTA; P. GÓMEZ. 2001. Factores edáficos asociados con la Pudrición de Cogollo de la palma de aceite en Colombia. Manuscrito interno.

DETECCIÓN DE
FOCOS INICIALES

DETECCIÓN DE FOCOS INICIALES DE PLAGAS

Hugo Calvache Guerrero*

En el manejo integrado de plagas, la revisión permanente y sistemática de las poblaciones de los insectos más comunes, es una actividad primordial de la cual dependerá el éxito o el fracaso del plan de manejo. En síntesis y de manera muy general, lo que se espera de esta actividad es conocer como se encuentran las poblaciones de las especies de insectos, consideradas plagas actuales o potenciales en palma de aceite, en determinado lote o conjunto de lotes.

Es una actividad permanente que se ejecuta con cierta periodicidad, dependiendo de las características mismas de los lotes, del ciclo de vida de los insectos más frecuentes y de las condiciones climáticas. Lo importante es que no puede ser una acción esporádica, sino sistemática, con sus registros y su base de datos, que permitan conocer la forma como están evolucionando las poblaciones de insectos en los focos y el área de éstos.

Es una actividad que se hace de acuerdo con los hábitos de los insectos, de manera que se inspeccionan las áreas, los sitios o las partes de la palma de aceite en las cuales es posi-

* Ingeniero Agrónomo. M.Sc. Entomología. Líder Área Sanidad Vegetal. Cenipalma. Bogotá, Colombia.

ble encontrar algún estado del insecto o insectos que constituyen el problema actual o potencial. En este orden de ideas y teniendo en cuenta las especies de plagas actuales en Colombia, la revisión de plagas se podría dividir en cinco grupos a saber:

- Para defoliadores o sea insectos que atacan el follaje de la palma de aceite. La presencia de estos insectos o su daño es visible en cualquier parte del follaje de la palma, y las características del daño pueden ser un indicativo de la presencia de determinada especie de defoliador. Inclusive, la presencia de excrementos de las larvas en el suelo son otro indicativo de la presencia de una plaga dada en el follaje.
- Para insectos barrenadores de raíces como *Sagalassa valida* Walker cuyo único estado visible es el de adulto.
- Para insectos barrenadores del estipe como *Cyparisius daedalus* Cramer cuyas larvas de los primeros instares se localizan entre los frutos y luego se introducen al interior del pedúnculo del racimo y del estípote.
- Para insectos barrenadores del bulbo de la palma joven como *Strategus aloeus* L.
- Para insectos diseminadores de nematodos como *Rhynchophorus palmarum* L.

Independiente del tipo de plaga a revisar, el primer paso a definir es la estrategia de revisión de plagas, de acuerdo con el objetivo final de esta revisión. El "para qué" se hace, será definitivo para la selección de la forma como se ha de realizar dicha revisión. En consecuencia es muy importante definir muy bien que es lo que se quiere con esa revisión. Y claro, ante una pregunta de esta naturaleza, existen muchas respuestas, según la orientación que se haya dado al manejo de plagas o a la acción específica que se derivará de los resultados de esta revisión.

El control químico, por ejemplo, podrá esperar a que la plaga cubra algún área, o la población llegue a determinados niveles y mejor aún que la plaga se encuentre en un mismo estado de desarrollo, y para ello hay que utilizar un sistema de revisión de plagas que satisfaga esas inquietudes. Para el control manual expresado en la colección de especímenes, será muy importante conocer el área afectada y el estado en que se encuentra el insecto con el fin de determinar precios, número de operarios, duración probable de esta actividad, etcétera y la revisión estará dirigida hacia ella.

En el Manejo Integrado de Plagas de la palma de aceite, en la forma como se propone, o sea basado en el fortalecimiento de los factores de mortalidad natural de los insectos, la revisión de plagas está dirigida a determinar los

focos iniciales del ataque de esa determinada especie. Se basa en el principio de que nunca una especie de insecto aparece atacando un área considerable del cultivo. Siempre empieza en una o unas pocas palmas de aceite, de donde comienza a multiplicarse y a ampliar su área de distribución hasta llegar a cubrir grandes extensiones.

El éxito de un programa MIP en palma de aceite consiste en determinar de manera oportuna el foco inicial. En él que cubre un área muy pequeña, se podrá desarrollar cualquier tipo de intervención para control de plagas, sin importar las implicaciones de carácter económico o ambiental que la medida pueda tener, dada la poca extensión del área tratada. El manejo de focos iniciales da *chance* al incremento o al mantenimiento del control natural existente.

MÉTODO DETECCIÓN-CENSO

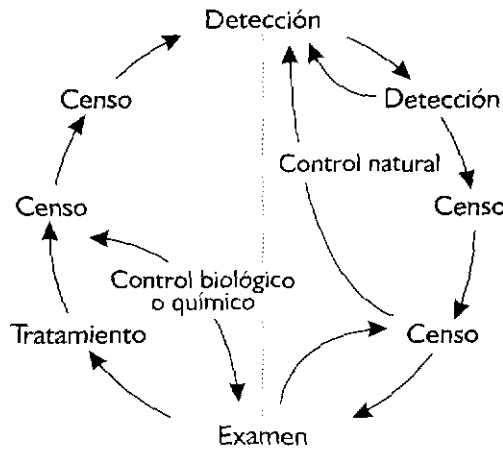
De acuerdo con Syed, 1994, de manera periódica se deben hacer recorridos por toda la plantación, línea por línea, para definir si hay o no insectos dañinos en determinados sitios o áreas. En caso positivo, será necesario hacerle un seguimiento a esas áreas o sitios donde se encontró alguna población de insectos dañinos y que se podrían denominar como focos iniciales. Por lo general, el insecto plaga puede sobrevivir en algunas palmas de aceite en

las plantaciones, sin ocasionar daños perceptibles. Por consiguiente, en condiciones normales, el manejo de las plagas puede sólo requerir de la vigilancia visual de la situación de manera continuada. A esa observación visual se le denomina "detección" y se limita a la definición cualitativa con respecto a la presencia de una plaga. La respuesta a la detección será: hay o no hay plaga, hay poca o mucha plaga. Es decir la detección no entra en detalles de censo, no cuantifica insectos: se limita a definir donde hay insectos y si éstos pueden constituirse en un problema futuro. Las detecciones se hacen en rondas, seguidas por otras rondas. Si la población tiende a aumentar, es importante determinar el número de la plaga en esos sitios o focos. En otras palabras, se debe llevar a cabo la ronda de censo. Al mismo tiempo se examinan las muestras de los insectos de la plaga, con el fin de determinar los factores de mortalidad.

En algunos casos, los factores de mortalidad pueden poner a la plaga bajo control, evitando así las medidas adicionales de control. El diagrama explica los diversos pasos propuestos en el sistema de manejo. Las plagas que se mantengan en niveles bajos, sin necesidad de manejo, se consideran que están dentro de un control natural.

De manera ocasional, los factores naturales de mortalidad son incapaces de controlar la población de insectos. Si

Diagrama esquemático del sistema de manejo de plagas de la palma de aceite



el examen de la muestra indica esta tendencia es necesario tomar medidas de control, las cuales deben estar sometidas a vigilancia constante en cuanto a su efectividad. Los diversos pasos involucrados en el sistema de manejo propuesto se explican en las siguientes secciones.

Detección

La detección de la infestación de las plagas en su fase inicial es la base fundamental y el aspecto más importante del sistema de manejo de plagas, cuando todavía se limitan a unas pocas palmas de aceite.

Lo ideal es examinar cada palma una vez al mes. No obstante, debido al pro-

longado ciclo biológico de la mayoría de las plagas de la palma de aceite y a la naturaleza de su dispersión en las primeras etapas, puede ser suficiente inspeccionar las palmas de los dos lados cada quinta calle de cosecha. No obstante, si se encuentra una especie de plaga en más del 1% de las palmas inspeccionadas, es aconsejable incrementar el número de éstas pasando a inspeccionarlas cada dos hileras por ejemplo.

Al llevar a cabo la inspección se examinan las hojas que se encuentran sobre la calle de cosecha, en busca de los estados visibles de las diversas plagas. No es necesario rodear la palma de aceite para inspeccionar las hojas del otro lado.

La persona a cargo de la inspección debe buscar los folíolos dañados y examinar las hojas en busca de insectos. Por lo general, el daño en las hojas erectas indica que el ataque es reciente.

La detección en las siembras más antiguas (palmas de aceite altas) es más difícil. En este caso, las rondas de inspección deben coincidir con las de cosecha y poda, con el fin de examinar las hojas cortadas.

Las especies de insectos observadas deben identificarse, controlarse y registrarse con sumo cuidado en un formato de inspección. Los números de las hileras y de las palmas de aceite también deben registrarse. Así mismo deben ignorarse las plagas que carezcan de importancia.

Censo

El objetivo del censo es establecer la tasa de infestación de la plaga por foco o área de infestación. En caso de infestaciones o focos esporádicos, el punto de observación se selecciona cerca del núcleo del foco. Si sólo está infestada una palma de aceite, ésta es la que se selecciona. El número de puntos que se requieren para el censo en cada foco, depende del área infestada. Los puntos de observación deben distribuirse de manera uniforme en la zona infestada.

Se cuentan todos los estados de la plaga en tres hojas (cerca de las hojas 9,

17 y 25) en cada punto de observación. Las hojas pueden tomarse de una o más palmas de aceite adyacentes.

Es necesario contar y coleccionar todos los insectos muertos que se encuentren en las hojas. En el caso del gusano canasta, *Oiketicus kirbyi* Guilding (Lepidoptera: Psychidae), es necesario recoger los insectos vivos y muertos en todos los estados.

Algunas especies de larvas urticantes empupan en el suelo. Es importante examinar los detritos que rodean el pecíolo de la palma censada y coleccionar los capullos, vivos o muertos. La muestra colectada de la plaga debe examinarse con mucho cuidado.

En las siembras más antiguas, las hojas deben cortarse de tal forma que permitan el conteo de los insectos. De manera ocasional puede encontrarse un gran número de insectos en una hoja. En este caso sería suficiente contar un número representativo de folíolos por hoja.

Una forma correcta sería la determinación de modelos que relacionen el número de larvas encontradas en determinada parte de la hoja, con las distribuidas en toda la hoja. A continuación se presenta un ejemplo para el insecto *Durrantia* sp. cuyas larvas se localizan de manera general en toda la hoja. Para la determinación de este modelo se procedió de la siguiente manera:

Se cortó la hoja 17 de 40 palmas de aceite y se procedió a contar los individuos de la parte apical y los de toda la hoja. Estos datos se sometieron a análisis de regresión para determinar la relación entre las larvas de *Durrantia* sp. de la parte apical, con las larvas de toda la hoja.

Una vez obtenido el modelo se graficaron los datos obtenidos del muestreo, para observar la tendencia. Además, se determinó el ajuste del modelo de regresión, con el fin de establecer la representatividad y suficiencia del tamaño de la muestra para el cálculo de la fórmula.

Con base en esto, se realizó el seguimiento de la distribución poblacional de *Durrantia* sp. a través del tiempo. En el lote seleccionado, se realizaron los muestreos a partir de agosto de 2000, hasta enero de 2001, con una frecuencia de muestreo de ocho días. Estos muestreos consistieron en una revisión de las larvas ubicadas tanto en el haz como en el envés del tercio apical de la hoja 17. Se utilizó la hoja 17 porque es en donde se encuentra la mayor cantidad de larvas de *Durrantia* sp.

Para la determinación de la fórmula, los datos se ajustaron a regresión tipo lineal, con un 84,56% de confiabilidad

en el tamaño de la muestra. Mediante este análisis se obtuvo la fórmula $Y = 0,9152 * + 1,5385 **X$.

Esta fórmula permitió estimar el número de larvas en toda la hoja (variable Y en la fórmula), a partir de las larvas encontradas en el tercio apical (variable X en la fórmula) de la hoja 17 de palma de aceite, en cada uno de los muestreos de larvas de *Durrantia* sp. La Figura 1 muestra el ajuste que existe entre el número de larvas contadas en toda la hoja, y el calculado con base en el número de larvas en el tercio apical. Esto asegura una alta confiabilidad en los datos calculados para los muestreos de población de larvas de *Durrantia* sp.

REVISIONES ESPECIALES

Muestreo del daño de *S. valida*, barrenador de raíces de la palma de aceite

Por las dificultades que existen para encontrar huevos, larvas o pupas de *S. valida*, la revisión de este insecto está dirigida hacia el daño, el cual cuando está fresco se caracteriza porque en la raíz afectada se encuentran deyecciones de color crema, mientras que en la galería del daño viejo no se

* Nivel de significancia al 5%

** Nivel de significancia al 1%

aprecian o si éstas se presentan, son de color café oscuro.

En la Zona Occidental se utiliza el siguiente método, independiente del estado de desarrollo, del color y del vigor de las palmas del lote escogido (Comité Agronómico Zona Occidental 2000).

Por el ciclo de vida del insecto, se recomienda efectuar el muestreo cada 60 días. Como norma general se muestrean dos palmas de aceite por cada hectárea, empezando de la siguiente forma:

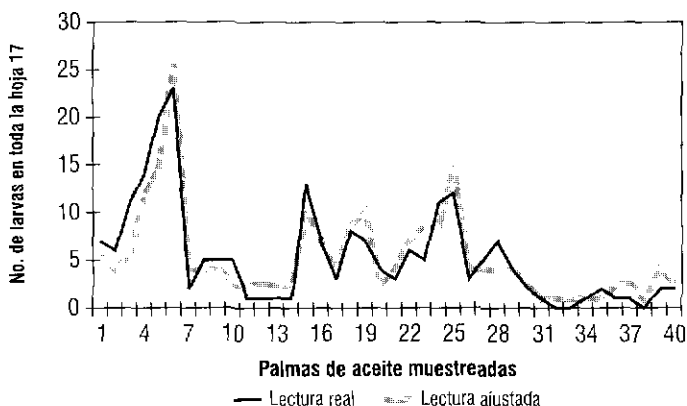
Con la ayuda de un palín de cosecha de 20 cm de ancho se abre un hueco en la base del estúpite, procurando dañar el menor número de raíces. El hueco debe tener 20 cm de ancho, 30 cm de largo y de 15 a 20 cm de profundi-

dad dependiendo de la profundidad de las raíces.

- Se separa el suelo de las raíces utilizando un “escarbador”.
- Se contabilizan las raíces de acuerdo con su edad:
 - Raíces jóvenes: aquéllas que tienen coloración blanca o rojiza y son relativamente blandas al tacto.
 - Raíces viejas: aquéllas de coloración café o marrón oscuro y son duras o semileñosas.
- Sobre las raíces encontradas, tanto viejas como nuevas, se localiza el daño del insecto que se diferencia en daño fresco y daño viejo, según el caso, y se cuentan.

Figura 1

Fluctuación de la población de *Durrantia* sp. acorde con la información real tomada en toda la hoja y la calculada con base en la población registrada en el ápice de la hoja



Con esta información se establecen porcentajes para conocer el de las raíces nuevas, el de las raíces viejas, el de daño fresco y el porcentaje de daño viejo. En Tumaco, como norma general se está utilizando un nivel crítico de daño fresco del 5%. Para porcentajes de daño superior a este nivel hay la necesidad de aplicar medidas de manejo del insecto. Un porcentaje de daño inferior al 5%, aunque detecta la presencia del insecto, necesariamente no conduce a la aplicación de medidas de manejo. Sin embargo, es muy importante conocer las características y el estado en que se encuentran las raíces, lo cual puede determinar si ese porcentaje de daño, establecido como nivel crítico, debe ser mayor o menor al establecido como norma general.

Para la realización del muestreo en un lote se escoge la línea dos y sobre la misma se ubica la palma de aceite dos, a la cual se hace el muestreo. Luego sobre la misma línea dos, se efectúa un desplazamiento de 10 palmas de aceite y se ubica la palma 12, y sobre ésta se hace otro muestreo, y así sucesivamente cada 10 palmas sobre la misma línea hasta llegar al final. Terminado el muestreo de las palmas de la línea dos, se hace un desplazamiento de 10 líneas y se ubica la línea 12 y se repite en sentido contrario el proce-

dimiento anterior, a partir de la palma de aceite dos. Con el muestreo ejecutado en esta forma, cada 10 líneas y cada 10 palmas de aceite, se obtiene una densidad de dos palmas por hectárea. Para los muestreos siguientes, se va corriendo una palma para la iniciación del muestreo así: en la palma tres, después en la cuatro y, finalmente, en la cinco, para luego reiniciar en la dos.

Los muestreos para *S. valida* se comienzan a realizar a partir de los cuatro meses de sembradas las palmas de aceite en el sitio definitivo.

Revisión de *C. daedalus*

La captura de adultos es una herramienta útil para el monitoreo de la fluctuación de la población y para identificar los lotes o zonas críticas de la plantación que presenten alta incidencia de este insecto. Para realizar el monitoreo se evalúan parcelas de 1 ha, cada 25 has se registra el número total de adultos encontrados por parcela y se determina el número de adultos por hectárea.

De otro lado, esta práctica ayuda a reducir la población de huevos en campo y permite tener información de la evolución y efectividad de las prácticas de manejo aplicadas.

BIBLIOGRAFÍA

- ALDANA, R.C.; CALVACHE, G. H.; CASTILLO, J. 2001. Avances en el manejo de *Cyparissius daedalus* Cramer (*Castnia daedalus*). Cenipalma. Ceniavances. no. 84, 4 p.
- CHÁVEZ, C.; SALAMANCA, J. C.; PEÑA, E. 2000. Método de muestreo del daño del insecto *Sagalassa valida*, barrenador de raíces de la plama de aceite. Cenipalma. Ceniavances. no. 77, 4 p.
- GENTY, Ph. 1999. Revisión de plagas, sistemas tradicionales. Curso nacional de control biológico. Cenipalma. Bogotá. 114 p.
- REYES R., A.; CRUZ, M.A. 1986. Principales plagas de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en América Tropical y su manejo. Conferencia curso de entrenamiento en palma africana dictado por la United Brands. Quepos. Costa Rica.
- SYED, R. 1994. Estudio del manejo de plagas en palma de aceite en Colombia. Palmas (Colombia) v.15, no. 2, p. 35-58.
- ZENNER DE POLANÍA, J.; POSADA, F. 1992. Manejo de insectos, plagas y benéficos, de la palma africana. ICA. Manual de asistencia técnica. 124 p.

MANEJO DE
FOCOS INICIALES

LA ABSORCIÓN RADICAL PARA EL CONTROL DE PLAGAS EN PALMA DE ACEITE*

Argemiro Reyes Rincón, Marco Antonio Cruz Calle, Philippe Genty**

INTRODUCCIÓN

Una técnica para el manejo integral de plagas en palma de aceite se desarrolla en Colombia. Hasta 1982 los métodos de control de plagas, en especial de *Leptopharsa gibbicarina* como mayor inductor del complejo pestalotiopsis en palma de aceite, se encaminó a la utilización de productos químicos asperjados por vía aérea y terrestre. La introducción en 1982 del sistema de inyección de productos sistémicos al tronco, permitió la mejora de eficiencia de los controles y una fuerte reducción en el total de hectáreas aplicadas por vía aérea. No obstante, las bondades del sistema de inyección en palma de aceite adulta, el deficiente control de las plagas en toda el área foliar, acompañado del daño a los troncos impidió su aplicación en cultivos de palma joven. La técnica de control de plagas por absorción radical de productos sistémicos, permitió en la palma de aceite, además de solucionar los problemas de distribución presentados por la inyección en cultivos jóvenes y permitir un excelente control de *L. gibbicarina* y *Stenoma cecropia*, como principales inductores del complejo pestalotiopsis en Colombia, la posibilidad de controlar otras plagas, tales como los defolia-

* Tomado de la revista Palmas v. 9, no. 2.

** Director Departamento de Agronomía y Jefe División Sanidad Vegetal, Promociones Agropecuarias Monterrey, Jefe División Investigación, Indupalma

dores *Euclea diversa*, *Oiketicus kirbyi*, *Euprosterna claeasa*, *Opsiphanes cassina*, entre otros.

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA DE ABSORCIÓN RADICAL

Se entiende por absorción radical el proceso fisiológico, mediante el cual ingresan sustancias a través de las raíces. Este proceso ha sido utilizado en el manejo de plagas mediante la aplicación al suelo de insecticidas sistémicos, en donde los pelos absorbentes cumplen la principal función. Técnica que en palma de aceite no ha dado los mejores resultados. Una modificación en el método consiste en no aplicar el insecticida al suelo, sino colocarlo en pequeñas bolsas de polietileno, donde se introduce el corte de una o varias raíces principales seleccionadas. Esto ha permitido en palma de aceite obtener resultados excelentes de control de varias especies de plaga en miles de hectáreas aplicadas. Los productos colocados de esta manera son aprovechados sin desperdicio, además de presentar una buena distribución en el follaje de las palmas de aceite tratadas, comparado con otros sistemas de control.

Personal y equipos

La organización de personal para una práctica de absorción radical comprende dos etapas: ejecución del tratamien-

to y verificación de la absorción. La primera por lo general se realiza por parejas, de las cuáles una es el buscador de raíces y otra es quien realiza el tratamiento. En ciertos casos, por condiciones de suelo o baja proliferación de raíces esta relación de personal puede variar. Para tratamientos industriales se organizan cuadrillas de 16-20 trabajadores, dirigidos por dos supervisores que garantizan la correcta ejecución de la operación. La verificación del tratamiento se realiza entre 24-48 horas después de controlar la buena absorción del producto. El conteo de plagas después del quinto día es la confirmación final de este trabajo.

El equipo requerido en la absorción radical consta de: azuela o pala cortante, cuchillo o tijeras de jardín, bolsas plásticas, dosificador, balde, recipiente de boca ancha, cordeles, insecticida y elementos de seguridad.

Azuela o pala cortante

La azuela es un azadón recto y angosto con cabo corto de madera y si el suelo lo permite puede ser reemplazado por una pala rectangular bien afilada. Estas herramientas sirven para buscar las raíces de manera limpia.

Cuchillo o tijeras

Sirve para refrescar el corte de las raíces.

Bolsas plásticas

Sirven para contener las raíces y los insecticidas en dosis de 10 a 18 cc de

p.c./palma de aceite. El calibre del polietileno recomendable debe ser de 0.004 mm, con un ancho de 5 a 6 cms y largo de 12 cms.

Dosificador

Recipiente graduado utilizado para medir las dosis de productos. Es preferible usar unos dosificadores automáticos o inyectoros.

Balde

Recipiente plástico fácilmente cargable para llevar los diferentes elementos y el insecticida.

Recipiente de boca ancha

En éste se lleva el insecticida. Se usa cuando no se dispone de un dosificador automático.

Cordeles

De 8 a 10 cms de largo, permite el amarre de la boca de la bolsa a la raíz. Pueden ser de cabuya o de metal dulce.

Elementos de seguridad

Agua, jabón, guantes de caucho, caretas y botas.

Selección de raíces

Gran parte del éxito de los programas de absorción radical dependen de la buena selección de raíces. En palma de aceite una buena cantidad de raíces primarias lignificadas y gruesas, caracterizadas por ser de color negro y duras, se encuentran con facilidad en

los primeros 30 cms de profundidad y en un radio de uno a dos metros de la base del estúpide, según edad de la palma de aceite. Con la pala se realiza un corte de 20-25 cms, transversalmente en relación con el sentido de las raíces y se levanta una capa de suelo de 10-15 cms de profundidad con dos cortes paralelos para levantar gentilmente las raíces, sin romperlas. La tierra se separa de las raíces en forma manual dejando una mayor profundidad a nivel de las puntas de las raíces cortadas. Las raíces de menos de 4 mm de diámetro o demasiado jóvenes y blandas deben ser descartadas, así como toda raíz que presente daños de cualquier naturaleza. En árboles adultos se debe tener cuidado de verificar que la raíz a utilizar tenga orientación perpendicular hacia la base del tronco. La mejor raíz es aquella en la cual pueden observarse con facilidad los vasos conductores en un corte transversal.

En la bolsa se pueden introducir dos raíces, si éstas se encuentran juntas, sino es el caso, se introduce una sola raíz hasta el fondo de la bolsa, después de previo corte perpendicular de la zona apical de la raíz para evitar todo riesgo de perforación de la bolsa. La remoción del suelo, en especial hacia el sitio próximo al corte, facilitará la instalación adecuada de la bolsa que debe estar dispuesta en un ángulo de 30-40°. No se debe tapar el hueco sino colocar un terrón para mantener la bolsa en posición adecuada.

Realización del trabajo

El orden de las operaciones es el siguiente:

- Hechura del hueco y corte de la raíz.
- Recorte de la punta apical de raíz con tijeras.
- Introducción de la raíz en la bolsa plástica.
- Inyección del insecticida a la bolsa.
- Amarre de la bolsa contra la raíz.

ticida a utilizar. Entre los diversos insecticidas líquidos y polvos solubles evaluados hasta ahora, básicamente los de características sistémicas han sido absorbidos pero, a su vez, su comportamiento en el control de plagas en palma de aceite ha sido muy variable. La Tabla 1 relaciona el comportamiento de varios productos con respecto a la absorción y la eficiencia de éstos en el control de *L. gibbicularina*. Se encontró que el Triclorfon que no es sistémico fue absorbido en su formulación líquida.

EFFECTIVIDAD DEL SISTEMA DE ABSORCIÓN RADICAL

Evaluación de productos

La eficiencia del sistema de absorción no sólo depende de la buena ejecución del tratamiento, sino del tipo de insecticida

Velocidad de absorción

El proceso y velocidad de absorción de insecticidas por palma de aceite, depende de varios factores, tales como el grosor de la raíz, el grado de diferenciación de los vasos conductores de la sección inmersa, el número de raíces uti-

Tabla 1

Evaluación de seis productos en cuanto a absorción y control de *L. gibbicularina* en palma de aceite

Producto	Dosis en l.a./palma	Naturaleza sistémica	Absorción %	No. insectos antes del tratamiento	No. insectos después del tratamiento	Días después
Mefosfolán	7,0	NO	0	247	282	23
Thiocyclán	7,3	NO	0	246	228	23
Monocrotofos	8,4	SI	100	179	0	5
Dicrotofos	7,7	SI	100	190	0	5
Acefato	7,0	SI	80	215	26	23
Profenofos	7,0	NO	0	135	131	23
Testigo 1		-	-	218	245	23
Triclorfon	12,5	NO	70	32	7	11
Testigo 2*		-	-	34	42	-

* T2 = Testigo del ensayo de evaluación del Triclorfon.

lizados, el tipo de insecticida y las condiciones ambientales, como temperatura, humedad atmosférica y del suelo, y radiación solar; éstas últimas correlacionadas con la hora del día. La mayor velocidad de absorción ocurre entre las 8 a.m. y las 12 m., período en el cual se presenta la mayor transpiración. Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, palmas de aceite tratadas en la mañana, con dosis de 14-16 cc de insecticida sistémico, lo han absorbido después de las 0.5 a 4 horas, en tanto que palmas tratadas en las horas de la tarde, pueden durar 24 horas. La distribución de insecticida en los tejidos de la palma de aceite está correlacionada con la velocidad de absorción; se ha podido observar inicio de control de los insectos plagas a las tres horas de realizado el tratamiento. Las experiencias obtenidas en tra-

tamientos industriales indican que la mayor absorción sucede cuando no hay sobre saturación de agua en el suelo.

Efectividad de los tratamientos en el control de plagas

En los tratamientos por inyección, la distribución y efectividad en el control de plagas están en relación directa con la edad de las palmas: a mayor edad mejor distribución y control; en cambio en los tratamientos por absorción estos aspectos son más independientes de la edad. La Tabla 2 contiene los resultados comparativos de los sistemas de inyección y absorción en el control de *Leptopharsa gibbicularina* sobre palma joven y adulta.

En el sistema de inyección únicamente se presentó control total en palmas

Tabla 2

Efecto de control de *L. gibbicularina* con monocrotófos por los sistemas de inyección y absorción en tres edades de palma de aceite

Sistema	Edad del cultivo	Número Perforaciones	Dosis La palma	Población* Insectos antes tratamiento	Población* Insectos después tratamiento	Días después	% control
Inyección	5	3	10,8	69	23	7	33,0
Inyección	7	2	10,8	832	270	6	32,5
Inyección	14	1	8,4	685	0	7	100,0
Absorción	5	-	8,4	194	0	3	100,0
Absorción	7	-	8,4	86	0	7	100,0
Absorción	14	-	8,4	99	0	7	100,0
Testigo	14	-	-	267	251	7	

* Promedio de población por hoja 25 de 10 palmas de aceite.

de 14 años observándose deficiencias en las de cinco y siete años de edad, aún con el uso de dos y tres perforaciones, mientras que los controles de *L. gibbicarina* por el sistema de absorción radical fueron del 100% para las tres edades de palma de aceite.

Basados en los buenos resultados obtenidos con Dicrotofos y Monocrotofos en el control de *L. gibbicarina*, se evaluó el efectos de éstos y otros insecticidas líquidos en el control de los defoliadores *S. cecropia* y *E. elaeasa*, consideradas las plagas de mayor importancia económica en los cultivos de la zona de Puerto Wilches y sur del Cesar, en Colombia (Tabla 3).

Con el objeto de buscar reducción de los costos del tratamiento por absorción, se desarrolló un ensayo tendiente a evaluar dosis más bajas de monocrotofos a las usadas en ensayos anteriores que permitieran asegurar el mismo control. Se evaluaron en palma de cinco años, dosis de 4,8 y 6,6 grs de i.a./palma de aceite comparadas con las dosis ya probadas de 8,4 de i.a./palma. Con cada dosis se trataron 12 palmas y la evaluación de control se efectuó sobre la hoja de rango 25. Los resultados indicaron que hubo control del 100% en *L. gibbicarina* aún con las dosis inferiores a 8,4 grs De i.a./palma lo cual permite reducción de costos en tratamientos industriales (Tabla 4)

Tabla 3

Evaluación de varios insecticidas aplicados por absorción en el control de *S. cecropia* y *E. elaeasa*

Producto Grms.	<i>Euprostern' elaeasa</i>				<i>Stenoma cecropia</i>			
	Larvas antes/trat.	Larvas desp/trat.	Días después	% control	Larvas antes/trat.	Larvas desp/trat.	Días después	% control
Monocrotofos 8.4 i.a./palma de aceite	304	56	15	81,0	176	0	20	100
Dicrotofos 7.6 i.a./palma de aceite	130	16	11	85,4	32	0	5	100
Testigo	121	102	11	-	32	27	11	-
Acefato 7.0 i.a./palma de aceite	142	80	8	33,2	-	-	-	-
Triclorfon 12 i.a./palma de aceite	116	65	11	33,5	54	5	11	89,0

Tabla 4

Efecto de control de *L. gibbicularina* en palma de cinco años de edad con tres dosis de monocrotofos aplicadas por absorción radical

Dosis de Monocrotofos en grs. de i.a./palma de aceite	Población de <i>L. gibbicularina</i> *			
	Antes tratamiento	1	2	15
4,8	294	23	0	0
6,6	414	20	0	0
8,4	194	1	1	0
Testigo	102	107	111	125

* Promedio de ninfas + adultos de 12 hojas de rango 25.

Remanencia

Para medir el efecto residual de Monocrotofos en la palma de aceite con respecto al control de *L. gibbicularina*, se determinó el tiempo en que después del tratamiento hubo control de insecto. Para tal fin, en siete palmas de aceite tratadas de seis años de edad y sobre las hojas de rango 25 protegidas con mangas de tela, se colocaron 100 adultos de *L. gibbicularina* con reposición de población tan pronto el control era del 100%. Las observaciones permitieron determinar ausencia de control de las palmas en estudio entre los 62 y 75

días después de tratamiento. En otro ensayo tendiente también a determinar la remanencia del monocrotos, se escogió una parcela de cinco años con alta infestación, en la cual se trató por absorción con 10,8 grs de i.a./palma de aceite una línea de 19 palmas, con lecturas de población de cuatro hojas/palma antes y a los 3, 5, 15, 31, 47 y 73 días después de tratamiento. Otra línea no tratada sirvió como testigo. La Tabla 5 muestra el promedio de ninfas + adultos/hoja de 19 palmas hasta los 73 días, tiempo en el cual se discontinuó el ensayo por ser sometida la parcela a tratamiento industrial.

Tabla 5

Efecto residual del monocrotofos sobre el control de *L. gibbicularina* en palma de aceite 5 años

Tratamiento	Población/hoja de ninfas y adultos días después del tratamiento							
	Antes	3	5	15	31	47	60	73
Monocrotofos 10,8 grs i.a.	144	0.3	0	0	0	0	0	0
Testigo	83	95	94	93	98	106	92	95

COSTOS

El control de plagas por el sistema de absorción es aparentemente costoso, comparado con el tratamiento aéreo o la inyección de palmas de aceite; pero la alta eficiencia de control, la posibilidad de manejo de varias especies en una intervención, la amplitud en la frecuencia de tratamiento y el bajo costo de los equipos, lo convierte en un sistema viable y económico a implantar de modo industrial en el manejo de plagas, aún en pequeñas plantaciones aisladas donde el mantenimiento de una infraestructura y de equipos adecuados, tales como pistas de aviación, plataformas de tanqueo, bombas, plantas eléctricas, taladros, brocas, dosificadores, etcétera, para operaciones aéreas o tratamientos por inyección resulta demasiado costoso e impráctico.

Debido a que los rendimientos obtenidos en programas industriales de absorción radical varían entre 90 y 160 palmas/jornal, dependiendo de las condiciones del suelo y la disponibilidad de raíces del cultivo, el mayor limitante del sistema es en la imposibilidad de tratar grandes áreas de corto tiempo, lo cual es posible con tratamientos aéreos, limitación que puede ser parcialmente compensada utilizando bastante personal, o con el inicio de los tratamientos antes de la ocurrencia de la explosión de la plaga, gracias al efecto residual del in-

secticida en la protección de las palmas de aceite. Los estudios sistemáticos de dinámica de poblaciones de insectos plagas, permite proveer la aparición de tales explosiones. Tratamientos iniciados 15 a 20 días antes de la aparición de *S. cecropia*, *O. cassina* y *O. kirbyi* controlaron totalmente sus larvas en los primeros estados.

CONCLUSIONES

El sistema de absorción radical representa en la actualidad el mejor tipo de manejo y control racional de las plagas de palma de aceite. A pesar de un costo relativamente alto, las ventajas de este método son en lo esencial una gran eficacia y una protección hacia la fauna auxiliar. La absorción radical puede ser considerada como un excelente tipo de control integrado.

Por otra parte y al contrario del antiguo sistema de inyección al tronco, la absorción radical puede ser repetida muchas veces sin riesgo de daños a las palmas de aceite por heridas o infecciones secundarias.

Las pruebas realizadas hasta la fecha, demuestran que la mayoría de los defoliadores o picadores de la palma están correctamente controlados (*L. gibbicarina*, *S. cecropia*, *O. cassina*, Limacodidae, *O. kirbyi*, etcétera).

Es de mencionar también que existen diferencias en cuanto a tiempo de respuesta del insecticida así aplicado, según el tipo de plaga intervenida. A este respecto, es importante mencionar que se observa una acción total en algunas horas para los picadores, en cinco a diez días para los Lepidópteros masticadores y hasta 25 a 30 días para los

Coleópteros minadores o raspadores (*Hispoleptis subfasciata*, *Spathiella trietis*).

Los insecticidas sistémicos Monocrotofos (5 a 8 grs de i.a./palma), Dicrotofos (7,7 grs de i.a./palma) presentaron los mayores porcentajes de control en la mayoría de las plagas arriba citadas.

CONTROL FÍSICO Y MECÁNICO DE INSECTOS PLAGAS

Hugo Calvache Guerrero*

A diferencia del control agronómico o cultural, el control físico-mecánico está dirigido al insecto mismo, cambiándole su actividad fisiológica por medios diferentes a los insecticidas, alterando su medio ambiente, o capturándolo de manera directa o mediante el uso de trampas.

Dada la amplitud de prácticas que pueden catalogarse dentro de este sistema de control de insectos, en esta oportunidad se tratarán únicamente los más utilizados, en el cultivo de la palma de aceite, en Colombia. Dentro de éstas, las más comunes están referidas a la captura de insectos por vía manual o por trampas.

COLECCIÓN MANUAL DE INSECTOS

Por las características del cultivo de la palma de aceite y el tamaño de muchas especies de insectos plagas, ha sido posible establecer esta estrategia como una práctica corriente dentro de las medidas de control de plagas. Existen especies como *Brassolis sophorae* L., cuyo tamaño y hábito de la larva, per-

* Ingeniero Agrónomo M. Sc. Entomología. Líder Área Sanidad Vegetal. Cenic Palma. Bogotá, Colombia.

miten reconocer el sitio donde anidan y capturar en forma manual todas las larvas que se encuentran congregadas dentro de éste.

Las poblaciones de mariposas de *Cyparissius daedalus* Cramer en determinadas épocas del año son muy elevadas, lo cual permite que su captura manual se constituya en una práctica viable en términos económicos. Los hábitos de vuelo y la permanencia en reposo durante el día, pegadas al estípote, facilitan esta labor, la cual por lo general se realiza con la ayuda de una jama de boca ancha.

De igual manera, cuando las poblaciones de *Opsiphanes cassina* Felder son altas, se realizan sistemas de control mecánico que van desde la captura manual de larvas grandes y pupas, la destrucción mecánica de pupas, hasta la captura de adultos en trampas.

La captura manual de pupas debe realizarse de tal manera que éstas queden en sitios o recipientes que permitan la salida de los parasitoides que estaban actuando en las pupas, pero que impidan la salida de los adultos de *O. cassina*, en la medida en que éstos vayan emergiendo. En algunas plantaciones suelen pasar un rodillo sobre los helechos y malezas en los cuales empupa *O. cassina*, con lo cual destruyen pupas y malezas. Sin embargo lo más corriente es el uso de trampas para la captura de adultos.

USO DE TRAMPAS

El uso de trampas en el control de insectos se basa en el estímulo que ejercen ciertos fenómenos físicos o químicos como atrayentes. Este sistema integra la acción de un atrayente y la estructura de una trampa para capturar al insecto atraído. En consecuencia se hará referencia a dos aspectos: los atrayentes y las trampas.

Algunos de los insectos plagas de la palma de aceite responden de manera positiva a la acción atrayente de la luz como es el caso de *Stenoma cecropia* Meyrick, del color como lo es con *Stomoxys calcitrans* L., de compuestos químicos de origen vegetal como es el caso de *O. cassina*, *Rhynchophorus palmarum* L. y *S. válida*, de compuestos químicos procedentes de las mismas especies de insectos como *R. palmarum*, *Metamasius hemipterus*, *Strategus aloeus*, *S. cecropia*, entre otros.

Los insectos responden a determinadas ondas de luz. Para el caso de *S. cecropia* parece que responde bien a la atracción de la luz emanada de mecheros de ACPM. En este caso, la acción del mechero en la atracción del insecto, se complementa con trampas de agua, las cuales consisten básicamente en recipientes de boca muy ancha con agua en cuyo interior, en la parte central, se ha ubicado el mechero. Al agua se le agrega un jabón o detergente para romper la tensión superficial

del agua de manera que los insectos atraídos caigan y se ahoguen de manera inmediata. La experiencia indica que el tiempo de atracción de esta especie de insecto, está entre las 6 y las 10 pm., de manera que la cantidad de ACPM que se coloca por trampa debe estar acorde con el tiempo en que debe estar prendido el mechero.

Otros insectos responden a la atracción ejercida por el color. Tal es el caso de la mosca de los establos, *S. calcitrans* respecto al color azul. Este insecto, aunque no es una plaga directa de la palma de aceite, origina problemas sociales en las plantaciones cuando sus poblaciones se incrementan, como consecuencia del uso de la tusa y como fertilizante orgánico en época de lluvias. En este caso se utiliza una superficie de color azul impregnada con un pegante que atrapa a la mosca cuando es atraída por el color.

El calor es otra alternativa en el control de insectos. En el caso concreto de la mosca de los establos *S. calcitrans*, se induce calor cuando se amontona la tusa en sitios de acopio. En esta forma se reduce el área de colonización del insecto y se incrementa la temperatura en el interior de los montones de tusa, con lo cual se impide el crecimiento de la plaga en esos sitios.

La respuesta de los insectos a la atracción que ejercen ciertos olores es quizá la conducta de éstos, que más se

utiliza en control de plagas en palma de aceite. Entre éstos están las kairomonas y las feromonas.

Cuando se habla de kairomonas en palma de aceite se refiere a ciertos productos vegetales que se encuentran en proceso de fermentación. La piña, el banano, el mango, el carambolo, la caña de azúcar, entre otros, ejercen especial atracción sobre los adultos de *O. cassina* y *R. palmarum*, cuando se encuentran en el proceso de fermentación. Por eso, a este cebo por lo general se le agrega guarapo de caña, melaza, cerveza, o cualquier otro producto que induzca a una fermentación rápida del cebo.

Las trampas utilizadas para la captura de *O. cassina* son muy variadas. Lo importante es que cumplan con todas las exigencias que hay al respecto, pensando en el mayor número de capturas en el menor tiempo. La trampa debe ser segura para evitar la fuga de las mariposas de *O. cassina*. Éstas, cuando se encuentran en condiciones anormales, o comienzan a sentir los efectos de intoxicación migran hacia algún sitio para ovipositar. La trampa debe evitar esto. Se conoce que las de piqueras tienen un buen comportamiento y no requieren de insecticida en el cebo. Al parecer, el color amarillo de estas trampas ayuda a la mayor captura de hembras. Las trampas basadas en una bolsa plástica también es segura y no requiere de insecticida en el

interior. De todas maneras, para el control de esta plaga no es conveniente utilizar trampas abiertas, así se use insecticida, por el peligro que existe que estas ovipositen antes de morir.

Para el control de *R. palmarum* se utilizan las trampas cerradas consistentes en recipientes rectangulares con aperturas superolaterales. Por lo general se usan los recipientes residuales de pesticidas de un galón de capacidad. La apertura debe quedar en los lados hacia la parte superior para facilitar la entrada del insecto. Se utiliza como cebo la feromona de agregación Rhyncolure, la cual actúa en sinergismo con los cebos naturales en fermentación, en especial caña de azúcar. La fermentación se ayuda con la adición de melaza disuelta en agua. En la base del recipiente se colocan dos o tres trozos pequeños de caña partida de manera longitudinal y una pequeña cantidad de la melaza disuelta. De la parte superior del recipiente se cuelga el difusor de la feromona. Los atrayentes naturales duran alrededor de 25 días. La feromona está calculada para tres meses.

Las trampas por disponer de un atrayente pueden en un momento dado convertirse en un factor de dispersión de la plaga, dependiendo del sitio donde se ubiquen. Por eso para un correcto uso de trampas en el control de insectos es importante considerar dos aspectos: cuándo y dónde colocarlas.

Cuando colocar las trampas

Para el caso de *O. casina* es definitivo tener dispuestas las trampas con suficiente antelación, y cebarlas cuando en los sitios de monitoreo aparezca la primera mariposa. Para que la trampa tenga efecto en la ruptura del ciclo de la plaga, debe capturar el mayor número posible de hembras, antes de que éstas hayan iniciado el período de oviposición. Cuando las trampas se colocan en forma tardía, es posible recoger miles y miles de mariposas, sin afectar en nada la evolución de la población de la progenie siguiente.

En el caso de *R. palmarum* cuyas poblaciones están superpuestas por la misma longitud del ciclo de vida, las trampas deben estar operando de manera continuada durante todo el tiempo. Sin embargo, es muy importante recordar que los niveles de la población de este insecto se encuentran en épocas de sequía. En consecuencia, en estos períodos también deberá incrementarse el trapeo para su captura, teniendo en cuenta que entre más pronto se capturen las hembras, más eficiente será el sistema de trapeo para interrumpir el ciclo de vida del insecto.

Dónde colocar las trampas

Nadie utilizará de manera conciente este sistema de trapeo en la dispersión de una plaga. Sin embargo, esto es lo que se ve por lo general. Las tram-

pas deben colocarse dentro de los focos o en los sitios donde de preferencia se encuentran los adultos. En el caso de *O. cassina* se debe pensar en concentrar las poblaciones del insecto, o establecer barreras para impedir el avance de la plaga hacia sitios no infestados. Como se ve, la distribución de las trampas requiere de un análisis juicioso de todos los factores que se relacionan con la presencia de la plaga y con los factores físicos de la difusión de aromas. Si en el programa de MIP se tienen muy bien definidos los focos de la plaga, se conocen las áreas problema donde localizar las trampas de manera oportuna para evitar que las mariposas avancen a otros sitios.

En el caso de *R. palmarum*, las mayores capturas se han logrado dentro de los reservorios de vegetación nativa. En los lotes de palma de aceite, los de mayor edad son los que mayores poblaciones de *R. palmarum* registran. En consecuencia, el trampeo deberá estar localizado en estas áreas, pensando que este insecto vuela largas distancias y puede inducirse su reubicación hacia las áreas periféricas de la plantación.

BIBLIOGRAFÍA

- ALDANA, J.A.; FAJARDO, J.; CALVACHE, H. 1999. Evaluación de los diseños de trampas para la captura de adultos de *Opsiphanes cassina* Felder (Lepidoptera: Brassolidae), en una plantación de palma de aceite. *Palmas (Colombia)* v. 20, p. 23-30.
- CALVACHE, H.; FRANCO, P.N.; ALDANA, J.; ALDANA, R. 2000. Plagas de la palma de aceite en Colombia. Bogotá, Cenipalma. 90 p.
- DÍAZ, L.; LUQUE, J. E.; CALVACHE, H.; HERNÁNDEZ, M.L. 1997. Estudios básicos para un manejo integrado de la mosca de los establos, *Stomoxys calcitrans* L. *Palmas (Colombia)* v. 18, no. 3, p. 19-29.
- RAMÍREZ, F. 1998. Reconocimiento de enemigos naturales y estudio de la fluctuación poblacional de *Rhynchophorus palmarum* L. y *Metamasius hemipterus* L. (Coleóptero: curculionidae). Acacias (Meta) Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia (Tesis de Ingeniero agrónomo) Bogotá. 79 p.
- REYES, R., A.; CRUZ, M. A. 1986. Principales plagas de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en América Tropical y su manejo. Conferencia curso de entrenamiento en palma africana dictado por la United Brands. Quepos. Costa Rica.
- ZENNER DE POLANÍA, I.; POSADA, F. 1992. Manejo de insectos, plagas y beneficios, de la palma africana. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Manual de Asistencia Técnica. Bogotá. no. 54, 124 p.

CONTROL MICROBIANO

Carolina Valencia Cortés*

CONTROL BIOLÓGICO

El control biológico ha adquirido la máxima relevancia como componente fundamental de cualquier estrategia de control de plagas. Este se define como la acción de enemigos naturales parasitoides, depredadores y patógenos utilizados para mantener la densidad poblacional de otro organismo (plaga) a un promedio más bajo del que existiría en su ausencia (De Bach 1987). Los controladores biológicos son organismos que están presentes en todos los sistemas agrícolas ejerciendo un control de forma natural. Esta actividad puede ser alterada por diversos factores bióticos y abióticos como la introducción de nuevas plagas, la destrucción de enemigos naturales por parte de los plaguicidas y diversos cambios ambientales severos; cuando esto ocurre, se hace necesaria la intervención de controladores biológicos, ya sea a través de su introducción, incremento, conservación y protección (Cisneros 1986).

* Microbióloga. Investigadora Auxiliar. Cenipalma. Barrancabermeja.

CONTROL MICROBIANO

Reseña histórica

Kuno et al. (1982) hace la siguiente reseña histórica sobre el desarrollo de la patología de insectos y el control microbial de plagas en el orden mundial: los egipcios fueron los primeros en dibujar jeroglíficos que semejaban a las abejas y que mostraban anomalías (2000-1500 a.C.), mientras los chinos (1500 a.C.) mencionan enfermedades del gusano de seda, y los griegos (700 a.C.) demostraron conocer las enfermedades de las abejas. Aristóteles (384-332 a.C.), en su libro *Historia Animalium* describió brevemente la enfermedad de las abejas y del gusano de seda. Virgilio se refirió a la enfermedad de las abejas y del gusano de seda. Alberto Magno (1193-1280) consignó la teratogénesis en los insectos. Las Casas (1581) en su libro titulado *El arte de cultivar la seda* mencionó las enfermedades del gusano de seda. Shirack (1771) describió la enfermedad bacteriana de las abejas. Agustino Bassi (1773-1856) demostró de manera experimental que *Beauveria bassiana* causaba infección en el gusano de seda. Kirby W. (1759-1850) escribió acerca de las enfermedades de los insectos y su posible utilización en control biológico. Luis Pasteur (1822-1895) descubrió las enfermedades producidas por los protozoarios en el gusano de seda. Le Conte, J.L. (1874)

conceptuó que se deben estudiar las enfermedades de los insectos para utilizarlos contra los insectos dañinos. Forbe, S.A. (1844-1930) inició una campaña para controlar las plagas con hongos. Metchnikoff (1845-1916) utilizó también de manera experimental el hongo *Metarhizium anisopliae* para controlar las larvas del coleóptero *Anisoplia austriaca*. Hagen (1879) conceptuó sobre el uso de hongos en el control de plagas. Ishimori, N. (1906) descubrió el *Bacillus sotto*. Beliner, L. (1906), detectó el *Bacillus thuringiensis*. Zender, (1907), el protozoario *Mozema apis*. White, G.F. (1912-1936) estudió las enfermedades de las abejas, en particular las bacteriales. Glaser, R.W. (1914-1917), también descubrió el virus de la Poliedrosis que ataca a algunos insectos.

Paillet, A. (1913-1914) estudió las diferentes áreas de la patología de insectos en su libro *Enfermedades de los insectos*.

En 1945 se creó el Laboratorio de Patología de Insectos de la Universidad de Berkeley, California, y otro similar en Canadá en 1946. En California trabajó el doctor E.A. Steinhaus, quien se considera el padre de la moderna patología de insectos con sus tratados sobre el tema (1946, 1949, 1963). En Canadá se trabajó con la Poliedrosis viral del *Diprion hercynae*, inicialmente, mientras en California se trabajó

con bacterias y virus. Muchos autores han continuado investigaciones en este campo: De Back (1964), Weiser (1966), Burges y Hussey (1971), Franz y Krieg (1972), Cantwell (1974), Hurpin (1970), entre otros.

En la actualidad son numerosos los investigadores, en particular de Estados Unidos y de Europa, que trabajan en el desarrollo de control microbiológico de plagas con aportes importantes, en especial en las décadas de 1970-1990.

El control de microorganismos se inició con el estudio de la patología de insectos al descubrir que éstos se veían afectados por diferentes enfermedades (Kuno et al. 1982); sin embargo, los trabajos de diferentes investigadores sólo pudieron ser aplicados cuando se conocieron los procesos patológicos y epidemiológicos que llevaron a este hecho (Jiménez 1995).

Después de la segunda guerra mundial, a raíz de los inconvenientes presentados por el uso del control químico, el control con microorganismos adquiere gran importancia (Jiménez 1995).

En el mundo hoy en día existen gran cantidad de instituciones de investigación dedicadas a la búsqueda de nuevos agentes microbianos de control y al desarrollo de tecnologías que potencien la acción de los entomopatógenos con el fin de obtener mejores resulta-

dos en los programas de control, en los que sean incluidos.

Ventajas y desventajas del uso de microorganismos

El uso de agentes vivos (bacterias, virus, hongos, nematodos), para el control de insectos plaga requiere de ciertos cuidados que en lo posible no sean necesarios con el uso de agentes químicos, y como todo sistema de control tiene ventajas y desventajas, como las que se mencionan a continuación (Kuno et al. 1982; Jiménez 1995).

Ventajas

- Baja toxicidad.
- Seguridad sanitaria. Ningún agente vivo con potencial para convertirse en patógeno es utilizado como controlador de plagas.
- Poca resistencia.
- Algunos presentan alta persistencia en el ambiente.

Desventajas:

- La velocidad del efecto que causa sobre la plaga puede ser lenta.
- Pérdida de viabilidad en condiciones de almacenamiento.
- Alta influencia de las condiciones climáticas para su aplicación.

Para que un microorganismo sea considerado como un buen agente controlador debe tener ciertas propiedades como especificidad, permanencia, pa-

togenicidad e inocuidad ambiental (Jiménez 1995). Todas estas características son importantes para causar epizootias, que son definidas como el brote de una enfermedad que causa una alta mortalidad en una población. La epizootiología estudia las causas y la forma del fenómeno explosivo de una enfermedad (Alatorre 1992).

Para que una epizootia se presente es necesario que exista una relación adecuada entre el agente etiológico (causa de la enfermedad), la población del huésped y el ambiente.

Con respecto al agente etiológico debe tener propiedades biológicas como infectividad, virulencia, patogenicidad y replicación.

La infectividad es la capacidad de causar infección. Uno de los factores más importantes en la infectividad es el modo de invasión; los microorganismos con más de una vía de entrada al huésped, tienen mayor posibilidad de causar infección. Según el tipo de microorganismo la vía de infección se describe a continuación:

- Bacterias. Oral.
- Hongos. Oral, por contacto a través de la cutícula.
- Virus. Oral, transovárica.
- Nematodos. Oral, por todos los orificios de la cutícula del insecto.

La virulencia y patogenicidad están relacionadas con la replicación del patógeno dentro del huésped. Un patógeno cuya multiplicación es rápida puede producir enfermedad en un tiempo más corto. Los patógenos con capacidad de producir toxinas tienen una mayor patogenicidad, al igual que los que tienen una mayor capacidad de sobrevivir en el campo (Alatorre 1992).

Con relación a la población del huésped es necesario tener en cuenta la susceptibilidad, incluyendo aspectos como resistencia genética y otros parámetros poblacionales relacionados con densidad, comportamiento, y asociación con otros insectos y poblaciones de animales (Alatorre 1992).

La susceptibilidad a un patógeno puede estar relacionada con el grado de exposición a éste durante varias generaciones (Alatorre 1992).

En cuanto a los factores ambientales que intervienen en la generación de una epizootia, el más determinante es la temperatura, ya que influye de manera directa en la susceptibilidad del huésped y la multiplicación del patógeno dentro del mismo (Alatorre 1992). Por ejemplo, la germinación de las esporas de los hongos está determinada, en gran parte, por una humedad relativa alta y una temperatura que oscile entre 23°C-27°C (Gómez y Villamizar 1996).

BACTERIAS

Generalidades

Las bacterias se constituyen en el grupo de microorganismos más estudiado, son procariontes, presentan diferentes morfologías, poseen multiplicación binaria, su tamaño varía entre 1 y 10 micras y pueden presentar diferentes estructuras de resistencia.

Las bacterias que causan enfermedades en insectos se pueden clasificar en dos grupos: las patogénicas que causan enfermedad siempre que penetran al insecto como varias especies del género *Bacillus* sp.; el segundo grupo se refiere a los oportunistas, o patógenos potenciales que están presentes en el ambiente, pero sólo causan infección cuando el insecto se encuentra en condiciones de stress como es el caso de *Clostridium* sp. (Jiménez 1995).

Las bacterias más estudiadas como controladores de insectos plaga pertenecen al género *Bacillus* sp. y de éste es *B. thuringiensis*, la bacteria más utilizada en los programas de control biológico de diferentes órdenes de insectos plaga en el mundo. Sin embargo, otras especies como *Bacillus popilliae* ha sido utilizada en el control de *Popilliae japónica* (Coleoptera: Scarabidae), el inconveniente de uso de esta bacteria consiste en que su esporulación no puede ser inducida en medios artificiales, por lo tanto el producto

resulta costoso; *Bacillus sphaericus*, también produce espora y toxina, ésta se localiza en las paredes de la espora y en las de las células vegetativas, es activo para el control de dípteros (Jiménez, 1995). Existen otras bacterias de géneros como *Pseudomonas* sp, *Xenorhabdus* sp, *Serratia* sp. que pueden ser patógenas para insectos, sin embargo, no son utilizadas por su alta sensibilidad a los factores ambientales, además por que pueden llegar a convertirse en patógenos para animales y para el hombre. (Castillo y Sañudo 1994). *B. thuringiensis* fue descrita por primera vez en Japón atacando larvas de gusano de seda *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). Posteriormente fue aislada por Berliner en Thuringia (Alemania), luego en 1954 August demostró el carácter tóxico de los cristales de B.t. Las primeras formulaciones con base en B.t. aparecieron en Francia y Estados Unidos en 1960 (Silva 1996). En la actualidad existen diferentes formulaciones comerciales cuyo principio activo son las toxinas producidas por *B. thuringiensis*. Del 100% del mercado de bioinsecticidas utilizados en el mundo 98% pertenece a los productos fabricados a base de *B. thuringiensis* (Puerta 1998).

Características de *B. thuringiensis* y sus toxinas

B. thuringiensis es un bacilo Gram positivo aerobio, que tiene la capacidad de formar esporas que le confiere

ren características de resistencia a factores climáticos adversos.

B. thuringiensis produce diferentes toxinas, las cuales ocasionan efectos diversos en los insectos entre los que se encuentran:

Disminución de la alimentación

Cuando el insecto consume la bacteria, le induce cambios fisiológicos que ocasionan una disminución en la ingesta de alimento, lo que hace que el insecto al detener su alimentación, se debilite y favorezca la colonización de su hemocelo por las bacterias. Además, al dejar de alimentarse, el insecto no ocasiona más daño a las plantas.

Bloqueos mecánicos

Este mecanismo consiste en la obstrucción de tejidos por acción del crecimiento bacteriano, lo que ocasiona el daño del tejido obstruido y de los tejidos que éste conecta.

Acción de exotoxinas

Las exotoxinas en su gran mayoría son enzimas proteolíticas que provocan destrucción de los tejidos externos causando diferentes daños celulares.

Acción de endotoxinas

Las endotoxinas son sustancias que actúan descomponiendo las estructuras de la pared y de la membrana celular.

Alfa-exotoxina

Conocida como Lecitinasa C, soluble en agua y termoestable.

Beta-exotoxina

Conocida con el nombre de Thuringiensina. Esta toxina es considerada como altamente toxica.

Delta-endotoxina

Esta toxina provoca parálisis del intestino de las larvas que son susceptibles, trayendo como consecuencia una disminución en la alimentación del insecto. Colonización del hemocelo desde el intestino y producción de septicemia. La infección producida por la delta-endotoxina induce la muerte por inanición y por la destrucción de los tejidos del intestino. La duración de este proceso letal varía según el pH del intestino del insecto.

Modo de acción de *B. thuringiensis*

El mecanismo de acción de la bacteria una vez se encuentra dentro del insecto (ingestión), tiene varios pasos descritos por Beauer 1995 (Citados por Martínez 2001):

Solubilización del cristal y activación de la protoxina

Ésta se inicia por la acción de enzimas proteolíticas (proteasas) activadas por el pH alcalino del intestino medio (Superior a 9).

Unión de la toxina al receptor

Las toxinas de la bacteria se unen a las microvellosidades presentes en la membrana intestinal de los insectos. El ni-

vel de unión de las proteínas (toxinas) con sus receptores, es determinado por una constante de afinidad (Kd) que varía según las características del receptor y de la toxina (Van Rie 1995). El Kd se relaciona de manera directa con los niveles de resistencia a las proteínas de *B. thuringiensis* (Van Rie 1995).

Formación de poro

La formación de poros en la membrana intestinal de los insectos susceptibles es realizada por los dominios o regiones de los genes cry. Al formarse un poro cuyo diámetro aproximado es 1 a 2 nanómetros se produce un desbalance osmótico, dando origen a la hinchazón de las células y a su rompimiento por un proceso denominado lisis coloidal-osmótica, después de este proceso hay una liberación del contenido celular en el lumen con desprendimiento de las células presentes en las microvellosidades del intestino (Gill 1995).

Septicemia

Ésta se produce cuando ha ocurrido el daño en la membrana celular del intestino medio, el hemocelo del insecto es invadido por bacterias que encuentran un medio propicio para su crecimiento y proliferación. La muerte del insecto se produce de dos a tres días después de la ingestión de los cristales de *B. thuringiensis*, aunque éste deja de alimentarse pocos minutos después de ingerida la bacteria (Bauer 1995, citado por Martínez 2001).

Uso de *B. thuringiensis* en cultivos de palma de aceite

B. thuringiensis var. *kurstaki* ha sido utilizado para el control de diferentes insectos plaga del orden Lepidoptera como:

- *Euprosterina elaeasa* Dyar
- *Stenoma cecropia* Meyrick
- *Oiketicus kirbyi* Guilding
- *Dirphia gragatus* Bouvier
- *Opsiphanes cassina* Felder

Se han obtenido buenos controles de larvas de 4º o 5º instar de *Euclea diversa* con dos aplicaciones de *B. thuringiensis* distanciadas de 6 a 10 días. El efecto sobre *S. cecropia*, nunca ha sobrepasado 60% de control, al igual a lo observado sobre larvas de *Loxotoma elegans* y *O. cassina* (Calvache 1993). Por su parte *O. kirbyi* requiere dosis altas, entre 1.5 y 3 kg/ha (Reyes y Cruz 1986).

Sin embargo, en Palmas de Tumaco con una sola aplicación de *B. thuringiensis* se han obtenido controles de 100% de *S. cecropia* y del 85% de *Struthocelis* sp. (Lepidoptera: Decoporidae) (Calvache 1993).

Otro ejemplo de la efectividad de *B.t* para el control de insectos plaga en la palma de aceite es la aplicación realizada en la plantación Pالموسان, en el municipio de Puerto Wilches, en un lote donde existía una población ini-

cial de 426 individuos / hoja (hoja 17) de *E. elaeasa*; sin embargo cinco días después de la aplicación de un producto comercial cuyo principio activo es *B. thuringiensis*, la población disminuyó en 97,5%, encontrándose 18 individuos/ hoja en el nivel 17 (Fig. 1). Si se tiene en cuenta que el control microbiano es uno de los componentes del programa de manejo integrado de plagas, este porcentaje de control es excelente, además no se debe olvidar que eliminar 100% de la población traería como consecuencia la desaparición de enemigos naturales, como depredadores y parasitoides, generando un desequilibrio en el agroecosistema.

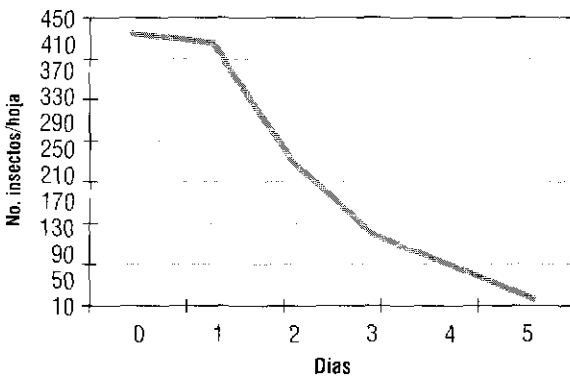
Producción masiva de *B. thuringiensis* en plantaciones de palma de aceite

En varias plantaciones del país se realiza la producción de *B. thuringiensis* para su utilización en campo. Ésta se realiza en un caldo nutritivo, donde se utilizan diferentes fuentes de carbohidratos y diferentes fuentes de proteína, tomando como inóculo inicial un producto comercial cuyo principio activo sea *B. thuringiensis*.

En diferentes ocasiones se han realizado aplicaciones de *B. thuringiensis* para controlar diferentes focos de in-

Figura 1

Mortalidad de *E. elaeasa* causada por *B. thuringiensis* en Palmosan (Puerto Wilches)



sectos plaga, sin embargo los resultados no han sido satisfactorios. Esta deficiencia en el control puede deberse a tres aspectos principales, como son:

- Calidad del producto aplicado
- Dosis bajas o mal calculadas
- Condiciones climáticas desfavorables

La importancia de la concentración es que ésta determina la dosis que se debe aplicar por hectárea, lo que influye directamente en los costos de producción de la bacteria. Por tal razón, es necesario mejorar las condiciones de producción artesanal para asegurar la calidad del producto obtenido. De esta característica, junto con la aplicación de las dosis adecuadas en las condiciones climáticas adecuadas, depende el éxito en el control del insecto objeto del mismo.

Comercialización de *B. thuringiensis* en Colombia

En el mundo existen diferentes formulaciones comerciales cuyo principio activo es *B. thuringiensis* en diferentes presentaciones como lo son: polvos mojables, granulados, suspensiones acuosas, suspensiones aceitosas etcétera, cada una de éstas se utiliza según el cultivo y el tipo de plaga que se quiere atacar.

En Colombia la producción y comercialización de insecticidas con base en *B. thuringiensis* ha tenido auge en los

últimos años. En la actualidad existen en Colombia 15 insecticidas registrados ante el ICA, en el mercado. Algunos de éstos son Dipel 2X®, Dipel 8L®, Thurilav Wp®, Thurincide Hp®, Xetari WDG®, entre otros. Sin embargo, es necesario el desarrollo de nuevas investigaciones que conduzcan a la generación de productos y tengan cepas nativas de *B. thuringiensis*, como principio activo.

Existen diferentes variedades de *B. thuringiensis*, las cuales son específicas para diferentes órdenes de insectos. Cada variedad se caracteriza por la alta especificidad de los receptores del intestino medio con las toxinas producidas, siendo selectivo para determinados órdenes así:

- *B. thuringiensis* var. *kurstaki* Lepidoptera
- *B. thuringiensis* var. *israelensis* diptera
- *B. thuringiensis* var. *tenebrionis* Coleoptera

Desarrollo de nuevos *B. thuringiensis*

La búsqueda de nuevas variedades de *B.t* con mayor potencial biocontrolador ha hecho que se desarrollen por medio de técnicas de ingeniería genética *B.t* recombinantes y transconjugantes, sin embargo el desarrollo de estos tipos de *B.t* es un procedimiento complejo que no siempre da los mejores resultados,

ya que se pueden perder características de patogenicidad, resistencia a factores adversos y crear resistencia en los insectos blanco, problemas que no se presentan cuando se utilizan cepas naturales.

HONGOS

Generalidades

Los hongos son microorganismos eucariotes, es decir con membrana nuclear bien diferenciada y organelos con funciones específicas, son aerobios, que se aíslan del suelo, del agua y de la materia orgánica en descomposición.

Los hongos capaces de causar enfermedades en insectos plaga son de gran abundancia en Colombia y son considerados importantes reguladores de poblaciones de plagas en forma natural (Rodríguez, 1992).

Son numerosos los géneros de hongos que tienen el potencial de actuar como entomopatógenos, sin embargo, el éxito del uso de éstos dentro de programas de control biológico está limitado por la facilidad de producción masiva de cada uno de ellos y por las condiciones climáticas, ya que es necesario que se den ciertas características en el medio ambiente, que favorezcan su establecimiento, desarrollo y diseminación.

Los hongos entomopatógenos pertenecen a la división Eumycota, que tiene

varias subdivisiones, entre las que se encuentran Mastigomycotina, Zygomycotina, Deuteromycotina y Basidiomycotina. La clase Zygomycetes, perteneciente a la subdivisión Zygomycotina y la clase de los Hyphomycetes, perteneciente a la subdivisión Deuteromycotina, son los más estudiados. Dentro de la clase de los Zygomycetes se encuentra el orden de los Entomophorales, con géneros como *Entomophthora* sp y *Basidiobolus* sp. y *Conidiobolus* sp entre otros. Hongos de géneros como *Verticillium* sp. *Beauveria* spp.; *Hirsutella* spp.; *Metarhizium* spp.; *Paecilomyces* spp., pertenecen a la subdivisión Deuteromycotina, clase Hyphomycetes.

Los Deuteromycetes, a diferencia de los Entomophorales, son más utilizados, en especial por la facilidad para ser cultivados en forma masiva, en sustratos simples como arroz, avena y cebada, entre otros.

En el país, como resultado de diferentes investigaciones y reconocimientos realizados por Fedepalma y Cenipalma con la ayuda de diferentes plantaciones se han encontrado en el campo varias especies de hongos, atacando insectos plaga del cultivo de palma de aceite, como los citados por Calvache en 1993:

Beauveria bassiana (Bálsamo)

S. cecropia Meyrick

L. elegans Dyar

Anteotricha sp
O. cassina Felder
B. sophorae Stikel

Beauveria brongniartii (Sacc)
L. elegans

B. pos. amorpha
L. elegans

Beauveria sp.
O. cassina
Sibine spp.

Metarhizium anisopliae Metsch
 (Sorokin)
S. valida Walker

Paecilomyces lilacinus Thomas
 (Samson)
Durrantia pos arcanella Busck

Nomouraia rileyi Samson
O. cassina

Hirsutella thompsoni Fisher
Retracrus elaeis Keifer

Cordyceps sp
Strategus aloeus L.

Generalidades de *Beauveria* spp.

El género *Beauveria* fue determinado en 1912 por Vuillemin, quien en honor a Beauverie le dio su nombre. Éste último investigador, en 1911, señaló las características del grupo al que pertenecía *Beauveria* (McLeod, 1954). En la actualidad, las especies más reco-

nocidas de este género son *B. bassiana* (Bálsamo) Vuillemin y *Botrytis Brongniartii* (Sacc) Petch, denominado en 1892 *B. brongniartii* por Sacardo, y transferido en 1926 por Pech al género *Beauveria*.

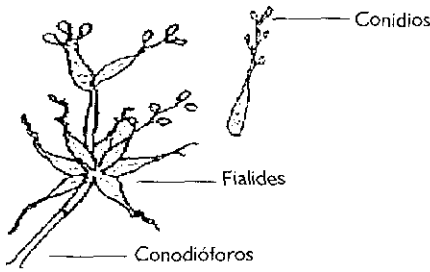
El hongo *Beauveria* sp. ha sido utilizado como controlador de plagas desde los años 40. Desde entonces y hasta ahora, se han hecho gran cantidad de estudios utilizando este hongo como entomopatógeno (Torres 1998).

Beauveria es un hongo imperfecto que pertenece a la división Deuteromycotina, clase Hyphomycetes caracterizado por la formación de micelio septado con producción de conidios de aproximadamente 2 a 3 micras de diámetro, o formas de reproducción asexual, en conidióforos que nacen a partir de hifas ramificadas. *Beauveria* presenta una fase asimilativa típicamente filamentosa y no forma pseudoplasmodio. Su micelio forma conidióforos simples o agregados, constituyendo cuerpos fructíferos como acérvulos o picnidios. Los conidióforos se presentan en forma de zig zag, insertos en el micelio con conidios terminales que dejan cicatrices bien definidas, cuando se desprenden del micelio (Domsch et al. 1980).

Las diferencias de especie en el género *Beauveria*, se relacionan con la disposición de los conidióforos, la forma de las esporas y el tamaño del raquis. *B. bassiana* presenta conidióforos agru-

pados, conidios globosos y raquis corto, por el contrario *B. brongniartii* presenta conidióforos solitarios, conidios elipsoidales y raquis largo (Domsch et al. 1980).

Dibujo de *Beauveria* spp.



Antecedentes del uso de *Beauveria* sp. como controlador biológico

El género *Beauveria* ha sido reportado infectando más de 200 especies de insectos de diferentes órdenes, incluyendo Coleoptera, Lepidoptera, Diptera, Hemiptera, Orthoptera, entre otras (Doberski 1981).

En la actualidad existen productos biológicos disponibles comercialmente para el control de insectos en países, como Rusia, China y Brasil (Gillespie y Moorhouse, 1989). En Rusia y Europa, en general, es utilizado un producto con el nombre comercial de "Boverin", el cual hace parte de programas de control integrado de plagas contra el cucarrón colorado de la papa *Leptino-*

tarsa decemlineata, en combinación con algunos productos químicos (Gillespie y Moorhouse 1989).

En Colombia el hongo *B. bassiana* ha sido utilizado para el control de diferentes insectos plaga, tales como la broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae); en el control de esta plaga el hongo es un componente del programa de manejo integrado de la broca. En arroz se ha encontrado atacando *Spodoptera frugiperda* Smith. Para el caso del cacaotero, ha sido evaluado contra ninfas y adultos de *Molanonion dissimulatus* (Hemíptero: Miridae). En 1983 fue usado como controlador del defoliador de la palma *Stenoma cecropia* Meyrick (Lepidoptera: Stenomidae) (Guerra y Bernal 1985).

En plantaciones de banano en Granada (Meta) fue utilizado satisfactoriamente en el control de una epizootia de poblaciones de *Metamasius hemipterus sericeus* (Coleóptero: Curculionidae), logrando recuperar la población normal del insecto. En 1986 se registró de nuevo el uso de *B. bassiana* contra *B. sophorae lurida* stikel (Lepidoptera: Brassolidae), en plantaciones de palma de aceite en Cumaral (Meta) (ICA 1986).

El género *Beauveria* también se ha encontrado parasitando larvas de *Diatraea* sp., en cultivos de caña y larvas de *Phoquina* sp., en algodón, maíz y caña, en el Norte de Santander (Rodríguez 1984).

Mecanismo de acción de Beauveria sp.

El ciclo biológico del *Beauveria* sp. comprende dos fases: una patogénica y otra saprofítica. La fase de patogénesis ocurre cuando el hongo entra en contacto con el tejido vivo del huésped y la humedad en el microclima es superior al 85%.

Beauveria sp. es parásito facultativo. El proceso infectivo que lleva al insecto atacado por el hongo a morir se cumple en tres fases: la primera, de germinación de esporas y penetración de hifas al cuerpo del huésped, que dura de tres a cuatro días. La penetración del hongo al huésped ocurre a través de la cutícula, o por vía oral. Cuando la penetración se da por la cutícula intervienen diferentes enzimas, como lipasas, quitinasas y proteasas. El tubo germinativo de la conidia invade de manera directa, produciendo aporesorios que penetran la epicutícula, dando lugar a cuerpos hifales, los cuales se desarrollan en el hemocelo y circulan en la hemolinfa.

La patogenicidad del hongo sobre los insectos depende de una compleja relación entre la habilidad del hongo para penetrar la cutícula y la fortaleza del sistema inmunológico del insecto para prevenir el desarrollo del hongo. Esta relación se debe a factores muy concretos incluidos las diferencias cuticulares, la penetración cuticular y las reacciones inmunes. El desarrollo del hongo sobre el insecto puede ser

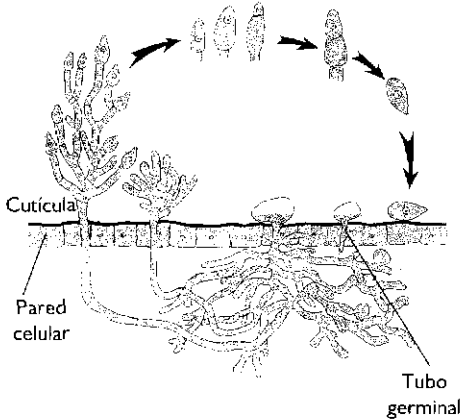
influenciado por la eficacia de los hemocitos, en encapsular y melanizar el patógeno. Casi siempre los hematocitos se agregan al lugar de la penetración cuticular, formando algunas veces nódulos alrededor de las esporas inyectadas. En el interior de los insectos la germinación usualmente procede de esporas que están fuera de la agregación de hematocitos pero para que se desarrollen siempre deben de estar afuera del agregado.

La segunda fase es la invasión de los tejidos por parte del micelio del hongo hasta causar la muerte del insecto; dura de dos a tres días. Durante el proceso de invasión del hongo se produce una gran variedad de metabolitos tóxicos. *Beauveria* sp. produce metabolitos secundarios, como son: Beauvericin, Beauveriloides, Bassianolide, Isarolide, Enniatinas y Oosporeina. Los síntomas de la enfermedad en el insecto son: pérdida de sensibilidad, falta de coordinación en los movimientos y parálisis. Cuando el insecto muere queda momificado. Algunas veces se pueden presentar zonas de pigmentación localizadas que corresponden a los sitios de penetración de las conidias en el tegumento.

Por último sigue la tercera fase, la esporulación y el inicio de un nuevo ciclo. El micelio del hongo se observa primero en las articulaciones y partes blandas de los insectos y en días posteriores se incrementa a todo el cuer-

po hasta finalmente cubrirlo. Tras la muerte del insecto y bajo unas condiciones de humedad relativa alta las conidiósporas pueden extenderse a través del cuerpo cubriéndolo con material fungoso característico.

Dibujos sobre el modo de acción de los entomopatógenos



Generalidades de *Metarhizium* spp.

Otro hongo importante que pertenece a los Deuteromycetes, es *Metarhizium* spp. subdivisión Deuteromycotina, Orden Moniliales, fue descubierto por Metschnikov en 1879 (Gómez y Villamizar 1996).

Este hongo ha sido utilizado desde el comienzo de siglo en el control de insectos de órdenes como Homoptera y Coleóptera principalmente.

Metarhizium spp. es un hongo con esporas alargadas, de color verde, producidas en forma catenulada a partir de fiálides; los conidióforos son ramificados en forma simple, en pares.

La membrana celular de este hongo ofrece propiedades lipofílicas, puesto que su capa bilipídica está compuesta en especial por ácidos grasos poliinsaturados que contienen de 16 a 18 carbonos (Griffin 1981, citado por Gómez y Villamizar 1996).

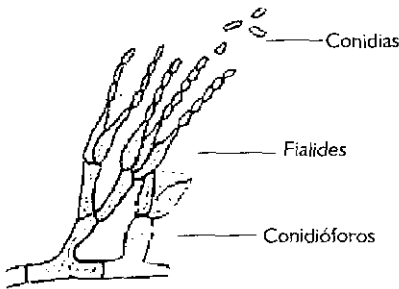
El crecimiento micelial de *Metarhizium* spp. en medio de cultivo es blanco, luego a medida que inicia su esporulación cambia de color hacia un tono verde característico.

Existen tres especies conocidas de *Metarhizium* que difieren en lo esencial en el tamaño de la conidia y en su pigmentación:

Metarhizium flavoviridae (W. Gams y Rozipal). Esporas elipsoidales, con coloración verde grisácea.

Metarhizium anisopliae (Metschnikov). Esporas de forma ovooidal y coloración verde oliváceo (Fullock 1976), citado por Gómez y Villamizar (1996), distingue dos variedades de esta especie *anisopliae*, *minor* y *major*, diferenciadas por el diámetro de la conidia.

Metarhizium album (Petch). Recientemente descrita.

Dibujo de *Metarhizium* spp.

Antecedentes del uso de *Metarhizium* sp. como controlador biológico

En Colombia *Metarhizium anisopliae* Metsch (Sorokin) ha sido encontrado afectando larvas de *Glena bisulca* Rindge (Lepidoptera: Geotrichidae); *Caligo* sp. (Lepidoptera: Brassolidae); *Aeneolamia varia* (Homóptera: Cercopidae); *Ancognata scarabaeoides* Burmestier; *Metarhizium* sp también ha sido reportado atacando *Clavipalpus pos ursinus* (Scarabaeidae: Melolonthinae), además ha sido utilizado en el control de la langosta llanera *Ramatocerus schistocercoides* (Gómez y Villamizar 1996); también causa mortalidad en *Premnotrypes vorax* (Hustache) (Torres 1999).

Metarhizium anisopliae var. major ha sido aislado de larvas de *S. valida* en las palmas de Tumaco, además se ha encontrado afectando larvas de *O. cassina* en el municipio de Puerto Wilches (Santander); este aislamiento se

encuentra conservado en el banco de microorganismos de Cenipalma.

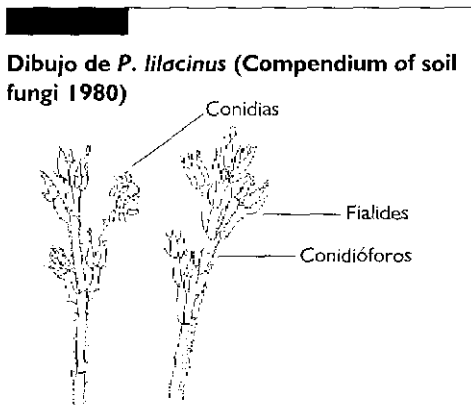
Mecanismo de acción de *Metarhizium* sp.
Metarhizium sp. al igual que *Beauveria* sp. presenta la fase inicial de patogenicidad. La segunda fase es la invasión de los tejidos por parte del micelio del hongo hasta causar la muerte del insecto, dura de dos a tres días. Durante el proceso de invasión del hongo se produce una gran variedad de metabolitos tóxicos. *Metarhizium anisopliae* produce gran variedad de metabolitos secundarios. Los compuestos tóxicos más estudiados han sido las destruxinas. Estos ciclodepsipéptidos son producidos durante el crecimiento micelial y hasta el momento se han identificado más de 14, de los cuales los más importantes son destruxina A, B, C, D, E y desmetildestruxina B. Los síntomas de la enfermedad en el insecto son similares a los ocasionados por *Beauveria* sp. Cuando el insecto muere queda momificado. Algunas veces se pueden presentar zonas de pigmentación localizadas que corresponden a los sitios de penetración de las conidias en el tegumento.

Por último sigue la tercera fase, la esporulación y el inicio de un nuevo ciclo. El micelio del hongo se observa primero en las articulaciones y partes blandas de los insectos y en días posteriores se incrementa a todo el cuerpo hasta finalmente cubrirlo. Tras la muerte del insecto y bajo unas condi-

ciones de humedad relativa alta, las conidiósporas pueden extenderse a través del cuerpo cubriéndolo con material fungoso característico. Los conidióforos del género *Metarhizium* son montículos bajos, cubiertos de conidias erectas, ramificadas y agrupadas en una copa fértil, filíidas solitarias en pares o en haces con conidias apicales basipétalas, catenuladas, en columnas subovoideas o cilíndricas y con extremos redondeados unicelulares con color verde oliváceo en masas.

Género *Paecilomyces*

Paecilomyces sp. presenta conidióforos hialinos, septados, erectos, terminalmente ramificados. Este ha sido aislado en ninfas y adultos de *L. gibbicarina* en Puerto Wilches, recientemente fue aislado un *Paecilomyces lilacinus* (Thomas) Samson en el municipio de Zona Bananera, el cual causó una epizootia importante sobre *Durrañtia* sp.



Género *Hirsutella*

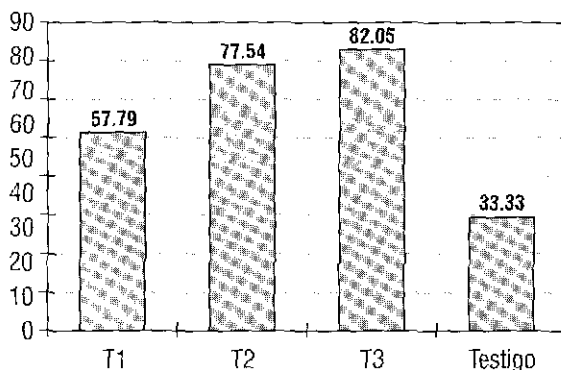
De acuerdo con la especie, con este género puede haber formación de sinemas o conidióforos individuales como estructuras reproductivas. Se ha encontrado comúnmente en el trópico en ácaros, causando su muerte 72 horas después de su penetración; sin embargo su utilización es limitada ya que su desarrollo en medios artificiales es lento y presenta poca esporulación. Estudios adelantados en el Urabá permitieron aislar *H. thompsonii* Fisher del ácaro del Fronde *R. elaeis*. (Citado por Calvache 1993).

En la actualidad Cenipalma cuenta con una colección de hongos de diferentes géneros que han sido recolectados con la ayuda de las plantaciones en diferentes zonas del país, éstos se relacionan en la Tabla 1.

Se han realizado diferentes ensayos con el fin de evaluar la efectividad de los diferentes entomopatógenos en el control de plagas. Uno de estos ensayos se realizó en el municipio de San Alberto (Cesar), en el cual se evaluó la mortalidad causada por *B. bassiana* sobre larvas de *S. cecropia* de cuarto instar. Se evaluaron tres tratamientos y un testigo. Los tratamientos consistían en tres dosis de producto (arroz esporulado) T1: 10 g/palma; T2: 20 g/ palma; T3: 30 g/ palma, todos ellos a una concentración de $1,9 \times 10^7$ esp/ml. T3 registró un porcentaje de mortalidad del 82.05% y T2

Tabla 1**Hongos entomopatógenos**

Código	Aislamiento	Origen	Huesped
B001	<i>Beauveria</i> sp.	San Carlos de Guaroa	<i>Episibine</i> spp.
B002	<i>Beauveria</i> sp.	San Carlos de Guaroa	<i>Episibine</i> spp.
B003	<i>Beauveria</i> sp.	Paratebueno	<i>Loxotoma</i> spp.
B004	<i>Beauveria</i> sp.	Paratebueno	<i>Loxotoma</i> spp.
B005	<i>B. bassiana</i> sp	Genicafé	<i>H. hampei</i>
B006	<i>Beauveria</i> sp.	Tumaco	<i>S. cecropia</i>
B007	<i>Beauveria</i> sp.	Puerto Wilches	<i>O. cassina</i>
B008	<i>Beauveria</i> sp.	Cumaral	<i>Loxotoma</i> spp.
B009	<i>Beauveria</i> sp.	Cumaral	<i>Metamasius</i> spp.
B010	<i>Beauveria</i> sp.	Cumaral	Suelo
B011	<i>Beauveria</i> sp.	Cumaral	<i>Loxotoma</i> spp.
B012	<i>Beauveria</i> sp.	Cumaral	-
B013	<i>B. bassiana</i> sp.	Cumaral	<i>Loxotoma</i> spp.
B014	<i>Beauveria</i> sp.	Puerto Wilches	-
B0150	<i>Beauveria</i> sp.	Puerto Wilches	<i>Anteotricha</i> sp.
B016	<i>Beauveria</i> sp.	Puerto Wilches	<i>S. cecropia</i>
B017	<i>Beauveria</i> sp.	Puerto Wilches	<i>Dirphia gragatus</i>
B018	<i>Beauveria</i> sp.	San Alberto	<i>S. cecropia</i>
B019	<i>Beauveria</i> sp.	Puerto Wilches	<i>S. cecropia</i>
B020	<i>Beauveria</i> sp.	Puerto Wilches	<i>I. neivai</i>
Mt001	<i>M. anisopliae</i> sp.	Puerto Wilches	<i>O. cassina</i>
Pc001	<i>P. lilacinus</i>	Zona Bananera	<i>Durrantia</i> sp.

Figura 2**Mortalidad de *S. cecropia* causada por *B. bassiana***

un porcentaje de 77,54%, sin embargo, al realizar el análisis estadístico entre ellos éste mostró que no existen diferencias significativas lo que permitiría usar una dosis menor de producto por palma disminuyendo así los costos de control (Moreno 1997).

Para la aplicación de un microorganismo, en este caso un hongo, es necesario tener en cuenta diferentes factores que determinan el éxito en la utilización de éstos (Valencia 2000):

- **Calidad del producto.** La calidad del producto utilizado es una de las características más importantes en la aplicación de un producto biológico, ya que éste debe ser puro, y se debe tener la certeza de que en realidad se está aplicando el agente al cual es susceptible la plaga.
- **Dosis utilizada.** La dosis que se debe aplicar en un área está determinada por la concentración de cada gramo o ml del producto que se vaya a aplicar, dosis muy altas acarrearían incrementos en los costos de aplicación del producto y dosis demasiado bajas no realizan un control adecuado de la plaga en un momento determinado.
- **Época de aplicación.** Los hongos son microorganismos vivos por lo tanto son susceptibles a diferentes agentes ambientales como humedades relativas bajas, que no favorecen la colonización de los insectos

infectados y su esporulación en campo. Las lluvias fuertes ocasionan al igual que en los productos químicos, lavado del producto lo que puede disminuir la posibilidad de contacto del patógeno con el insecto objeto de control. Tal vez el factor más determinante en este caso debido a las condiciones ambientales en las que se desarrolla el cultivo de palma de aceite son las altas radiaciones solares, por lo que se recomienda que la aplicación de los productos biológicos se realicen en horas de la tarde cuando la radiación solar ha disminuido, o a primeras horas de la mañana cuando la radiación solar es baja. La aplicación de éstos debe hacerse de preferencia en días con baja radiación solar, en los que por efecto de las lluvias la humedad relativa sea alta.

- **Estado de la plaga.** No todos los estados de desarrollo de una plaga son susceptibles a ser afectados por entomopatógenos, por esto es importante hacer la aplicación en el momento en que la plaga sea más susceptible de serlo. En este aspecto también se debe tener en cuenta las poblaciones de parasitoides y depredadores con el fin de no intervenir en el control que éstos estén ejerciendo de forma natural.

Un ejemplo de este hecho fue el presentado en la Plantación Palmas Oleaginosas Las Brisas, en el municipi-

pio de Puente Sogamoso (Santander), en la cual se realizaron aplicaciones de *B. bassiana* y *M. anisopliae* en un lote donde la población de larvas de *O. cassina* era de 32.2 larvas y 14.7 huevos por hoja en el nivel 17, población que estaba causando una defoliación severa en el lote. Por tal razón se decidió realizar la aplicación de los dos aislamientos. Ocho días después de aplicar los tratamientos, se realizó un nuevo censo de la población observando que los niveles de la población disminuyeron a 0.22 larvas por hoja, incluyendo los tratamientos testigos. Al observar los factores que ocasionaron esa disminución drástica de la población se observó que las poblaciones del insecto depredador de larvas *Alcaeorhynchus grandis* se encontraban elevadas. Esto como consecuencia de que en los controles ejercidos sobre las poblaciones anteriores quedaba una pequeña población, lo que hizo que el depredador tuviera siempre alimento y su población fuera aumentando hasta llegar a una población capaz de controlar el insecto plaga. Al presentarse este hecho no hubo un control por parte de los entomopatógenos lo que permite concluir que esta fue hecha en un momento inoportuno por el desconocimiento del estado de la población de los depredadores en el lote.

Aunque todos estos microorganismos presentan un alto potencial para ser usados dentro de un programa de Manejo Integrado de Plagas, no se debe

olvidar que éstos son organismos vivos, que a diferencia de los insecticidas químicos que son más susceptibles a la acción de diferentes agentes, como lo son las condiciones ambientales adversas, lluviosidad, radiación solar, bajas humedades relativas, presencia de antagonistas, lo que los hace más vulnerables trayendo como efecto que no se presente un adecuado control de la plaga y se descarte una nueva utilización de éstos posteriormente. Por eso es necesario conferir al microorganismo cualquiera que éste sea ciertas características que aseguren un mejor establecimiento de éste en el campo, lo que influirá de manera directa en el nivel de control que este ejerza.

El proveer a un microorganismo, adecuadas condiciones para su control en campo, requiere del estudio de la serie de procesos que se inician con la escogencia de un aislamiento que presente un efectivo control, teniendo en cuenta el medio de propagación en el que éste sea cultivado, ya que diferentes estudios han demostrado que la composición del medio en el que se propague el agente de control influye de manera directa en la producción de esporas y en la patogenicidad de las mismas, además se deben tener en cuenta estudios de preformulación con el fin de escoger posibles sustancias o auxiliares de formulación que le brinden al microorganismo protección para favorecer el control que éste pueda ejercer sobre las plagas. Una vez en la etapa

de preformulación se escojan los auxiliares de formulación más adecuados, de acuerdo con su comportamiento frente al microorganismo y a las características físicas que le confieran se debe proceder a la formulación de éstos, tratando de mejorar las características físicas (Gómez y Villamizar 1996).

VIRUS

Generalidades

Los virus constituyen un grupo grande y heterogéneo de agentes infecciosos que afectan animales, plantas, etcétera.

Los virus son parásitos obligados intracelulares, lo que quiere decir que necesitan de la maquinaria metabólica del huésped para llevar a cabo su replicación. Su genoma está constituido por uno de los dos ácidos nucleicos (ADN o ARN) de cadena doble o sencilla, encerrado en una cubierta protéica llamada cápside que puede tener forma helicoidal, isométrica, cúbica, pudiendo estar rodeada por otras capas adicionales denominadas envolturas. La cápside más el ácido nucleico se denomina nucleocápside o vírión. Los viriones pueden, a su vez, estar embebidos en una matriz proteica denominada cuerpos de oclusión.

El período de desarrollo viral incluye tres etapas: latente, exponencial y estacionaria.

Durante la fase o período latente el virus se encuentra en proceso de penetración, luego ocurre el desnudamiento y se inicia el período de replicación en esta etapa el virus no es infectivo. Luego se inicia el período exponencial. En éste, el número de partículas infecciosas crece muy rápido, llegando posteriormente a la fase estacionaria. En este momento las partículas virales son liberadas y se inicia nuevamente el ciclo viral. (Levy et al. 1994).

Todo el ciclo de infección viral incluye:

- Absorción de los viriones a la célula.
- Entrada del ácido nucleico al interior de la célula con o sin otros componentes.
- Exposición del genoma viral (ácido nucleico) a la maquinaria genética de la célula.
- Expresión génica viral.
- Producción de componentes virales, incluyendo ácidos nucleicos genómicos.
- Ensamblaje viral.
- Liberación de las partículas virales infecciosas.

Los virus patógenos de insectos artrópodos son muy específicos, por lo que pueden ser utilizados en programas de Manejo Integrado de Plagas, ya que no afectan a los enemigos naturales ni a la fauna silvestre (Zenner y Posada

1992). La clasificación de los virus es de manera constante sometida a revisión. Para ésta se tiene en cuenta el tipo de ácido nucleico dentro de la partícula viral, su morfología, la presencia o no de envoltura, el tamaño de la partícula y el grado de resistencia a diferentes solventes químicos.

La diseminación de las partículas virales ocurre a través de la lluvia, el viento, otros insectos, transovaricamente entre otras formas. Las larvas son el estado de desarrollo del insecto más susceptible al ataque por virus (Moreno 1995).

Los virus más importantes en el cultivo de la palma de aceite son los virus de la Poliedrosis nuclear (VPN) que ataca larvas de *E. elaeasa* y *S. cecropia* y el virus de la densonucleosis (VDN) que ataca a *Sibine fusca*, *Sibine nesea* y *O. cassina* (Calvache 1993).

Baculovirus

Los virus que pertenecen a la familia Baculoviridae, comúnmente llamados Baculovirus, son la familia más importante para el control de diferentes insectos plaga. Los baculovirus son virus específicos de invertebrados, en particular insectos (Levy et al. 1994). Su genoma es circular de DNA de doble cadena, cuyo tamaño varía de 80 a 200 Kb, empaçados en una capsida proteica en forma de bastón, la cual, a su vez, está envuelta en una unidad

de membrana. Su replicación toma lugar en el núcleo (Levy et al. 1994).

Según Richardson (1995) la familia baculoviridae puede ser dividida en dos subfamilias o subgrupos

- Eubaculoviridae. Baculovirus ocluidos, dentro de los que se encuentran el virus de la Poliedrosis nuclear (VPN) y el virus de la Granulosis (VG).
- Nudibaculoviridae. Baculovirus no ocluidos, en forma de varilla o bacilos nucleares.

Los baculovirus como el virus de la Poliedrosis Nuclear (VPN) y el virus de la Granulosis (VG), han sido encontrados afectando insectos de los órdenes Lepidoptera, Hymenoptera, Díptera y Orthoptera (Castillo y Sañudo 1994).

Los poliedros de los baculovirus no se destruyen por los procesos comunes de putrefacción, son insolubles en agua y en solventes orgánicos como el alcohol eter y acetona (Bustillo 1987).

Los baculovirus más importantes en el cultivo de palma de aceite son: el virus de la Poliedrosis nuclear (VPN) y el virus de la Granulosis (VG)

Virus de la Poliedrosis Nuclear (VPN)

El virus de la Poliedrosis Nuclear o VPN es por lo común encontrado en el sue-

lo y en la superficie de las plantas. Posee cuerpos de inclusión en forma de poliedro compuestos por poliedrina, que rodean a los viriones (Blissard y Rhorman 1990). Los poliedros o cuerpos de inclusión son muy estables excepto a pH básicos y pueden resistir en el ambiente de manera indefinida (Tanada y Kaya 1993). El VPN penetra por vía oral, e inicia su infección a través del tracto digestivo, los poliedros ingeridos pasan muy rápido al intestino medio donde se disuelven debido a las condiciones alcalinas de éste (pH superiores a 7.5) liberando los viriones al lumen intestinal; éstos penetran a las células epiteliales del intestino medio, realizando su primera replicación; posteriormente, las partículas virales afectan otros tejidos susceptibles como hemocitos, tráquea, cuerpo graso donde continúan su reproducción (Castilla, Acosta y Ciliezar 1995).

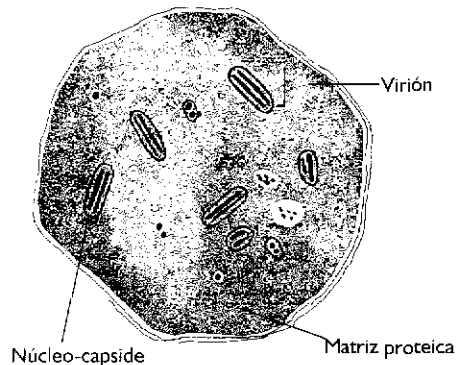
La infección causada por el VPN es caracterizada por la producción de dos tipos de viriones o fenotipos que difieren en su morfología, composición proteica, especificidad del tejido y modo de entrada viral.

Tienen dos destinos diferentes, unos pueden moverse fuera del núcleo al citoplasma y gemar a través de la membrana citoplasmática, llamados virus no ocluidos o virus extracelulares que son requeridos para la infección secundaria; las partículas virales pertene-

cientes al otro fenotipo llamados virus ocluidos son los responsables de la infección primaria y son requeridos para la diseminación en el ambiente (Blissard y Rhorman, 1990). Las partículas virales que no penetran en el intestino son inactivadas, los poliedros que penetran a la hemolinfa no conducen a la infección puesto que la capsida no se disuelve en ésta (Kuno et al. 1982).

Las larvas infectadas con el VPN presentan una degradación del color verde de la región dorsal, la zona ventral, normalmente blanca, se torna amarilla opaca. Por lo general las larvas quedan adheridas a los foliolos, aunque en algunas ocasiones pueden caer al suelo, del sexto instar en adelante hay emanación abundante de un líquido color café rojizo a través del orificio anal (Pedraza 1988).

Virus de Poliedrosis Nuclear



Virus de la Granulosis (VG)

Como característica propia de la familia a la que pertenece este virus, causa la formación de pequeños poliedros en la célula infectada (Bustillo 1987).

El modo de infección y los síntomas presentados por el insecto son similares a los causados por el VPN, cuando el insecto susceptible consume alimento contaminado con VG, los cuerpos de inclusión se disuelven en el intestino medio y los viriones libres entran al cuerpo a través de las células columnares del intestino, la replicación comienza en los núcleos de las células intestinales y el nuevo material liberado provoca infecciones secundarias en otros tejidos (Bustillo 1984). Una diferencia entre la infección causada por VPN y por VG consiste en que la causada por el VG el integumento de los cadáveres que contienen en su interior las partículas virales en los tejidos licuados, no se rompe con facilidad.

Virus no ocluidos

Virus de la denonucleosis (VDN)

El virus de la denonucleosis es otro entomopatógeno clasificado dentro de los virus no ocluidos, que pertenecen al género Densovirus. Sus partículas se encuentran libres en el núcleo de las células. Cada partícula consiste en un núcleo denso compuesto de nucleoproteínas rodeadas de un capsido proteico. Poseen DNA de cadena sencilla (Bustillo

1984). Estos virus son resistentes a diferentes solventes orgánicos, así como a altas temperaturas.

Este virus ha sido aislado de insectos de órdenes Coleoptera, Lepidoptera, Díptera e Hymenoptera (Bustillo 1987).

Modo de acción

Al igual que los Baculovirus, penetran al cuerpo del insecto por ingestión, sin embargo, la infección se puede iniciar en larvas susceptibles tanto por ingestión como por inyección del virus en el hemocelo. La enfermedad producida se caracteriza por una hipertrofia extensiva del núcleo de las células infectadas. La gran mayoría de los tejidos del insecto son susceptibles con excepción de las células del sistema nervioso y de órganos reproductivos. La replicación del virus ocurre en el cuerpo gordo, los hemocitos, el intestino anterior y trasero, los tubos de malpighi, entre otros tejidos (Bustillo 1987).

Durante los días siguientes a la ingestión del virus se produce una disminución en la actividad y en la ingesta de alimento de los insectos, además se presentan cambios en el comportamiento como en el caso de *Sibine fusca stall*, que cambia sus hábitos gregarios y se encuentra de forma individual (Genty 1992). Según su edad la larva deja de alimentarse entre los tres y cinco días después de la infección y se inmoviliza. La muerte ocurre entre el

quinto y séptimo día en larvas jóvenes (menores al 6 instar), mientras que en larvas bien desarrolladas, esto ocurre entre los 10 y 14 días. Dos días antes de morir se observan abundantes secreciones bucales y anales, los tegumentos cambian de color: las larvas, inicialmente verde claro, se vuelven amarillas, luego marrón claro y, finalmente, marrón oscuro. Se observa una lisis de todos los tejidos internos haciendo que la larva tome una consistencia blanda. Las larvas jóvenes mueren adheridas a las hojas y las de mayor tamaño caen al suelo (Genty 1992).

Registros de uso de virus para el control de plagas en el cultivo de palma de aceite

En el cultivo de palma de aceite en Colombia, las enfermedades causadas por VPN y VDN, han sido importantes en el control de defoliadores principalmente del orden Lepidoptera.

En la Zona Central se han hecho aplicaciones comerciales del virus de la Densonucleosis con resultados de control del 95 al 100%. Para tal efecto, el ingrediente activo ha resultado de preparados a partir de material enfermo en dosis de 20 a 30 g de material infeccioso por hectárea (Reyes 1991).

Un ejemplo de control realizado por virus (VPN) sobre una población de *S. cecropia* en una plantación de San Al-

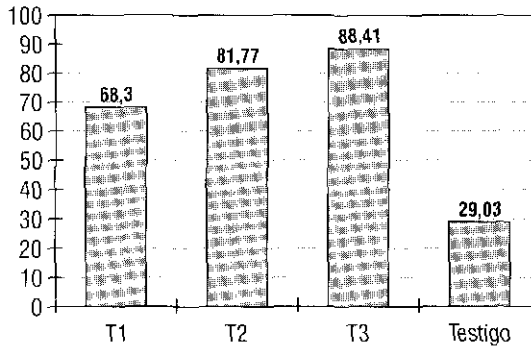
berto (Cesar) donde se evaluaron tres tratamientos y un testigo T1: 5ml/palma; T2: 10ml/palma; T3: 15ml/palma, la evaluación del porcentaje de mortalidad del insecto 15 días después de aplicados los tratamientos fue para T1: 68,3; T2: 81,77; T3: 88,41, en contraste con una mortalidad del testigo del 29,03% (Moreno 1997).

La dosis de material enfermo utilizado para cada aplicación varía de acuerdo a la plantación; sin embargo, se recomiendan dosis de acuerdo a la plaga y al agente viral, así:

Insecto	VPN	VDN
<i>E. elaeasa</i>	75 g/h	
<i>S. cecropia</i>	50 g/h	
<i>O. cassina</i>	75 g/h	
<i>Sibine fusca</i>		25 g/h

El principal inconveniente del uso de virus en los programas de control biológico es su multiplicación, ya que al ser estos parásitos intracelulares obligados requieren de células vivas para su crecimiento. La multiplicación en la actualidad se realiza de manera artesanal infectando larvas del insecto objeto de control traídas de campo con el virus; posteriormente, se recuperan las larvas enfermas, se maceran y este líquido es conservado en frascos de vidrio a 4° C, luego éste es usado como agente infeccioso para posteriores aplicaciones. Este método es económico y

Figura 3
Mortalidad de *S. cecropia* causada por VPN



relativamente sencillo, pero presenta como gran inconveniente la disponibilidad del virus en el momento oportuno, por tal motivo es necesario orientar la investigación en la búsqueda de líneas celulares específicas para la producción de los agentes virales, en el laboratorio para su aplicación en campo.

NEMATODOS

Generalidades

El *Nematoda phylum* constituye uno de los más numerosos dentro del reino animal. Su distribución es cosmopolita, ya que son encontrados en diversos hábitats. Su tamaño varía entre 0,2 mm a 500 mm. Su distribución en la cadena trófica es amplia. Existen nematodos comedores de bacterias, algas, materia orgánica en descomposición, parásitos de plantas, inverte-

brados, insectos y mamíferos como el hombre (Blaxter et al. 1998).

Las asociaciones entre nematodos e insectos son diversas. Existe parasitismo facultativo y parasitismo obligado entre otras. Los efectos que sobre los huéspedes pueden llegar a tener son diversos e incluyen reducción de la fecundidad, longevidad y actividad de vuelo, otros nematodos ocasionan cambios morfológicos, fisiológicos y de comportamiento, o hasta la muerte (Sáenz 2001).

Reseña histórica

Calvache (1992) hace la siguiente reseña histórica sobre los nematodos entomopatógenos:

Reamuren en 1742 presentó uno de los primeros registros de un nematodo, posteriormente denominado como

Sphaerularia bombi, afectando larvas de gusano de seda. Poco después, en 1947 Gould describió el efecto detrimental de los mermitidos en hormigas. Glaser, en 1929, encontró el nematodo *Steinernema glaseri* infectando *Popillia* japónica, fue el primero en cultivarlo en medios artificiales y probarlo en el campo con resultados muy positivos en el control de esta plaga. Más tarde Dutky y Hough, en 1955, halló el steinermatido conocido como raza DD-136 de *Steinernema carpocapsae* (*Neoplectana carpocapsae*) y lo probaron contra la polilla de la manzana. El uso de *S. glaseri* y *S. carpocapsae* en el control microbiano de insectos se ha venido acelerando e incrementando, en la medida en que han solucionado algunos inconvenientes en la producción, almacenamiento y transporte.

Taxonomía

De las familias de nematodos asociadas a insectos sólo cinco de ellas son consideradas con potencial para ser usadas en programas de control biológico. Estas familias son: Mermithidae, Allantonematidae, Sphaeruriidae, Sphaeruriidae, Steinernematidae y Heterorhabditidae. Sin embargo de estas familias sólo Steinernematidae y Heterorhabditidae brindan perspectivas importantes para ser usadas en un programa de MIP, ya que en las otras familias la acción se ve limitada por la dependencia estrecha con la plaga. Las hembras de algunas especies presen-

tan drástica disminución de la fecundidad; en otras la diferenciación sexual se ve afectada por factores medio ambientales. Sin embargo el factor más limitante se relaciona con el ciclo de vida ya que para algunas especies en especial de la familia Mermithidae los ciclos de vida son más largos que los del insecto plaga, lo que trae como consecuencia que los insectos continúen alimentándose y no se observen disminuciones en las poblaciones o en el daño a los cultivos (Hominicks y Collins 1997). Por el contrario, las familias Steinernematidae y Heterorhabditidae se caracterizan por su alta virulencia, su amplio rango de huéspedes, toxicidad nula en mamíferos y amplias ventajas adaptativas por encontrarse por lo común en el suelo.

Aunque la clasificación de los nematodos asociados a insectos varía de manera constante, la última clasificación de estas dos familias con importancia en control biológico, es la siguiente:

- Familia Steinernematidae. Compuesta por dos géneros
Steinernema (25 especies)
Neosteinerema (1 especie)
- Familia *Heterorhabditidae*. Con un único género *Heterorhabditis* que incluye ocho especies

Existen características morfológicas propias de cada una de las familias Steinernematidae y Heterorhabditidae las cuales se presentan a continuación:

Característica	Steinernatidae	Heterorhabditidae
Labios	Fusionados con seis papilas labiales y cuatro papilas cefálicas.	Seis labios parcialmente fusionados en la base, cada uno de ellos con una papila genital.
Estoma	Corto y ancho.	Corto y ancho.
Esófago	Compuesto por hábeas cilíndrico, metacorpus un poco dilatado.	Precorpus un poco dilatado.
Aparato reproductor	Hembras con ovarios pares y opuestos (anfídelficos) y machos con testis único (monórquicos).	Hermafroditas con esperma localizado en la porción proximal del oviducto y vulva no funcional, machos con testis único.
Poros excretor	Localizado delante del anillo nervioso	Localizado debajo del anillo nervioso

S. carpocapsae

Fácil reproducción por su capacidad de resistencia a la desecación permite ser formulado, lo que extiende su período de duración. Es en particular efectivo contra larvas de lepidópteros. Ataca de preferencia insectos de gran movilidad debido a su mecanismo de búsqueda de huésped.

Steinernema feltiae

Ataca en especial estados inmaduros de dípteros. Este nematodo resiste drásticas temperaturas en el suelo, ya que sigue siendo infectivo a temperaturas inferiores a los 10°C (Tabla 2)

Steinernema glaseri

Es el nematodo entomopatógeno de mayor tamaño, ataca principalmente larvas de coleópteros, en particular de escarabajos, su mecanismo de búsqueda de huésped hace que prefiera parasitar insectos de movimiento lento.

Otras especies de *Steinernema* como *S. kushidai* y *riobravís*, están siendo eva-

luadas para su utilización en programas de control biológico de plagas.

Heterorhabditis bacteriophora

Se encuentra entre los nematodos entomopatógenos más importantes, ataca en especial larvas de las órdenes Coleoptera y Lepidoptera.

Los inconvenientes del uso de este nematodo en programas de manejo integrado de plagas, consisten en que para que actúe necesita temperaturas del suelo superiores a los 20°C y su persistencia en el campo es corta (Tabla 2).

Heterorhabditis megidis

Es utilizado para el control de diferentes insectos plaga del suelo, en la actualidad es comercializado en Europa para el control de *Otiorynchus sulcatus* (Tabla 2).

Ciclo de vida

Los nematodos steinernematidos y heterorhabditidos tienen ciclos de vida si-

Tabla 2**Principales diferencias entre las familias Steinermatidae y Heterorhabditidae**

Característica	Steinermatidae	Heterorhabditidae
Retención de la cutícula del J ₂	NO	Sí
1ª Generación	Anfimictica	Hermafrodita
2ª Generación	Anfimictica	Anfimictica y Hermafrodita
Localización de bacterias simbióticas	Porción ventricular del intestino	A lo largo de todo el intestino

milares. Los juveniles buscan de manera activa insectos para infectar. Cuando su huésped ha sido localizado, penetran en su cuerpo, con frecuencia a través de los orificios naturales (boca, ano y espiráculos), o áreas desprotegidas. Una vez están dentro de su huésped, la bacteria simbiótica (*Xenorhabdus* para los steinernematidos y *Photorhabdus* para los heterorhabditidos) es liberada desde el intestino del nematodo a la hemolinfa del insecto, donde se multiplica muy rápido, causando la muerte de éste por septicemia.

Una vez invadido el huésped, la bacteria y los estados de desarrollo del nematodo son capaces de utilizar el cadáver para el crecimiento de próximas generaciones de nematodos.

Los factores involucrados en este proceso son dos: el primero es la conversión del cadáver del huésped en nutrientes para ser usados por los nuevos nematodos, el segundo es la protección de los nutrientes de diferentes organismos competidores. Estos dos pasos son

realizados por productos metabólicos de la bacteria producidos para la protección de nutrientes. Es importante el mantenimiento de la cutícula del huésped y la remoción de los microorganismos no simbióticos, por la producción por parte de la bacteria de compuestos antimicrobianos que inhiben la actividad de la micro fauna saprófaga (Sáenz 2000).

Los insectos muertos por steinernematidos se tornan amarillos, ocres, cafés o negros, mientras que los muertos por heterorhabditidos, se tornan rojos, púrpura o anaranjados, estos cambios de color varían según la coloración original del insecto, la cantidad de luz que refleja la cutícula y el grado de infestación (Woodring y Kaya 1988). En la oscuridad los insectos infestados con heterorhabditidos se observan fluorescentes debido a la bacteria simbiótica que se desarrolló en su interior. Las larvas muertas por nematodos se tornan flácidas, no producen ningún olor y los tejidos se observan completamente desintegrados.

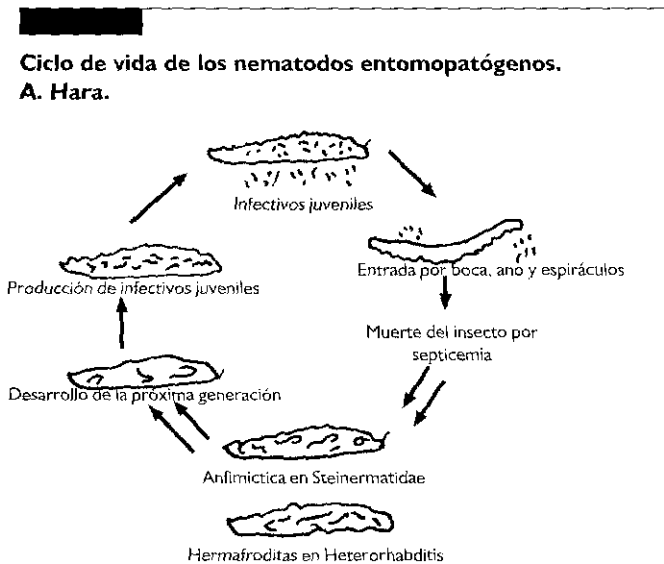
Desde el momento de la penetración del nematodo hasta la muerte del insecto pueden distinguirse dos situaciones, en el primer caso la muerte del insecto sobreviene pocas horas después de infectados, en el segundo, el insecto muere después que el nematodo lo abandona, al completar su fase parasitaria. Aunque estos dos casos afectan a la población del insecto, son los nematodos que causan la muerte muy rápido, los más importantes en un programa de control microbiano.

Su ciclo de vida se completa en pocos días, y cientos de miles de juveniles emergen en busca de nuevos huéspedes (Figura 4).

La necesidad de búsqueda del huésped por parte de los juveniles es un proceso que ocurre principalmente como res-

puesta a una serie de estímulos químicos provenientes del insecto como dióxido de carbono y otras excreciones del huésped, como compuestos acuosos y solventes orgánicos recuperados de la superficie de larvas de *Galleria mellonella*, desechos fecales de algunos insectos, metabolitos de nematodos, diferentes feromonas y exudados de raíces entre otros (Dusenbery 1983; Akhurst y Dunphy 1993).

Una vez el nematodo ha ubicado el huésped adopta una de estas dos estrategias para su ataque: emboscada o crucero; en la primera, el nematodo se mantiene en posición de ataque esperando la llegada de su huésped, un ejemplo de nematodos con este tipo de ataque es *S. carpocapsae*, los nematodos que utilizan el segundo sistema de ataque conocidos como cruceros, son



bastante móviles y responden de manera notoria a los quimioatrayentes del huésped. Este hecho se relaciona con un fenómeno denominado nictación, característico de los estados juveniles infectivos, que consiste en el levantamiento y movimiento ondulatorio de la región posterior del nemátodo de un lado hacia otro (Sáenz 2001).

Las bacterias asociadas a nematodos

Los nematodos entomopatógenos forman un complejo nematodo-bacteria, la relación entre estos dos organismos es un clásico mutualismo. El nemátodo puede crecer y reproducirse dentro de su huésped dependiendo de las condiciones establecidas por la bacteria. La bacteria también contribuye con proteínas antiinmunes para ayudar al nemátodo a burlar las defensas del organismo del huésped, y con antimicrobianos que impiden la colonización del cadáver por parte de otros microorganismos competidores. De manera adicional, la bacteria carece de poderes invasivos y es completamente dependiente del nemátodo para ingresar dentro de su huésped.

Xenorhabdus spp. y *Photorhabdus* spp son bacterias simbioses de los nematodos entomopatógenos de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* respectivamente, éstas pertenecen a la familia Enterobacteriaceae, se caracterizan por ser Gram negativas, anaerobias facultativas, estas bacterias presentan dimorfismo conocido como fase I y fase II, en cada una de estas fases las bacterias presentan características morfológicas y fisiológicas que determinan el éxito de la propagación de los nematodos en particular a gran escala, estas características se resumen en la Tabla que se presenta a continuación:

Característica	Fase I	Fase II
Morfología colonias	Granular, convexa, opaca y circular con márgenes irregulares	Plana, transparente con márgenes regulares de gran tamaño
Morfología celular	Mediana-pequeña, con cuerpos de inclusión	Grande, cuerpos de inclusión poco presentes
Bioluminiscencia <i>Photorhabdus</i> spp	Positiva	Negativa
Actividad antibiótica	Positiva	Negativa
Propagación de nematodos	Positiva	

Uso de nematodos entomopatógenos

Factores que afectan la actividad

Aunque existen muchos aspectos de la ecología de los nematodos que aún son desconocidos, es obvio que al ser organismos vivos se ven afectados por diferentes factores bióticos y abióticos como la estructura del suelo, la temperatura, el pH, la disponibilidad de alimento y la presencia de enemigos naturales entre otros (Sáenz 2001).

Los nematodos tienen preferencia por los suelos de textura porosa y arenosa, con adecuada aireación, los rangos de temperatura varían desde los 3° C hasta los 35°C, áreas con valores de pH superiores a 11 ó inferiores a 3 limitan su capacidad de infección, más no su viabilidad. Sin embargo, los suelos con altas concentraciones de iones (aluminio, mercurio) afectan su viabilidad (Sáenz 2001).

Uso en el cultivo de palma de aceite

El uso de nematodos entomopatógenos en el cultivo de palma de aceite, no está generalizado; sin embargo, en los últimos años se han realizado investigaciones con el nematodo *S. carpocapsae* introducido de la Universidad de California, (Estados Unidos) para el control de *C. daedalus*, plaga de importancia económica en la Zona Oriental. En estos estudios se ha de-

terminado que una dosis de un millón de nemas colocadas alrededor de la corona de la palma de aceite logra niveles efectivos de control, en otros ensayos se logró determinar que una dosis de 1,5 millones de nemas / palma colocados en el suelo alrededor del estípite de la palma de aceite se logran niveles importantes de control de *S. valida*; sin embargo, el mayor inconveniente que se presenta para el uso de este método de control, es la producción masiva de los nematodos, en la actualidad ésta se realiza en larvas de *Galleria melonella*, pero la cantidad de nemas producidos no es suficiente para las grandes áreas que se deben cubrir, además los costos de mantenimiento de la colonia de *Galleria melonella* aumentan los costos en las plantaciones, haciendo que este método de control no sea utilizado de manera masiva.

BIBLIOGRAFÍA

- AKHURST, R. J.; DUNPHY, G.B. 1993. Tripartite interactions between Symbiotically associated Entomopathogenic Bacteria, Nematodes, and Their Insect Hosts. *In: parasites and Pathogens of Insects. Volumen 2: Pathogens.* Beckage, N.E.; Thompson, S.N.; Frederici, B.A. Editores. Academic Press. San Diego (Estados Unidos) p. 1-23
- ALATORRE, R. 1992. Epizootiología. *En: Curso control microbiano de insectos.* Cenipalma. Chinchina (Caldas).

- BLAXTER, M. L.; DE LEY, P.; GAREY, J. R.; LIU, L. X.; SCHELDEMAN, F.; VIERSTRAETE, A.; VANFLETEREN, R.; MACKAY, L. Y.; DORRIS, M.; FRISSE, L. M.; VIDA, J. T.; THOMAS, W. K. 1998. A molecular evolutionary framework for the phylum nematoda. *Nature*. v. 392, p. 7-45.
- BLISSARD, W.; ROHRMANN, F. 1990. Baculovirus Diversity and Molecular Biology. *Annu. Rev. Entomol.* v. 35, p. 127-155.
- BUSTILLO, A. 1984. Microorganismos patogénicos a insectos características y modo de acción. Seminario sobre patología de insectos. Socolen. Medellín. Colombia.
- — 1987. Enfermedades en insectos y posibilidades de uso en programas de manejo integrado de plagas en Colombia. Concurso de ciencias Alejandro Ángel Escobar. (Documento sin publicar).
- CALVACHE, H. 1992. Los nematodos entomopatógenos en el control de plagas. *En: Control microbiano de insectos. Cenipalma.* Bogotá. p. 101-112.
- — 1993. El control microbiano en el manejo de las plagas de la palma de aceite en Colombia. *Palmas (Colombia)* v. 14, no. 2. p 13-21.
- — 1996. Manejo integrado de plagas en palma de aceite. *En: Memorias Primer curso internacional de palma de aceite.* Bogotá. p. 201-216.
- CASTILLO; SAÑUDO, 1994. Papel de los microorganismos en el control biológico de plagas. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. San Juan de Pasto. Colombia.
- CASTILLO; ACOSTA; CILIEZAR, 1995. Control microbiológico de plagas artrópodos. *En: Manual para la enseñanza del control biológico en América Latina.* Escuela Agrícola Panamericana. Tegucigalpa, Honduras. p. 51-70
- CELIS, L., A. 1998. Virus. *En: Memorias Segundo curso nacional sobre control biológico de las plagas de la palma de aceite.* Cenipalma. Villavicencio. p. 32-38.
- CISNEROS, F. 1986. Control integrado de plagas con referencia especial al cultivo de la papa. *En: Memorias del Curso sobre control integrado de plagas de la papa.* Valencia Editorial. CIP-ICA. Colombia. p. 101-108.
- DE BACH P., 1987. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Compañía Editorial Continental, S.A. México. 949 p.
- DOBERSKI, J. 1981. Comparative Laboratory studies on Three Fungal Pathogens of Temperatures and Humidity on infection by *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* and *Paecilomyces*

- farinosus*. *Journal of Invertebrate Pathology* (New York) v. 37. p. 195-200.
- DOMSCH, K. H.; GAMS, W. Y YERSSON, T. H., 1980. *Compendium of Soil Fungi*. Academic Press. London. v. 1. p. 136-140.
- DUSENBERY, D. 1983. Chemotactic behavior of nematodes. *Journal of Nematology* (Estados Unidos) v. 15 no. 2, p. 169-173.
- GENTY, PH. 1992. Utilización de una virosis de tipo densovirus en la lucha contra el lepidóptero *Sibine fusca*. *En: Control microbiano de insectos. Cenipalma*. Bogotá. p. 90-100.
- GILL, S.; Pietrantonio, V. 1995. Mechanism of action of insecticidal *Bacillus thuringiensis* endotoxins. I Curso taller internacional *Bacillus thuringiensis*. IBUN-Corpoica. Bogotá.
- GILLESPIE, T. A.; CLAYDON, N., 1989. The use of entomogenous fungi for pest control and the role of toxins in pathogenesis. *Pestic. Sci.* vol. 27, p. 203-215.
- GÓMEZ, M.; VILLAMIZAR, L. 1996. Estudio tecnológico para producción masiva y preformulación del hongo entomopatógeno *Metarhizium* spp. para el control biológico de la langosta de los Llanos Orientales. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Farmacia. Bogotá. (Trabajo de grado de Químico Farmacéutico) p. 40-44.
- GUERRA, A.; BERNAL, F. 1985. Algunas observaciones sobre el control biológico y mecánico de *Stenoma cecropia* Meyrick defoliador de la palma de aceite (*Elaeis guineensis*). *En: Congreso Sociedad Colombiana de Entomología Colombia*. v. 12, 72 p.
- HOMINICK, W. H.; COLLINS, S.A. 1997. Application of ecological information for practical use of insecto pathogenic nematodes. Capítulo 2. *In: Microbial Insecticides: Novelty or Necessity? Symposium proceedings no. 68*. Farham (Inglaterra) British Crop Protection Council. 302 p.
- JIMÉNEZ, J. 1995. Utilización de agentes microbiales en el manejo integrado de plagas. Memorias Curso internacional manejo integrado de plagas. ICA. Universidad de Nariño. San Juan de Pasto. p. 79-90.
- KUNO, G.; MULETT, J.; DE HERNÁNDEZ, M. 1982. *Patología de insectos con énfasis en las enfermedades infecciosas y sus aplicaciones en el control biológico*. Universidad del Valle. Facultad de Biología. Cali. 212 p.
- LEVY, J., FRAENKEL, H.; OWENS, A.R. 1994. *Virology*. Prentice Hall. Third edition.
- MAC LEOD, D. M. 1954. Investigations of the genus *Beauveria* y *Tritachion* Limber. *Canadian Journal of Botany*. v. 32. p. 818-890.

- MARTÍNEZ, OSORIO, W. 2001. *Bacillus thuringiensis*: Investigación y uso en Colombia. Memorias Seminario uso de entomopatógenos en Colombia. Socolen. Bogotá 2001. p. 11-15.
- MORENO, E. 1997. Evaluación de dos entomopatógenos en el control de *Stenoma cecropia* Meyrick, defoliador de la palma de aceite. *Elaeis guineensis* Jacq, en la zona de San Alberto (Cesar). Escuela de Ciencias Agropecuarias. Programa de Ingeniería Agronómica. Instituto Universitario de la Paz. Barranca-bermeja. 114p.
- PEDRAZA, J. 1988. Aislamiento, identificación y caracterización del virus de larvas de *Euprosterina elaeasa* Dyar (Lepidoptera: Limacodidae). Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 101 p.
- PUERTA, F. 1998 El futuro de los bioplaguicidas. Memorias Segundo curso nacional sobre control biológico de las plagas de la palma de aceite. Cenipalma, Villavicencio 1998. p. 19-21
- REYES, A.; CRUZ, M. 1986. Principales plagas de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq) en América Tropical, su manejo y control. En: Curso de entrenamiento en palma africana. United Brands, Quepos (Costa Rica) 55p.
- REYES, A. 1991. Manejo eficiente de la sanidad en plantaciones de palma de aceite. Palmas (Colombia) (Número especial) v. 12 p. 57-67.
- RICHARDSON, 1995. Baculovirus expression protocols. Humana Press. Totowa. New Jersey. v. 39.
- RODRÍGUEZ, D. A. 1984. Hongos entomopatógenos. Memorias Seminario sobre patología de insectos. Socolen. Medellín. p. 51-93.
- — . 1992. Hongos entomopatógenos: taxonomía y uso en Colombia. En: Control microbiano de insectos. Cenipalma. Bogotá. p. 33-58.
- SÁENZ, A. 1999. Evaluación de procedimientos para el aislamiento y almacenamiento del entomonemátodo nativo *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae). Revista Colombiana de Entomología. v. 25, no. 3-4, p. 209-215.
- — . 2001. Los nematodos entomopatógenos generalidades e implementación en el manejo integrado de plagas. Memorias Seminario uso de entomopatógenos en Colombia, Socolen. Bogotá. p. 16-24.
- SILVA, H. M. 1996. Control biológico por bacterias (*Bacillus thuringiensis*). Memorias Segundo curso nacional sobre control biológico de las plagas de la palma de aceite. Cenipalma, Villavicencio 1998. p. 27-31.
- TANADA, Y.; KAYA, K. 1993. Insect Pathology. Academic Press.

VALENCIA, C. 2000. Control de calidad físico y microbiológico de preformulados con base en el hongo *Beauveria bassiana* (Balsamo) utilizados en forma experimental para el control biológico del gusano blanco de la papa *Premnotrypes vorax* (Hustache) (Coleoptera: Curculionidae).

VAN RIE, J. 1995. Métodos to study the mode of action of *Bacillus thuringiensis* insecticidal crystal proteins. I Curso taller internacional *Bacillus thuringiensis*. IBUN - Corpoica. Bogotá.

WOODRING, J.L.; KAYA, H.K. 1998. steinernematid and heterorhabditid nematodes: a handbook of techniques South copo. Serv. Bull. Tikans Agric. Exp 5th Fayetteville.

GLOSARIO

Aerobios. Organismos que requieren de oxígeno libre para realizar sus funciones metabólicas.

Anfidélficos. Organización de los ovarios en forma par y opuesta.

Conidias. Estructura reproductiva de los hongos, originada en conidióforos.

Conidióforos. Hifa especializada sobre la cual se forman uno o más conidios.

Enzimas. Proteínas producidas por las células vivas que catalizan una reacción orgánica específica.

Epizootia. Brote explosivo de una enfermedad, en determinada zona geográfica, que produce una alta mortalidad.

Eucariontes. Organismos cuyas células tienen la membrana celular bien definida.

Hemolinfa. Fluido que circula en el hemocele, o cavidad interna de los insectos.

Hifas. Célula filamentosa de los hongos.

Hipertrofia. Crecimiento celular excesivo anormal.

Lipofílica. Característica de presentar afinidad por ácidos grasos.

Micelio. Filamentos fibrosos, ramificados o reticulares que constituyen el cuerpo de un hongo.

Nictación. Fenómeno característico de los estados juveniles de los nematodos, que consiste en el levantamiento y movimiento ondulatorio de la región posterior del nemátodo de un lado hacia otro, tiene como objetivo la búsqueda de huésped.

Patogenicidad. Capacidad de un microorganismo para producir enfermedad.

Procariontes. Organismos conformados por células que no están envueltas en una membrana nuclear definida.

Saprophyto. Organismo que obtiene sus nutrimentos a partir de materia orgánica en descomposición.

Septicemia. Manifestación patológica sistémica, causada por la invasión y

multiplicación de microorganismos patógenos en el interior de un ser vivo.

Simbiosis. Asociación mutuamente benéfica establecida entre dos organismos diferentes.

ASPECTOS BIOLÓGICOS, ECOLÓGICOS Y UTILIZACIÓN DE *Bacillus thuringiensis*, EN EL MANEJO DE PROBLEMAS INSECTILES EN ESPECIES AGRÍCOLAS

Fernando Puerta Díaz*

INTRODUCCIÓN

Cada día que pasa la humanidad muestra grandes adelantos tecnológicos y con ellos los cambios necesarios para adoptarlos de la manera más rápida y eficiente, sin embargo, se tienen tropiezos, en especial por la falta de interés o de puro desconocimiento.

Son muchas las enseñanzas dejadas por los problemas que han causado las plagas en cultivos como el algodón, por ejemplo, no sólo en Colombia, sino en otras partes del mundo, obligándonos a cambiar algunos conceptos trabajados tradicionalmente hasta ahora y comenzando a tomar en cuenta la utilización de productos menos impactantes en el ambiente.

Bajo estas premisas es un deber de todo profesional dedicado al campo de la producción agropecuaria y agroforestal, investigar más acerca de las alternativas que la misma naturaleza nos brinda, para un mejor manejo de los problemas fitosanitarios, zoonosológicos y de salud pública.

El compromiso de quiénes trabajamos con productos biológicos, es precisamente el de abrir el conocimiento a estas alternativas

* Ingeniero Agrónomo. Valent BioSciences Corporation de Colombia.

en el control de especies dañinas para los diferentes cultivos, ya sean agrícolas o forestales, como también a aquellas que afectan al hombre y a los animales, de la manera más amplia y sincera, en cuanto a su manejo y posibilidades de uso. Sólo como referenciase puede indicar que el mercado actual de insecticidas biológicos en el mundo sobrepasa la cifra de U\$ 150 millones y de éstos más del 95% son formulados con base en *Bacillus thuringiensis* (diferentes variedades) y *Bacillus sphaericus*. Con estos *Bacillus* se controlan alrededor de 200 especies de lepidópteros, 72 especies de zancudos (dípteros) y 22 de moscas negras (simúlidos).

***Bacillus thuringiensis* (B.t.)**

Es una bacteria perteneciente a la familia Bacillacea, que se encuentra distribuida en los suelos de la mayoría de las diferentes regiones del mundo. Tiene la habilidad de formar esporas que soportan cambios climáticos y ambientales adversos, permaneciendo latentes hasta que las condiciones les favorezcan para su desarrollo. El B.t. tiene como característica la producción de uno o más cristales parasporales proteínicos, con acción insecticida, durante su ciclo de esporulación.

Historia del B.t.

- 1904. Fue descrito por primera vez en Japón, causando enfermedad a

larvas de gusano de seda (*Bombix mori*).

- 1910. Fue aislado por Berliner, de larva de *Anagasta kuhniella*, en Thuringia, Alemania.
- 1953. Hannay reporta la presencia de cristales durante la esporulación, sin determinar que producían toxinas.
- 1954. Angus demostró que los cristales de B.t. contenían una toxina soluble-alcalina, de efecto insecticida, que llamó luego delta-endotoxina.
- 1960. Salen al mercado las primeras preparaciones comerciales de B.t. en Francia y Estados Unidos.
- 1970. Se inician investigaciones más profundas acerca del modo de acción del cuerpo parasporal (cristal).
- 1976. En Negev, Israel, se descubre una nueva raza activa contra larvas de zancudos y moscas negras, B.t. *israelensis*.
- 1986. Crieg, en Alemania descubre otra raza, activa contra larvas de algunos coleópteros.

Hasta el momento cada año se aíslan nuevas cepas y muy pocas formulaciones de estos aislamientos se han producido, quizás las más recientes son las del B.t. *aizawai*, conocida en tér-

minos comerciales como XenTari en 1991 y *B. sphaericus* conocido en el comercio como VectoLex.

Principales toxinas producidas por B.t.

- Delta-endotoxina
- Endosporal
- Alfa-exotoxina
- Beta-exotoxina
- Termosensible

Modo de acción de la delta-endotoxina

Toxemia

El cristal proteico no tiene ningún efecto tóxico cuando se inyecta de manera directa a la hemolinfa del insecto, ya que tiene que ser solubilizado en el intestino de la larva, por la acción de las proteasas para que se desprendan las protoxinas, luego se forman polipéptidos, que son de menor peso molecular a la membrana peritrófica. El sitio de acción de la delta-endotoxina es justamente en la membrana epitelial del intestino, donde las protoxinas se acoplan a receptores específicos, permaneciendo allí y causando disrupción en el balance osmótico y abrasión de la pared intestinal, permitiendo escapes del contenido alcalino del intestino hacia el hemocelo, a través de «poros» formados por la acción polipéptida.

La acción de la delta-endotoxina es rápida y el cese de alimentación de la

larva puede observarse en pocos minutos (10 a 15) a partir de la ingestión de los cristales, se puede decir que éste es el efecto de "derribe" ("knock down"), detención del daño, comparado con el de los insecticidas químicos (muerte).

Septicemia

Debido al daño producido en la pared intestinal, el contenido del intestino pasa al hemocelo, donde las esporas bacteriales encuentran condiciones favorables para su desarrollo, produciéndose septicemia, proceso que dura de 72 a 96 horas, que conlleva a la muerte de la larva.

SELECTIVIDAD DEL B.T.

Es altamente selectivo a especies no objeto de control, no se conocen efectos adversos sobre el hombre, aves, peces, lombrices, plantas, como tampoco sobre insectos benéficos.

¿SON TODOS LOS B.T. IGUALES?

Es muy importante saber el origen de las formulaciones de los B.t., para poder ejercer el control deseado sobre una plaga determinada. A continuación se puede observar las diferencias existentes entre algunos productos comerciales que se encuentran en el mercado, en cuanto a su contenido de genes de toxina (CRY), lo cual permite tener una

mayor claridad para un adecuado manejo y uso de los productos.

Para poder entender mejor estos conceptos se presenta una pequeña reseña histórica acerca de la medición de la potencia de los B.t.

Una vez que Angus demostró que los cristales de B.t. contenían una toxina soluble-alcalina, denominada delta-endotoxina, hacia el año 1959 se propone que la potencia de las formulaciones sean expresadas en "unidades tóxicas" las cuales se basarían en la comparación de la potencia de estas formulaciones, con un material estandarizado. Para ese entonces no se contaba con un material aceptado de manera universal, ni como método definido para hacer la comparación.

Solamente en 1961 se define una metodología para conducir un bioensayo, que permitiera comparar la potencia de las diferentes formulaciones de *Bt.* y dos años más tarde se adoptó la formulación E-61 como patrón internacional para la comparación de las formulaciones de *B. thuringiensis* y se adopta al *Trichoplusia ni.* como el insecto para hacer los bioensayos, con el fin de determinar la potencia de las formulaciones, la cual se expresará como "unidades internacionales por miligramo". El conteo de esporas viables ha sido descartado como método adecuado para medir la potencia del B.t.

El bioensayo es a partir de una forma estandarizada y un insecto determinado, acorde con una metodología definida, se mide la concentración letal media de la formulación aprobada y se compara con la concentración letal media de la formulación estandarizada. Al utilizar esta fórmula se obtiene su potencia. Para determinar las unidades internacionales, las pautas que rigen el bioensayo fueron determinadas en 1971, se utiliza una formulación estandarizada reconocida en todo el mundo y se utiliza el *Trichoplusia ni.* como insecto estándar. Algunas de las limitaciones del bioensayo son: altos costos, tiempo y que sólo es aceptado para medir las potencias de las formulaciones de B.t. en término de *Trichoplusia ni.* unidades internacionales por miligramo. Hoy también se habla de Unidades *Spodoptera*, Unidades *Plutella*, Unidades *Heliothis*, etc., pero hay que aclarar que éstas no están reconocidas de manera universal, que son medidas internas de las compañías y que para éstas no se siguen metodologías en el orden mundial.

La Agencia para la Protección Ambiental de Estados Unidos requiere que todos los insecticidas biológicos expresen en su etiqueta el porcentaje de ingrediente activo que contienen. Para este efecto de manera arbitraria se estableció que en el caso de los insecticidas biológicos con base en B.t., 100% de ingrediente activo es equivalente a 500 mil

unidades internacionales por miligramo. Como ejemplo tenemos que si un producto contiene 31 mil unidades internacionales por miligramo es equivalente al 6,4% de ingrediente activo. Este método, lógicamente, es arbitrario y no tiene ninguna base científica.

Otro método arbitrario que se ha utilizado en algunas ocasiones es el porcentaje de material técnico, este método asume que todos los materiales técnicos de *B.t.*, producidos por todas las compañías en el mundo tienen la misma potencia y que, por tanto, una comparación del porcentaje del contenido de éste es una medida válida de la potencia de una determinada formulación. Es raro que los materiales técnicos de *Bt.* aún los producidos por la misma compañía tengan la misma potencia, pues existen infinidad de factores que van desde la misma cepa de bacteria hasta las condiciones presentes en el momento de la fermentación, lo cual hace que la potencia de los materiales técnicos varíe. En algunas ocasiones este porcentaje ha sido confundido con el porcentaje de ingrediente activo, del cual se habló anteriormente, lo que es en realidad falso y crea confusión. Si por ejemplo se tiene un producto que tiene 52% de material técnico por definición de la EPA y de acuerdo con el bioensayo se establece su potencia en 32 mil unidades internacionales por miligramo, el contenido del ingrediente activo es 6.4% y no 52%. Usar el porcentaje de material técnico como

equivalente al porcentaje de ingrediente activo es totalmente incorrecto.

Otro método para medir la potencia de los insecticidas biológicos a base de *B.t.* es el porcentaje de proteína tóxica, bajo este método se determina químicamente la cantidad de proteína contenida en la espora y en el cristal. Hoy se conoce que existen varios tipos de toxinas contenidas en el cristal producido por *Bt.* Este método tiene la limitante que, además, de medir la proteína del cristal, también mide la proteína contenida en la espora y no identifica las toxinas contenidas en el cristal.

De tal manera, la proteína que se mide puede que no sea activa sobre todas las especies de lepidópteros o que tenga diferentes niveles de actividad sobre cada una de las especies. Aunque la cantidad de proteína, identificada con este método sea alta, puede que el producto sea poco efectivo para controlar una determinada plaga.

Los cristales de delta-endotoxina pueden contener diferentes toxinas. A la fecha se han identificado más de veinte, éstas tienen diferente acción sobre los diferentes insectos. En el método de la gel-electroforesis se identifican cada una de los genes de protoxinas producidas por la bacteria.

Se han verificado numerosos genes de protoxina para el control de diferentes especies, entre los cuales figuran:

- **Lepidópteros**
CRY IAa, CRY IAb, CRY IAc, CRY IB, CRY IC, CRY ICa, CRY ICb, CRY ID, CRY, IEa, CRY IF, CRY IG.
- **Lepidópteros/Dípteros**
CRY IIA, CRY IIB.
- **Coleópteros**
CRY IIIA, CRY IIIB, CRY IIIC.
- **Dípteros**
CRY IVA, CRY IVB, CRY IVC, CRY IV D.
- **Coleópteros/Lepidópteros**
CRY V.
- **Nematodos**
CRY VIA, CRY VIB.

El número romano se refiere a la clase de insectos que controla y la letra se refiere al tipo de tóxina.

El método más reciente para medir la potencia de los insecticidas biológicos con base en B.t. es la cromatografía

líquida de alta presión. Mediante esta técnica que se ha utilizado durante varios años, para detectar el contenido de alcohol en la sangre, el contenido de nicotina en tabaco y más recientemente las tóxicas de los insecticidas con base en B.t., mediante esta herramienta se pueden separar las tóxicas contenidas en el producto y medir la cantidad de cada una de ellas. Bajo este procedimiento se puede comparar las diferencias de contenido de proteínas de los productos comerciales existentes en el mercado.

Formulaciones de B.t.

En Colombia se encuentran las siguientes formulaciones:

WP	=	Polvo mojable
WDG	=	Gránulos dispersables en agua
G	=	Granulado
ES	=	Suspensión emulsificable
AS	=	Suspensión acuosa

PRODUCTOS COMERCIALES, UNIDADES DE POTENCIA, FORMULACIÓN Y USO

DiPel 2X®	32.000 u.i./mg	WP	Agricultura/Forestales
DiPel 8L®	17.600 u.i./mg	ES	Agricultura/Forestales
XenTari®	15.000 u.i./mg	WDG	Agricultura
VectoBac®	200 u.t.i./mg	G	Salud Pública
VectoBac12®	1.200 u.t.i./mg	AS	Salud Pública
VectoLex®	50 Bs u.t.i./mg	G	Salud Pública
Thuricide®	16.000 u.i./mg	WP	Agricultura
Turilav®	32.000 u. he/mg	WP	Agricultura

De todas las formulaciones disponibles, es importante saber cuáles son las más apropiadas para manejar en diferentes situaciones, un ejemplo claro se tiene, aquí en Colombia, donde la formulación más utilizada en el control de plagas en forestales es la del producto DiPel 8L®, por el tipo de equipos que se deben utilizar (termonebulizadoras), dadas las condiciones tropicales, mientras que en Europa y Canadá se utilizan las formulaciones AS.

En varios países de Latinoamérica se tienen problemas con plagas en forestales, las cuales son de importancia económica y son bien controladas por *B. thuringiensis* dentro de las cuales se encuentran varias de la familia Geometridae, que atacan el follaje de coníferas, como de Eucaliptus.

Oxydia trychiata, *Glena bisulca*, *Hylesia metabus*, *Thyrenteina arnobia*, *Melanolophia commotaria*, *Sabulodes glaucularia* y *Bassania schreiteri*.

MANEJO INTEGRADO

Son muchos los autores que han tratado este tema y vale la pena ser reiterativo en este sentido, cada vez que se hable del control de problemas fitosanitarios, puesto que en ocasiones se habla mucho, pero poco se pone en práctica, tal es el caso, de que hasta tanto no se presenten problemas de intoxicaciones graves, o fenómenos de

resistencia, lo cual conlleva a grandes pérdidas económicas, no se piensan alternativas diferentes de manejo y ahí es cuando comienzan las presiones políticas, sociales y económicas, de los sectores afectados para cambiar cuanto antes el rumbo para no llegar al desastre, pero es bien cierto, que de la noche a la mañana, no se pueden cambiar las cosas y por lo tanto se deben iniciar campañas educativas a todo nivel y aprovechar más los medios de comunicación para estos fines.

Nuestro compromiso es con el futuro de la humanidad y se debe comenzar por cambiar ciertas actitudes, para un mejor bienestar de las futuras generaciones.

Es muy frecuente escuchar hablar de MIP, donde no se utilizan sino productos químicos, de baja categoría toxicológica, descartando por completo la utilización de insecticidas biológicos (B.t., B.s.), de insecticidas de origen natural (piretrinas), o provenientes de fermentación de hongos como el *Saccharopolypora spinosa*.

Existe, también, confusión entre lo biológico, los extractos de origen natural, animal, vegetal ó fungoso, y lo químico que imita algunas de estas toxinas, por ejemplo: Piretrinas (origen vegetal) con piretroides. Tóxina de un anélido marino con cartap (químico). Por eso es tan importante conocer de cerca cada uno de estos productos para dar-

le su mejor utilización y no llegar a cometer errores en la aplicación de MIP.

Tal vez el concepto más amplio que el del MIP, es el Manejo Integrado del Cultivo (MIC), donde se consideran otros aspectos que son inherentes al cultivo, como son la fisiología y, obviamente, las prácticas agronómicas propias del mismo, que contribuyen de alguna manera a controlar otros problemas fitosanitarios, además, de los insectos plaga. Existen investigaciones acerca de "vacunas" para las plantas y el control de enfermedades, la aplicación de reguladores fisiológicos de las plantas para contrarrestar la acción de ciertos insectos y las plantas transgénicas, con genes insecticidas y de resistencia a herbicidas. Todas estas herramientas representan grandes adelantos científicos y válidas desde el punto de vista tecnológico, por tal razón se deben conocer para poder darles su uso apropiado.

BIBLIOGRAFÍA

- ABBOTT LABORATORIES. Manuales técnicos de DiPel, VectoBac, XenTari y VectoLex. 1991/1993/1994/1997.
- BURGESS, H.D.; HUSSEY, N.W. Microbial Control of Insects and Mites. Academic Press, London. 1971.
- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP). 1986. Memorias del Curso sobre control integrado de plagas de papa. Junio 29 a julio 19. Bogotá. p. 48 -116.
- DEVIDAS, P. 1992. B.t. Mode of action. Approaches. Global Management of Insecticide Resistance in the 90' s. Chicago. September 15 -17. Abbott Laboratories. 1993.
- FUENTES, G. 1991. Manejo integrado de plagas. Costa Rica. no 20-21, p. 26-33.
- MADRIGAL, A. 1997. Conferencia dictada en reunión de Conif. Principales plagas del Ciprés, Pinus patula y Eucalipto en Medellín (Colombia).
- PUERTA, F. 1993. Conferencia en el XXV Foro entomológico. "Control microbioal de insectos plaga". Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira.

PRODUCCIÓN DE MICROORGANISMOS

Carolina Valencia Cortés*

La recolección de insectos en campo es el primer paso para la producción masiva de microorganismos entomopatógenos.

Ésta debe ser realizada por personal que conozca los síntomas que pueden presentar los insectos afectados por entomopatógenos como son, disminución de la movilidad, falta de apetito, diarrea y cambios en el comportamiento, entre otros, además debe estar en capacidad de reconocer los signos que se encuentren en los insectos como flacidez en el cuerpo, causada por bacterias o virus, o la esporulación de un hongo sobre la cutícula, etcétera. Es importante que el personal encargado de esta labor en la plantación reconozca la diferencia de los síntomas presentados por un insecto que ha sido parasitado y un insecto afectado por entomopatógenos, en el caso de parasitismo se deben observar características como orificios de salida en la cutícula del insecto, que indican que el insecto pudo haber estado parasitado. Una vez se ha verificado que la muerte del insecto no se produjo por parasitismo, el insecto debe ser recogido con pinzas, e introducido en frascos de vidrio con tapa o en bolsas de papel selladas y marcadas.

* Microbióloga. Investigadora Auxiliar. Cenipalma. Barrancabermeja.

Si el insecto recolectado presenta flacidez el agente causal puede ser un virus, bacteria o nematodos, por tanto, se recomienda que la muestra sea almacenada en frascos, ya que la manipulación de ésta en sobres podría causar el rompimiento del integumento y generar la pérdida o la contaminación de la muestra.

Las muestras nunca deben ser guardadas en bolsas plásticas, ya que éstas facilitan la proliferación de agentes contaminantes. La muestra debe ser llevada al laboratorio en el menor tiempo posible. En caso de que las condiciones del lugar donde fue colectado el insecto no permitan su manipulación de la forma adecuada, en un período de tiempo corto, la muestra se debe guardar en refrigerador, evitando al máximo su manipulación.

La muestra colectada debe tener una información básica la cual incluye:

- Fecha de recolección
- Lugar de recolección
- Plantación
- Lote
- Insecto atacado
- Estado de desarrollo del insecto
H____, L____, Ad____, P____
- Síntomas del insecto
- Signos presentados (insectos muertos)
- Muestra colectada por

Una vez la muestra ha llegado al laboratorio debe ser desinfectada como se indica a continuación:

- Insectos muertos. Preparar una solución de hipoclorito de sodio al 0.5% para la desinfección de la muestra. Ésta se prepara tomando 0.5% de hipoclorito comercial por cada 100 ml de agua destilada estéril (ADE).
- Sumergir la muestra durante un minuto en la solución y realizar tres lavados con agua destilada, colocar la muestra a secar sobre papel absorbente, luego depositarla en una cámara húmeda, la cual está hecha en un recipiente, en cuya base se coloca un trozo de papel filtro humedecido. Con una lámina porta objeto en la superficie, sobre la cual se coloca la muestra. Luego la cámara húmeda debe ser llevada a incubadora a 25° C aproximadamente durante cinco días para observar la esporulación del hongo sobre el insecto. Una vez se observe crecimiento del hongo, éste debe ser sembrado en medio PDA o SDA, medios específicos para el crecimiento de hongos. (Anexo 1.)

Para insectos que presenten flacidez en el cuerpo y cambio de coloración, en el proceso de desinfección es similar; sin embargo, se debe tener un mayor cuidado para no romper el tegumento del insecto.

Para extraer la muestra se utiliza una jeringa y sobre varias láminas porta objeto se deposita la muestra para realizar una observación al microscopio; en caso de no tener este instrumento, se debe tomar una pequeña muestra con una aguja y colocarla sobre el agar nutritivo (Anexo 2), llevándola a la incubadora a 30°C aproximadamente.

En los medios de cultivo se puede presentar el crecimiento de agentes contaminantes, por ello se deben observar las cajas a diario para así hacer reaislamiento del material hasta lograr obtener unas colonias con crecimiento similar. Cuando la muerte del insecto es ocasionada por virus, la única forma de comprobar este hecho es a través de la observación de los síntomas en los insectos como vómito y diarrea, y la coloración tomada por el insecto a través de la réplica de la enfermedad en insectos sanos, que hayan sido inoculados con el agente causal.

Una vez se ha aislado el agente causal se deben realizar pruebas para infectar insectos sanos en condiciones de laboratorio, y verificar que la causa de la muerte del insecto fue por la acción del microorganismo aislado.

Para comprobar que el microorganismo aislado fue el causante de la muerte del insecto se deben realizar bioensayos con individuos de la misma especie que se encuentren sanos, para

ello se debe disponer de una cantidad considerable del microorganismo el cual será aplicado sobre los individuos recolectados en condiciones específicas para cada insecto, las cuales se relacionan con los hábitos del insecto. Por ejemplo, si el insecto es defoliador se deben proporcionar folíolos para su alimentación, en los bioensayos se observan cambios en el comportamiento, se evalúan cambios en la morfología de los individuos y se verifica que la muerte de los insectos fue ocasionada por el agente aislado.

PRODUCCIÓN MASIVA

En la producción masiva de los diferentes controladores se debe tener en cuenta el tipo de microorganismo que se quiere producir, ya que para este efecto existen sustratos sólidos y sustratos líquidos. Para hongos es común la utilización de matrices sólidas, como lo son el salvado de trigo, el arroz, la avena entre otras, sin embargo aunque el buen crecimiento del hongo en estos medios depende del microorganismo que se quiera propagar, de la temperatura, humedad y condiciones de luminosidad adecuadas para éste, también es necesario proveer al microorganismo de fuentes de minerales diferentes, las cuales beneficiarán su proceso de crecimiento y esporulación, favoreciendo así la posible actividad biocontroladora que éste pueda ejercer.

En el caso de la producción masiva de bacterias por lo general se utilizan medios líquidos en los que se brinda a los microorganismos diferentes fuentes de carbono, carbohidratos y minerales que favorecerán su crecimiento, además se deben evaluar diferentes tiempos y temperaturas de incubación, con el fin de determinar la más adecuada para su crecimiento.

Para la producción de un microorganismo entomopatógeno se deben tener en cuenta tres aspectos fundamentales, como son (Castañeda 1998):

- Efectividad de la cepa o microorganismo a producir
- El mecanismo de acción del microorganismo
- La viabilidad técnica y económica para su producción masiva

PRODUCCIÓN DE B. THURINGIENSIS EN LABORATORIO

En varias plantaciones del país se realiza la producción de B.t. para la utilización en campo. Ésta se hace en un caldo nutritivo donde se utiliza melaza y fécula de maíz, como fuente de carbohidratos y diferentes fuentes de proteína como harina de soya, caldo de carne y harinas de pescado, tomando como inóculo inicial un producto comercial cuyo principio activo sea B.t.

El proceso realizado es una fermentación artesanal donde son controladas variables como:

- Temperatura
- Velocidad de aireación
- Agitación
- pH
- Tiempo de fermentación

Los valores de referencia con los que se realiza este proceso son específicos para cada plantación, sin embargo, es necesario el control de todas las variables para obtener un producto final con una calidad adecuada que asegure, en gran parte, la efectividad del control de la plaga en el campo, ya que éste es solo uno de los factores que determinan el éxito en una aplicación. La aplicación en el campo de productos, cuyo proceso de obtención no sea el adecuado, no sólo no controlará la plaga, sino que aumentará los costos de control, favorecerá el incremento de la población de la plaga y generará dudas en cuanto a la efectividad de *B. thuringiensis* en el control.

Es importante tener en cuenta que *B. thuringiensis* es una bacteria que produce diferentes tipos de toxinas, entre ellas, se encuentra la beta-exotoxina la cual es altamente tóxica, por tanto, la manipulación de productos obtenidos de manera artesanal debe ser realizada con ciertas medidas de seguridad para evitar al máximo que el per-

sonal encargado de realizar la labor entre en contacto con la bacteria y sus toxinas, ya que éstas pueden producir diversas reacciones alérgicas, para ello se debe proveer al personal de equipos de protección como guantes, tapabocas, delantales, etcétera.

Producción de hongos en laboratorio

La producción de hongos entomopatógenos se puede hacer en medios líquidos, sólidos y combinando estos dos métodos. La forma de producción que se utilice depende de la disponibilidad de equipos, personal, espacio y presupuesto del que se de disponga:

Cultivos en medios sólidos

Para éstos se utilizan sustratos como arroz, cascarilla, cebada, avena, entre otros, éstos pueden ser envasados en cajas de plástico, bolsas de polietileno de alta densidad, bandejas de aluminio, etcétera. Las metodologías son diferentes pero en todas se requiere de condiciones de asepsia que aseguren una pureza en los productos.

El medio sólido más utilizado por lo común es el arroz, la relación de agua utilizada es de 200ml de agua por cada 180 gramos de arroz, los cuales son cocidos a fuego lento. Posteriormente el arroz es servido en cajas plásticas e inoculado con la suspensión del hon-

go. Luego éstas son tapadas y puestas en una incubadora o cuarto de crecimiento, con una temperatura que oscile entre los 25°C – 28°C, al cabo de 10 días aproximadamente se observa el crecimiento del hongo para el caso de *Beauveria* sp. y *Metarhizium* sp., otros hongos requieren de tiempos de incubación mayores o menores a 10 días. Cuando el recipiente en el que se producen los hongos permite la esterilización con autoclave, éste se introduce con el agua y el arroz y se esteriliza por 15 minutos a 121°C y 15 P.S.I

Cultivos en medios líquidos

Éstos se realizan en medios de cultivo líquidos en frascos de cristal, a los cuales se les añade una suspensión concentrada del microorganismo que se quiere producir, y a partir de éstos se inicia el crecimiento de cada hongo.

La producción en medio líquido se realiza cociendo 170 gramos de arroz en 350 ml de agua a fuego lento, posteriormente el arroz cocido es licuado en 1.000 ml de agua y servido en recipientes, que luego se inoculan con la suspensión del hongo y al cabo de 12 días aproximadamente se observa la esporulación del hongo sobre la superficie del insecto.

Ambos métodos son similares en cuanto a la producción de esporas por gramo.

Producción de nematodos en laboratorio

La producción "in vivo" de nematodos se hace sobre un insecto susceptible, que permita el establecimiento con facilidad de una cría masiva. Además el insecto debe ser de fácil adquisición y garantizar una alta producción de nematodos como es el caso de *Galleria melonella* (Calvache 1992).

Un programa de producción de nematodos incluye tres etapas: cría del insecto huésped, infección y recuperación del nematodo, y almacenamiento del nematodo (Calvache 1992).

Cría del insecto huésped

La metodología para la cría de *G. melonella* es relativamente fácil, para la obtención de huevos se ubican, unos 25 adultos, 10 machos y 15 hembras en frascos de vidrio cerrados, las hembras colocan los huevos en pliegues de tiras de papel mantequilla, dobladas a manera de acordeón y colocadas dentro del frasco al mismo tiempo que los insectos; en cuatro días una hembra es capaz de depositar hasta 600 huevos, los cuales son fértiles en 90%. Las larvas apenas emergen son muy móviles, se alimentan de cera de abeja, siete a diez días después de que se alimentan de dieta artificial, la cual está hecha con base en harina de maíz, germen de trigo, leche en polvo, levadura de cerveza, agua destilada, miel de abejas y formaldehído. Las larvas de últi-

mo instar son aptas para la infección y de su tamaño dependerá el número de nematodos que se obtengan (Calvache 1992).

Infección del insecto y recuperación del nematodo

La infección con el nematodo se hace con una dilución aproximada de 200 nemas/ml. Sobre larvas de último instar de *G. melonella* dispuestas en cajas de petri sobre papel filtro humedecido. Siete días después de la infección, las larvas de *G. melonella* se colocan sobre una trampa de white para inducir la recuperación de los nematodos producidos. Esto consiste básicamente en colocar una caja de petri invertida sobre un recipiente con una película de agua, sobre la caja de petri se coloca un papel filtro de manera que una parte de él se introduzca en la lámina de agua, sobre la caja de petri se colocan las larvas infectadas, de manera que cuando salgan las juveniles infectivas a través del papel filtro humedecido bajen al agua, donde se recuperan por medio de micropipetas.

Almacenamiento del nematodo

El método más sencillo para almacenar los nematodos consiste en introducirlos a un frasco que contenga agua destilada con formaldehído al 0.1% que sirve para evitar contaminaciones e introducirlos en un refrigerador cuya temperatura sea de 4°C a -10°C, donde pueden permanecer por seis meses sin mayor pérdida de actividad (Calvache 1992).

Las perspectivas de uso de nematodos como insecticidas biológicos tienen mucho futuro; sin embargo, es necesario establecer los factores bióticos y abióticos que afectan la eficiencia de las diferentes especies de nematodos, para así desarrollar tecnologías orientadas al mejoramiento de las condiciones de producción a gran escala para favorecer el establecimiento de los nematodos entomopatógenos como mecanismo de control.

PRODUCCIÓN DE VIRUS EN LABORATORIO

La multiplicación actual se realiza infectando larvas traídas de campo con el virus; posteriormente, se recuperan las larvas enfermas, se maceran y este líquido se conserva en frascos de vidrio a 4° C, el cual se usa como agente infeccioso en las aplicaciones. Este método es económico y relativamente sencillo, pero presenta un gran inconveniente de disponibilidad del virus en el momento oportuno, por tal motivo es necesario orientar la investigación en la búsqueda de líneas celulares específicas para la producción de los agentes virales, en el laboratorio para su aplicación en campo.

CONTROL DE CALIDAD

La evaluación de la calidad de un producto biológico, cuya obtención ha sido

hecha de forma artesanal es un paso definitivo, que debe ser realizado con el fin de conocer las características del producto a ser aplicado en el campo.

El control de calidad de los productos biológicos debe incluir pruebas microbiológicas de concentración, germinación y pureza.

La determinación de la concentración de un producto es una de las medidas más importantes en el proceso de control de calidad de los productos obtenidos de manera artesanal, o a una escala industrial (Valencia 2000).

La determinación de la concentración se realiza por diferentes métodos, el más conocido y utilizado es el recuento en cámara de Neubauer o Hematocitómetro. Para realizar el conteo de células (conidios de hongos o esporas de bacterias) se deben realizar diluciones en serie para facilitar el conteo en la cámara, para ello se necesita:

- Muestra inicial (10 g)
- Beaker con 90 ml de ADE o Tween 80 a 0.1% (Anexo 3.)
- Tubos de ensayo con 9 ml de Tween o ADE
- Pipetas de 1 ml

Para obtener la suspensión madre se deben tomar los 10 gramos de la muestra y agregarlos en 90 ml de agua destilada o Tween 80, agitar bien hasta que la muestra se homogenice, del pri-

mer tubo tomar 1 ml y depositarlo en un tubo de ensayo que contenga tween 80 al 0.1% o ADE, agite bien el tubo y repita la operación, hasta la dilución 10-6 (aprox.) Figura 1 (Cenicafé 1997).

El hematocitometro o Cámara de Neubauer, es una lámina de vidrio grueso con una H en el centro para definir el área donde se realiza el recuento (Castañeda 1996).

El montaje de la muestra se adelanta colocando la lámina de cuarzo sobre la cámara, con una micropipeta o pipeta pasteur tomar una pequeña cantidad de la muestra y depositarla sobre la cámara y la laminilla, ésta por capilaridad se desplazará. Se deben esperar unos minutos para que la muestra se sedimente antes de realizar el conteo.

El recuento de esporas se realiza así:

Se ubica el hematocitometro en el microscopio con el objetivo de 10%. Ubicar la cámara en el área mostrada en la Figura 2.

Se deben contar cinco cuadrantes (A), del área sombreada. En total se deben contar entre 30 y 300 conidias x dilución. De los valores obtenidos se saca un promedio según el número de repeticiones hechas, el cual se multiplica por 50 mil, que es el factor de conversión de la cámara (Cenicafé 1997).

Para realizar el conteo en placa se toma 1 ml de las tres últimas diluciones realizadas y se deposita en cajas de petri que contengan Sabureaud Rosa de Bengala (S.R.B) (Anexo 4), por tripli-

Figura 1

Método de diluciones en serie

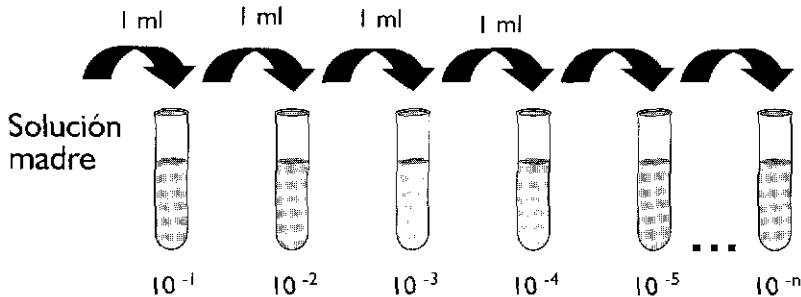
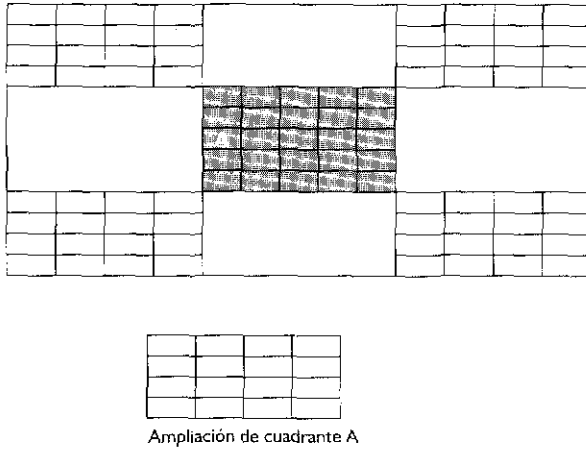


Figura 2

Esquema de la Cámara de Neubauer



cado. Medio de cultivo en el cual el rosa de bengala actúa como inhibidor de crecimiento y facilita el conteo de las Unidades Formadoras de Colonia (U.F.C.) y se llevan a incubadora a 25° C durante cinco días aproximadamente al cabo de los cuales se realiza el conteo. El conteo realizado en el hematocitometro debe coincidir con el conteo de U.F.C realizado en placa (Valencia 2000; Cenicalfé 1997).

El porcentaje de germinación se evalúa añadiendo 1 ml de una dilución (10⁵- 10⁶) en un tubo que contenga 9 ml agua peptonada y llevarlo a la incubadora por 24 horas al cabo de las cuales se deposita una pequeña cantidad de la muestra en una lamina porta objeto y se realiza el conteo de esporas totales y esporas germinadas

para así determinar el porcentaje de germinación (Valencia 2000)

Otra prueba que debe ser realizada es la prueba de pureza, ésta se realiza contabilizando el número de colonias diferentes al microorganismo sembrado que hallan crecido en las cajas que contienen S.R.B, el porcentaje de colonias contaminantes no debe exceder el 10%, la determinación se hace mediante la siguiente fórmula matemática (Cenicalfé 1997).

$$\% \text{ de pureza} = \frac{\text{UFC del hongo evaluado}}{\text{UFC totales}} \times 100$$

La evaluación de lo anteriores parámetros asegura la calidad del producto que se aplique en campo, favoreciendo uno

de los factores determinantes en el éxito del uso de entomopatógenos.

El uso de entomopatógenos en el país ha aumentado en los últimos años, por tal razón es necesario, desarrollar la utilización de productos de calidad adecuada que aseguren una patogenicidad adecuada en el momento de aplicación en el campo.

PRODUCCIÓN MASIVA DE B.t. EN CULTIVOS DE PALMA DE ACEITE

En varias plantaciones del país se realiza la producción de B.t. para la utilización en campo. Ésta se hace en un caldo nutritivo donde se utiliza melaza y fécula de maíz, como fuente de carbohidratos y diferentes fuentes de proteína como harina de soya, caldo de carne y harinas de pescado, tomando como inóculo inicial un producto comercial cuyo principio activo sea B.t.

El proceso realizado es una fermentación artesanal donde son controladas variables como:

- Temperatura: 25°C -30°C
- Velocidad de aireación: 0.76 – 1.52 vvm
- Agitación: 205 – 450 r.p.m.
- pH: 7.2-7.5
- Tiempo de fermentación: 72 horas

Aunque el proceso es sencillo es necesario el control de todas las variables para asegurar que el producto final tenga una calidad adecuada que asegure la efectividad en el control de la plaga en el campo, la aplicación de productos cuyo proceso de obtención no sea el adecuado, no sólo no controlará la plaga, sino que aumentará los costos de control, favorecerá el incremento de la población de la plaga y generará dudas en cuanto a la efectividad de *B. thuringiensis* en el control.

BIBLIOGRAFÍA

- CALVACHE, H. 1992. Los nematodos entomopatógenos en el control de plagas. *En: Control microbiano de insectos. Cenipalma. Bogotá. p. 101-112.*
- CASTAÑEDA, D. 1998. Procedimientos básicos de laboratorio. *En: Memorias Segundo curso nacional sobre control biológico de las plagas de la palma de Aceite. Cenipalma. p. 86-110.*
- CENICAFÉ. 1997. Técnicas para el control de calidad para formulaciones de hongos entomopatógenos. *Boletín Técnico. no. 17.*
- DÍAZ, M. 1999. Estudio de preformulación del hongo *Beauveria bassiana* para su uso dentro de un programa de control biológico del complejo chiza en trampa. Universidad Nacional. Facultad de Farmacia. Bogotá.

VALENCIA, C. 2000. Control de calidad físico y microbiológico de preformulados con base en el hongo *Beauveria bassiana* (Balsamo) utilizados en forma expe-

rimental para el control biológico del gusano blanco de la papa *Premnotrypes vorax* (Hustache) (Coleoptera: Curculionidae).

Anexo 1

Agar papa dextrosa (PDA)

1 litro	
Papa	500 gr
Dextrosa	10 gr
NaCl	1 gr
Agar	18 gr

Agar sabureaud (SDA)

1 litro	
Sacarosa	3 gr
Neopeptona	2 gr
Agar	18 gr

Anexo 2

Agar nutritivo

1 litro	
Extracto de carne	3 gr
Peptona	10 gr
Agar	18 gr

Anexo 3

Tween 80 al 0.1%

Tween 80	1 ml
Agua tibia	1 litro

Anexo 4

Sabureaud rosa de bengala (SRB)

1 litro	
Sacarosa	3 gr
Neopeptona	2 gr
Agar	18 gr
Rosa de bengala	0.16 gr

CRÍA MASIVA

DE *Trichogramma pretiosum* RILEY

Judith Castillo Mongui*

INTRODUCCIÓN

En general para lograr exitosos programas de control biológico mediante el establecimiento de los enemigos naturales de las plagas en campo, es necesario, además de monitorear de manera constante el estado de la plaga, adelantar la cría masiva de sus enemigos naturales más eficientes y favorecer las condiciones ambientales en que serán utilizados mediante el abastecimiento de fuentes suplementarias de alimento (plantas nectaríferas) y el adecuado manejo de ciertas prácticas de cultivo que favorecen su actividad (manejo de suelos, cosecha, poda y nutrición).

La producción masiva de los insectos utilizados en el control biológico de plagas agrícolas parte en lo fundamental de la obtención a gran escala de dichas especies entomófagas, principalmente a bajo costo y en cortos períodos de tiempo; y se convierte en una actividad imprescindible cuando se trata de hacer liberaciones periódicas para el control de una determinada plaga.

Existe una amplia gama de aspectos de carácter biológico que deben ser previamente considerados y manejados al momento de establecer una cría masiva de insectos entomófagos, que

* Ingeniera Agrónoma. Investigadora Auxiliar. Cenipalma. Tumaco.

se presentan desde el momento de la emergencia del parasitoide hasta la liberación del material parasitado por él. La producción masiva demanda la adquisición de ciertos conocimientos básicos en relación con los insectos benéficos, sus huéspedes y el sustrato sobre el que éstos se desarrollan, por lo que cada proyecto de producción debe ajustarse a través de un minucioso trabajo de investigación que puede llevar desde seis meses hasta varios años de trabajo.

De acuerdo con las observaciones realizadas, a continuación se sintetizan los principales comportamientos que se han tenido en cuenta al momento de establecer la multiplicación de algunas especies parasitoides utilizadas con cierta frecuencia por el gremio palmero, así como los materiales e instalaciones mínimas con que se debe contar para realizar esta clase de trabajos.

INSTALACIONES Y MATERIALES

Cria de *Sitotroga cerealella*

La producción del huésped alterno, se realiza en una instalación bajo condiciones ambientales naturales, es una construcción de aproximadamente 30m² en la cual están ubicados los gabinetes de cría de dicho huésped (con capacidad para 50 gabinetes) y donde la polilla oviposita.

Un cuarto anexo, situado al lado, de aproximadamente 10m², se está utilizando como sala de obtención y cernido de los huevos.

Dichas posturas se almacenan a baja temperatura y pueden tener dos fines: ser utilizados para infestación del trigo, en caso que vaya a haber renovación de la producción, o para criar de manera masiva al parasitoide que será liberado en el campo.

Cría del parasitoide *T. pretiosum*

El proceso de cría masiva del parasitoide, con la utilización de las posturas obtenidas del huésped alterno, se hace en el laboratorio de entomología de la plantación, en la que las condiciones ambientales son manipuladas con extractores y aire acondicionado, donde se realizan todos los procesos comprendidos desde engomado hasta parasitación de los huevos huéspedes para su uso, que puede ser para mantenimiento de colonia o para control en campo.

METODOLOGÍAS Y PROCESOS DE LAS CRÍAS

Cria de *S. cerealella*

Fabricación y ubicación de los gabinetes

El montaje de la cría inicia con la fabricación y ubicación de los gabinetes en

la estantería, los cuales se construyen con la tercera parte de una caneca de 55 galones (4), a la que se adicionan un par de "orejas laterales" (5) para sostenerlos en los estantes y también un par de varillas transversales (6) que sostienen las bandejas en que se carga el trigo (7). Aquí en la plantación los estantes son dobles y cada gabinete tiene capacidad para cinco bandejas.

Las bandejas están colocadas en forma horizontal dentro del gabinete y el número de ellas por gabinete es de cinco, éstas están elaboradas con marcos de madera y malla metálica y entre bandejas hay un espacio para facilitar la salida de los adultos de la polilla.

La parte superior del gabinete esta cubierta con tapas hechas de tela (1) aseguradas con bandas de caucho, y en la parte inferior se coloca un embudo plástico transparente (2), que termina en una abertura de igual diámetro al de las tapas de los porrones en que se recogen

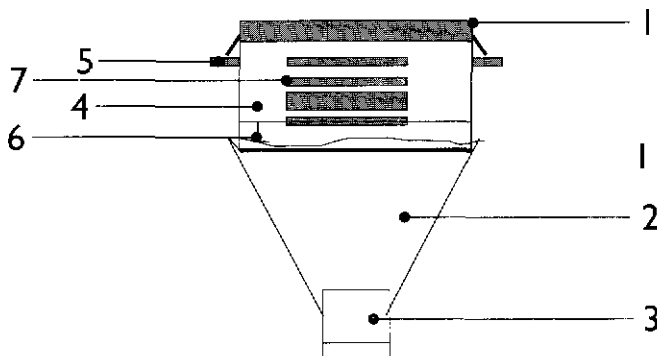
las posturas (3), este recolector es un porrón plástico con tapa de rosca; a la tapa se le remueve la parte superior dejando sólo el aro, el cual se pega a la abertura inferior del embudo plástico para que sirva de enrosque al porrón.

Tratamiento del trigo

El tratamiento sanitario consiste en la fumigación contra la proliferación de insectos plaga del trigo, como gorgojos, chinches y acaros, mediante la adición de siete tabletas de Foscan, a cada caneca de 55 galones con trigo, durante un tiempo de 15 días, selladas herméticamente.

Cargue o infestación de gabinetes

El trigo, ya tratado como se indicó antes, se coloca a razón de 2 a 3 kg por bandeja, y por cada kilogramo de trigo se esparce sobre el un gramo de huevos de *S. cerealella* rojos (tres a cuatro días de desarrollo) o 1,5 - 2 gramos de huevos blancos (uno o dos días de desarrollo).



Las bandejas con el trigo y los huevos se colocan dentro del gabinete y luego se procede a vestirlo, es decir, colocar la tapa de tela en la parte superior y el embudo plástico en la inferior y, por último, el recolector de posturas.

En estas condiciones el gabinete queda listo para iniciar la producción.

El desarrollo completo de *S. cerealella*, desde huevo hasta la emergencia de los primeros adultos, depende principalmente de la temperatura y la H.R. Por lo general los adultos inician emergencia 30 días después del montaje del gabinete, y debido a su geotropismo y fototropismo positivo, las polillas bajan a los porrones recolectores. De aquí en adelante, la recolección se debe realizar a diario y se recomienda que se realice máximo durante 60 a 70 días de producción, período en el que se obtiene 85% de la producción total. En Monterrey este período se prolonga muchas veces por más de cuatro meses, lo que en muchos casos favorece el incremento en la población de ácaros e insectos plaga.

Obtención y limpieza de los huevos de *S. cerealella*

El porrón recolector que se quita del gabinete se tapa con un pedazo de tela y una banda de caucho y se lleva a la sala de cernido para la limpieza de los huevos, que son ovipositados por la polilla en el fondo y las paredes del porrón.

Para despegar los huevos del interior del porrón se utiliza una brocha fina, con la cual se barren las paredes y el fondo del porrón, lo que sale se vierte en un cernidor donde caen algunas polillas, mugres y huevos, los huevos y algunos mugres pasan el cernidor y caen en una bandeja.

Luego del cernido, las polillas se regresan al porrón, el cual se tapa y se lleva a un estante a temperatura de aire acondicionado para que las polillas sigan ovipositando y los huevos no se desarrollen tan rápido. De este mismo porrón se seguirán obteniendo huevos durante dos o tres días más, dependiendo de la fecundidad de las polillas.

Los huevos que caen a la bandeja, llegan con polvo, escamas y patas de polillas, por lo que se deben pasar a una vasija para eliminar estas impurezas por gravedad frente a un extractor de aire y se tamizan de nuevo en un cernidor más fino.

Los huevos ya limpios y pesados, pueden tener el siguiente destino:

- Para someterlos a parasitación por *T. pretiosum*,
- Para infestar o cargar nuevos gabinetes.

Conservación en frío

En la literatura se encuentra que los huevos destinados a nuevas infestaciones o cargue de gabinetes pueden ser

conservados en frío a temperaturas entre 8-10°C, por un periodo máximo de 20 días, y que los huevos destinados a la multiplicación de *T. pretiosum* deben ser blancos, máximo dos días de ovipositados, y su conservación puede hacerse a temperatura de 2-4°C por un máximo de 30 días. En PAM, el material se almacena en un congelador, a 2-4°C, sin que se separe el material de acuerdo a su destino: el material se revuelve para que quede homogéneo entre huevos blancos y rojos.

Multiplicación y cría de *T. pretiosum*

Engomada y pegada de los huevos

Los huevos de *S. cerealella* son adheridos a una cartulina engomada de 35 pulg² de color negro para luego ser llevados a las cámaras de parasitación. Esta cartulina es engomada con goma arábiga, la cual se prepara a razón de una parte por cada cuatro partes de agua y 10% de miel, para permitir la alimentación de los adultos de *T. pretiosum* al momento de su emergencia, se llevan a baño María para disolver totalmente la goma y, finalmente, se deja enfriar para aplicar a la cartulina o guardar en la nevera. Su aplicación se hace por medio de una brocha, esparciendo la goma en la cartulina y antes de que seque, se esparcen los huevos de *S. cerealella* con un cernidor, la cartulina se sacude para eliminar los huevos sobrantes y se lleva a

un lugar para que seque y el pegado de los huevos sea completo.

Al cabo de 10 a 15 minutos de secado, las cartulinas se encuentran listas para someter los huevos a parasitación de *T. pretiosum*.

Cámaras de parasitación

Aquí se utilizan frascos dulceros de vidrio de boca ancha. La parasitación se realiza con una relación de cuatro cartulinas hijas por una madre, y se tapan con una tela oscura para que el parasitismo sea uniforme. Por lo general se deja el material parasitando por 24 horas a dos días.

Una vez parasitado éste se saca y se coloca sobre un mesón limpio y aislado de la llegada de hormigas o insectos predadores (Biotrapp), al que se denomina deslarvadero, aquí, los individuos de *S. cerealella* que no fueron parasitados emergen y caminan en busca de alimento, encontrando la muerte cuando quedan pegados al Biotrapp que les rodea, lo que evita la formación de sedas en el mismo cartón si no se deja que la larva evacue, dificultando la emergencia de *T. pretiosum* en su momento.

Una vez han terminado de salir las larvas de *S. cerealella*, el material tiene seis días de parasitado, y se lleva a almacenamiento en la nevera a 4-8°C, por máximo 15 días.

MULTIPLICACIÓN DE *Spalangia* sp. **PARASITOIDE DE PUPAS DE *Stomoxys calcitrans***

Jorge Alberto Aldana de la Torre*

INTRODUCCIÓN

El incremento de las poblaciones de moscas de los establos, ocasionado en gran parte por un deficiente control de esta plaga en las fincas ganaderas y por la utilización de los residuos de cosecha de la palma de aceite en el proceso productivo, ha originado un problema preocupante para ganaderos, palmicultores y ciudadanía en general.

Por esta razón, se ha considerado necesario dar a conocer la metodología para la multiplicación de *Spalangia* sp. (Hymenoptera: Pteromalidae), la cual está contemplada como un parasitoide eficiente en la regulación de la población de la mosca de los establos. Además la liberación de este insecto en áreas con alta infestación de moscas, es una estrategia que encaja en el manejo integral del problema, el cual afecta tanto a ganaderos como a los palmeros.

BIOLOGÍA Y HÁBITOS DE *S. calcitrans*

La mosca de los establos *S. calcitrans* (Diptera: Muscidae) es muy semejante en apariencia a la mosca doméstica. Su mayor diferencia radica en un aparato bucal picador, adaptado

* Biólogo. Entomólogo. Investigador Asistente. Cenipalma. Barrancabermeja.

para perforar la piel y succionar sangre. Se la observa con frecuencia en el interior de las edificaciones, como los establos o reposando en los muros, cercas o paredes.

Su posición de reposo es característica: se colocan siempre con la cabeza hacia arriba y el cuerpo levantado por delante. En reposo, las alas quedan más entreabiertas que en la mosca común, lo que unido al modo de posarse puede servir para distinguirla de ésta. El ganado caballar y mular es el predilecto por estas moscas; además, se alimentan en perros, vacas y aún a los humanos a los que pueden picar. Aunque la nutrición sanguínea es parte de su alimento y es necesaria en las hembras para la maduración de los huevos, estas moscas pueden alimentarse de otras sustancias líquidas.

La picadura es dolorosa y la toma de sangre se completa en dos o cuatro minutos; la actividad de estas moscas es mayor en horas calurosas del día. Una mosca puede picar dos o tres veces al día y una vez llenas de sangre buscan un sitio para posarse y descansar.

ANTECEDENTES PARA EL CONTROL DE MOSCAS

Debido a los amplios problemas que ocasionan las moscas han sido utilizadas diferentes técnicas para su manejo. En un comienzo se pensó en el

control químico como solución eficaz, se empleó para tal efecto insecticidas orgánicos y sintéticos, tales como DDT, metoxicloro, malathión, diazinon y triclorfon. (OPS 1962); sin embargo, la exposición de varias generaciones de moscas a insecticidas trajo como consecuencia la resistencia (Keiding 1986). El uso indiscriminado de insecticidas produjo poblaciones de moscas inmunes; además, ha provocado destrucción del equilibrio biológico, matando insectos benéficos, contaminando aguas y el ambiente en general (Jiménez 1988).

Por otra parte, una buena alternativa para el control de moscas, es el control biológico y la regulación de sus poblaciones, esto gracias a la variedad de depredadores que se alimentan de los huevos, larvas, pupas y varias especies de pequeñas avispa las cuales son ectoparasitas de pupas de mosca (Keiding 1986). La multiplicación y liberación de éstos parasitoides es considerada una estrategia efectiva de manejo y depende de la producción en gran número de pupas de la mosca común en laboratorio (Legner y Dietrick 1972; Morgan 1985, citados por Singh y Moere 1985).

Para un control efectivo de las moscas, se requiere tener bajo condiciones de laboratorio producciones a gran escala de parasitoides, para efecto de que las liberaciones sean oportunas y efectivas (Legner 1979). La duración de

Musca domestica en jaulas es de 40 días, una hembra puede colocar 300 huevos, en cinco y seis posturas Durante el tiempo de vida promedio de la hembra. El período de preoviposición es de 10 a 11 días, los huevos tienen un período de incubación de 12 horas, el estado de larva dura de cinco a seis días, a 27 °C (Aldana y Vargas 1992; Keiding 1986) (Tabla 1).

Por lo expuesto se comprende que es necesario buscar métodos de control, los cuales garanticen un manejo adecuado del insecto y provoque mínimos daños al ambiente. Es así como surge la posibilidad de regular las poblaciones de la mosca, con los enemigos naturales que posee.

Uno de los métodos utilizados para el control de *S. calcitrans* que ha presen-

tado gran éxito en la Zona Oriental, es la liberación de parasitoides en las áreas donde se multiplican las moscas. Estas liberaciones deben ser permanentes haciendo mayor énfasis en la época de lluvias. Por causa de la gran demanda que presenta este material biológico, es necesario que las plantaciones de palma de aceite donde se están presentando altas poblaciones de *S. calcitrans* conozcan los métodos de multiplicación del microhimenóptero, *Spalangia* sp. (Hymenoptera: Pteromalidae).

Spalangia sp. parásita las pupas de *S. calcitrans* y *Musca domestica*; por las facilidades de multiplicación de esta última especie, se la ha tomado como huésped alterno para la reproducción en laboratorio de los microhimenópteros parasitoides.

Tabla 1

Duración en días de los diferentes estados de desarrollo de la *Musca domestica* con varias temperaturas (Keiding 1986; Aldana y Vargas 1992).

ESTADO	KEIDING		ALDANA Y VARGAS	KEIDING		
	35 °C	30 °C	27 °C	25 °C	20 °C	16 °C
HUEVO: H	0.33	0.42	0.5	0.60	1.1	1.7
LARVA:	3 - 4	4 - 5	5 - 6	5 - 6	7 - 9	17-19
L PUPA: P	3 - 4	3 - 4	5	5	10-11	17-19
TOTAL DIAS (H+L+P)	6 - 8	8 - 10	11 - 12	11-13	18-21	36-42
MADURACIÓN DE HUEVOS: M (PERÍODO DE PREOVIPOSICIÓN)	1.8	2.3	4	3	6	9
DURACIÓN CICLO DE VIDA (DIAS) (H + L + P + M)	8 - 10	10-12	15 - 16	14-16	24-27	45-51

Metodología para la cría de *Spalangia* sp.

Para la cría de este parasitoide y su multiplicación industrial, es necesario pasar por las siguientes etapas:

- Cría del huésped (*Musca domestica*).
- Obtención del parasitoide y multiplicación.

Cría de la *Musca domestica*

Como se dijo antes por las características similares que existe entre la mosca de los establos y la mosca doméstica, se ha seleccionado esta última como huésped para la multiplicación del parasitoide. El proceso para la cría de *Musca domestica*, se describe a continuación.

Obtención de posturas de *Musca domestica*

Deben buscarse posturas de mosca doméstica en el campo, preferiblemente en lugares donde abunde, tales como las explotaciones porcícolas o avícolas. En los alrededores de estos sitios, se colocan bandejas con porquinaza que es el sustrato más atractivo para la oviposición de las moscas; estas bandejas se dejan al aire libre de 24 a 48 horas, al término de las cuales se reemplazan por otras para obtener más posturas, o simplemente se hacen los contactos con los laboratorios que poseen estas colonias.

Obtención de larvas de *Musca domestica*

Las posturas recolectadas de las bandejas, se pasan a recipientes de mayor tamaño, que para el caso en cuestión pueden ser canaletas de eternit y con suficiente porquinaza u otro sustrato de alimentación. Cinco días después de la emergencia, las larvas se tornan de color cremoso, pierden la tonalidad oscura del extremo abdominal y buscan un lugar seco para empupar.

Para facilitar el empupamiento, las larvas maduras (color crema), son separadas del sustrato de alimentación por un cernidor y luego se depositan en un recipiente donde empupan. Una vez obtenidas las pupas, una parte de éstas se destinan a continuar la cría de moscas en laboratorio y el resto, se emplean para la multiplicación del parasitoide; en éste último caso, las pupas deben tener como mínimo cinco a seis horas de formadas, para ser trasladadas a la cámara de parasitación.

Módulo de cría de moscas

Es una estructura construida con tubo liviano y con capacidad para tres jaulas, diseñadas para alojar el mayor número de moscas. Las jaulas tienen unas dimensiones de 100 cm de ancho, 50 cm de alto y 50 cm de profundidad; hechas en tull terlenca, con un orificio circular en la parte frontal lo suficientemente grande para manipu-

lar los materiales en su interior, a través de una manga de tela insertada desde la periferia circular. Cada jaula tiene en sus esquinas una cuerda para atarlas a la estructura metálica.

Después de cada ciclo, las jaulas se retiran para lavarlas, desinfectarlas y prepararlas para la siguiente generación. En cada jaula se colocan 10 mil pupas de mosca, de las cuales nacen unos 8.500 adultos aproximadamente. Las pupas se desinfectan pasándolas por una solución de Hipoclorito de Sodio al 2% durante un minuto y luego por agua corriente, se dejan secar al ambiente y luego se introducen en la jaula de la cría.

Cópula y oviposición de moscas

Después de la emergencia de adultos, se observan las primeras cópulas a los cuatro días, aproximadamente a los 12 días las hembras comienzan a ovipositar en el medio de postura. El lugar elegido por la mosca para ovipositar en el ambiente natural tiene ciertas características, las cuales deben ser adaptadas en laboratorio. En vista de que el sustrato preferido es material orgánico en descomposición; se deben crear estas condiciones, utilizando salvado de trigo con una humedad del 80 al 90%, se deja fermentar por uno o dos días y se le agregan seis gotas de amoníaco al 8% a cada medio, justo antes de colocarlo dentro de la jaula. De esta forma se simulan las condiciones de

descomposición que estimulan a las hembras para ovipositar.

Otra característica importante para que la hembra oviposite es la oscuridad, ya que en condiciones naturales evita la radiación solar y busca grietas u orificios para depositar sus huevos. Para este evento, se utilizan recipientes oscuros con tapa, la cual debe tener perforaciones laterales que permitan la entrada y salida de las moscas; este recipiente con el medio de oviposición se coloca 10 días después de emergidos los adultos y se reemplaza a diario.

Dieta para adultos de mosca

Este es uno de los insectos de más amplia distribución, así como el más frecuentemente asociado al hombre. Se ha adaptado con éxito a las condiciones que predominan en las habitaciones humanas, tiene una muy estrecha relación con sus alimentos y con los basureros donde aprovechan al máximo los desechos humanos, tanto para su alimentación como para su reproducción.

La dieta más adecuada para la alimentación de adultos está compuesta por azúcar refinada, yema de huevo en polvo y leche en polvo descremada. Se debe evitar el suministro de grasas que al oxidarse forman peróxidos reduciendo la fecundidad de las moscas, para evitar esto, el huevo debe permanecer refrigerado; otra fuente de proteína que puede ser utilizada en la dieta de este

insecto, es la harina de sangre. La colonia debe tener suministro permanente de agua; el recipiente debe tener una espuma impregnada que garantice la disponibilidad de este vital líquido.

Acorde con la duración de los estados de desarrollo y fisiología reproductiva de la mosca, se diseñó el modelo de producción de pupas. Al utilizar los módulos de cría, se instala un lote con nueve jaulas, se introducen las pupas recién formadas, cinco días después nacen los adultos, éstos comienzan a ovipositar aproximadamente a los 11 días de haber nacido y tienen una vida productiva promedio de 20 días, momento a partir del cual se recomienda desmontar el lote por reducción en la producción de huevos. El ciclo total de cada lote de producción es de 36 días.

Si se instala un lote de jaulas cada 12 días, se obtendrá una producción constante de pupas con tres lotes, es decir 27 jaulas. Este modelo garantiza que al momento de retirar el primer lote, el segundo ya se encuentra en su pico de producción, (Fig. 1) cada una de las jaulas puede producir 500 mil pupas aproximadamente, por cada ciclo.

Multiplicación del parasitoides *Spalangia* sp.

El parasitoide *Spalangia* sp. puede ser conseguido en forma natural o de una producción comercial del mismo. Una vez disponible el parasitoide y las pu-

pas de mosca, se procede a la multiplicación de *Spalangia* sp.

Cámara de parasitación

La cámara de parasitación para una multiplicación masiva de Pteromalidos tiene unas dimensiones de 100 cm de largo, 50 cm de ancho y 50 cm de alto, con cuatro respiradores de 30 cm de diámetro cada uno, dos frontales y dos laterales, la cara posterior de la cámara es de un vidrio de 3 a 4 mm cubierta por completo con una cortina de tela negra, en la cara superior se deja una ventanilla de 40 x 15 cm a una distancia de 15 cm del borde anterior de la cámara. La cámara de parasitación debe permanecer en un lugar oscuro con temperatura entre 25 y 30 °C.

Parasitación de pupas

Los microhymenópteros parasitoides de pupas de moscas, perforan la fuerte cutícula y ovipositan sobre la pupa, son capaces de copular y ovipositar tan pronto como han emergido. Los adultos de *Spalangia* sp. pueden vivir de 10 a 40 días y cada una de las hembras puede parasitar entre 50 y 100 pupas de mosca.

Las pupas de mosca se colocan en el interior de la cámara de parasitación en bolsas de tull, por un tiempo de dos días donde previamente se tiene una población conocida de *Spalangia* sp., suficiente para lograr el parasitismo del

material expuesto. La población de avispa s colocadas dentro de la cámara es de una por cada seis pupas por parasitar; esta proporción permite que en dos días de exposición de las pupas de mosca a los parasitoides, la totalidad sea parasitada. Para su alimentación, se les suministra miel de abejas al 10%, aplicada sobre el vidrio con un pincel.

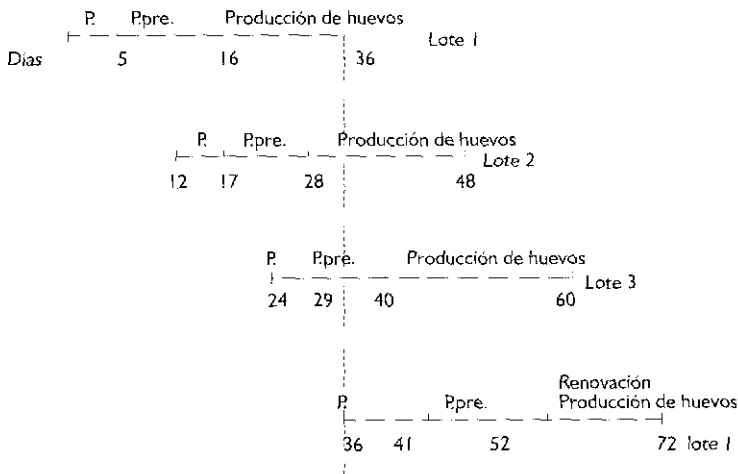
Para separar las pupas de los parasitoides, se deposita el contenido de las bolsitas de tull en una bolsa de papel; posteriormente, se pasan por un cerñidor o zaranda, con el movimiento los parasitoides caen sobre una bandeja a la cual se le dan golpes con suavidad,

con el fin de producir una vibración, impidiendo que puedan volar. Los insectos son recogidos rápidamente con una brocha suave en un recipiente para ser de nuevo depositados en la cámara de parasitación.

Las pupas se almacenan en bolsas de papel con la fecha de emergencia; se pueden hacer de seis a ocho parasitaciones. Debe dejarse un remanente de pupas parasitadas, con el fin de tener material para las parasitaciones siguientes. Es necesario determinar el ciclo y la duración del parasitoides, de acuerdo con el promedio de temperatu-

Figura 1

Modelo para la cría continua de *Musca domestica*
P = Pupas P.PRE = Período de preoviposición



ra de la zona. Para hacer las liberaciones se pueden colocar las pupas, en bolsas de tull de donde nacen y se dispersan los parasitoides, otro método es esperar a que nazcan los microhymenópteros para liberarlos en el campo.

RECOMENDACIONES

- Amontonar la tusa en sitios de acopio con el fin de reducir el área de exposición para la oviposición y desarrollo larval, estos sitios deberán estar ubicados en lo posible en áreas distantes de explotaciones pecuarias.
- Liberación inundativa del parasitoide *Spalangia* spp. Los trabajos de investigación muestran que cinco mil pupas parasitadas por tonelada de tusa cada 30 días, son una buena alternativa de control biológico.
- Evaluar de manera periódica el porcentaje de pupas de mosca parasitadas en el campo, es una buena práctica para determinar la cantidad y frecuencia de las liberaciones.
- Las trampas adhesivas de color azul han dado buenos resultados, éstas se deben ubicar alrededor de los sitios de acopio de tusa y linderos de las plantaciones especialmente de explotaciones pecuarias.

BIBLIOGRAFÍA

- ALDANA, J.A.; VARGAS, H. 1992. Cría y mantenimiento de colonias de *Musca domestica* en el laboratorio (Tesis de grado) p. 14-16.
- CLAUSEN, P. 1978. Introduced Parasites and Predators of Artropod Pest and Weeds. A World Review. Agriculture Handbook. no. 480, p. 346-356.
- JIMÉNEZ, J. 1988. Control biológico, Palmira. Informe de laboratorio de productos biológicos Perkins, enviado a la Corporación Autónoma Regional de Risaralda, Carder. 38 p.
- KEIDING, J. 1986. The House Fly. Biology and Control. World Health Organization. Suiza. 64 p.
- LEGNER, E. 1979. Reproduction of *Spalangia endius Muscidifurax raptor* and *M. Zaratper* on fresh vs. Refrigerate Fly Host. Ann. Entomol. Soc. Am. v. 72, no. 1, p. 155-157.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS) 1962. Moscas de importancia para la salud pública y su control Q.M.S. Publicaciones Científicas. no. 61, 44 p.
- SINGH, P.; MOORE, RF. 1985. Handbook of Insect Rearing. Editorial Elisevier. New York. v. 2, p.128 - 134.

MULTIPLICACIÓN DE *Ooencyrtus* sp. PARASITOIDE DE HUEVOS DE *Cyparissius daedalus* Cramer

Rosa Cecilia Aldana de la Torre*, Judith Castillo Mongui*,
Hugo Calvache Guerrero*, Oscar Andrés Higuera Vargas**

El ciclo de vida de *Ooencyrtus* sp. tiene una duración de 19 a 21 días, a 24°C. El huevo es típico de los Encyrtidae, presenta unas clavijas externas que cumplen una función respiratoria en todos los estados inmaduros (Maple 1937; Lloyd 1938); de tres a cuatro días después de la oviposición, la larva se conecta a esta clavija por un pedicelo que incrementa su tamaño a medida que avanza el desarrollo larval, y finaliza al octavo día desde la oviposición, cuando el último segmento abdominal se quitiniza, e inicia el estado de pupa, que tiene una duración de nueve a diez días (Lloyd 1938; Crossman 1925). Los adultos miden 2 mm de largo y tienen una expansión alar de 2,5 mm. El cuerpo es negro, con un reflejo metálico, alas cubiertas con diminutos pelos y venación sencilla. Los machos son más pequeños que las hembras, además, el flagelo de la antena del macho es de color café, mientras el de la hembra es negro (Howard 1910). La longevidad de este parasitoide en condiciones de laboratorio sobre huevos de *C. daedalus*, es de 3 a 5 días. La relación de sexos muestra entre el 65-75% de hembras (Crossman 1925; Prota, 1966 y Tadic 1959). Esta relación de sexos la hace una herramienta de control biológico promisorio, si se tiene en cuenta que la eficiencia de los enemigos naturales de los insectos plaga se incrementa

* Investigadores Cenipalma.

** Ing. Agrónomo Palmeras del Meta.

cuando se presentan altas proporciones de hembras.

Ooencyrtus sp. es una especie multivoltina, que presenta arrenotoquia. El ciclo de vida de huevo a adulto se completa sólo a temperaturas entre 13°C y 35°C (Kamay, 1976). La emergencia de los adultos se reconoce observando los numerosos orificios de salida sobre los huevos huéspedes, los que han permitido determinar que de cada huevo de *C. daedalus* parasitado pueden emerger hasta 17 individuos.

Los adultos de *Ooencyrtus* sp. criados sobre huevos de *C. daedalus* presentan fototropismo positivo, que es atracción a la luz. *Ooencyrtus* sp. multiplicado sobre huevos de *C. daedalus* no ha presentado esta endogamia, incluso después de 200 generaciones; como se ha presentado en *O. kuvanae* después de cinco generaciones (Crossman 1995).

Reconocimiento de huevos de *C. daedalus*

La eficiencia y correcta realización de la multiplicación de *Ooencyrtus* sp. se basa en el previo reconocimiento y obtención del pie de cría, es decir, huevos sanos de *C. daedalus* y parasitados por *Ooencyrtus* sp. con los que se inicia la cría y multiplicación del parasitoide.

Los huevos sanos de *C. daedalus* son relativamente grandes, de aproximadamente 5 mm de longitud, poseen

estrías longitudinales prominentes y coloración rosa a gris a medida que avanza su desarrollo. Los huevos parasitados cambian de coloración a partir del décimo día de ser parasitados, exhibiendo las aristas blancas y un moteado rosa claro característico, que representa los cuerpos (pupas) de los individuos de *Ooencyrtus* sp. en desarrollo. Las posturas del *C. daedalus* presentan 20% de infertilidad en promedio, es decir, son aquéllos, en los cuales no existe embrión y, por consiguiente, formación ni eclosión de larva. La apariencia de éstas durante los primeros días es la normal de un huevo fértil, aproximadamente ocho días después de colocados empiezan a tornarse de color rojo encendido con apariencia deshidratada o "chupada".

De igual forma, es importante diferenciar cuando los huevos encontrados en campo han eclosionado o en el caso de haber sido parasitados, si los huéspedes han emergido. Cuando de las posturas de *C. daedalus* han emergido larvas, queda el corión vacío, de color blanco perla, con una abertura lateral en el borde de cualquier arista, por la que salió la larva.

Cuando las posturas han sido parasitadas y una vez ocurrida la emergencia de los adultos del parasitoide, los huevos presentan numerosos orificios, de cada uno de los cuales ha emergido una avispa.

Obtención de huevos parasitados en el campo

La recuperación de huevos de *C. daedalus* parasitados naturalmente en campo por *Ooencyrtus sp.*, se realiza examinando los residuos y fibras vegetales de las axilas de las bases peciolares ubicadas por debajo de la corona de racimos, y de igual modo sobre los racimos verdes y maduros.

Los huevos parasitados obtenidos se colocan de preferencia en tubos de ensayo, una vez se vaya presentando la emergencia de los parasitoides, éstos son trasladados a otro tubo, para ofrecerles huevos sanos y así contar con material plenamente identificado que permita iniciar y programar la multiplicación del parasitoide.

Obtención de huevos sanos

De manera paralela a la recuperación de huevos parasitados en el campo, se debe asegurar la disponibilidad de huevos sanos que serán expuestos a parasitismo. Para la multiplicación de *Ooencyrtus sp.*, es necesario iniciar la captura de adultos de *C. daedalus* con jama en los lotes y su ubicación en jaulas de malla, anjeo, tul o poli-sombra, de 70x70x70 cm con capacidad para 200 mariposas. En la base de las jaulas se acondiciona un embudo o bandeja inclinada receptora de las posturas. Éstas deben estar ubicadas en un lugar fresco y oscuro, que asemeje el ambiente en condiciones naturales y así obtener huevos a diario.

Las posturas obtenidas deben limpiarse, ya que se recogen restos de patas, antenas y alas de la mariposa, que se constituyen en fuentes de contaminación. Esta limpieza se realiza con la utilización de corrientes de viento generadas manualmente con cualquier tapa a manera de abanico.

MULTIPLICACIÓN

Este proceso se lleva a cabo mediante una secuencia de cuatro etapas, exposición a parasitismo, reposo, separación de huevos parasitados, y preparación y uso.

Exposición a parasitismo

Ooencyrtus sp. puede parasitar de manera eficiente huevos sanos de uno hasta nueve días de incubación como máximo. Después de nueve días el porcentaje de parasitismo disminuye de manera considerable. Sin embargo, es preferible usar huevos frescos (un día). A medida que la población de parasitoides en el laboratorio incrementa, es necesario establecer las cámaras de parasitación, de manera que queden aisladas de depredadores y no permita el escape de los parasitoides, para ello se pueden utilizar cajas plásticas herméticas de 25x15x10 cm. con dos orificios laterales en la caja sellada con plastilina (limpia tipos), y con una ventana en muselina en la tapa para facilitar la aireación dentro de la caja y la

alimentación de los parasitoides. Cada caja tiene una capacidad para exponer de manera homogénea a parasitismo hasta 20 gr de huevos sanos. Los parasitoides son alimentados a diario colocando un algodón impregnado con una solución de agua-miel al 10% y uvas pasas maceradas sobre la ventana de la tapa. La relación de huevos parasitados y de huevos sanos para obtener una parasitación eficiente en laboratorio es de 1 a 4, es decir, por cada gramo de huevos parasitados, se ofrecen 4 gr de huevos sanos.

Para exponer los huevos sanos a parasitismo, uno de los extremos de la caja plástica que contienen los adultos del parasitoide recién emergidos se expone a la luz y el otro extremo se tapa con tela negra, para que éstos por su atracción se movilicen hacia la fuente de luz dejando espacio libre para introducir los huevos sanos a parasitar en la caja. Durante esta fase, las cajas deben permanecer en completa oscuridad para permitir un parasitismo homogéneo de los huevos durante dos días. Después, se realiza una segunda parasitación durante dos días, en la cual, los parasitoides son trasladados a otra cámara aprovechando la atracción por la luz, uniéndolos los orificios laterales de las cajas con tubos de gotero durante media hora aproximadamente, expone 50% menos de huevos sanos, de la utilizada durante la primera parasitación, dado que la eficiencia durante esta etapa se disminuye.

Los huevos expuestos a parasitación se limpian de nuevo para retirar los parasitoides muertos, que después pueden ser fuente de contaminación. Los huevos se empaquetan en bolsas plásticas, a cada bolsa se le da un código de registro y se dejan en reposo.

Etapa de reposo

Los huevos de *C. daedalus* parasitados por *Ooencyrtus* sp. no exhiben síntomas inmediatamente son afectados, sino que la diferenciación inicia 10 días después de haber sido expuestos a los parasitoides, se hace necesario llevar un estricto manejo del material (huevos) una vez ha salido de las cámaras de parasitación.

Los huevos deben dejarse en reposo hasta que cumplan como mínimo 10 días desde que fueron expuestos a los parasitoides. Esto debe realizarse en un lugar limpio y aislado totalmente de hormigas depredadoras o insectos contaminadores como moscas o ácaros. Es importante que no se descuide el material en este momento, ya que las larvas de *C. daedalus* emergen a partir del día 13 a 15, complicando este proceso de separación por la seda que producen.

Para estimar el porcentaje de fertilidad de las posturas expuestas y el porcentaje de parasitismo obtenido por cámara, se toma una muestra de aproximadamente de 20% de los huevos

mediante el conteo de huevos sanos (HS), huevos parasitados (HP) y huevos infértiles (HI).

Separación de huevos parasitados

La diferenciación y separación de los huevos parasitados, se puede realizar de manera manual con la ayuda de una pinza cuando las muestras son pequeñas. Cuando se manejan altas cantidades de material, es necesario separarlos por medio de agua, ya que resulta fácil y disminuye costos de mano de obra, o pérdida de tiempo, aprovechar este punto. En los huevos parasitados ocurre una pérdida de peso con respecto a los huevos sanos, que ocasiona un cambio de densidad, por tanto los huevos sometidos a parasitismo y que pasaron la etapa de reposo se sumergen en recipientes de boca ancha con agua, se agita completamente y se espera durante dos minutos, al cabo de los cuales se observa la masa de huevos parasitados flotando sobre la superficie del agua, mientras que el resto del material permanece en el fondo del recipiente. Con un colador de tul pequeño y del tamaño del recipiente, se recuperan con sumo cuidado los huevos parasitados, colocándolos en toallas de papel para eliminar el exceso de humedad.

Es normal que dentro de estos huevos se encuentren algunos pocos infértiles

o sanos e incluso que algunos parasitados queden en el fondo del agua, por lo que es necesario secar el material sobrante por algunos días, para terminar de separarlos, siempre manteniendo la etiqueta de identificación. Aún así, este procedimiento agiliza el proceso de separado que de manera manual se puede llevar varios días.

Preparación y uso

Los huevos parasitados de aproximadamente 10 días de incubación se deben preparar en una presentación que no afecte su calidad para los dos siguientes usos:

- Liberación en el campo
- Mantenimiento de la colonia

Para ello, se utilizan bolsas pequeñas de tul de 4x4 cm aproximadamente, para colocar 1 gr de huevos parasitados en cada una. De la misma manera, en este procedimiento es importante mantener la identificación del material, dado que es necesario realizar evaluaciones de porcentaje de emergencia de parasitoides, como rutina de control de calidad, debido a que aspectos como la endogamia pueden llegar a afectar en forma negativa la calidad del material parasitado y es necesario mantener los registros de este comportamiento en las producciones masivas de este parasitoide.

BIBLIOGRAFÍA

- ALDANA, R.C.; CASTILLO, J.; CALVACHE, H. 2000. Multiplicación de *Ooencyrtus* sp. parasitoides de huevos de *Cyparissius daedalus* Cramer. Cenipalma. Ceniavances no. 78. Diciembre 2000. Bogotá 4p.
- ALZOFON, J. 1984. The biology and behavior of *Ooencyrtus kuwanai* (Howard) (Hymenoptera: Encyrtidae), a gypsy moth egg parasite. Ph. D. Diss. Fordham University. New York, N.Y.
- BROWN, M.W. 1984. Literature review of *Ooencyrtus kuwanai* ((Hym: Encyrtidae), an egg parasite of *Lymantria dispar* (Lep: Lymantriidae). Entomophaga. v. 29, no. 3, p. 249-265.
- CROSSMAN, S.S. 1917. Some methods of colonizing imported parasites and determining their increase and spread. J. Econ. Entomol. v. 10, p. 177-183.
- 1925. Two imported egg parasites of the gypsy moth, *Anastatus bifasciatus* Fonsc. and *Schedius kuwanai* Howard. J. Agric. Res. v. 30, p. 643-675.
- HOWARD, L.O. 1910. Technical results from the gypsy moth parasite laboratory. I. The parasites reared or supposed to have been reared from the eggs of the gypsy moth. U.S. Dep. Agric. Tech. Ser. Bull. v. 19, p. 1-12.
- KAMAY, B.A. 1976. The effects of various constant temperatures in oviposition, sex ratio, and rate of development of the gypsy moth egg parasite, *Ooencyrtus kuwanai* Howard. – M.S. Thesis, Southern Connecticut State College, New Haven, Connecticut. 50 pp.
- MAPLE, J.D. 1937. The biology of *Ooencyrtus johnsoni* (Howard), and the role of the egg shell in the respiration of certain encyrtid larvae (Hymenoptera). Ann. Entomol. Soc. Am. v. 30, p. 123-154.
- PROTA, R. 1966. Contributi alla conoscenza dell'entomofauna della Quercio da sughero (*Quercus suber* L.) V. Osservazioni condotte in Sardegna su *Ooencyrtus kuwanai* (Howard) (Hymenoptera: Encyrtidae) nuovo per la fauna italiana. Stazione Sperimentale del Sughero, Tempio Pausania. Memoria 17. 26 pp.
- SCHIEFERDECKER, H. 1969. Zur Vermehrung von *Ooencyrtus kuwanai* (Howard, 1910) unter Laborverhältnissen. Beitr. Entomol. v. 19, p. 803-815.
- TADIC, M.D. 1959. Incidence of gypsy moth egg parasites *Anastatus disparis* R. and *Ooencyrtus kuwanai* How. In some localities in Macedonia in 1958/59. Zast. Bilja. v. 56, p. 27-37.

DEPREDADORES EN EL CONTROL DE PLAGAS DE LA PALMA DE ACEITE

Rosa Cecilia Aldana de la Torre *

Los enemigos naturales, parasitoides y depredadores son los principales aliados del hombre en la agricultura ya que contribuyen a mantener reguladas las poblaciones de insectos dañinos o plaga, evitando que ocasionen pérdidas en la producción. Un enemigo natural debe responder con rapidez a las dinámicas poblacionales de la plagas (Cave 1995).

Los insectos plaga que atacan la palma de aceite tienen gran número de enemigos naturales que mantienen reguladas sus poblaciones. Cuando se han presentado explosiones, causando daño de importancia económica, han sido favorecidas por las grandes extensiones de monocultivo o por las aplicaciones generalizadas de insecticidas que inducen resistencia y afectan a los insectos benéficos (Zenner-Polania y Posada 1992).

Los artrópodos depredadores pueden caracterizarse por ser a menudo de mayor tamaño que su presa; a menudo tienen mayor movilidad y capacidad de búsqueda que su presa; por lo general tienen mecanismos para capturar y someter a su presa, como telarañas, patas modificadas (raptorales) o saliva paralizante; y usualmente requieren muchas presas durante su crecimiento y desarrollo. La forma de vida depredadora

* Biólogo. Entomólogo, Investigadora Asistente. Cenipalma, Villavicencio.

puede ocurrir en un solo estado de desarrollo (estado de larva de la mosca de las flores) o durante todo su estado de desarrollo (el chiche pirata). Algunos depredadores tienen desarrollo completo (metamorfosis completa, con huevos, larvas, pupas y estados adultos) como coleopteros, hormigas y avispas; otros tienen desarrollo simple (metamorfosis incompleta), con huevos, ninfas y estados adultos como los chiches. Algunos depredadores tienen aparato bucal masticador y otros usan un pico puntiagudo para succionar los fluidos de su presa (Mahr 2001).

La principal diferencia entre organismos depredadores y parasitoides se basa en el número de individuos consumidos por estado parasítico del parasitoide o estado depredador del depredador (Tabla 1), (Díaz y Hanson 1995)

Un depredador es un organismo carnívoro que en su estado inmaduro o adulto de manera activa busca y captura numerosas presas que consume parcial o totalmente. Por lo general estos organismos son de mayor tamaño que el de la presa y causa la muerte rápida a la presa sin dejar rastro de su acción (Banegas y Cave 1995)

Los depredadores pueden ser generalistas o especialistas. Los depredadores generalistas son polífagos, es decir, consumen un ámbito amplio de especies de presas, concentrando sus esfuerzos de depredación en aquellas que en un momento determinado son más abundantes. Al consumir cualquier tipo de presa (perjudicial o benéfica) puede restarles valor como depredador. Por lo anterior pueden sobrevivir con mayor facilidad en cualquier ecosistema. Los

Tabla 1

Diferencias entre depredadores y parasitoides

DEPREDADORES

1. Consumen varias presas durante toda su vida
2. Tamaño por lo general mayor que el de la presa
3. Causan una muerte violenta
4. Buscan de manera activa la presa para consumirla

PARASITOIDES

1. Consumen un huésped durante su vida inmadura (pocas excepciones)
2. Tamaño muy similar al del huésped
3. Causan una muerte lenta
4. La búsqueda del huésped la realiza la hembra adulta (unas excepciones)

depredadores especialistas consumen una especie de presa o grupo de especies estrechamente relacionadas como las del mismo género o la misma familia, éstos han coevolucionado con su presa, pues están adaptados al ciclo de vida y hábitos de la presa. Por ello, no puede sobrevivir en ecosistemas que no contengan la presa apropiada.

Muchas especies de depredadores tienen actividad crepuscular o nocturna, estos insectos tienden a habitar lugares restringidos y pueden ser no específicos en sus hábitos alimenticios, pero son de gran importancia en la supresión de plagas agrícolas. Los depredadores son considerados como una especie de engranaje en el balance del complejo de enemigos naturales de las plagas.

Hay muchos factores que pueden influenciar o afectar la depredación. Estos factores pueden clasificarse en cinco grupos principales:

- Densidad de la presa
- Densidad del predador
- Características del medio ambiente (número y variedad de alimento alternativo)
- Características de la presa (mecanismos de defensa)
- Características del predador (técnicas de ataque)

Así mismo, los depredadores cumplen atributos asociados con su potencial

como eficientes agentes de control biológico (Cave 1995).

- Alta capacidad de búsqueda y dispersión: capacidad de encontrar el hábitat de su presa cuando ésta es escasa. El grado de eficiencia está unido a la capacidad de búsqueda; sólo un enemigo natural que posea una alta capacidad de búsqueda puede encontrar a sus presas cuando son escasas y esto es absolutamente necesario para poder regular la población de la presa a niveles bajos.
- Debe presentar más o menos especificidad en la alimentación: esto indica una dependencia ligeramente directa sobre los cambios de la población de la presa, lo que permite la regulación de la misma.
- Alta capacidad de reproducción: en especial una reproducción más rápida que su huésped y una fecundidad relativamente alta, lo que mejora la probabilidad de establecimiento después de liberación en el campo.
- Adaptación amplia al ambiente: habilidad para ocupar los nichos habitados por la presa y al mismo tiempo tener buena sobrevivencia.
- Fácil de reproducir en el laboratorio.

En la vegetación asociada a la palma de aceite se encuentra la mayor parte de la fauna existente, incluyendo organismos que regulan a las poblaciones de insectos perjudiciales a la palma. Los depredadores conforman un grupo muy heterogéneo que incluye animales vertebrados como aves, murciélagos, ranas, reptiles, etc. y animales invertebrados, que principalmente incluye artrópodos depredadores, en especial insectos, pero también arañas y algunos grupos de ácaros. Algunas especies son bastante abundantes durante las explosiones de la población de artrópodos plaga.

ARANEAE (ARAÑAS)

Todas las arañas sin excepción tienen hábitos carnívoros. Para la captura de sus presas, inyectan un veneno que las paraliza lo que facilita su acción y evita el escape de la presa. Dependiendo de la familia, usan dos estrategias para capturar presas:

- Producción de seda para fabricar telas que capturan presas voladoras. Entre las arañas tejedoras están las de la familia Araneidae que tejen telas simétricas y las de las familias Theridiidae y Linyphiidae que hacen telas asimétricas.
- Emboscadoras y cazadoras que agarran directamente la presa; utilizan su seda para guarecerse y para cons-

truir ovisacos. En este grupo hay cazadoras diurnas que permanecen al acecho (Salticidae y Thomisidae) y cazadoras nocturnas (Lycosidae, Cibionidae, Gnaphosidae y Anyphaenidae).

En cuanto a las arañas como depredadores efectivos en los agroecosistemas, es bueno hacer las siguientes consideraciones:

- Son depredadores generalistas, que se pueden adaptar a cualquier hábitat y sobrevivir en condiciones adversas.
- No responden a las fluctuaciones poblacionales de las plagas, pues no se sincronizan al ciclo de vida de la presa.
- Cuando sus densidades suben, tienden a ser caníbales aún existiendo altas densidades de presas.

Es de esperar que las arañas tengan un mayor efecto en los cultivos perennes, comparados con cultivos anuales, ya que, aunque son buenas colonizadoras, la frecuente perturbación del ambiente y el uso excesivo de insecticidas en los anuales hace disminuir su efectividad. Su importancia viene principalmente por su diversidad, la cual resulta en adaptaciones a varias condiciones y depredación sobre un amplio ámbito de presas. Su papel principal en los agroecosistemas es actuar

sobre las poblaciones iniciales de plagas, mientras los enemigos naturales más específicos aumentan de manera numérica (Banegas y Cave 1995).

En el agroecosistema de la palma de aceite son un grupo diverso y numeroso, estos artrópodos capturan pequeñas larvas de lepidópteros defoliadores y algunos lepidópteros adultos en el follaje. En Costa Rica se han registrado arañas de la familia Salticidae como depredadores importantes de *S. cecropia* Meyrick y *O. cassina* Felder (Mexzón y Chinchilla 1996).

ÁCAROS

La familia más importante es Phytoseiidae. Atacan ácaros fitófagos, en especial los de las familias Tetranychidae, Tarsonemidae y Eriophyidae, trips y otras presas diminutas. Las explosiones de tetraníquidos (arañitas rojas) después de la aplicación de insecticidas o durante épocas secas podrían ser debido a la destrucción de ácaros depredadores. Los géneros más importantes son *Phytoseiulus*, *Amblyseius*, *Typhlodromalus* y *Typhlodromips*.

Se han registrado varias especies de ácaros depredadores asociados a *R. elaeis* Keifer, las especies más frecuentes pertenecen a las familias Phytoseiidae con una especie, *Amblyseius* sp. y *Cunaxidae* con una especie *Cunaxoides* sp. Otros depredadores identifi-

cados pertenecen a las familias Bdellidae, Stigmaeidae y Ascidae (Rojas et al. 1993).

INSECTOS

Hemiptera (Chinches)

Estos insectos se alimentan de su presa al inyectar saliva y chupar los contenidos líquidos. Dentro de las familias de chinches depredadoras más importantes se encuentran Anthocoridae (chinches piratas), Lygaeidae, Pentatomidae, Reduviidae (chinches asesinas) y Coreidae.

Los chinches de la familia Pentatomidae probablemente son uno de los insectos depredadores más comunes en la palma de aceite. Los chinches *Alcaeorrhynchus grandis* Dallas, *Mormidia ypsilon* Fabricius, *Podisus* sp. y *Proxys* pos. *punctulatus* se han observado depredando larvas de *Opsiphanes cassina*, *Sibine* spp., *Mesocia* sp. *Stenoma cecropia*, *Loxotoma elegans* (Calvache et al. 2000; Genty et al. 1978). *A. grandis* se ha observado controlando a *Euprosterina eleasa* Dyar.

Dentro del programa de MIP se han realizado estudios dirigidos a conocer el potencial como depredador del chinche *A. grandis*.

A. grandis presentó un ciclo de vida de 55 días en promedio, con una mor-

talidad del 16.6%. La relación de sexos fue de 1 a 1. Este insecto pasa por 5 instares, los cuatro primeros tienen una duración de cuatro días cada uno y el quinto instar dura entre 6 a 8 días. Los adultos tienen una longevidad de 26.6 días promedio (Tabla 2).

Este insecto tiene un periodo de preoviposición de 10 días y seis días de preoviposición. La fecundidad es de 97 huevos / hembra en promedio y tienen una fertilidad del 86%. Es importante tener en cuenta que las ninfas de primer instar no se alimentaron de larvas en las evaluaciones, éstas permanecían agrupadas y sólo tomaron agua cuando se les aplicaba en los helechos naturales que tenían como sustrato de reposo (Aldana 1999).

MULTIPLICACIÓN

Se colectan en campo huevos o adultos *A. grandis* y se colocan en jaulas de tul (80 x 40 x 40 cm). Cuando se han colectado huevos, una vez se presenta la emergencia de las ninfas, se les suministran larvas de *Opsiphanes*, *Sibine* y agua. Los adultos se colocan en jaulas individuales por parejas y se les suministra larvas de *O. cassina*.

Las colonias se deben mantener en jaulas de tull amplias (80 x 80 x 40 cm) con sustrato de reposo como helechos u hojas de palma de aceite. Se debe aplicar agua de manera permanente al

Tabla 2
Duración del ciclo de vida de *Alcaeorrhynchus grandis*

Huevo	11 días
1 instar	4 días
2 instar	4 días
3 instar	4 días
4 instar	4 días
5 instar	6 a 8 días
Adultos	26.6 días
Total ciclo	X 54.6 días

sustrato de reposo. Las ninfas después del segundo instar deben contar con un buen suministro de alimento que pueden ser larvas y pupas de lepidópteras vivas y larvas de abeja. En ocasiones cuando hay poco alimento se les puede suministrar larvas de mosca o material congelado en época de abundancia. Se pueden hacer liberaciones de ninfas del tercer instar hasta adultos (Aldana 1999).

Neuroptera (Crisopas)

Los adultos de la familia Chrysopidae tienen cuerpo suave de color verde, alas membranosas con venas verdes y antenas largas. Miden aproximadamente 3–4 cm. Estos insectos son atraídos por la luz. Los huevos son pequeños, de color verde a blanco y son colocados en un tallo con un pelo de aproximadamente 3 cm.

Las larvas en ocasiones son alargadas, tienen el aparato bucal en forma de

hoz, son depredadoras de una amplia gama de presas, aunque muestran preferencia por áfidos y huevos, la larva se alimenta de gran variedad de insectos de cuerpo blando, incluyendo escamas, thrips, saltamontes e incluso larvas de lepidoptera pequeñas (Mahr 1998). Éstas se camuflan con restos de tejidos vegetales y de insectos, recorren el follaje de las plantas depredando escamas, huevos de lepidoptera y otros insectos. Varias especies de crisópidos se han registrado como depredadores de *Lepthopharsa gibbicarina* Froeschner, como *Chrysoperla externa*, *Nodita* sp. y cuatro especies del género *Ceraeochrysa*, *C. cubana*, *C. Scapularis*, *C. smithi* y *C. claveri*.

Hymenoptera (avispas y hormigas)

La mayoría de especies de este grupo parasitan otros insectos, sin embargo algunas familias son depredadoras. Aunque tales depredadores juegan un papel muy importante en la cadena trófica, su importancia en el control de plagas es un poco limitado excepto para unas pocos casos específicos. Las avispas y hormigas depredadoras cazan y llevan la presa al nido para alimentar las larvas.

Vespidae (Avispas)

Las avispas se dividen en dos grupos las sociales y las solitarias. Las avispas sociales son las más conocidas, éstas construyen nidos con numerosas

celdas donde permanece la cría, viven en colonias con un sistema de castas que incluye una reina y las obreras. Este es un grupo notorio por que incluye algunos de las más potentes avispas con aguijón. Sin embargo, estas avispas alimentan las larvas en sus nidos con material animal, incluyendo insectos presa (Mahr 1998). En ocasiones estas avispas construyen sus nidos en lugares frecuentados por el hombre causando molestias y picaduras, la más común es *Polistes erythrocephalus* depredador principalmente de larvas de lepidoptera. Las avispas solitarias no viven en colonia, por ello, el número de individuos es bajo, son depredadoras por excelencia, necesitan encontrar una víctima para llevar a cabo su función procreativa. Estas avispas provocan parálisis a la víctima para que posteriormente sea devorada viva por las larvas cuando nazcan.

Hormigas

Las hormigas pertenecientes a la familia Formicidae, han sido reconocidas como uno de los componentes bióticos más importantes de muchos ecosistemas terrestres debido a su abundancia, alta diversidad y atributos de su comportamiento. Han sido consideradas depredadores dominantes de insectos terrestres en los trópicos.

Las hormigas tienen atributos que las constituyen en excelentes agentes de control biológico, debido a su organización social, abundancia, estabilidad

de sus poblaciones y el comportamiento de algunas especies depredadoras, que les permite reaccionar con rapidez al producirse un incremento en la densidad de población de la presa (Way y Khoo 1992).

La capacidad de depredación depende de la disponibilidad de alimento y los requerimientos nutricionales de la colonia (Petal 1978). Desde la antigüedad han sido usadas como controladores por los citricultores chinos quienes colocaban nidos de la hormiga depredadora *O. smaragdina* (Fabricius) en árboles de mandarina y naranja para reducir poblaciones de *Tessaratoma papillosa* Dru. que se alimentan del follaje. Una práctica similar era realizada por los cultivadores de dátil en Yemen, Arabia, quienes cada año bajan de las montañas, colonias de especies de hormigas benéficas que colocan sobre las palmas de aceite para controlar insectos dañinos.

En los últimos años se han incrementado los estudios sobre la depredación por hormigas sobre plagas de diferentes cultivos (Room 1971; Castañeiras y Castellanos 1983; Way *et al.* 1989; Jaffe *et al.* 1990).

Las hormigas *Oecophylla* sp. en África, Asia y Australia controlan plagas en cultivos de cacao, coco, café, cítricos y palma de aceite (Majer 1990). En Europa es reconocido el control de lepidópteros por *Formica rufa*. En el nue-

vo mundo se destaca *Azteca chartifex*, *Solenopsis* sp. y *Wasmannia auropunctata* en la protección de cultivos de maíz y cucurbitáceas (Risch y Cartoll 1982), no obstante, estas tres especies pueden también ocasionar problemas ya que cuidan homópteros y desplazan otras especies de hormigas nativas (Fowler *et al.* 1990).

El coleóptero minador de la hoja *Coelaenomenodera minuta* Uhlmann (Chrysomelidae), una plaga de la palma de aceite en África desde 1972, no se pudo eliminar con la aplicación intensiva de insecticidas y sólo el uso de las hormigas *Crematogaster* spp. bajó sus niveles poblacionales. En la actualidad se recomienda su uso en plantaciones jóvenes, aún en zonas endémicas, reduciendo los costos de control de US\$100 ha/año con control químico a US\$10 ha/año con la hormiga (Timti 1991).

En cultivos perennes se puede facilitar la colonización de hormigas al proveer áreas abiertas, construir puentes entre árboles o trasladar nidos al cultivo como se hace con *Oecophylla* spp. y *Dolichoderus thoracicus*, en Asia y *Solenopsis geminata* en Centroamérica (Banegas y Cave 1995).

Se reconocen varias especies de hormigas como depredadoras de insectos plagas en cultivos como coco, cacao, palma de aceite, cítricos, etcétera. En palma de aceite se han observado va-

rias especies de hormigas en la palma de los géneros *Odontomachus* spp., *Ectatomma* sp., *Pachycondyla* spp., *W. auropunctata* Roger, *Solenopsis* sp. y *Crematogaster* spp. entre otras, depredando larvas y pequeñas y pupas de lepidópteros como limacodidos. Las hormigas del género *Crematogaster* son importantes depredadores de la chinche de encaje *L. gibbicarina*, uno de los principales inductores de la pestalotiopsis en palma de aceite.

La pestalotiopsis

Es una enfermedad de la palma de aceite causada por un complejo de hongos facultativos débiles que se caracteriza por causar una necrosis foliar. Esta enfermedad afecta las hojas cuando se presenta daño mecánico causado por insectos de hábito alimentario mastigador y chupador. Las especies de hongos más destacadas por su virulencia son *Pestalotiopsis palmarum* y *P. glandicola*. Otros hongos encontrados son: *P. versicolor*; *P. Thea*, *P. Neglecta*, *P. Gracilia*, *Collectotrichum* sp., *Curvularia* sp., *Helminthosporium* sp., *Gloesporium* sp., *Macrophoma* sp., *Mycosphaerella* sp., *Phylosticta* sp. y *Oxidothis* sp. (Alexopoulos 1979; Restrepo y Ortíz 1982; Sánchez 1982; Genty 1984; Vargas 1986; Reyes 1988, Guevara-Vergara 1992). Cabe destacar que la especie *Pestalozzia* sp. Guba, desde 1929 ha sido reclasificada por Steyaert como *Pestalotiopsis* sp. con base en el número de células interme-

dias presentes en las esporas de cada género: 5 en *Pestalozzia* sp. y 3 en *Pestalotiopsis* sp. (García 1976).

El hongo prefiere alta humedad siendo la época de lluvia fundamental para la diseminación y evolución de las manchas. En verano al parecer el hongo entra en un período de inactividad en su acción infectiva sobre las palmas de aceite para seguir su ciclo en las "paleras" formadas con hojas amontonadas que han sido atacadas en la poda o en la cosecha (Genty 1984).

La enfermedad se caracteriza por presentar una necrosis o añublo foliar que afecta las hojas de las palmas de aceite con algún tipo de daño mecánico o causado por insectos. Los síntomas iniciales corresponden a manchas pequeñas circulares de color amarillo, con halo clorótico dando tonalidades concéntricas de aspecto aceitoso. En la medida en que la necrosis aumenta se forma de manera paulatina un color pardo blancuzco en forma de ojo de gallo. Las manchas iniciales aparecen principalmente en el tercio anterior de los folíolos cercanos a la nervadura central, aumentando de manera progresiva hasta cubrir completamente el folíolo (Restrepo y Ortíz 1982).

El secamiento de las hojas es más acentuado en palmas de aceite adultas con una edad superior a 2,5 años y de manera característica en el tercio inferior de las hojas (Sánchez 1984). En el

ámbito de la palma la enfermedad se concentra en el tercio inferior y se observa con frecuencia en las hojas más viejas (Restrepo y Ortíz 1982).

Insectos inductores de la pestalotiopsis

Varias especies de insectos durante parte o en todo su desarrollo causan raspaduras o roeduras al tejido de la hoja que favorecen la presencia de los hongos causantes de la enfermedad. Entre éstos, se encuentran los coleópteros raspadores: *Delocrania gossyphoides* Guerin (Chrysomelidae) y los lepidópteros masticadores *Brassolis sophorae* L., *O. cassina* Felder (Brassolidae), *Sibinefusca* Stoll (Limacodidae), *Mesocia pusilla* Stoll (Megalopygidae), *Saliana serverus* Malbile (Hesperidae), *Anteotricha* sp. (Stenomidae) y *Oiketicus kirby* (Psychidae) (Zenner de Polanía y Posada 1992), destacándose la chinche de encaje *L. gibbicarina*, que durante todo el año presenta altas poblaciones, siendo considerada la plaga de más importancia en esta asociación (Vargas 1986).

En Ecuador, varias especies de insectos han sido asociadas a focos de Pestalotiopsis: *Stenoma* sp., *Hispoleptis* sp., *Norape* sp. y *Spaethiella* sp. (Reyes 1988). En Perú la Pestalotiopsis está asociada con el daño efectuado por la chinche de encaje *Pleseobyrsa bicincta* Monte (Hemiptera: Tingidae) (Bravo y Ojeda 1994).

La chinche de encaje, *L. gibbicarina* Froeschner

Esta especie registrada en Colombia en los departamentos de Santander, Cesar, Magdalena, Antioquia (Jiménez 1980) y recientemente en el Meta, tiene entre sus plantas huéspedes la palma de aceite, *Elaeis guineensis*; la palma noli, *E. melanococca*; el cocotero, *Cocos nucifera*; y las palmas *Alphanes* sp. y *Batris* sp. (Jiménez y Reyes 1977; Vargas 1986; Genty 1984).

Las poblaciones de la chinche se relacionan de manera directa con las condiciones del follaje de la palma de aceite. En una planta sana la población puede estar distribuida en todos los niveles, pero con mayor concentración en la parte media inferior. A medida que las hojas de los niveles inferiores van siendo afectadas por el hongo (*Pestalotiopsis* sp.), las poblaciones del insecto se desplazan hacia los niveles superiores, donde las hojas son más apetecibles (Genty 1984), siendo el rango 17 y 33, el nivel de las hojas preferidas por las poblaciones del insecto (Zenner de Polanía y Posada 1992).

La chinche desarrolla todo el período de vida sobre el envés y a lo largo de los folíolos de la parte media y apical de las hojas, por lo general en su parte media y basal, y de preferencia donde se presentan depresiones o pliegues. Son poco móviles y solo vuelan al ser

molestados o cuando se trasladan a otra hoja o palma de aceite (Garzón 1982).

En verano, cuando la palma de aceite recibe una buena insolación se presentan las mayores poblaciones de la chinche ya que las condiciones microclimáticas son en particular favorables para su desarrollo (Genty 1984). En invierno, las poblaciones se reducen fuertemente debido a la proliferación de hongos entomopatógenos que ejercen un control natural que alcanza hasta 25% (Jiménez y Reyes 1977; Genty 1984).

En cada punto de succión del insecto sobre la hoja, se observa una zona blancuzca sin clorofila. En el envés el punto de succión no es visible, pero se observan puntos necróticos y manchas negras producidas por las deyecciones de la chinche. La acumulación de los daños ubicados a cada lado de la nervadura central, sitio preferido para su alimentación, puede ser importante. También contribuyen al incremento de estos daños los sitios de enterramiento de posturas (Garzón 1982).

Un individuo puede causar numerosas picaduras y cuando las poblaciones son abundantes se notan decoloramientos más o menos extendidos en los folíolos. Aunque, las picaduras no son las que ocasionan los daños directos, estas heridas permiten la penetración y crecimiento del hongo *Pesta-*

lotiopsis sp. que se desarrolla en las aureolas varios centímetros alrededor de la herida (Mariau 1994).

Enemigos naturales de la chinche de encaje

Entre los enemigos naturales se encuentran hongos y varias especies de depredadores pertenecientes a varios grupos taxonómicos como *Chrysopa* sp., coccinélidos, hormigas, ácaros y arañas (Vargas 1986), los cuales generalmente carecen de adaptaciones especializadas como la capacidad de búsqueda, especificidad o preferencia.

Entre los depredadores se registran ocho especies de chrysopas entre ellas: *Ceraeochysa cubana* (Hagen), *C. scapularis* (Navas), *C. mithi* (Navas), *C. claveri* (Navas), *Nodita* sp. y *Chysoperla externa* (Hagen) (Villanueva 1985). Todas las chrysopas identificadas en la zona de Puerto Wilches son depredadores polífagas durante el estado larval y no son específicas sobre ninguna presa (Vargas 1986).

Las arañas son importantes depredadores de artrópodos en las plantaciones pero han recibido poco uso como enemigos naturales de plagas (Baker y Bustillo 1990) y sólo *Erythmelus* sp. (Myrmaridae), es la única especie registrada que afecta la población de la chinche de encaje parasitando sus huevos. Aunque son pocos los conocimien-

tos que se tienen sobre esta araña ya que se desconoce su ciclo biológico, hábitos y comportamiento, se han realizado evaluaciones sobre el porcentaje de control los cuales se encuentran entre 0.9% (Vargas 1986) y 15% (Zenner de Polanía y Posada 1992).

Los hongos que afectan a la chinche de encaje en Puerto Wilches pertenecen a la subdivisión Deuromycotina, clase Hypomycetes y se caracterizan por no presentar estado asexual por lo cual se consideran como hongos imperfectos. Ordoñez y Genty (1989) evaluaron bajo condiciones de laboratorio y campo, la patogenicidad del hongo *Sporothrix insectorum* (Hoog Evans) sobre la chinche, obteniendo una mortalidad por micosis en el laboratorio hasta del 73.5% en varias concentraciones. En condiciones de campo, la mortalidad por micosis fue de 45,3% hasta 72,9% dependiendo de la concentración utilizada.

En la búsqueda de los factores de mortalidad natural la chinche de encaje se encontró que este insecto tiene numerosos enemigos naturales, dentro de los cuales se destacan las hormigas del género *Crematogaster*, depredadoras de ninfas y adultos de la chinche (Aldana et al. 1995). Evaluaciones realizadas en condiciones de campo mostraron una relación inversa entre la presencia de la hormiga *Crematogaster* y la chinche de encaje (Medina y Tovar 1997).

Hormigas *Crematogaster* spp.

En Colombia, Cenipalma ha venido desarrollando desde 1995 estudios tendientes a conocer aspectos ecológicos de las hormigas del género *Crematogaster*, manejo y distribución de sus colonias que permitan utilizarlas dentro del programa de manejo integrado de *L. gibbicarina* y otras plagas de la palma (Calvache et al. 2000).

Estas hormigas se caracterizan por tener poblaciones muy altas y nidificación arbórea, también se han encontrado algunas especies anidando en el suelo. Los nidos de *Crematogaster* son construidos en cavidades de árboles, maderos secos utilizados para la elaboración de cercas, en ramas y tallos de *Cordia dentata* Vahl (Uvito), *Gua-zuma ulmifolia* Lam (Guasimo) *Piper pos angustifolium* (Ret. P) Vahl (Cordoncillo) y *Cassia reticulata* Leguminosae (Wild Pittier), (Bajagua). Esta última planta considerada como su huésped conocida como, es la más abundante de las observadas, se distribuye a lo largo de los canales de riego, borde de lotes y se usa como cercas vivas, florece entre los meses de noviembre y enero, puede multiplicarse por semilla o estaca. Además de nidificar, se alimentan de sus inflorescencias, en ella cuidan escamas y áfidos. Se recomienda podarla una vez se recoja la semilla, para así favorecer el establecimiento de colonias de *Cre-*

matogaster en su interior (Aldana *et al.* 1995, Montañez 1997, Guzmán *et al.* 1997)

Las plantas arvenses y homópteros están relacionados con el establecimiento de *Crematogaster* sp. en lotes de palma de aceite, ya que en su dieta requieren de fuentes de carbohidratos. Las arvenses presentan nectárcos extraflorales e inflorescencias donde las hormigas se alimentan. Entre las plantas arvenses visitadas por *Crematogaster*, se encuentran: *Cassia tora* (Bicho), *Urena trilobata* Velloso (Pata de perro), *Heliotropium indicum* L. (Rabo de Alacrán), *Hyptis atrorubens* Poit (Yerbabuena), *Luffa cylindrica* L. (estropajo), *Pueraria phaseoloides* (Kudzú), *Hyptis capitata* Jacq. (Cordón de fraile), *Croton trinitatis* (Pata de Tórtola) y el arbusto *C. reticulata* (Bajagua) (Aldana *et al.* 1998 Guzmán *et al.* 1997).

Las bases peciolares de la palma de aceite tienen un proceso lento de descomposición e inicialmente el área de la superficie del corte se seca de manera progresiva, esto facilita a las obreras la construcción de las cámaras destinadas para las crías (larvas y pupas), almacenamiento de alimento, la reina y posturas. La base peciolar donde se encuentra la reina presenta la superficie cubierta por un tejido vegetal grisáceo, elaborado por las hormigas. El período de mayor actividad diurna fue entre las 10:00 a.m. y las 3:00 p.m. (Salamanca *et al.* 1999).

Las colonias de hormigas que nidifican en las bases peciolares de la palma de aceite, suben a las hojas en busca de presas y pasan a través de estas hojas a otras palmas, llegando a desplazarse a distancias hasta de 40 m. Las obreras buscan alimento en su área de influencia o forrajeo, donde capturan una amplia variedad como pupas de *O. cassina*, *B. sophorae* y *S. cecropia*, larvas pequeñas de *S. cecropia* y de *O. kirbyi*, ninfas y adultos de *L. gibbicarina* y otros insectos como las termitas que no causan problemas a la palma de aceite (Aldana *et al.* 1995).

La presencia de las hormigas en las palmas de aceite depende de la cantidad de presas disponibles, cuando el número de presas disminuye, las hormigas buscan otra palma (Salamanca *et al.* 1999). Las colonias de hormigas en los lotes de palma de aceite presentan una distribución agregada hacia los bordes, donde por lo general hay canales de riego, drenajes y caños.

Los primeros estudios mostraron una relación inversa entre la presencia de la hormiga y la chinche de encaje (Aldana *et al.* 1995). Después, los estudios se dirigieron a conocer aspectos ecológicos, manejo y distribución de sus colonias para el control de esta chinche (Aldana *et al.* 1995; Medina y Tovar 1997; Guzmán *et al.* 1997; Montañez *et al.* 1997; Aldana *et al.* 1998; Salamanca *et al.* 1999). La tecnología de distribución de hormigas del géne-

ro *Crematogaster* se adoptó y se viene aplicando en varias plantaciones de palma de aceite del país.

Distribución de hormigas

Acorde con el área de forrajeo de las hormigas y evaluaciones de campo se estableció la siguiente metodología para la distribución de colonias de la hormiga en las palmas (Montañez et al. 1997):

Una vez detectadas las colonias en la palma de aceite, se procede a contar el número de bases peciolares que la conforman. Posteriormente se cortan las bases peciolares, se empaican y transportan las colonias al lugar previamente destinado, economizando de esta forma la mano de obra correspondiente a la búsqueda y marcaje previo de las colonias. La redistribución de las colonias se hace cada cinco líneas cada cinco palmas de aceite (7 colonias/ha). Además se pudo establecer que el retirar la vegetación epífita que crece sobre el estípite para marcar las bases peciolares, altera la actividad normal de las hormigas lo que en muchas oportunidades ocasionó el desplazamiento de la colonia hacia otros lugares.

Si se tiene en cuenta que el mayor número de colonias se encuentra distribuido en los bordes de los lotes y, en especial, cerca de bosques, quebradas y canales de drenaje, la ubicación de colonias se hace en las cuatro palmas de aceite del borde de los lotes, de esta

forma el trabajo es más ágil, al abarcar una mayor área.

La distribución en el interior de los lotes se hace acorde con la presencia o no de hormigas en las palmas de aceite seleccionadas y en las aledañas. Cuando en la palma seleccionada se encuentra una colonia de hormigas, la colonia no se instala y se pasa a la siguiente palma de aceite seleccionada respetando la distribución 5X5. Una vez realizada la redistribución de las colonias en toda el área, y basándose en las lecturas de plagas que al mes se deben realizar monitoreos periódicos para conocer la evolución de la población del insecto depredador y su presa.

La distribución equidistante de colonias de *Crematogaster* spp. en lotes de palma de aceite con problemas de *L. gibbicularina*, han permitido reducir de manera significativa las poblaciones de la chinche como se ha demostrado en los trabajos desarrollados en la finca Las Delicias y Guayabos de la Extractora El Roble, donde no se aplica ningún tipo de insecticida en los últimos años para el control de *L. gibbicularina* (Montañez et al. 1997, Guzmán et al. 1997).

Evaluación de la metodología para la ubicación y redistribución de colonias de *Crematogaster* spp.

La práctica se realizó en un área de 25 ha aproximadamente, material IRHO, siembra 1983 que presentaban altas poblaciones de la chinche, alcanzando

do en algunas áreas más de 800 individuos por hoja.

En el área escogida se hizo una revisión palma a palma con el fin de detectar las colonias de hormigas, dado que éstas se localizan en el estípite de la palma de aceite. Una vez detectada una colonia se registraba en un mapa de lote y se marcaba la palma, para luego hacer la redistribución de las colonias.

Después de dos meses de haber redistribuido las colonias de *Crematogaster* en el área de 25 ha, las poblaciones de *L. gibbicarina* se redujeron a niveles menores a 30 individuos por hoja. Teniendo en cuenta la experiencia adquirida en esta área se hicieron algunos cambios en la metodología sugerida. Según la metodología las colonias se buscarían en todo el lote y según a su ubicación se redistribuirían en una forma equitativa a una distancia de 5X5 (cada cinco líneas cada cinco palmas de aceite); sin embargo, dado que el mayor número de colonias se encuentra distribuido en los bordes de los lotes y, en especial, cerca de bosques, quebradas y canales de drenaje, la ubicación de colonias se hizo en las cuatro palmas de aceite del borde de los lotes, de esta forma el trabajo fue más ágil, al abarcar una mayor área.

La distribución en el interior de los lotes se hizo acorde con la presencia o no de hormigas en las palmas de aceite seleccionadas y en las alledañas.

Cuando en la palma seleccionada se encontraba una colonia de hormigas, la colonia no se instalaba y se pasaba a la siguiente palma de aceite seleccionada respetando la distribución 5x5. Esto debido a que las hormigas tienen una amplia área de forrajeo y que por su agresividad no permiten el establecimiento de otra colonia. De este modo se aprovechó aquellas colonias que de forma natural se encontraban en el interior del lote.

De otro lado, una vez detectadas las colonias en la palma de aceite, se procedió de inmediato a cortar las bases peciolares, empaquetar y transportar las colonias al lugar previamente destinado, economizando de esta forma la mano de obra correspondiente a la búsqueda y marcaje previo de las colonias. Además se pudo establecer que el retirar la vegetación epífita que crece sobre el estípite para marcar las bases peciolares, altera la actividad normal de las hormigas lo que en muchas oportunidades ocasionó el desplazamiento de la colonia hacia otros lugares.

Costos del control biológico respecto a la aplicación tradicional de productos químicos

Acorde con los costos totales de control de la chinche de encaje por hectárea utilizando productos químicos durante los años 1999 y 2000, comparado con los costos de redistribución de colonias de hormigas *Crematogaster* spp. que se inició en 1997 y que sólo

se realizó una sola vez en cada sitios, la diferencia en los costos acumulados es de US\$61.4 por hectárea. (Tabla 3).

Al hacer un análisis económico de la redistribución de colonias de *Crematogaster* en la plantación y los costos de la aplicación en caso de utilizar el control químico en un área similar, permiten establecer grandes diferencias que fortalecen la utilización de nuevas prácticas para el manejo de insectos plaga del cultivo de palma de aceite (Tabla 4).

Coleoptera (cucarrones)

Este grupo de insectos es uno de los más diversos, éstos están presentes en todos

los ambientes terrestres y acuáticos. En este orden se encuentra gran número de familias depredadoras como:

Carabidae

Esta familia posiblemente sea el segundo grupo más grande de cucarrones importantes en control biológico. Estos insectos están más asociados al suelo, La mayoría son nocturnos, durante el día se pueden encontrar sobre las plantas, troncos y piedras. Durante el forrajeo, algunos se encuentran en plantas alimentándose de afidos y larvas de Lepidoptera. Las larvas también son depredadoras, pero la mayoría durante el estado de larva permanecen en sitios protegidos (Mahr

Tabla 3

Costos de las prácticas de control de *Leptopharsa gibbicarina* por hectárea para los años 1999 y 2000 en la plantación Oleaginosas Las Brisas.

RUBRO	PRÁCTICA		
	MONOCROTÓFOS	<i>Crematogaster sp.</i>	
	1999	2000	
PRODUCTO	2.5 (lt.) / ha.	2.5 (lt.) / ha.	8 colonias / ha.
COSTO PRODUCTO US\$	21.9	31.2	
MANO DE OBRA US\$	2.8	10.2	4.66
TOTAL	24.7	41.4	4.66

Tabla 4

Relación costo beneficio de la redistribución de colonias de *Crematogaster* spp. en 770 ha. Oleaginosas las Brisas

Año	Aplicación monocrotófos	Redistribución <i>Crematogaster sp.</i>
1990	\$(US) 19.087	
2000	\$(US) 31.926	
Total	\$(US) 51.010	\$(US) 3.572,8

1997). Casi todas las especies, tanto larvas y adultos son depredadores de huevos larvas y pupas, principalmente de lepidópteros.

Staphylinidae

En su mayoría son pequeños y de color negro. Muchas especies son nocturnas. El hábitat preferido de las especies depredadoras son la copa de plantas, hojarasca y materia orgánica en descomposición. Algunas especies son depredadoras en estado de larva y adulto. Algunos han mostrado ser importantes enemigos naturales de huevos y larvas de moscas de importancia médica y veterinaria (Marh 1997b).

Histeridae

Estos insectos son de color negro, de forma ovalada y aplanados, por lo general miden menos de 3 cm. Muchas especies tienen mandíbulas proyectadas hacia afuera. Algunas especies usan la feromona sexual de la presa para ubicar hábitats infestados por la presa. Tanto larvas como adultos son depredadores. Especies encontradas en estiércol son depredadoras de huevos y larvas de mosca nocivas de importancia médica y veterinaria (Mahr 1997b).

En las axilas de las bases peciolares de la palma de aceite se han encontrado individuos pertenecientes a esta familia depredando larvas de *Cyparissius daedalus*.

Scarabaeidae

En condiciones naturales *Phileurus* sp. es un depredador eficiente de larvas, pupas y adultos de *Strategus aloeus*. Este depredador en estado adulto es de color negro, mide unos 28mm, tiene dos cuernos en la cabeza. Se encuentra en los mismos sitios donde se reproduce *S. aloeus*.

Vertebrados

Se han registrado varias especies de ranas pequeñas del género *Hyla* y especies de reptiles (lagartijas) alimentándose de insectos en el follaje. Algunas especies de aves y monos pueden consumir grandes cantidades de larvas durante la explosión de la población de defoliadores como *O. Cassina* y *S. cecropia*. (Mexzón y Chinchilla 1992).

BIBLIOGRAFÍA

- ALDANA, J.; CALVACHE, H.; MÉNDEZ, A. 1995. Distribución de hormigas y su efecto sobre *L. gibbicarina* en una plantación de palma de aceite. Palmas (Colombia) v. 16. no. 3, p 19-23.
- ALDANA, R.; ALDANA, J; CALVACHE, H; ARIAS, D. 1998. Papel de la hormiga *Crematogaster* spp. en el control natural de *Leptopharsa gibbicarina* en una plantación de palma de aceite en la zona central. Palmas (Colombia) v. 19, no. 4, p. 25-34.

- BANEGAS, J.; CAVE, R. 1995. Biología y diversidad de depredadores. *En: Manual para la enseñanza del control biológico en América Latina*. 1 Edición. Ronald. D. Cave Ed. p. 39-49.
- CAVE, R. 1995. Características deseables de un buen enemigo natural para el control de plagas. *En: Manual para la enseñanza del control biológico en América Latina*. 1 Edición. Ronald. D. Cave Ed. p. 23-25.
- CALVACHIE, H.; FRANCO, P.N.; ALDANA, J. A.; ALDANA, R. C. 2000. Plagas de la palma de aceite en Colombia. Cenipalma. 90 p.
- DÍAZ, F.; HANSON P. 1995. Biología y diversidad de parasitoides. *En: Manual para la enseñanza del control biológico en América Latina*. 1 Edición. Ronald. D. Cave Ed. p. 27-36.
- GENTY P., R.; DESMIER DE CHENON, J. P.; MORIN. 1978. Las plagas de la palma aceitera en América Latina. *OLEAGINEUX*. v. 33, no. 7, p. 324-420.
- GUZMÁN, L.; CALVACHE, H; ALDANA, J.; MÉNDEZ, A. 1997: Manejo de *Leptopharsa gibbicarina* Froeschner (Hemiptera: Tingidae) con la hormiga *Crematogaster* sp. en una plantación de palma de aceite. *Palmas (Colombia)* v 18, no. 4, p. 19-26.
- MAHR, D. 1997. The Mayor Groups of Natural Enemies. Predators, PART I. *En: Midwes Biological Control News*. www. Entomology. Wisc.edu/mbcn/fea408.html. University of Winconsin. v. 4, no. 8, 3 p.
- 1997b. The Mayor Groups of Natural Enemies. Predators, PART I. *En: Midwes Biological Control News*. www. Entomology. Wisc. Edu/mbcn/fea408.html. University of Winconsin. v. 4, no. 11, 3 p.
- 1998. The Mayor Groups of Natural Enemies. Predators, PART I. *En: Midwes Biological Control News*. www. Entomology. Wisc.edu/mbcn/fea408.html. University of Winconsin v. 5, no. 4, 3 p.
- MEDINA, G.; TOVAR, J.P. 1997. Reconocimiento y evaluación de los enemigos naturales de *Leptopharsa gibbicarina* Froeschner (Hemiptera: Tingidae) insecto plaga de palma de aceite en Aracataca (Magdalena). Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia (Tesis de grado Ingeniero Agrónomo) Bogotá. 91 p.
- MEXZÓN R.; C. M. CHINCHILLA. 1996. Natural enemies of Harmful Arthropods in Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Tropical America. *ASD Oil Palm Papers*. no. 13, p. 9-33.

- MONTAÑEZ, M.L.; CALVACHE, H.; LUQUE, J.E.; MÉNDEZ, A. 1997. Control biológico de *Leptopharsa gibbicarina* Froeschner (Hemiptera: Tingidae) con la hormiga *Crematogaster* sp. (Hymenoptera: Formicidae) en palma de aceite. Palmas (Colombia) v. 18, no. 1, p. 23-30.
- ROJAS, J. C.; CHINCHILLA, H.; AGUILAR. 1993. Seasonal and spatial distribution of *Retracrus elaeis* (Acari: Phytoptidae) and other acarids associated with the oil palm in Costa Rica. J. Plantation Crops (India)
- REYES, A. 1988. Añublo foliar de la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Colombia. Importancia económica, etiología y control. Palmas (Colombia) Año 9, no. 3, 33 p.
- SALAMANCA, J.C. 1998. Aspectos ecológicos de la hormiga *Crematogaster* spp. (Hymenoptera: Formicidae - Myrmicinae) en la predación de la chinche *Leptopharsa gibbicarina* Froeschner (Hemiptera: Tingidae) en una plantación de palma de aceite, *Elaeis guineensis* Jacq. en Ciénaga (Magdalena). Facultad de Ciencias Agropecuarias, sede Palmira (Valle) (Tesis de grado Ingeniero Agrónomo) 87 p.
- VARGAS, S.C. 1986. Chrysopas verdes (Neuróptera: Chrysopidae) bajo la influencia del cultivo de la palma de aceite en la zona de Puerto Wilches. Especies y crías masivas. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia (Tesis de grado Ingeniero Agrónomo) Bogotá.
- VILLANUEVA, G.A. 1985. Cría de *Chrysopa* spp. en laboratorio para el control de la chinche de encaje *Leptopharsa gibbicarina* Froeschner. Palmas (Colombia) v. 6, no. 3, 25 p.
- ZENNER DE POLANÍA, Y.; FOSADA, J. 1992. Manejo de insectos plaga y benéficos de la palma africana. ICA manual de asistencia técnica. no. 54.

PROGRAMA COMERCIAL DE MANEJO
DE *Leptopharsa gibbicularina* FROESCHNER (HEMIPTERA:
TINGIDAE) CON LA HORMIGA *Crematogaster* spp.
EN UNA PLANTACIÓN DE PALMA DE ACEITE

Jorge Alberto Aldana de la Torre*

RESUMEN

El uso de colonias de *Crematogaster* spp. para el control de *L. gibbicularina* en palma de aceite, incluyendo la siembra y conservación de plantas nectaríferas de las cuales se alimenta la hormiga y de aquéllas en las cuales nidifica, es una tecnología que comienza a aplicarse en las plantaciones de las Zonas Norte y Centro del país. Por tratarse de una nueva tecnología, se ha considerado conveniente hacer un seguimiento para conocer su eficacia a escala comercial, eficiencias y costos en su desarrollo. Para ello se está evaluando la metodología empleada, la distribución del arbusto *Cassia reticulata* y *Urena trilobata* conservación de plantas arvenses nectaríferas y evaluación poblacional de *L. gibbicularina* y de la hormiga *Crematogaster* spp. En lotes donde se hizo la redistribución de la hormiga, eventualmente se acompañó a la cuadrilla de trabajadores para verificar la calidad de la acción. La búsqueda de colonias para su distribución se hizo únicamente en los bordes de los lotes de palma de aceite, máximo hasta la cuarta palma. La bajagua, *C. reticulata* se sembró en grupos de tres plantas cada dos palmas en los bordes de las calles. Las plantas que crecen dentro del lote se conservan limpiando calles de por medio. En abril de 1998 se inició la redistribu-

* Biólogo. Cenipalma. Barrancabermeja.

ción de colonias de *Crematogaster* en las 680.2 ha, donde la población de *L. gibbicarina* era de 60 chinches por hoja. Al cabo del primer año, ésta se redujo a 20 individuos por hoja en promedio, con lo cual se eliminó cualquier intervención de control químico.

INTRODUCCIÓN

La Pestalotiopsis es una enfermedad de la palma de aceite causada por un complejo de hongos facultativos débiles que se caracteriza por causar una necrosis foliar. Esta enfermedad afecta las hojas cuando se presenta daño mecánico causado por insectos de hábito alimentario masticador y chupador. Las especies de hongos más destacadas por su virulencia son *Pestalotiopsis palmarum* y *P. glandicola*. Otros hongos encontrados son: *P. versicolor*, *P. Thea*, *P. Neglecta*, *P. Gracilia*, *Collectotrichum* sp., *Curvularia* sp., *Helminthosporium* sp., *Gloesporium* sp., *Macrophoma* sp., *Mycosphaerella* sp., *Phylosticta* sp. y *Oxidotheris* sp. (Alexopoulos 1979; Restrepo y Ortíz 1982; Sánchez 1982; Genty et al. 1984; Vargas 1986; Reyes 1988; Guevara-Vergara 1992).

Entre los insectos que inducen esta enfermedad se encuentran asociados coleópteros raspadores como *Delocrania gossyphoides* Guerin (Chrysomelidae) y lepidópteros masticadores como *Brassolis sophorae* L., *Opsi-*

phanes cassina Felder (Brassolidae), *Sibine fusca* Stoll (Limacodidae), *Mesocia pusilla* Stoll (Melagopyidae), *Saliana serverus* Malbille (Hesperidae), *Anteotricha* sp. (Stenomidae) y *Oiketice Kirby* (Psychidae) (Zenner de Polanía y Posada, 1992), destacándose la chinche de encaje *Leptopharsa gibbicarina*, que durante todo el año presenta altas poblaciones, siendo considerada la plaga de más importancia en esta asociación (Vargas 1986). Una forma de controlar la Pestalotiopsis en palma de aceite consiste en reducir las poblaciones de la chinche de encaje por medio de sus enemigos naturales.

La chinche de encaje tiene numerosos enemigos naturales, encontrándose hongos y especies de depredadores pertenecientes a varios grupos taxonómicos como insectos, ácaros y arañas (Vargas 1986).

Las hormigas del género *Crematogaster* se han observado depredando ninfas y adultos de la chinche. Estas hormigas se caracterizan por ser depredadoras, tener poblaciones muy altas y nidificación arbórea, también anidan en las paleras y en el interior de plantas como la bajagua (*C. reticulata* Leguminosae (Wild) Pittier). Esta planta puede considerarse como su huésped principal, puesto que en él las hormigas, además cuidan escamas, áfidos y se alimentan de sus inflorescencias y de *U. trilobata* (Malvaceae) que presen-

ta nectáreos extraflorales en las hojas, donde llegan las hormigas para libar de ellos los azúcares fundamentales en su dieta (Aldana et al. 1998)

Las hormigas tienen atributos que las constituyen en excelentes agentes de control biológico, debido a su organización social, abundancia, estabilidad de sus poblaciones y el comportamiento de algunas especies depredadoras, que les permiten reaccionar con rapidez al producirse un incremento en la densidad de población de la presa (Way y Khoo 1992). Las hormigas han sido utilizadas para reducir poblaciones de insectos plaga en varios cultivos en el mundo (McCook 1982; Forskal 1775; Botta 1841). En los últimos años se han incrementado los estudios sobre la depredación por hormigas sobre plagas de diferentes cultivos (Room, 1971; Castañeiras y Castellanos, 1983; Way et al. 1989; Jaffe et al. 1990).

Las hormigas *Oecophylla* sp. en África, Asia y Australia controlan plagas en cultivos de cacao, coco, café, cítricos y palma de aceite (Majer 1990). En Europa es reconocido el control de lepidópteros por *Formica rufa*. En el nuevo mundo se destaca *Azteca chartifex*, *Solenopsis* sp. y *Wasmannia auropunctata* en la protección de cultivos de maíz y cucurbitáceas (Risch y Carroll 1982), no obstante, estas tres especies pueden también ocasionar problemas,

ya que cuidan homópteros y desplazan otras especies de hormigas nativas (Fowler et al. 1990).

Las investigaciones dirigidas al estudio de la hormiga *Crematogaster* spp. se han desarrollado principalmente en las plantaciones de palma de aceite de la Zona Norte, donde se encontró por primera vez una relación inversa entre la presencia de la hormiga y la chinche de encaje. Posteriormente los estudios se dirigieron a conocer aspectos ecológicos, manejo y distribución de sus colonias para el control de este hemiptero (Aldana et al. 1995, Gusman et al. 1997; Montañez et al. 1997; Aldana et al. 1998).

La tecnología de distribución de hormigas se desarrolló y se viene aplicando en varias plantaciones de palma de aceite del país.

Este estudio tiene como objetivo principal evaluar la transferencia de tecnología haciendo un seguimiento de la metodología utilizada para la ubicación y redistribución de colonias de *Crematogaster* en lotes que presentan altas poblaciones de *L. gibbicarina*, evaluar la población de la chinche en los lotes intervenidos, establecer la siembra de *C. reticulata* y determinar los costo de esta alternativa de control con respecto a la aplicación tradicional de productos químicos.

METODOLOGÍA

El trabajo se realizó en la plantación de palma de aceite Oleaginosas Las Brisas, ubicada en el municipio de Puerto Wilches, Santander, a 70 21' de latitud norte y 73° 54' de longitud oeste, una altura de 65 m.s.n.m. y una temperatura de 36 °C.

Las actividades se iniciaron en cuatro lotes material IRHO siembra 1983 que presentaban altas poblaciones de la chinche, alcanzando en algunas áreas más de 800 individuos por hoja, después de dos meses de haber redistribuido las colonias de *Crematogaster* las poblaciones se redujeron a niveles menores a 30 individuos por hoja, durante esta práctica estuvo vinculado el personal seleccionado por la plantación, con quienes se realizaron prácticas tendientes a establecer la metodología para la búsqueda, el transporte, la instalación de las colonias, la interacción entre la hormiga y las plantas que presentan nectáreos extraflorales como *U. trilobata*, *Croton trinitatis* y *C. reticulata* entre otras.

Apoyados en las lecturas mensuales del número de chinches presentes en las hojas del tercio medio de la palma de aceite, y la nueva tecnología adquirida, se seleccionó un área de 770 hectáreas que periódicamente debía ser tratada con insecticidas para reducir los niveles de la plaga. En ella se inició un programa de redistribución de

colonias de *Crematogaster* spp. las cuales eran localizadas en el estípite de la palma, las bases peciolares donde nidificaban se retiraron con la ayuda de un palín en horas de la mañana y eran transportadas en sacos de fibra a los lugares previamente seleccionados, cada cinco palmas cada cinco líneas, aproximadamente se distribuyeron siete colonias por hectárea y se evaluó al mes la población de la chinche en el tercio medio de la palma de aceite.

Se inició un vivero de *C. reticulata* a partir de semillas, las plántulas se sembraron en el borde de lotes renovados, drenajes y en lugares donde no afectarían ninguna de las actividades rutinarias de la plantación, con el fin, de brindarle a las colonias de *Crematogaster* las condiciones adecuadas para construir sus nidos, teniendo en cuenta que las hormigas los construyen en los racimos, los cuales se pierden con la cosecha, y sólo después de la primera poda, las palmas de aceite presentarían las condiciones adecuadas para que las hormigas nidifiquen en sus bases peciolares.

RESULTADOS

Evaluación de la metodología utilizada para la redistribución de colonias

En la ubicación de colonias de *Crematogaster*, estas se buscaron en todo el lote

y acorde con su ubicación eran redistribuidas en una forma equitativa a una distancia de 5X5 (cada cinco líneas cada cinco palmas de aceite). Teniendo en cuenta que el mayor número de colonias se encuentra distribuido en los bordes de los lotes, y en especial cerca de bosques, quebradas y canales de drenaje se transportaron aquellas que se encontraban en las primeras cuatro palmas del borde, de esta forma el trabajo se hacía mucho más ágil al abarcar una mayor área.

La distribución en el interior se hizo teniendo en cuenta la presencia o no de hormigas en las palmas de aceite seleccionadas y en las aledañas. Si allí se encontraban hormigas, simplemente no se instalaban y se pasaba a la siguiente palma seleccionada respetando la distribución 5x5, dado que el área de forrajeo de la hormiga y su agresividad no permiten el establecimiento de otra colonia; aprovechando de esta manera aquellas que de forma natural se encontraron en el interior del lote.

Por lo general, una vez detectadas las colonias en la palma de aceite, se marcan las bases peciolares colonizadas y al día siguiente entre las 6 y las 8 a.m. período en que la mayoría de las hormigas forrajeras se encuentran en el interior del nido, las bases peciolares son cortadas y empacadas en sacos, asumiendo que en cada palma de aceite se encuentra una sola colonia que puede estar distribuida en un número

indeterminado de bases peciolares; éstas, de inmediato son transportadas e instaladas en el nuevo sitio. En horas de la tarde, de nuevo, se marcan las del día siguiente.

En este caso se presentó una modificación, una vez las colonias eran detectadas, se procedió de inmediato a cortar, empacar y transportarlas al lugar previamente destinado, economizando de esta forma la mano de obra correspondiente a la búsqueda y marcaje previo de las colonias. Además se pudo establecer que el retirar la vegetación epífita que crece sobre el estípite para marcar las bases peciolares, altera la actividad normal de las hormigas lo que en muchas oportunidades ocasionó el desplazamiento de la colonia hacia otros lugares.

Evaluación de la población de la chinche en los lotes intervenidos

Un vez hecha la redistribución de las colonias en toda el área, y basándose en las lecturas de plagas que al mes realiza la plantación se pudo observar la reducción en las poblaciones de la chinche, uno de los sectores es San Isidro con 90,4 ha material IRHO, la introducción de colonias se desarrolló en febrero de 1988 en ese momento la población de la chinche era de 20 por hoja, alcanzó su máxima población en mayo del mismo año con un promedio de 65, la población a partir de ese mes

se redujo manteniendo valores entre 10 y 20 chinches por hoja hasta la última lectura registrada en julio del 2000 (Fig. 1)

Este comportamiento se convirtió en una constante en el área de estudio como se puede apreciar en el sector de Athualpa con 245 ha. La redistribución de colonias en esta área se realizó en mayo de 1998 donde presentaba una población de 60 chinches por hoja, la población a partir de ese momento se redujo manteniendo hasta el momento valores inferiores a 20 (Fig. 2).

Estos resultados son de especial importancia si se tiene en cuenta que en condiciones naturales la población presenta un crecimiento exponencial que sólo se ve reducido en épocas de lluvia,

cuando juega un papel importante la acción de hongos entomopatógeno que se ven favorecidos en especial por una humedad relativa alta que, sin embargo, no logra diezmar de manera significativa las poblaciones de la chinche.

Siembra de *C. reticulata* (bajagua)

Las plántulas de *C. reticulata* se sembraron en el borde de los lotes, en una campaña que pretende establecer especies arvenses en toda la plantación, iniciando por las áreas renovadas donde se ha podido observar que las hormigas construyen sus nidos en los racimos por falta de bases peciolares. Estos arbustos que crecen en áreas soleadas, le brindan a las hormigas nectáreos extraflorales y la facilidad

Figura 1

Promedio del número de *L. gibbicarina* después de la redistribución de colonias de *Crematogaster* sp. sector San Isidro. Oleaginosas Las Brisas.

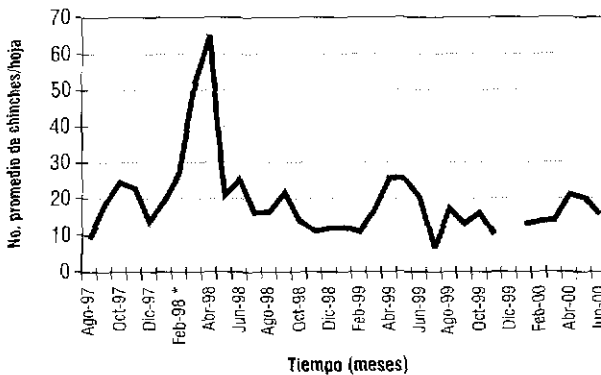
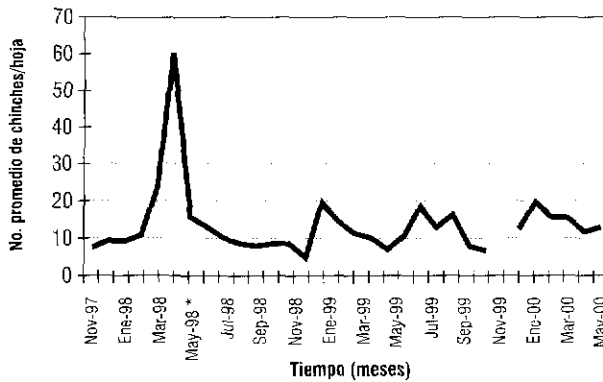


Figura 2

Promedio del número de *L. gibbicarina* después de la redistribución de colonias de *Crematogaster* sp. Sector Athualpa, Oleaginosas Las Brisas.



para construir sus nidos en el interior de sus ramas huecas, por ser esta una planta que requiere buena humedad se ha presentado la muerte de muchas de ellas, esta situación se ha repetido en todas las plantaciones de la zona donde se ha incorporado este programa; sin embargo, teniendo en cuenta la función que debe cumplir la bajagua se ha hecho la evaluación de las plantas sembradas en algunos lotes, con el fin de establecer el porcentaje de mortalidad y en especial determinar la presencia

de colonias de *Crematogaster*. En 32 lotes evaluados donde se sembraron en sus bordes 1.969 plantas, se encontraron 372 plantas muertas, de las cuales 99 presentaban colonia, de las 1.597 plantas vivas se encontraron con colonia 1.512 el y sólo 85 no presentaban colonia (Tabla 1). Estos resultados nos indican que la bajagua está cumpliendo la función de brindarle un sitio de nidificación a las colonias de *Crematogaster* en el borde de los lotes aun después de haber muerto.

Tabla 1

Evaluación de la presencia de colonias de *Crematogaster* sp. en las plantas de bajagua *C. reticulata* () sembradas en el borde de los lotes de la plantación Oleaginosas Las Brisas.

Lotes evaluados	Area (has)	Plantas sembradas	Plantas muertas	Plantas muertas con hormigas	Plantas vivas con hormigas	Plantas vivas sin hormigas
32	680.4	1969	372	99	1512	85

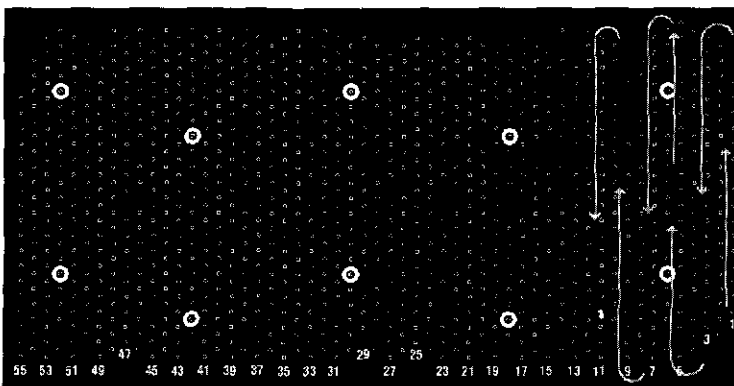
Cenipalma continuó con el seguimiento del presente trabajo, tres años después de la redistribución de las colonias de *Crematogaster sp.* Algunos sitios fijos de evaluación de plagas mostraron un incremento en las poblaciones de *L. gibbicarina* que sugerían un cambio en el comportamiento de las hormigas, para establecer la situación real en el interior de los lotes, utilizando el sistema de evaluación de detección censo, el cual consiste en recorrer todo el lote ubicando las palmas de aceite que presentan poblaciones altas. Esta evaluación se inicia entrando entre las líneas uno y dos observando las palmas de ambos lados y regresando por las líneas tres y cuatro, (Mapa 1) con la ayuda de un

mapa se marcan las palmas de aceite que presenten números altos de chinches y la presencia o ausencia de *Crematogaster*. De esta forma se establecieron los focos de los cuales la mayoría eran desconocidos por encontrarse en áreas que no presentan puntos fijos de evaluación (Mapa 2).

Con el fin de resolver esta dificultad se inició un trabajo que permitiera regular las poblaciones de la chinche en estas áreas, con la ayuda de los mapas se distribuyeron las colonias que se encontraban presentes en el borde de los lotes (Mapa 3) y se hizo un seguimiento en estos sectores de los cambios que presentarían las poblaciones de la chinche (Fig. 4).

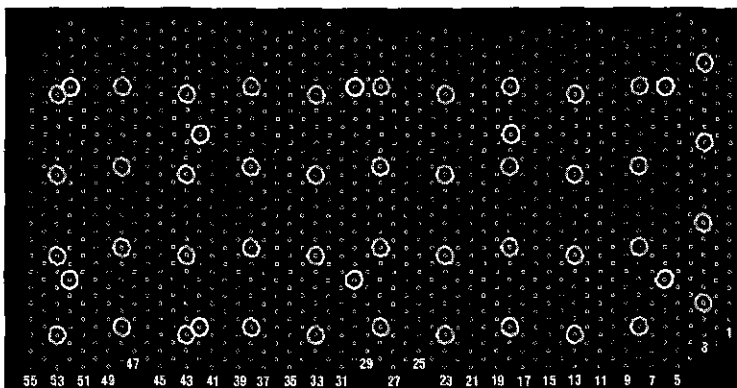
Mapa 1

Sistema de evaluación de detección censo para ubicar focos de *L. gibbicarina* y las colonias de *Crematogaster* en el interior de un lote de palma de aceite



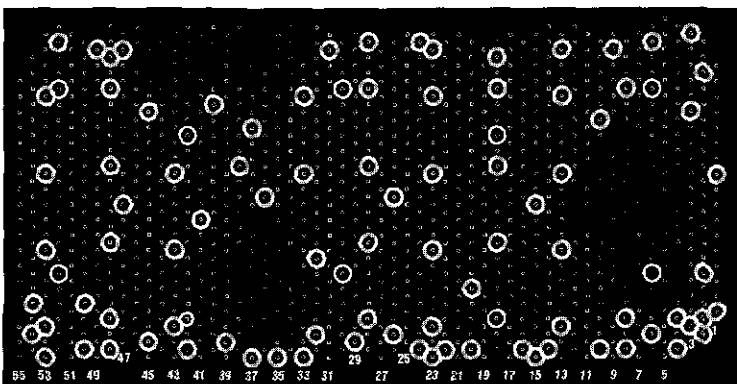
Mapa 2

Focos de *L. gibbicularina* y el desplazamiento de las colonias de *Crematogaster*



Mapa 3

Redistribución de colonias de *Crematogaster* en las áreas que presentan poblaciones altas de *L. gibbicularina*



Costo por hectarea de la practica de control de *L. gibbicarina*

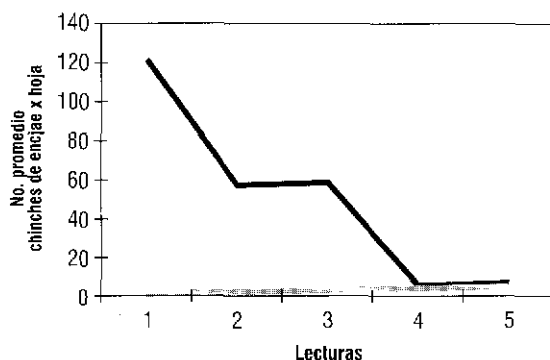
Rubro	Práctica			
	Monocrotofos			Crematogaster
	1999	2000	2001	
Producto	2.5 lt/ha	2.5 lt/ha	2.5 lt/ha	8 colonias/ha
Costo producto \$US	13.8	15	15.2	4.66
Mano de obra	7.9	10.2	9.86	5.83
Total	21.7	25.2	25	10.49

Relación costo-beneficio de la redistribución de colonias de *Crematogaster*

Año	Aplicación Monocrotofos \$US	Redistribución Crematogaster \$US
1999	16.730	---
2000	19.429	3.592
2001	19.275	4.518
Total	55.432	8.110

Figura 4

Comportamiento de la población de la chinche en el Sector 5, Lote Nogal 7, Siembra 83



Sector N° 5	58 Palmas en el sector
4 Colonias instaladas en el sector.	4 Palmas censadas
1 = 30-Sep-00, 2 = 30-Oct-00, 3 = 30-Nov-00, 4 = 5-Ene-01, 5 = 30-Ene-01	

Después de haber liberado colonias de hormigas en este sector, éstas empezaron a cubrir el follaje y 30 días después la población de chinche disminuyó de manera satisfactoria hasta en un 52.6%, y 120 días después dicha población disminuyó en un 94.2%, quedando ratificado de esta manera que la hormiga *Crematogaster Sp.* con una buena redistribución dentro de los lotes controla con gran efectividad los problemas de la *L. gibbicarina*.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Al realizar los censos en los diferentes sectores en que se dividió cada uno de los lotes, se encontró que existen fo-

cos de *L. gibbicarina* los cuales no son detectados por los censos mediante el método tradicional utilizado por la plantación, el cual consiste en evaluar el lote tomando una lectura cada 15 líneas de cada 10 palmas de aceite, ocultándose en cierta forma la población real de la chinche dentro del lote.

Al realizar una evaluación sobre la planta arvense (*bajagua*) *C. Reticulada*, de ratificó que ésta es de vital importancia para mantener las colonias de hormigas dentro del lote, ya que éstaas a parte de alimentarse de sus nectarios, al encontrar partes o ramas secas procede a colonizarlas.

Luego de la liberación de las hormigas en los diferentes sectores de cada lote

se observó que las colonias ubicadas en los bordes de éstos, son las óptimas para el traslado, ya que éstas presentan mayor cantidad y calidad de individuos, con respecto a las que se encuentran al interior de cada lote. Todo esto debido a que en estos bordes se encuentran las mayores concentraciones de plantas arvenses, las cuales proveen a través de sus nectarios los alimentos necesarios para la subsistencia y aumento de las poblaciones de la hormiga.

Los resultados obtenidos durante el desarrollo del ensayo demuestran la importancia de la utilización y conservación de la hormiga *Crematogaster Sp.* debido a su alto protagonismo como depredador de *L. gibbicarina*. Al liberar la hormiga en sectores despoblados se observó una reducción de las poblaciones de la chinche.

Se recomienda seguir con las evaluaciones de las colonias de hormigas en los diferentes lotes de la plantación, y determinar los sectores despoblados con el fin de ubicar focos de *L. gibbicarina* y realizar una redistribución de colonias como estrategia de control biológico.

Por otra parte sería de gran importancia para el mantenimiento y la proliferación de la hormiga y de otros depredadores y parasitoides, utilizar los espacios de las palmas de aceite faltantes dentro del lote como fuente de cultivo de plantas arvenses.

Todo organismo vivo que sea utilizado en programas de manejo integrado de plagas debe ser evaluado de manera permanente, con el fin de establecer posibles cambios ocasionados por variaciones medio ambientales o manipulaciones del hombre al entorno en que se encuentra el organismo en estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- ALDANA, J.; CALVACHE, H; MÉNDEZ, A. 1995. Distribución de hormigas y su efecto sobre *L. gibbicarina* en una plantación de palma de aceite. Palmas (Colombia) v. 16, no. 3, p 19-23.
- ALDANA, J; ALDANA, R.; CALVACHE, H. 1998. Aspectos biológicos de la hormiga *Crematogaster* spp. (Hymenoptera: Formicidae) depredadora de *Leptopharsa gibbicarina* (Hemiptera: Tingidae) (En prensa)
- ALDANA, R.; ALDANA, J; CALVACHE, H; ARIAS, D. 1998. Papel de la hormiga *Crematogaster* spp. en el control natural de *Leptopharsa gibbicarina* en una plantación de palma de aceite en la zona central (En prensa)
- ALEXOPOULUS, J.C. 1979. Introductory mycology. 2^{da} ed. Jhon Wiley. Sons, Inc. New York. 107 p.
- ALTIERI, M. 1992. Biodiversidad agroecológica y manejo de plagas. 1^a ed. Editorial Cetal, Chile. 162 p.

- BAKER, P.; BUSTILLO, A. 1990. Manual de capacitación biológica. Seminario – taller por CIBC. Traducido por Cenicalfé.
- BRAVO, C.; OJEDA, P. 1994. Biología y control de *Pleseobyrsa bicincta* Monte (Hem. Tingidae). Plaga importante de la palma aceitera en el Perú. *Oelagineux*. v. 49, no. 4, 145 p.
- CALVACHE, H. 1991. Algunas consideraciones sobre manejo integrado de plagas en palma de aceite. *Palmas (Colombia)* v. 12 no. 1, p-29-37.
- — 1993. Control microbiano en el manejo de plagas de la palma de aceite en Colombia. *Palmas (Colombia)* v. 14, no. 2, 13 p.
- — 1995. Manejo integrado de plagas de la palma de aceite. *Palmas (Colombia)* v 16 (Número Especial) p. 255-264.
- CASTAÑEIRAS, A. y J. A. CASTELLANOS. 1983. Reporte de *Pheidole megacephala* (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) como depredador de *Diatraea saccharalis* en Cuba. *Ciencia Tecnológica Agrícola. Protección de plantas*. v. 6, no. 3, p. 7-9.
- DEBACH, P. 1987. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Traducción de C.M. Castaños. Editorial Continental. México. 950 p.
- FOWLER, H.G., J.V. BERBARDI, J. C. DELABIE, L.C. FORTI y V. PEREIRA DA SILVA. 1990. Major ant problems of south America. In: R.K. Vander Meer; K. Jaffe; A. Cedeño. Eds. *Applied myrmecology: A World perspective*. Westview press, Boulder. Colorado.
- GARCÍA, R.R. 1976. Nueva plaga de la palma africana (*Elaeis guineensis* L.) en Colombia. Un hemíptero *Tingidae gargaphia* sp., y asociación de *Pestalotiopsis* y otros hongos y otros hongos foliares. Facultad de Agronomía. Universidad del Tolima. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo. Ibagué (Colombia)
- GARZÓN, M.A. 1982. Morfología y hábitos del diseminador principal de *Pestalozzia*, el chinche de encaje (*Leptopharsa gibbicarina* F.). En: Foro sobre *Pestalotiopsis* en palma africana. Fedepalma.
- GENTY, PH. 1984. Estudios entomológicos con relación a la palma africana en América Latina. *Palmas (Colombia)* v. 5, p. 22-29.
- GILBERT, L. 1980. Food web organization and the conservation of netropical diversity. En: Chapter 11. In: M.J. Soule; B.A. Wilcox (Eds). *Conservation biology and Evolutionary-Ecological Perspective*. Sinaver Assoc. inc. p. 11-32
- GUZMÁN, L.; CALVACHE, H; ALDANA, J.; MÉNDEZ, A. 1997. Manejo de *Leptopharsa gibbicarina* Froeschner (Hemiptera: Tingidae) con la hormiga *Crematogaster* sp. en una plantación de palma de aceite. *Palmas (Colombia)* v 18, no. 4, p. 19-26.

- JAFFE, K., H. MAULEON, A. KERMARREC. 1990. Qualitative evaluation of ants as biological control agents with special reference to predators on *Diaprepes* spp. (Coleoptera: Curculionidae) on citrus groves in Martinique and Guadeloupe. *Recontres caraibes en lutte biologique*, Guadeloupe, p. 405-416.
- JIMÉNEZ, G.J. 1992. El control microbiológico dentro del manejo de insectos plaga. *Cenipalma. Control microbiano de insectos*. Bogotá
- JIMÉNEZ, O.D.; REYES, A. 1977. Estudio de una necrosis foliar que afecta varias plantaciones de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Colombia. En: *Revista Fitopatología Colombiana*. v. 6, no. 1, p. 15-32.
- LESTON, D. 1973. The ant mosaic - tropical tree crops and the limiting of pest and diseases. *PANS (Inglaterra)* v. 19, p. 311-341.
- MAJER, J.D. 1994. Comparision of the arboreal ant mosaic in Ghana, Brazil, Papua New Guinea and Australia - Its structure and influence on arthropod diversity. In: La Salle and Gauld (Eds.). *Hymenoptera and biodiversity*. CAB International, Wallingford, UK. p. 115-141.
- MARIAU, D. 1994. Método de control del complejo chinches de encaje *Pestalotiopsis* sobre palma aceitera en América Latina. *Oleagineux*. Francia. v. 49, no. 4, 164 p.
- MEDINA, G.; TOVAR, J.P. 1997. Reconocimiento y evaluación de los enemigos naturales de *Leptopharsa gibbicularina* Froeschner (Hemiptera: Tingidae) insecto plaga de palma de aceite en Aracataca (Magdalena). Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. (Tesis de grado Ingeniero Agrónomo) Bogotá. 91 p.
- MONTAÑEZ, M.L.; CALVACHE, H.; LUQUE, J.E.; MÉNDEZ, A. 1997. Control biológico de *Leptopharsa gibbicularina* Froeschner (Hemiptera: Tingidae) con la hormiga *Crematogaster* sp. (Hymenoptera: Formicidae) en palma de aceite. *Palmas (Colombia)* v 18, no. 1, p. 23-30.
- ORDÓÑEZ, A.I.; GENTY, PH. 1989. Evaluación del hongo *Sporothrix insectorum* (Hoog, Evans). En la chinche de encaje *Leptopharsa gibbicularina* (Froescher). En palma africana de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) *Revista Colombiana de Entomología*. v. 15, no. 2, 10 p.
- PETAL, J. 1978. The role of ants in ecosystem. Pp. 293-325. En: *Production Ecology of Ants and Termites*. M. V. Brian editor. Cambridge University Press, London.
- RESTREPO, E; ORTIZ, R. 1982. Algunas experiencias con *Pestalozzia* en palma africana en el valle medio del río Magdalena. *Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A*, Bogotá. 17 p.
- REYES, A. 1988. Añublo foliar de la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) en

- Colombia. Importancia económica, etiología y control. Palmas (Colombia) año 9, no. 3, 33 p.
- RISCH, S. J.; R. CARROL. 1982. Effect of keystone predaceous ant, *Solenopsis geminata*, on arthropods in a tropical agroecosystem. Ecology. v. 63, p. 1979-1983.
- . 1982. The ecological role of ants in two Mexican agroecosystems. Oecologia (Estados Unidos) v. 55, p. 114-119.
- ROOM, P. M. 1971. The relative distribution of ant species in Ghana's cocoa farms. Journal of animal ecology. v. 40, p. 735-751.
- SALAMANCA, J.C. 1998. Aspectos ecológicos de la hormiga *Crematogaster* spp. (Hymenoptera: Formicidae – Myrmicinae) en la predación de la chinche *Leptopharsa gibbicarina* Froeschner (Hemiptera: Tingidae) en una plantación de palma de aceite, *Elaeis guinensis* Jacq. en Ciénaga (Magdalena). Facultad de Ciencias Agropecuarias, sede Palmira (Valle). (Tesis de grado Ingeniero Agrónomo) 87 p.
- SÁNCHEZ, A. 1982. Sintomatología de la mancha de pestalotiopsis en palma africana. *En*: Foro sobre pestalotiopsis en palma africana. Fedepalma.
- . 1984. Enfermedades de la palma africana en Colombia. Tercera mesa redonda sobre palma aceitera. FAO. Belén – Brasil. Octubre 24-26. 280 p.
- SYED, R. 1994. Estudio del manejo de plagas en palma de aceite en Colombia. Palmas (Colombia) v. 15, no. 2, p. 55-68.
- VARGAS, S.C. 1986. *Chrysopas verdes* (Neuróptera: Chrysopidae) bajo la influencia del cultivo de la palma de aceite en la zona de Puerto Wilches. Especies y crías masivas. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. (Tesis de grado Ingeniero Agrónomo) Bogotá.
- VILLANUEVA, G.A. 1985. Cría de *Chrysopa* spp. en laboratorio para el control de la chinche de encaje *Leptopharsa gibbicarina* Foreschner. Palmas (Colombia) v. 6, no. 3, 25 p.
- WAY, M. J.; K. C. KHOO. 1992. Role of ants in pest management. Annual Review Entomology v. 37, p. 479-503.
- WAY, M. J.; CAMMELL, B. M.; BOLTON B.; P. KANAGARATNAM. 1989. Ants (Hymenoptera: Formicidae) as egg predators of coconut pests, especially in relation to biological control of the coconut caterpillar, *Opisina arenosella* Walker (Lepidoptera: Xyloryctidae), in Sri Lanka. Bulletin of Entomological Research v. 79, p. 219-233.
- WILSON, E.O. 1987. The arboreal ant fauna of Peruvian Amazon forest. Biotropica (Estados Unidos) v. 19, p. 245-251.
- ZENNER DE POLANÍA, Y.; POSADA, J. 1992. Manejo de insectos plaga y benéficos de la palma africana. ICA Manual de asistencia técnica no. 54.